

porcional al número de los dientes. Como resultado medio se admite generalmente que el tiro es próximamente de 1 kilogramo por diente, pero pasa algunas veces esta cifra y en general no llega á ella.

Cuando se ve que la grada no penetra bastante, se la carga con algunas piedras; si al contrario penetra demasiado, se la guarnea por debajo y en el sentido de su longitud de algunos largueros que froten sobre la tierra, que llevan una parte del peso y disminuyen la introduccion. Algunas veces, aún para trabajos muy ligeros, se entrelazan ramas espinosas encima de la grada, y se la arrastra, con los dientes al aire y las espinas para abajo. Un tejido hecho á propósito llena mejor, por lo demas, el objeto propuesto que una rastra así dispuesta. El medio indicado para moderar el peso de las gradas deja mucho que desear por otra parte. Conviene tener gradas bastante ligeras para trabajos que exijan ménos presión, y cargarlas cuando hay necesidad, con un peso adicional. La grada es un instrumento bastante poco costoso y se pueden tener varias de muchas fuerzas diferentes en una granja.

Cuando se rastrillea una tierra en que muchos pedazos resisten al instrumento, ó bien que encierra raíces ó malas yerbas secas, los dientes están expuestos á emborrarse con estos obstáculos. En estas condiciones, el obrero que conduce las gradas, las levanta con ayuda de una cuerda que tiene á la mano, y que está unida por detrás al bastidor del instrumento. Algunas veces, para facilitar esta maniobra, se adapta á la grada una especie de mango, pero este apéndice complica la herramienta y conviene poco al movimiento de sacudidas del rastrillo. La extremidad del mango, da continuas sacudidas, y este medio fatiga ántes al obrero que el uso de un simple cabo de cuerda.

Generalmente se empieza el rastrilleo arrastrando las gradas en el sentido de los surcos del arado y despues en un sentido perpendicular. Se recomiendan en general los rastrilleos en redondo, empleados en ciertas comarcas y que consisten en hacer describir al instrumento una serie de curvas espirales. Este trabajo es difícil para los hombres y fatigoso para los animales, y no produce un efecto mejor que el rastrilleo cruzado, que es de una ejecucion más sencilla y más regular.

El rastrilleo es un trabajo ligero que debe hacerse á paso ligero del caballo.

La superficie rastrillada es igual á la distancia de los dientes extremos de la grada, medida perpendicularmente al sentido del movimiento, multiplicada por el espacio útil recorrido en el día. Con una grada de 2 metros, y una velocidad media de 5 kilómetros por hora, por ejemplo, mantenida durante 8 horas, deducidas las detenciones y tiempos perdidos, se daría un rastrilleo á una superficie de 8 hectáreas; pero es necesario pasar muchas veces sobre la misma superficie, yendo y regresando en la misma direccion y despues en una perpendicular. Se debe disponer ordinariamente en todos los casos, de tal modo, que pase algun tiempo entre dos pasos sobre un mismo punto, á fin de que el aire tenga tiempo para obrar sobre las partículas de tierra, ántes de que sean agitadas de nuevo. La superficie trabajada en un día es igual á la que se calcularía, como se acaba de decir, dividida por el número de pasos.

Los rastrilleos cuando tienen por objeto dividir la superficie del suelo é igualarle, deben darse en cuanto sea posible con buen tiempo y sobre una tierra fresca y aún un poco seca. Un rastrilleo en tierra pesada y mojada podría hacer más mal que bien. Los rastrilleos de praderas, de que hablaremos en otra parte, están hasta cierto punto, en condiciones diferentes.

Se acerca en general el estudio de las gradas al de los grifones instrumentos que no

son, en efecto, sino gradas muy fuertes guarnecidas de ruedas y de aparatos de regularizacion. Creemos preferible unir estos instrumentos y algunos otros análogos á los estirpadores que pudiera formar el objeto especial de otro capítulo. Debemos, por consiguiente, ocuparnos ahora de los rodillos.

RODILLOS. En la jardinería y pequeños cultivos, se emplean pequeños martillos ó pisones de madera, sea para romper los pedazos que resisten al rastrillo y aumentar así la division y pulverizacion del suelo, sea con un objeto muy diferente, para comprimir un poco, igualándola, la superficie de la tierra: el rodillo está llamado, en los cultivos grandes, á dar resultados análogos. Aunque obra de una manera muy diferente del rastrillo, concurre como él á desmenuzar el suelo, rompiendo los pedazos muy voluminosos y á regularizar la superficie. Además, en ciertas circunstancias comprime la tierra, y la hace más propia al desarrollo de las plantas jóvenes, aleja los insectos y ahoga los gusanos. Despues de las heladas, multiplica la superficie de las tierras encogidas por el frio, y pone en contacto el suelo con las raíces descubiertas: la grada y el rodillo se completan la una al otro. Haciendo obrar sucesivamente los dos instrumentos, se llega á una pulverizacion perfecta de la superficie.

RODILLOS UNIDOS. El modo de construir rodillos es bastante sencillo. Sin embargo, estos aparatos han recibido, desde hace algunos años, grandes mejoras, y algunos modelos nuevos figuran hoy entre los instrumentos más útiles para el trabajo de tierras fuertes.

Los rodillos empleados en el mayor número de las explotaciones, están formados de un simple cilindro de madera de 2 metros próximamente de longitud, y de 0^m,30 á 0^m,40 de diámetro. Se mete en cada extremidad un eje de hierro, que gira en un agujero hecho para recibirle en la barra del bastidor que rodea al rodillo. El balancin del caballo está enganchado en la mitad de la longitud del travesaño paralelo al cilindro: un aparato semejante de madera de olmo ó encina, pesa próximamente 150 kilogramos. Esta presión se reparte sobre la totalidad de la superficie de contacto del rodillo con el suelo, y obra, sobre todo, al rededor de la generatriz de contacto del cilindro con la tierra. Cuando el cilindro está en reposo, esta generatriz se halla en el extremo de la vertical, que pasa por el eje del cilindro. Cuando el cilindro está en movimiento, el punto de contacto cambia á cada instante, y se halla para cada seccion del cilindro sobre la direccion del radio que forma la diagonal del paralelogramo construido con el peso del cilindro y el esfuerzo de traccion.

La superficie del suelo trabajado no es bastante homogénea para que su resistencia sea uniforme; los pedazos de tierra se machacan á cada momento, y cambian sin cesar la extension de la superficie en contacto, y, por consiguiente, la presión ejercida por el instrumento por unidad de superficie. Sería, pues, muy difícil hacer un cálculo riguroso sobre la acción de los rodillos sobre las tierras. Se cometería también un error grande, si se quisiera estudiarla, cuando están en reposo, por qué se despreciarían los choques que produce el encuentro de los obstáculos, ó cayendo sobre la tierra, despues de haber pasado por encima de un obstáculo más elevado. Pero sin entrar en estos detalles rigurosos, la presión por unidad de superficie no aumenta en proporción del peso, porque disminuyendo al mismo tiempo la curvatura del rodillo, la superficie de contacto con el suelo, va necesariamente aumentando. Se emplean también rodillos de piedra montados en un bastidor muy sencillo, provisto de brazos en general. El cilindro de piedra tiene ordinariamente 1^m,20 á 1^m,40 de ancho, y 0^m,80 á 1 metro de diámetro. Estos rodillos pesan de 12 á 15 kilogramos por cada centímetro de longitud, pero su superficie de contacto es más considerable que la de los cilindros de madera.

Desde hace algunos años se reemplazan con gran ventaja los rodillos de madera ó piedra por los de fundicion. Estos rodillos están formados de tambores huecos, guarnecidos de brazos con un agujero en el eje del cilindro.

Estos tambores están reunidos en número de 3 á 7. Una barra de hierro pasa por estos agujeros y forma el árbol, sobre el que gira el rodillo. Las extremidades de esta barra de hierro redondo, giran en coginetes fijos en dos piezas de fundicion, unidas por un bastidor de madera, al que se fijan los mangos. La division del rodillo en muchos tambores, tiene la gran ventaja de hacer bastante fáciles las vueltas; los tambores pueden, en efecto, rodar en sentidos contrarios, miéntras que los rodillos de un solo pedazo no pueden girar sobre sí mismos, cuando el caballo cambia de direccion y levantan el suelo en el sitio donde tiene lugar la vuelta.

Los rodillos de fundicion trabajan perfectamente; su duracion es, por decirlo así, indefinida, y su empleo es verdaderamente económico, aunque el primer gasto sea más considerable que para los de madera. Un rodillo de fundicion con su bastidor y mangos, que da un trabajo un poco mejor que el de madera, vale unas 200 pesetas. El bastidor, herraje y la construccion elevan el instrumento de madera en su precio á unas 400 pesetas lo ménos. Esta cifra es menor que la precedente; pero si se reflexiona que el rodillo de madera no dura sino un pequeño número de años, miéntras que el de fundicion no se destruye y conserva como hierro un valor de 0^{pes.}08 á 0,10 el kilogramo, cuando se le reforme, quedará cualquiera convencido, como lo decimos, de que los rodillos de fundicion son en general verdaderamente económicos, aun cuando se trate de instrumentos ordinarios de poco peso que se quieran hacer de madera.

La longitud de los rodillos está en general comprendida entre 1^{m.}60 y 2^{m.}50. El diámetro de los tambores de fundicion varía de 0^{m.}35 á 0^{m.}80. La experiencia demuestra que los diámetros de 0^{m.}55 á 0^{m.}60 son los más ventajosos. El espesor de la fundicion de los tambores varía de 0^{m.}015 á 0^{m.}025. El árbol redondo de hierro forjado sobre que giran libremente los tambores, y que debe poder girar él mismo en los cojinetes del bastidor que soporta sus extremidades, debe ser muy fuerte, se le da de 0^{m.}055 á 0^{m.}060 de diámetro para los cilindros de fuerza media. Se debe naturalmente proporcionar el peso de los cilindros de fundicion á la resistencia del trabajo que deben ejecutar; pero se puede atener al límite inferior del peso necesario, y aumentar, caso de necesidad, el peso del instrumento, cargando de tierra una caja de madera colocada sobre el bastidor. La montura del bastidor debe estar dispuesta de manera que eche para atrás una parte del peso, para equilibrar el de los mangos.

El árbol de hierro forjado que forma el eje del rodillo es de un diámetro sensiblemente inferior al de los agujeros hechos á los centros de los brazos de los tambores de fundicion. Cada uno de estos tambores puede, pues, obrar con todo su peso sobre la faja de tierra que recorre, independientemente de las otras partes del cilindro, y cualesquiera que sean las desigualdades del suelo. Nada decimos de la lanza ó del mango de este rodillo, que por otra parte, no ofrece ninguna cosa particular.

El transporte de los rodillos puede llegar á ser peligroso en caminos de mucha pendiente. Para amenguar entónces la velocidad que el aparato tiende á tomar, es necesario poner debajo una especie de zueco de madera, ó unir al bastidor una palanca fuerte, atada con una cuerda y formando freno. Los rodillos de fundicion con mangos, están algunas veces dotados de un verdadero freno de rosca, que obra como los mecánicos de las carretas, para impedir la rotacion de uno de los tambores. Pero este mecanismo complica el rodillo

y corre riesgo de torcer el árbol central de hierro: no se aplica á los rodillos, sino muy excepcionalmente. Se limita habitualmente á pasar en los ejes de los tambores una barra de madera, que viene á apoyarse contra el bastidor ó armadura; impide la rotacion del aparato en las pendientes, en que la accion de recule del caballo de lanza no bastaria para retener la máquina.

Se pone algunas veces un asiento para el conductor sobre el bastidor de los rodillos. No parece buena esta disposicion. La caída del obrero colocado sobre este asiento, podria ser muy peligrosa. La fatiga sufrida sobre un asiento de muchos vaivenes es, por otra parte, lo ménos tan grande al fin de la jornada, como la fatiga de una marcha durante el mismo tiempo. En fin, el trabajo está peor servido que marchando como de costumbre detrás del instrumento.

Para los camellones, se emplean rodillos cuya seccion por un plano, que pase por el eje, presente una curvatura conveniente para amoldarse á la forma del suelo, ó bien dos troncos de cono reunidos por su base pequeña.

Algunos constructores han propuesto hacer rodillos de fundicion ó chapa, perfectamente fijos, y variar el peso del instrumento, segun la necesidad, introduciendo mayor ó menor volúmen de agua. Estos aparatos son de una construccion un poco complicada; la menor fuga les pone fuera de servicio, y no parecen ser recomendables. Cuando las condiciones del cultivo conducen á hacer variar con frecuencia el peso de los rodillos, es más sencillo recurrir á aparatos guarnecidos de cajas, que se cargan con tierra, la cual se halla á disposicion del obrero, más fácilmente que el agua. Se ponen algunas veces láminas rascadoras, destinadas á quitar el barro que podria unirse á la superficie cilíndrica de los rodillos. Este órgano adicional es inútil en general, atendido que no se debe rodillar la tierra cuando está muy mojada para hacer pasta, y adherirse á la superficie del instrumento.

El rodillado de las tierras se hace en cuanto es posible al paso largo. Un caballo basta para rodillos cuyo peso no pase de 400 á 500 kilogramos; se emplean dos ó tres caballos para los que pesen de 500 á 900 kilogramos. Los que pasan de este peso exigen cuatro, pero su empleo rara vez es ventajoso.

RODILLOS DESTERRONADORES. Los rodillos de que se acaba de hablar, son algunas veces impotentes para romper los terrones grandes en tierras fuertes, sobre todo, si están expuestos á sufrir un exceso de humedad, que da luégo á los terrones secos una dureza muy grande. Aumentando suficientemente el peso de los rodillos, se llegaria evidentemente á destruir los terrones gruesos; pero el instrumento seria muy costoso, su manejo más y más difícil, y enteramente imposible más allá de cierto peso, y, en fin, si el rodillo era bastante pesado para romper los terrenos muy duros, llegaria á ser demasiado pesado para las demas partes de la tierra, que comprimiria más de lo regular. Los cultivadores han buscado hace mucho tiempo el modo de vencer esta dificultad, empleando rodillos armados de puntas ú otros órganos agudos, que soporten la mayor parte del peso del instrumento sobre una superficie muy pequeña, y que produzcan una presion suficiente para romper los terrones más resistentes. Entre los antiguos instrumentos de este género, se pueden citar los rodillos llamados deerizo, que se construyen implantando en los rodillos de madera ordinaria gruesas clavijas cuadradas, de madera muy dura, dispuestas en orden simétrico sobre la superficie del cilindro. Estos instrumentos se desgastaban muy pronto, pero tenian otro inconveniente radical. Si las clavijas estaban muy distantes unas de otras, la accion de la máquina era insuficiente, y casi la mayor parte los terrones de tierra pasaban entre los dientes sin

que les tocara. Si para evitar este inconveniente se acercaban demasiado los dientes, la tierra, las malas yerbas y las raíces secas no tardaban en pegarse entre los dientes y formar un segundo cilindro irregular, envolviendo el central y el saliente de los dientes, de suerte que el instrumento cesaba de funcionar y exigía una limpia larga y difícil. Para remediar estos inconvenientes, se ha imaginado construir la superficie de los cilindros con barras de hierro cuadrado, dirigidas según las generatrices de la superficie, y dejando entre ellas vacíos de algunos centímetros. Haciendo rodar sobre el suelo esta especie de jaula, los ángulos de las barras de hierro encontraban los terrones y los partían; pero este instrumento, muy rígido, no obraba de una manera eficaz, sino sobre terrenos muy unidos. Los terrones y las raíces no tardaban mucho en meterse entre las barras, y otras se introducían dentro de la jaula. El aparato, aunque preferible al precedente, estaba lejos de dar resultados satisfactorios. Su precio subido, resultado del empleo necesario de una gran cantidad de hierro, le hubiera separado, por otra parte, de la práctica usual. Se pensó entonces en reunir discos cortantes de fundición, fijos sobre un mismo eje, y separados por otros discos de menor diámetro.

Este instrumento, que se encuentra aún en algunas granjas, es ordinariamente designado bajo el nombre de rodillo de discos. El empleo de la fundición hacia su precio más cómodo que el del rodillo de hierro; su funcionamiento era mejor; sin embargo, las materias sólidas se agarraban fuertemente entre los discos, y el aparato, como los anteriores, estaba á cada momento fuera de servicio. Se puede, pues, decir que no existía rodillo rompe-terrones enteramente satisfactorio hasta la aparición del instrumento conocido bajo el nombre de rodillo rompe-terrones de Croskill. Este instrumento está formado de una serie de discos de fundición, independientes unos de otros (figura 43), y girando libremente sobre una barra de hierro redonda, encajada por sus extremidades en un bastidor, á que están fijadas las varas de enganche. Los discos son dentados en la circunferencia, y llevan en saliente, sobre sus superficies planas, dientes cortantes de una longitud casi igual al saliente del macizo de cada disco. Siendo los discos móviles é independientes, es imposible el emborrazo por la desigualdad del movimiento de rotación y por la trepidación en todos sentidos de los discos entre sí. Para hacer absolutamente imposible el emborrazo en los terrenos más difíciles y en las condiciones más desfavorables, se pone, en ciertos rodillos de este género, un disco de un diámetro más pequeño entre cada gran disco. Estos pequeños discos llevan en el centro una abertura, cuyo diámetro es igual á la diferencia de los diámetros de los pequeños y grandes discos. Estos discos pequeños, cuando el rodillo está en movimiento, frotan constantemente las caras laterales de los grandes discos y se desembarazan incesantemente de cuerpos extraños, que tenderían á apoderarse del aparato.

El bastidor, como en los rodillos unidos, debe inclinarse para atrás para equilibrar los brazos. En los rodillos Croskill, de construcción reciente, los pequeños discos giran con frotamiento libre sobre el eje de hierro forjado del rodillo, mientras que los grandes discos tienen en su centro agujeros de un diámetro mayor. El efecto obtenido parece mejor aún que adoptando la disposición indicada en primer lugar. Los bordes del mango de los discos grandes envuelven el de los pequeños y se apoyan contra los planos laterales de los radios, de suerte que los discos grandes están constantemente mantenidos en una posición vertical. El diámetro de los discos grandes excede al de los pequeños en 0^m.07 á 0^m.08. El diámetro de su agujero central está calculado en proporción. El diámetro de los discos de los

dientes de estos rodillos varía de 0^m.45 á 0^m.80. Es en general de 0^m.55 á 0^m.80. Cada rodillo está formado de 16 á 28 discos dentados.

Los rodillos Croskill están algunas veces desprovistos de ruedas para el transporte. Se les arrastra entonces sobre los caminos como rodillos ordinarios. Pero es preferible, sobre todo cuando el instrumento es muy pesado, añadirle ruedas que hagan el tiro menos considerable y que eviten la destrucción de los caminos por los dientes de los discos. Las ruedas se colocan en las extremidades del eje del rodillo, que, á este efecto, excede al bastidor en una cantidad suficiente. Cuando el rodillo ha llegado á la pieza de tierra en que debe trabajar, se hace á pala un pequeño foso al que bajan las ruedas, mientras que el rodillo queda sobre el suelo. Se quitan entonces las ruedas sin dificultad. A la vuelta, se coloca el rodillo en el punto en que á su llegada, y en los agujeros que habían servido para quitar las ruedas, sirven para volverlas á poner en su lugar para conducir el instrumento á la granja. La figura 43 representa el aparato montado en sus ruedas: se ve encima el asiento para el conductor y el balancín para el ganado.

La maniobra que se acaba de indicar para quitar y poner las ruedas es incómoda y exige un cierto tiempo. M. Albaret, ha hallado el modo de evitar este inconveniente. En los rodillos de este constructor, las ruedas pueden subirse ó bajarse por medio de una rosca sin fin, obrando sobre un sector dentado. Este mecanismo, muy sencillo y muy sólido, conviene perfectamente á esta aplicación especial. Este rodillo puede ser tirado por dos ó tres caballos, según que se haya adoptado una lanza ó dos varas.

El esfuerzo necesario para poner en marcha á los rodillos rompe-terrones, depende de su peso y del estado de la tierra sobre que trabajan.

Hé aquí las dimensiones y pesos adoptados por cierto número de buenos constructores ingleses, y el número de caballos ordinariamente empleados en el tiro de instrumentos de esta clase:

Nombres de los constructores.	Diámetro de los discos		Ancho trabajado	Peso total	Número de caballos
	grandes	pequeños			
Beverley.....	0 ^m .833	0 ^m .762	1 ^m .83	1.140k.	4
Beverley.....	0 .685	0 .600	1 .83	788	2
Croskill.....	0 ^m .762		1 .83	1.218	4
Barford y Perkins....	0 .660		1 .98	1.040	3

El rodillo rompe-terrones es ordinariamente conducido al paso ordinario de los animales. La superficie trabajada por día es igual al ancho del instrumento, multiplicado por su recorrido útil; pero como para las gradas, la operación exige casi siempre más de un paso sobre la misma tierra.

La acción del rodillo Croskill, sobre las tierras fuertes, es notable. Un solo paso del instrumento produce más efecto que muchos rastrillos sucesivos: pocos instrumentos han sido apreciados tan pronto por los prácticos. Su construcción muy sencilla, su acción enteramente automática y muy enérgica, justifica su éxito; este aparato es hoy indispensable á todo cultivo progresivo en terrenos compactos.

El rodillo rompe-terrones, de Croskill es empleado con ventaja:

1.º Para romper los terrones antes del paso de la grada y facilitar el trabajo de este último instrumento.