

de carretera, á pesar del cuidado tenido en su ejecucion, no resisten de una manera suficiente á las trepidaciones y esfuerzos irregulares que deben soportar, y su entretenimiento grava los trasportes con un gasto demasiado grande.

En estos últimos tiempos, M. Corbin ha construido en Francia una locomotora para caminos ordinarios de un sistema diferente de los ensayados hasta el presente: cada wagon cargado está dotado de un cilindro de vapor alimentado por un caldera cónica llevada sobre el wagon de cabeza del tren. La totalidad del peso útil concurre así á asegurar la adherencia del vehículo, y se espera llegar por este medio á mejores resultados que con un remolcador único. Sea de ello lo que quiera, es de desear que el vapor concorra por su parte á los trasportes ordinarios, y no se puede ménos de aplaudir los generosos esfuerzos de los mecánicos que persiguen la solucion de este problema difícil á fuerza de trabajo, inteligencia y sacrificios pecuniarios.

La real Sociedad de Agricultura de Inglaterra, tan buen juez de todas las cuestiones de oportunidad, en materia agrícola, ha juzgado que había llegado el momento de ocuparse de ello, y ha hecho un llamamiento á los constructores para el concurso de *Wolterhampton* en 1871. Los resultados de esta primera lucha han sido notables, como lo muestran los hechos siguientes, tomados de la relación de los jurados de la Real Sociedad de Agricultura de Inglaterra. Los concurrentes, en número de ocho, habían presentado tres máquinas al pronto para las locomotoras de caminos ordinarios: la más conocida de ellas, *M. A. V. G.* y *Porter*, por su máquina n.º 1, 001 del catálogo general de la exposición; esta máquina de la forma normal de diez caballos, ha destruído, en los ensayos, el indicador, en reposo, una fuerza de 36 á 38 caballos. Es de un cilindro de 0.º 221 de diámetro; la carrera del pistón es de 0.º 304, quema por hora y por caballo eléctrico 1.º 69 de carbón y consume 76 gramos de aceite y grasa por 10 horas de trabajo y por caballo. Las ruedas tienen 1.º 23 de diámetro y las llantas 0.º 166 de ancho. Cada vuelta del árbol motor da á pedales velo-cidad, un avance de 0.º 326. La máquina, con su provisión de agua y de carbón, pesa 12,000 libras, de las que 8,736 cargan sobre el eje motor. Su precio es de 1,780 libras.

Remolcadas en malos caminos, y en parte sobre tierras labradas, había 2,855 metros por hora y quedaba en el mismo tiempo 0.º 73 de hulla á sec. 4.º de hulla y 7.30 litros de agua por tonelada llevada á 1 kilómetro. Sobre un buen camino, remolcando la máquina 15 toneladas, hacía 2,310 metros por hora, y el consumo de hulla se reducía á 0.º 8 por tonelada llevada á un kilómetro; se ve que esta máquina no daba resultados convenientes en malos caminos y tierras labradas, pero que los resultados obtenían ser ventajosos sobre un buen camino, si el cultivo agrícola y grandes reparaciones no añadiesen un gasto considerable al del combustible. Hasta el presente, ha sido únicamente la locomotora

CAPÍTULO IX

Labores á brazo

DIVISION DE LOS TRABAJOS DE CULTIVO. Las nociones preliminares expuestas en los capítulos precedentes, eran indispensables para abordar con fruto los estudios que debemos emprender ahora, sobre las diversas categorías de los trabajos de cultivo, y sobre las máquinas que sirven para ejecutarlos.

Los trabajos del cultivador tienen lugar en el interior mismo de los edificios de las granjas ó en el exterior, en los campos de explotación. Dejarémos para los últimos capítulos de este volúmen el exámen de los trabajos y de las máquinas del interior, y nos ocuparémos en éste y en los siguientes de los trabajos del exterior.

Seguirémos mientras sea posible, en esta nueva serie de estudios, el mismo orden en que se presentan las operaciones del trabajo de los campos. Hablarémos primero, por consiguiente, de los trabajos destinados á dar al suelo las preparaciones necesarias para asegurar el desarrollo de las plantas que deben vegetar allí.

La labor es la más importante de las faenas dadas á la tierra. Tiene por objeto dividir el suelo, aerearle, facilitar la absorcion de los gases fecundantes de la atmósfera, asegurar la mejor distribucion de la humedad en la masa entera, y, en fin, en ciertos casos, destruir las malas yerbas que tienden á ampararse del suelo é impedirian el desarrollo de las plantas buenas.

Las labores se ejecutan, sea á brazo, sea con ayuda de animales de tiro ó del vapor.

Primero nos ocuparémos de la labor á brazo de los hombres.

La labor, con ayuda de animales de tiro, es mucho más extensa y más importante en agricultura. Una poblacion cuádrupla ó quintupla de la francesa, no bastaria para cultivar una superficie tan grande como la de Francia, si todos los trabajos se debiesen ejecutar á brazo; en España, con más motivo, se necesitan máquinas que ayuden á su escasa poblacion. Los hombres dedicados á los intereses del obrero cultivador, desean ver reemplazar por el arado la cava con pala ó azada, pero en el estado de la práctica actual, las labores á brazo desempeñan aún un gran papel en nuestros campos: cuasi todos los cultivos de las viñas, todos los trabajos de jardín y los de pequeños cultivos se hacen aún á brazo. El gran cultivo también se ve más de una vez obligado á recurrir á las labores á brazo, para porciones de formas irregulares y para desmontes.

PROPIEDADES MECÁNICAS DE LAS TIERRAS. La propiedad es físicas y químicas de las tierras

que hay que arar, tan esenciales de conocer para el cultivador, serán expuestas con todos los detalles necesarios en otro tratado de esta obra. Sin estudiar, pues, aquí este punto con detalles, debemos recordar que ciertas propiedades mecánicas de la tierra, y en particular la resistencia que opone á los instrumentos destinados á dividirla y desmenuzarla, ejercen una influencia preponderante sobre el tiempo necesario para la ejecución de las diversas faenas del suelo, y, por consiguiente, sobre el precio de coste de estas faenas. Así el cultivador se pregunta desde luego, cuando examina una tierra, si es *fuerte*, es decir, resistente y tenaz, ó si es *ligera*, es decir, desmenuzable y fácil de trabajar.

Un golpe de azada basta á un práctico para comparar una tierra dada á la que ya conoce; pero ha sido preciso buscar medios de apreciación más rigurosos, y sobre todo más comparables en puntos separados por ausencia de un mismo obrero. Los procedimientos científicos para medir la resistencia de las tierras que se tienen que arar, se hallan expuestos en otra parte, y aquí nos limitaremos á recordar los procedimientos más generalmente empleados. La cohesión de la tierra varía con su grado de humedad; se comprende, pues, que para comparar la resistencia de dos tierras, es necesario primero hacerlas sufrir la misma preparación y desecarlas de la misma manera, sea al sol ó sea más bien á una temperatura fija, insuficiente para alterar sus elementos, á 100° por ejemplo. Con este objeto, algunos autores aconsejan mojar las tierras que hay que ensayar, reducir las á pasta ó bien hacer bolas de 0^m,03 de diámetro, y secarlas como se ha dicho. Las bolas hechas con tierras arenosas y ligeras, así preparadas, se reducen por sí mismas á polvo durante la desecación, ó se deshacen á la menor presión de los dedos. Las bolas de tierras arcillosas, al contrario, no se dejan romper sino por el choque del martillo. Este medio basta para comprobar las grandes diferencias de resistencia entre las tierras; pero no da ninguna medida precisa de relación con la resistencia de la tierra tomada en el campo en estado natural. En obras de los ingenieros militares y civiles, se emplea un método de clasificación de tierras muy sencillo, y que sería perfectamente aplicable para apreciar aproximadamente la dificultad de un desmonte ó de un terraplen. Las tierras bastante ligeras para trabajarse con pala de madera y cargarlas directamente, forman una primera categoría. Para tierras que exigen cierto trabajo de desagregación antes de tomarlas y cargarlas á pala, se nota el tiempo necesario á un obrero para desagregar ó desmenuzar un cierto volumen de esta tierra, 10 metros cúbicos por ejemplo. Si este tiempo es igual al que es necesario para cargar el mismo volumen de tierra ligera en una carretilla, se dice que la tierra es de dos hombres. Si son necesarios dos obreros cavadores para entretener un hombre cargador, se dice que la tierra es de tres hombres, y así sucesivamente.

Este método es muy tosco, pues que no forma sino tres ó cuatro clases de tierras; pero es bastante práctico, y generalmente admitido por los contratistas de obras públicas y por los buenos destajistas. Podría emplearse muchas veces en el campo, y era útil se le señalara aquí.

M. de Gasparin ha resuelto el precisar más y simplificar cuanto es posible la medida de la *cohesión* de las tierras arables, es decir, de la resultante de su resistencia y de su adherencia á los instrumentos de labranza. Ha propuesto emplear con este objeto lo que él llama una pala de hierro dinamométrica. Este instrumento no es otra cosa que una pala de hierro ordinaria, de peso de 2^k,75, cuyo hierro tiene un corte de 0^m,15 de largo, y que se deja caer de la altura de un metro. La introducción de la pala es tanto menor, cuanto más resistente es el suelo. Este aparato da resultados casi comparables entre sí.

La pala dinamométrica de M. Gasparin es un instrumento verdaderamente usual, que sería de desear fuera empleado por los cultivadores de todos los países. Podrían así tener un término de comparación serio, de la resistencia de los diferentes suelos que cultivan.

La cohesión de las tierras no interviene sólo en la dificultad que oponen para trabajarse. Su peso, más ó menos considerable por unidad de volumen, figura también por cierta parte en el esfuerzo necesario para las operaciones de labranza. La *densidad* de la tierra labrable se determina por los procedimientos mencionados en el capítulo consagrado al estudio de las propiedades físicas de la tierra. Pero como el suelo en el estado natural es siempre más ó menos poroso, el peso de la unidad de volumen de tierra no es igual al que se deduciría de la medida de su densidad propiamente dicha. El peso de la unidad de volumen no puede obtenerse, sino pesando directamente la tierra extraída de una cava, de forma perfectamente regular, fácil de cubicar exactamente. La tierra, después de haber sido cavada, ocupa generalmente un volumen mayor que el que ocupaba antes de la cava en su estado natural. El peso de la tierra cavada, es, pues, menor por unidad de volumen, que el de la tierra en estado natural. El peso del metro cúbico de tierra varía de 1.100 á 1.900 kilogramos.

Difiere, pues, mucho de un punto á otro, y debe determinarse para cada suelo en particular, sea para la tierra en su sitio, sea para la labrada después de más ó menos tiempo, sea, en fin, para tierra cavada y cargada en carro. Los hechos precedentes relativos á las propiedades mecánicas de las tierras, y sobre todo, las noticias mucho más detalladas que puede ver el lector, permiten comprender que no todas deben cultivarse de la misma manera; pero la naturaleza del suelo no decide sólo el método de cultivo que debe recibir. La especie de raíces que deben habitar la tierra, determina con mayor razón la elección de la preparación que hay que dar al suelo. No insistiremos sobre el estudio detallado de la constitución y del papel de las raíces lo cual se expondrá en otra parte; pero es necesario recordar que el método de pulverizar la tierra debe variar con la planta que se quiere cultivar, á fin de que las raíces se desarrollen con facilidad, y que sus extremidades puedan ir á chupar los jugos nutritivos necesarios al crecimiento del vegetal en una masa de tierra proporcionada á sus necesidades. Las raíces de la mayor parte de nuestras plantas de cultivo, hallan en el suelo natural demasiada resistencia para desarrollarse convenientemente. El labrador, por un trabajo inteligente, viene en auxilio de la planta, y debe modificar el medio que prepara, en atención á los gustos y necesidades de cada vegetal. Se comprende, pues, hasta dónde tiene el cultivador necesidad de estudiar su suelo y sus plantas, como también de conocer sus propiedades y sus exigencias, para dirigir sus trabajos de manera que se apropien lo mejor posible las cualidades del uno ó las necesidades de las otras. Estas explicaciones eran necesarias para justificar la extensión de los desarrollos que nos vemos obligados á dar al examen de los diferentes procedimientos de trabajo de tierra.

Se emplean en los trabajos de labor á brazo y de terraplenes en general, dos clases principales de instrumentos. Los unos, como las palas de hierro, layas, etc., penetran en el suelo sin choque, por la acción lenta y regular de los esfuerzos del obrero: los otros, como el azadon, la azada, etc., obran, sobre todo, por una acción de percusión. Examinaremos sucesivamente el modo de emplear estas dos especies de herramientas.

EMPLEO DE LA PALA. Las formas y nombres dados á los instrumentos de esta clase, varían mucho de un país al otro. No los describirémos en detalle; bastará señalar tres sistemas principales del modo de poner el mango. Para trabajos de jardín ó tierras muy sueltas, se emplea la

pala de hierro, de mango recto, ancha, plana, rectangular, unida al mango por un simple canuto. La pala es de hierro y acerada hácia el córte, ó enteramente de acero, que permite darla mayor ligereza, conservándola la misma fuerza. El corte de la pala es ordinariamente en línea recta; pero algunas veces se le da forma de un semi-círculo. Las dimensiones de estas palas son muy variables. El peso de estas palas nuevas varía de 1 á 2 kilogramos.

La reunion de la lámina al mango por un canuto como el de la pala, no ofrecería una solidez suficiente para tierras resistentes y para trabajos duros. Se reemplaza entónces el canuto por una de las disposiciones siguientes. En ciertas herramientas, el mango se ensancha en forma de pala y se mete entre dos láminas de hierro ó de acero, reunidas por soldadura en su parte inferior, y formando el corte de la herramienta. Esta disposicion asegura una gran solidez al instrumento, pero tiene el inconveniente, para ciertos usos, de dar demasiado espesor á la parte superior de la lámina. En fin, en otras herramientas, la lámina del instrumento lleva en su parte superior dos placas encorvadas, en forma de canales, que envuelven el mango en más ó ménos longitud. El mango de las palas de terraplenes, de que nos ocupamos, es generalmente casi recto, es sencillo como el de la pala de hierro, ó termina por un puño ó por la forma de un báculo. El empleo de una ú otra de estas formas, depende en gran parte de las costumbres locales. Cada obrero prefiere la herramienta á que está acostumbrado, y se obtiene mucho más trabajo que de un instrumento más perfeccionado en apariencia. Sin embargo, se puede decir que los mangos con puño son generalmente adoptados por los terrapleneros más hábiles para los trabajos de fuerza. El peso de los mangos varia de 0^k,600 á 1^k,10. Se ejerce ordinariamente la presion sobre instrumentos análogos á las palas de hierro, empujando el mango de arriba abajo, y apoyando el pié sobre el borde superior de la lámina. Algunos obreros apoyan el pié sobre una pequeña pieza suplementaria, fija perpendicularmente al mango, á una altura conveniente. Esta disposicion es, sobre todo, aplicable á las herramientas de drenaje, de que se hablará en otro tratado de esta obra.

Para remover la tierra suelta, natural ó hecha así con ayuda de los instrumentos precedentes, se emplea la pala de hierro, que todo el mundo conoce. Las palas son de hierro, ó mejor de acero, para arenas y tierras silíceas. Están guarnecidas de canutos para recibir el mango, ó de láminas ahuecadas cuando deben servir para trabajos pesados. El mango de las palas de los terrapleneros de profesion, sobre todo en Inglaterra y en América, se termina por un puño. La curvatura de los mangos de las palas debe estudiarse con cuidado para imponer al obrero la menor fatiga posible en el trabajo de carga. Los mangos de las palas en nuestros campos no son generalmente bastante curvos, y obligan á bajarse demasiado para tomar una paletada de materiales. Los mangos de pala empleados en obras públicas están mucho mejor dispuestos y merecen ser tomados como ejemplo. El peso de las palas para terraplenes, de hierro, varía de 1 á 2 kilogramos, y el de los mangos de 0^k,500 á 0^k,900. Conviene hacer estas herramientas tan ligeras como sea posible. Los instrumentos de que se acaba de hablar son de un empleo continuo para trabajos de terraplenes, que con tanta frecuencia hay que hacer en los campos, y debemos detenernos un instante en el estudio de su empleo general, ántes de hablar de su aplicacion á las labores á brazo.

La cantidad de tierra que un hombre puede quitar y arrojar á tres metros de distancia, ó cargar en carro, en un dia, depende de la resistencia de la tierra, de su peso y de la costumbre del obrero. Sería imposible dar con este motivo otra cosa que resultados medios, es decir, más ó ménos distantes de los hechos particulares que cada cual ha podido obser-

var. Nos limitaremos, pues, á decir aquí, que los obreros bien alimentados, ejercitados en movimientos de tierras, obrando á su gusto, por capas de 0^m,20 de espesor lo ménos, sin sujeciones de apuntalamientos ni formas excepcionales del surco, pueden, en 10 horas, sacar y tirar á 3 metros, ó cargar en carros, 8 metros cúbicos de tierra vegetal ligera ó dealuviones arenosos; 6 metros de tierra arcillosa medianamente compacta; 5,25 de tierra dura compacta; 4,90 de tierra gredosa, y en fin, 4,25 de tierra muy empapada de agua. El tiempo de carga aumenta generalmente un poco con la dificultad de la saca de la tierra, sea porque el peso de la masa aumenta, sea porque la tierra ménos dividida es un poco más difícil de tomar en la pala. Para las tierras de que se acaba de hablar, la duracion de la carga es próximamente por metro cúbico de 29', 33', 34', 35' ó 39', ó sea, en números redondos, de media hora á tres cuartos. Las duraciones de la cava de las mismas tierras serian respectivamente cerca de 48', 67', 80', 86' y 100'. Conviene notar, por otra parte, que en los trabajos del campo no se llega á adquirir habitualmente tan gran velocidad de ejecucion como en las obras de terraplenes.

El trabajo mecánico consumido por un obrero cargando con pala, en un carro, tierras movidas, ó elevándolas á una altura media de 1^m,50 para hacer, por ejemplo, un banco de foso, se compone por cada paletada de la suma del peso de la tierra y de la pala, multiplicado por la altura de la elevacion y del esfuerzo necesario para meter la pala en las tierras movidas para llenarla de ellas. Si suponemos, para fijar las ideas, que el peso de la tierra de cada paletada sea de 7 kilogramos, el de la pala, referido á su centro, de 1^{kg},5, y la altura á que se elevan estos dos pesos de 1^m,50, cada paletada representará un trabajo útil de $8^{kg},5 \times 1^{m},5 = 12^{kgm},75$. Si la tierra considerada pesa solamente 1.300 kilogramos el metro cúbico, el número de paletadas por remover en cada metro cúbico será igual á $\frac{1.300}{7} = 186$, y el trabajo mecánico útil estará expresado por $186 \times 12^{kg},74 = 2.371^{kgm},5$ por metro cúbico cargado. Suponiendo que el obrero carga 18 metros cúbicos de tierra por dia de 10 horas de trabajo, su trabajo útil será de 42.687 kilográmetros. Es necesario añadir aún á este trabajo el que se consume en introducir la pala en la tierra movida. Serian menester experimentos directos para fijar con exactitud el valor de esta cantidad para cada especie de materiales. Gasparin evalúa por término medio este trabajo en $2^{kgm},9$. Este trabajo repetido por cada paletada representa al fin del dia, $186 \times 18 \times 2^{kgm},9 = 709$ kilográmetros, que añadidos al trabajo de elevacion del peso, da para el trabajo mecánico exterior de la jornada entera 52.396 kilográmetros próximamente. Esta cifra es mucho menor que la del trabajo desarrollado en otras operaciones, pero no se podría concluir, como se ha hecho algunas veces, que la fatiga del obrero cargador no es considerable. Los movimientos alternativos de todo su cuerpo elevan su centro de gravedad cerca de 0^m,15 en cada paletada, lo que al fin del dia representa un trabajo mecánico considerable, que hay que añadir al que se ha calculado ántes. Si se advierte por fin que los movimientos del cargador son complicados, que ponen constantemente en juego los mismos músculos y que causan hasta cierto punto los movimientos de los órganos de la respiracion, se convencerá de que el trabajo total, si no el trabajo útil, del cargador es verdaderamente considerable, y que conviene, en cuanto sea posible, en interés del bienestar del obrero, alternar el trabajo de carga y el de sacar tierra, para variar la accion de los músculos y dar durante cada género de trabajo cierto descanso á los que han sufrido más durante la operacion precedente. En los trabajos del campo está llenada naturalmente esta condicion, porque en general el mismo obrero saca la tierra, carga, ó tira la tierra que saca.