

Una nueva pala dinamométrica

Su aplicación

en las determinaciones de la tenacidad de los suelos

POR EL DOCTOR M. CONTI

La tenacidad es una de las propiedades del suelo más vinculada con las labores, con el desarrollo de los cultivos y con la penetración y difusión del agua en las capas inferiores del mismo.

Es sumamente difícil expresar con simples palabras el grado de tenacidad de un suelo; resultaría, sin embargo, de gran utilidad práctica poder establecer, de modo que no deje dudas y por medio de números, ese estado de compacidad o dureza que se ha convenido llamar *tenacidad de los suelos*.

Una expresión numérica que corresponda a una determinada *escala de tenacidad*, nos dará la posibilidad de relacionar la mayor parte de las propiedades y caracteres físicos de los suelos, de las más apartadas regiones y países, facilitando las comparaciones y deducciones de gran interés para los técnicos y para los agricultores.

El estudio de esta propiedad ha preocupado mucho a los agrónomos, y todos los textos que se ocupan del estudio del suelo, reproducen los métodos propuestos por Schübler, Haberlandt y otros autores que llegaron, en una u otra forma, a realizar estas determinaciones. Pero todos estos métodos de laboratorio han resultado muy poco útiles en la práctica por no reflejar las condiciones naturales en que se encuentra el terreno y por el mucho tiempo que esas determinaciones requieren.

Además, es fácil comprobar que la misma tierra puede ofrecer condiciones de tenacidad muy distintas, según el estado de compresión en que se encuentre, la explotación o los cultivos que haya tenido, el grado de humedad y las capas que se consideren.

Todo eso indica que las determinaciones directas sobre el suelo son las únicas que pueden ofrecernos la comprobación exacta del estado de tenacidad en el momento que se contempla; es por ese motivo que tuvo mucho acierto el agrónomo Gasparín al proponer, como medio para tal determinación, la pala que llamó *dinamométrica*.

La pala dinamométrica, propuesta por Gasparín, ha sido demasiado olvidada por la mayor parte de los agrónomos, que no supieron ver en ella un implemento apto para ofrecer datos de utilidad práctica. El aparato es sencillo: se trata de una simple pala de puntear, de cabo largo, como todas las palas europeas, con lámina cortante de 15 centímetros de filo y con un peso de 2,75 kilogramos.

Dejando caer dicha pala verticalmente, desde la altura de un metro, se desarrolla un trabajo de 2,750 kilográmetros. Midiendo la profundidad de penetración de la lámina se puede deducir el trabajo necesario para cortar cada centímetro o, mejor, cada decímetro cuadrado de suelo. Repitiendo varios ensayos en distintas partes, puede obtenerse un término medio de la tenacidad del suelo sometido a ensayo.

En suelos algo duros la pala penetra muy poco en su primera caída; para alcanzar profundidades mayores, Gasparín aconsejaba sacar la capa de suelo ya cortada y repetir la operación en el pozo cavado. La determinación no deja de resultar, de este modo, larga y molesta, y tal vez haya sido por ello que casi nadie ha insistido en aplicar este procedimiento que es, en principio, el que más satisface, desde el punto de vista teórico y práctico.

Convencidos de la bondad del principio de la pala dinamométrica, desde hace años estamos utilizando con éxito en todos nuestros estudios experimentales, relacionados con la labranza del suelo y su comportamiento con el agua, una *pala dinamométrica de acción continua y a percusión*, que hemos construido en el taller de la Facultad y que responde a un principio mecánico, distinto del que siguió Gasparín.

En lugar de hacer caer la pala, como indica dicho autor, para conseguir la energía mecánica necesaria para su penetración, nuestro aparato produce la energía necesaria por medio de un peso agujereado que corre a lo largo de la varilla; ésta ocupa, el lugar del cabo de madera. Puede hacerse caer el peso todas las veces que se quiera hasta dejar enterrada completamente la lámina; debe apuntarse, en cada golpe, la penetración producida.

La pala a percusión tiene la forma y dimensiones que se reproduce en el dibujo; su construcción es fácil y toda vez que se fabrique con nuestras indicaciones, podrá conseguirse, sobre el terreno, datos iguales y perfectamente comparables. La lámina de nuestra pala

ha sido cortada de una pala común, y tiene como tamaño 10×20 centímetros y un espesor de $2 \frac{1}{2}$ milímetros; el borde inferior es afilado con lima; en la parte superior va un trozo de madera con suncho de hierro, lo que sirve de asiento para el peso cuando cae; la varilla es de media pulgada y en la parte superior tiene un disco que limita a un metro la carrera del peso cuando se levanta. El peso es de fundición, de

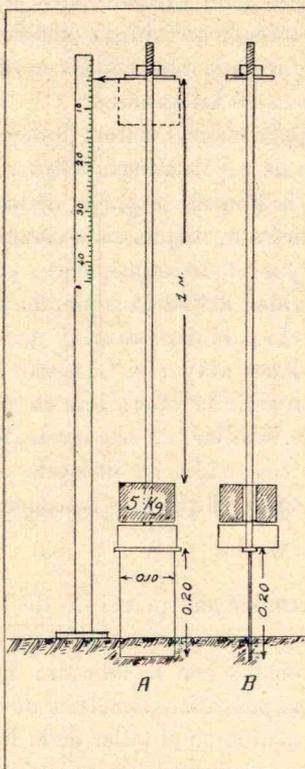


Fig. 1. — Dibujo esquemático de la pala dinamométrica a percusión con las medidas de sus distintas partes. A, pala vista de frente; B, pala vista de costado. A la izquierda se observa la regla graduada.

5 kilos, y tiene un orificio central por donde pasa la varilla. En suelos muy livianos puede reducirse la carrera del peso a 20, 30 ó 50 centímetros, pudiendo, en cada caso, calcularse en kilográmetros el trabajo desarrollado por el mismo (véase la fig. 1).

Damos un ejemplo para aclarar ideas:

Colocada la pala sobre el suelo, ella penetra por el primer golpe 8 centímetros, por el segundo 14, por el tercero 16, por el cuarto 18 y por el quinto 20; total 20 por 10 centímetros, o sea 2 dm^2 . Para cortar 2 dm^2

de suelo ha necesitado 5 golpes, o sea 25 kg. de energía; para un dm^2 se necesitarían kg. 12,5. Este número representa el *índice de tenacidad* del suelo en tales condiciones.

Los datos conseguidos nos permitirán, además, tener un concepto de cómo varía la tenacidad en las distintas capas. Para eso conviene construir un gráfico, que es el reproducido en la figura adjunta.

LA APLICACIÓN DE NUESTRA PALA DINAMOMÉTRICA. *Ensayos realizados.* — Todo técnico que se dedique al estudio experimental de una u otra rama de las ciencias que abarca la carrera agronómica, podrá apreciar fácil-

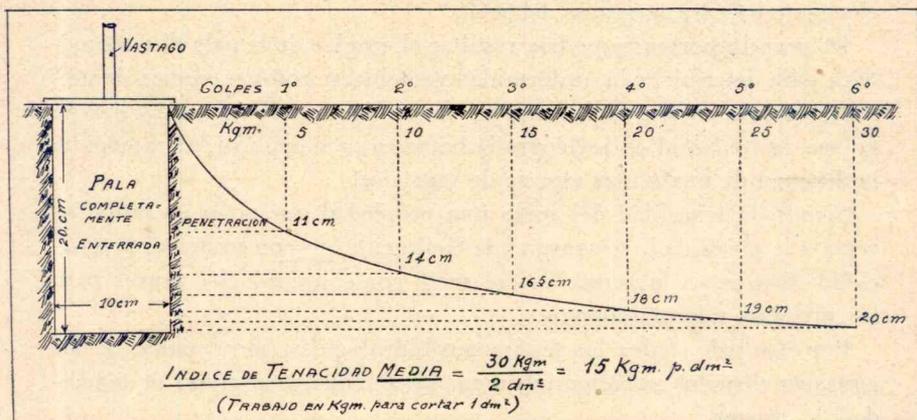


Fig. 2. — Diagrama de la tenacidad de un suelo construido con los datos de un ensayo con pala dinamométrica. La penetración ha sido fácil en el primer golpe, pues llegó a los 11 centímetros; al segundo golpe llegó a 14 centímetros; desde los 16 centímetros y medio en adelante la penetración sigue disminuyendo, transformándose la curva de penetración en una línea recta lo que indica que la tenacidad se mantiene constante. El índice de la tenacidad media de ese suelo se consigue dividiendo el trabajo total de penetración (6 golpes de 5 kilográmetros cada uno, o sea 30 kilográmetros), por la superficie cortada que resulta ser de 2 decímetros cuadrados; el índice de tenacidad corresponde en este caso a 15 kilográmetros.

mente la importancia de un método que le permita definir, en modo exacto, el estado de compacidad o tenacidad de un suelo para establecer términos de comparación indispensables en toda experimentación racional.

Del mismo modo todo agricultor práctico podrá, con un dato positivo, sacado por medio de esta pala, caracterizar el suelo que será objeto de su explotación para deducir lo que mejor convenga y para establecer las comparaciones entre distintos campos o regiones sometidas a cultivos.

Aplicaciones de carácter agrohidrológico. — El uso de nuestra pala podría constituir la base para establecer una clasificación racional de los

suelos de acuerdo a su tenacidad. Si bien es cierto que este dato resulta muy variable, como ya se dijo, de acuerdo al estado de compresión o de cultivo del suelo, hemos podido comprobar que explorando el índice de tenacidad en distintos lotes de un campo de estructura análoga, pero en condiciones distintas de compresión superficial, se consiguen datos que, reproducidos en forma de diagrama, nos permiten establecer la profundidad a la cual empieza el paralelismo de todas las curvas de la tenacidad; hasta esa profundidad se reflejan los efectos de las labores y compresiones, desde allí para abajo la tenacidad es uniforme para todos los casos, y la penetración de la pala en cada golpe es siempre igual, pudiéndose, en tal modo, deducir la *constante de tenacidad*, que indica en forma elocuente las características del suelo.

De gran importancia podría resultar el empleo de la pala dinamométrica para determinar la uniformidad y establecer comparaciones de métodos experimentales en los ensayos de cultivos en distintas regiones y, tal vez, en los estudios de Geografía botánica para explicar las razones de la difusión de una u otra especie de vegetales.

Siendo la tenacidad del suelo una propiedad que actúa en razón inversa a la porosidad, se comprende fácilmente que con aumentar la tenacidad disminuye la aereación del suelo con consecuencias graves para los procesos microbiológicos.

Por otro lado, todos los fenómenos hidrológicos (movimiento de las aguas en el suelo) se hallan íntimamente vinculados al grado de tenacidad del mismo.

Hemos podido comprobar la verdad de este hecho mediante ensayos directos sobre el campo con un aparato construido tomando por base las indicaciones proporcionadas por el agrónomo Munz. Las curvas de tenacidad del suelo y las curvas de penetración del agua guardan, entre sí, una relación íntima. Publicaremos, en otra oportunidad, este estudio con los diagramas construidos durante las experiencias que hemos realizado sobre el terreno.

Aplicaciones relacionadas con la mecánica agrícola. — Las aplicaciones de la pala dinamométrica al estudio experimental de las máquinas agrícolas son, sin duda, las más interesantes, y en nuestros numerosos ensayos hemos tenido muchas oportunidades de apreciar los servicios de su empleo en la determinación de la tenacidad del suelo.

Conseguido este dato, que expresa en kilográmetros la energía necesaria para cortar un decímetro cuadrado de tierra, es posible deducir, de antemano, la energía necesaria para accionar un arado u otra maquinaria de labranza, para luego comparar este resultado con el que se consiga por el ensayo dinamométrico en el campo. Estas comparaciones

son de utilidad muy grande en la apreciación del grado de perfección alcanzado por las máquinas sometidas a estudio.

No creemos necesario demostrar, por medio de ejemplos concretos, el modo de aplicar en cada caso estos conceptos. Todo técnico experimentador puede apreciar fácilmente el alcance de estas aplicaciones.

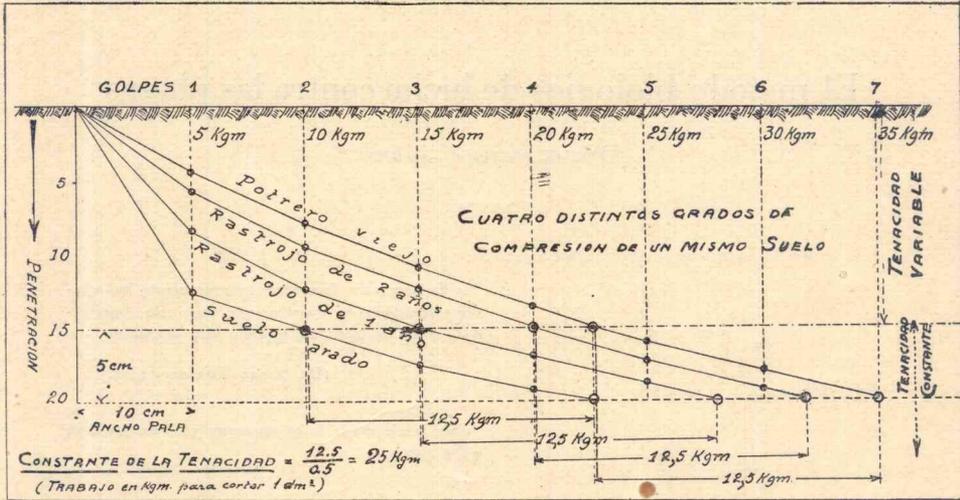


Fig. 3. — Variaciones de la tenacidad en varios lotes del mismo suelo con distintos grados de compresión. Las curvas de la tenacidad, muy irregulares en las capas superficiales, adquieren, más allá de los 15 centímetros, un perfecto paralelismo. Esto significa que hasta los 15 centímetros llegan los efectos de los agentes externos que hacen variar la tenacidad. Más abajo ésta es uniforme. En efecto, en los cuatro tipos de tierra se necesitaron 12,5 kilogramos para penetrar los últimos 5 centímetros. Llamamos constante de tenacidad el dato que se consigue dividiendo el trabajo de 12,5 kilogramos por la superficie cortada que es de medio decímetro cuadrado, esto es, 5 centímetros de hondo por 10 de ancho.

Nuestro deseo, por ahora, no es sino presentar a la consideración de los agrónomos y experimentadores, este nuevo implemento que, usado inteligentemente, podrá permitir orientar de modo racional la experimentación, facilitando las comparaciones entre uno y otro lugar, de acuerdo a las características de los suelos y a los principios de la ecología agrícola.

Instituto de Mecánica agrícola de la Facultad, septiembre de 1927.