

Los animales como motores en la agricultura

El caballo

POR EL DOCTOR MARCELO CONTI

Profesor de Mecánica agrícola

I. LA « HORSE ASSOCIATION OF AMERICA »

Existe en los Estados Unidos de Norte América una asociación que se dedica con empeño al fomento de la cría de los caballos de tiro; es la « Horse Association of America » de Chicago, que, en combinación con la « American Society of Agricultural Engineers », el « Committee on Animal Motive Power » y otras entidades vinculadas con esta rama de la industria, organizan periódicamente concursos y demostraciones con animales de tiro de distintas razas y procedencias.

Intervienen en estos concursos realizados bajo el contralor técnico de los especialistas y de institutos o escuelas de agricultura (1), numeroso público que sigue con interés el desarrollo de los ensayos difundiendo después en todas partes los resultados prácticos de los mismos. Adjuntamos una fotografía tomada durante uno de los ensayos de referencia en un concurso realizado en un colegio de agricultura de la Universidad de Iowa.

Daremos más adelante algunos datos prácticos referentes a los resultados más notables de esos concursos, limitándonos por ahora a la simple mención de los hechos para demostrar y dejar sentado que, si todo eso interesa en un país como los Estados Unidos donde la tracción mecánica está tan adelantada debido a las favorables condiciones de ambiente, con más razón

(1) C. F. CURTISS, *Testing Draft Horse*. Iowa State College of Agriculture, octubre 1926.

debería interesar a nuestros hombres de campo que tienen en los animales su más precioso elemento de trabajo.

Tenemos, es cierto, también nosotros alguna asociación de criadores y de fomento de la raza caballar, pero su acción es prácticamente nula en lo que se refiere, sobre todo, al caballo agrícola, no obstante el empeño puesto de manifiesto por algunos. Recordamos en primer término, entre estos entusiastas, al doctor E. Solanet quien ha llevado con mucho acierto su propaganda para el fomento en la cría del caballo criollo que considera un

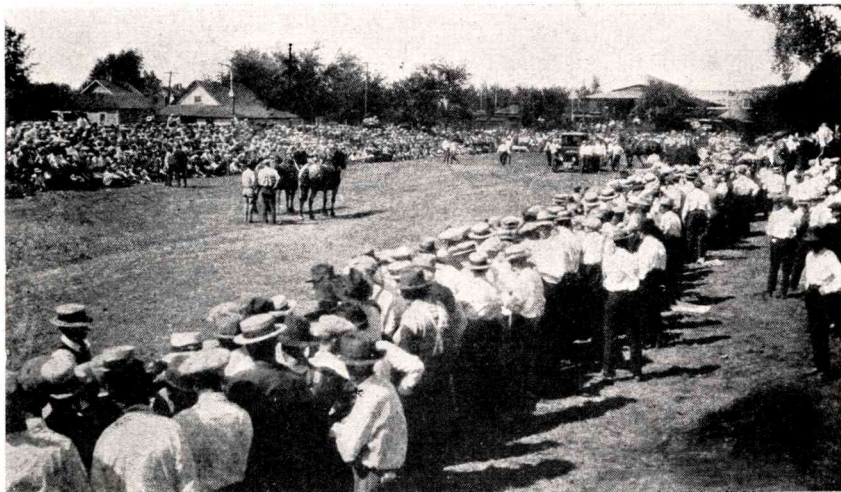


Fig. 1. — Durante la realización de un concurso de animales de tiro en la Escuela de Agricultura de la Universidad de Iowa (E. U. de N. A.)

elemento de gran interés para la economía del país. Considera, el doctor Solanet, que el criollo es superior a los caballos de otras razas para los trabajos de campo: «El mejor caballo, dice, para los trabajos de silla, ganadero y de guerra, lo hallaremos dentro de la raza que ha evolucionado en un ambiente semejante a aquel en que lo colocan las rudas faenas camperas y las necesidades de la guerra. Seleccionar la Raza Criolla por medio de la gimnasia funcional, es contribuir a la defensa económica y militar de la Nación» (1).

Recordamos también, a este respecto, a nuestro estimado colega el doctor Cassai, hipólogo entusiasta, quien, en un interesante artículo sobre el ca-

(1) Doctor E. SOLANET, *El caballo criollo*. Asociación Criadores del Caballo Criollo Argentino.

ballo de labranza, ha llamado insistentemente la atención de los criadores sobre el particular poniendo de manifiesto lo mucho que podría hacerse al respecto (1). No menos interesante ha resultado el llamado de otro colega nuestro, el doctor Zanolli, director de la Clínica Veterinaria de la Facultad, quien en su discurso al inaugurarse este año los nuevos edificios, dice que debe iniciarse sin demora una activa campaña para el fomento de la cría de buenos animales de tiro aptos para ofrecer altos rendimientos en los trabajos de campo.

Debemos augurarnos que estas altas aspiraciones se encaminen pronto hacia la realidad.

2. DATOS ESTADÍSTICOS

Se ha arraigado en muchos la idea de que en Norte América los caballos y otros animales de tiro han sido o van siendo desalojados rápidamente por los tractores mecánicos. Las estadísticas comprueban que eso no es cierto, pues también allí, no obstante el mucho camino que ha hecho la tracción mecánica, la mayor parte del trabajo de la chacra se realiza por medio de caballos, mulas, etc.

En 1910 había en aquel país cerca de 24 millones de caballos y mulas destinados a los trabajos agrícolas y sólo había unos 200 mil tractores; en 1927 el número de caballos y mulas ha bajado a unos 20 millones calculándose en 800 mil el número de los tractores. Quiere decir que los 600 mil tractores han desplazado sólo unos cuatro millones de caballos o sea unos seis caballos por cada tractor. Varias encuestas realizadas en algunas de las regiones más agrícolas han demostrado que en esas localidades cada tractor desplazó sólo tres o cuatro caballos (2).

No pretendemos encarar el estudio comparativo entre la tracción animal y la mecánica, lo que no entra en el espíritu de esta publicación, pero sí queremos poner en evidencia que si el uso de los animales sigue llamando la atención en un ambiente completamente absorbido por la mecanización de la vida y de todas sus industrias, con más razón debemos nosotros cuidar de este importante elemento de trabajo de nuestras chacras para sacar de él los mejores beneficios técnico-económicos.

Consideramos útil, por este motivo, dar al estudio de este capítulo de la mecánica agrícola, que llamaremos de *mecánica animal*, la importancia

(1) Doctor G. Cassai, *El caballo de labranza*, en *Anales de la Sociedad Rural Argentina*, julio 1924.

(2) *Farmer's Bulletin*, 1093. U. S. Department of Agriculture.

que justamente le corresponde, e insistimos en poner de manifiesto la necesidad de que se inicie también entre nosotros, por parte de las autoridades o por quien corresponda, una campaña en favor del mejoramiento de la cría de nuestros animales de tiro y de su más racional utilización especialmente en las faenas agrícolas.

3. LAS APTITUDES DEL CABALLO DE TIRO Y APRECIACIÓN DE LA CANTIDAD DE TRABAJO QUE PUEDE OFRECER

Hemos estudiado en otra oportunidad (1) los animales como motores, pero debido a la importancia del asunto y a las novedades sobre este argumento, consideramos útil esta nueva contribución que aporta mayor acopio de datos viejos y nuevos, ofreciendo un estudio completo sobre el particular. Nos referimos en este trabajo especialmente al caballo, faltándonos por el momento datos referentes a los otros animales de trabajo, que nos proponemos estudiar en otra oportunidad.

La cantidad de trabajo mecánico que puede ofrecer un caballo ha sido apreciada y medida por muchos autores que reprodujeron el resultado de sus experiencias en varias publicaciones. Puede expresarse el trabajo del caballo en distintas formas, pero lo más común es relacionarlo siempre a una suma de kilográmetros diarios. En efecto, un animal debe dar en el día un total determinado de trabajo después de lo cual se le debe considerar cansado; ese total es:

	Kilográmetros
Según Wood de	1,642,200
— Tredgold.....	1,801,856
— Dupin.....	1,872,000
— Edgeworth	1,800,000
— Gasparin.....	1,616,510
— Navier.....	2,500,000

Las diferencias entre estos datos deben atribuirse a que no todos los autores mencionados han ensayado sobre los mismos animales o sobre animales análogos, pues depende de la talla, y sobre todo del peso del animal, la mayor o menor suma de trabajo que él puede proporcionar.

Por este motivo son mucho más interesantes los datos de Courtois (2) de cuyas experiencias se deduce lo siguiente;

(1) M. CONTI, *Mecánica Agrícola*, tomo I, página 107 y siguientes.

(2) *Traité de Génie Rural de Hervé Mangon*, París, 1875.

Peso caballo kilogramos	Fuerza kilogramos	Espacio p'' metros	Duración horas	Trabajo diario kilográmetros
300	30	1	10	1,100,880
500	50	1	10	1,821,600
700	71	1	10	2,568,600

El examen de estas cifras nos permite apreciar la proporcionalidad existente entre peso y trabajo diario ; en efecto, en cada uno de los tres caballos se ha producido en el día una cantidad en kilográmetros de trabajo igual aproximadamente a 3600 veces su peso. Otros autores han confirmado esta proporcionalidad con equivalentes que varían entre 3000 y 3500, y

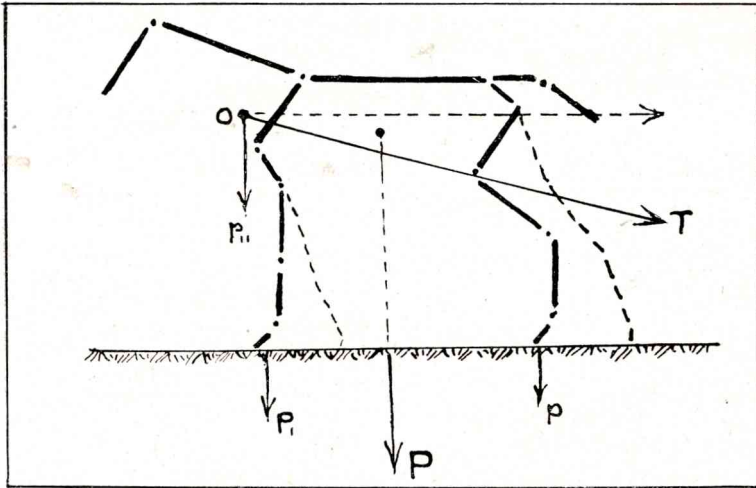


Fig. 2. — Esquema de caballo con repartición de su peso y efecto de la inclinación de los tiros

nosotros, teniendo en cuenta el efecto del clima, de la edad, de la raza y otras condiciones o aptitudes especiales del animal, creemos posible poder establecer como ley general que : *un caballo ofrece en el día una suma de trabajo en kilográmetros computable entre 3200 y 3600 veces su peso vivo.*

Los autores americanos (1), refiriéndose al peso del animal, consideran que la capacidad del tiro de los caballos *equivale a un décimo de su peso* expresando esta *fuerza* en kilos, la que multiplicada por la velocidad alcanzada proporcionaría el *trabajo* por segundo. Este trabajo multiplicado a su vez por el número de segundos de 10 horas (1 día de trabajo) nos daría la suma de kilográmetros diarios o sea el dato comparable a los anteriores.

(1) DAVIDSON and CHESE, *Farm Machinery and Farm Motors*, New York, 1911.

Las comprobaciones hechas sobre un mismo animal permiten atestiguar la perfecta concordancia entre los dos sistemas europeo y americano de expresar la potencia de trabajo del caballo.

Algunos autores de zootecnia, por otro lado, enseñan a deducir las aptitudes y capacidad al tiro de las caballos por medio de mediciones sobre el cuerpo del animal. Baron ha lanzado la conocida fórmula de las aptitudes de la que se deduce lo que él llama «índice anamorfósico». Siendo A la talla o altura del animal hasta la línea más alta de la cruz y siendo C el perímetro torácico, el índice de la aptitud sería dado por la expresión

$$I = \frac{C^2}{A} = \begin{matrix} < \\ > \end{matrix} 2,116.$$

Si resulta ese índice *mayor* de 2,116 el caballo revela aptitudes para el tiro; si resulta ese mismo índice *menor* de 2,116 el caballo revela aptitudes para desarrollar velocidad.

Admite el mismo autor que el paso del caballo equivale a tres cuartos de su talla y calcula que el animal puede desarrollar un *esfuerzo medio* igual a 30 veces el índice hallado. Por consiguiente el trabajo desarrollado en un paso por el animal sería dado por

$$T = 30 \frac{C^2}{A} \cdot \frac{3}{4} A.$$

La cantidad que resulta como fuerza normal desarrollada de acuerdo a este cálculo, difiere muy poco del décimo del peso del animal como admiten los americanos, de modo que puede darse por aceptable también este procedimiento de cálculo.

Hemos tratado de buscar una aplicación práctica de esta fórmula hasta llegar al dato que nos interesa, esto es, el régimen de trabajo del animal, y creemos que eso es posible en base a las consideraciones siguientes: Si el caballo desarrolla un trabajo T en un paso de amplitud conocida, ¿cuántos pasos debe dar, y por lo tanto, qué camino podrá recorrer en tren de trabajo para desarrollar toda su energía diaria, equivalente a 3500 veces su peso?

Un ejemplo de aplicación práctica, con los datos de un caballo que hemos sometido a examen, nos permitirá aclarar este concepto y su alcance práctico.

P = Peso caballo.....	720 kilos (1)
A = Talla o altura	1.70 metros
C = Perímetro torácico	2.10 metros

(1) Es un caballo de tiro pesado y no de los comunes que se usan en el campo.

$$I = \frac{C^2}{A} = \frac{2.10^2}{1.70} = 2.58.$$

El animal demuestra marcadamente sus aptitudes para el tiro por cuyo motivo la cantidad de trabajo diario que puede ofrecer sería :

$$3600 P = 3600 \times 720 = 2.592.000 \text{ kilogrametros.}$$

El paso de ese animal es de tres cuartas partes de su talla, o sea, metros 1,26; la fuerza normal desarrollable debería ser de (30 veces 2,58) o sea 77 kilos (que difiere muy poco del décimo del peso del animal).

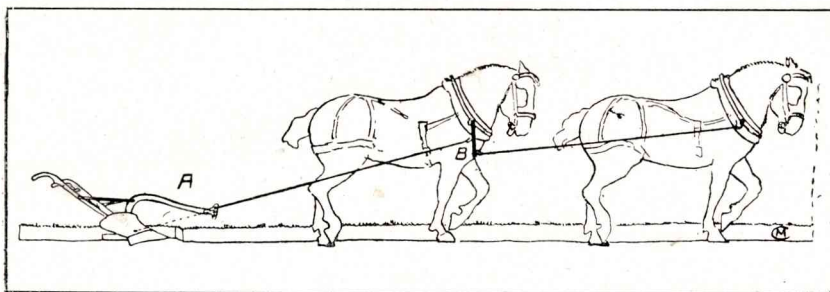


Fig. 3. — Enganche de cadeneros utilizando balancines de pechera (de la publicación del autor *Balancines y atalajes para máquinas agrícolas*, en *Revista de la Facultad*, 1919)

El trabajo desarrollado durante un paso será, por lo tanto :

$$T = 30 \times 2,58 \times 1,26 = 97 \text{ kilogrametros.}$$

Para entregar en el día toda su enegía de 2.592.000 kilogrametros ese caballo podrá recorrer la siguiente distancia en tren de trabajo

$$D = \frac{2.592.000}{97} \times 1,26 = 34.000 \text{ metros.}$$

Marchando el animal en razón de 4500 metros por hora (1,26 multiplicado 3600) para recorrer los 34 mil metros empleará siete horas y media aproximadamente. Es este el tiempo durante el cual ese animal podrá ser sometido a un régimen de trabajo así calculado de acuerdo a sus condiciones fisiológicas.

Resultan de mucho interés, para eventuales comparaciones, los siguientes datos sobre caballos que extractamos de una publicación del profesor Ringelmann (1).

(1) RINGELMANN, *Culture Mécanique*, tomo II. Paris, 1914.

Raza	Talla	Peso
Belga Brabantino.....	1.65 a 1.71	600 a 900
— Ardenés.....	1.60 a 1.65	600 a 700
Francesa Boulonés.....	1.70 a 1.80	850 a 900
— Percherón pequeño....	1.50 a 1.60	500 a 550
— Percherón grande.....	1.65 a 1.70	700 a 800
— Bretón.....	1.54 a 1.57	500 a 550

Ringelmann admite, de acuerdo a las condiciones de la agricultura francesa, que el caballo ideal para agricultura debe tener un peso alrededor de 500 kilos y una talla de 1,55.

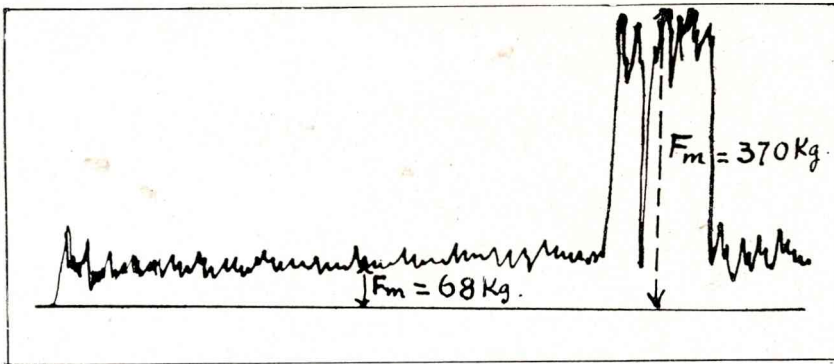


Fig. 4. — Diagrama dinamométrico del esfuerzo desarrollado por un caballo. El esfuerzo normal de 68 kilos ha subido, en caso de encontrar una resistencia extraordinaria, a 370 kilos habiendo sido en tal caso la reserva equivalente a un 440 por ciento. Vencido el obstáculo el animal ha continuado su labor normal.

Asigna el mencionado autor mucha importancia a la forma como se halla repartido el peso del animal sobre su tren anterior y posterior, habiendo llegado a demostrar que en los buenos ejemplares de las razas sometidas a estudio, el peso del animal gravita por un 42 ó 43 por ciento sobre el tren posterior, correspondiendo el restante 57-58 por ciento al tren anterior.

Caballos	P	P	Pi
Bretón.....	445	260	185
Boulonés.....	630	370	260
Percherón.....	688	374	314

La repartición del peso varía evidentemente durante la marcha del animal de acuerdo a las disposiciones relativas de los miembros y aumenta el peso sobre el tren anterior toda vez que el tiro es inclinado, como puede apreciarse en la figura adjunta.

4. RENDIMIENTO TERMO DINÁMICO DEL TRABAJO DEL CABALLO

Siguiendo uno u otro de los procedimientos indicados en el capítulo anterior nos hallamos en condiciones de apreciar la suma de trabajo diario que puede ofrecer un caballo. Ahora bien, el caballo, como todo animal, proporciona trabajo de acuerdo a los alimentos que recibe, y lo mismo como en los motores térmicos, el trabajo es el resultado de una transformación termodinámica de las calorías de los alimentos.

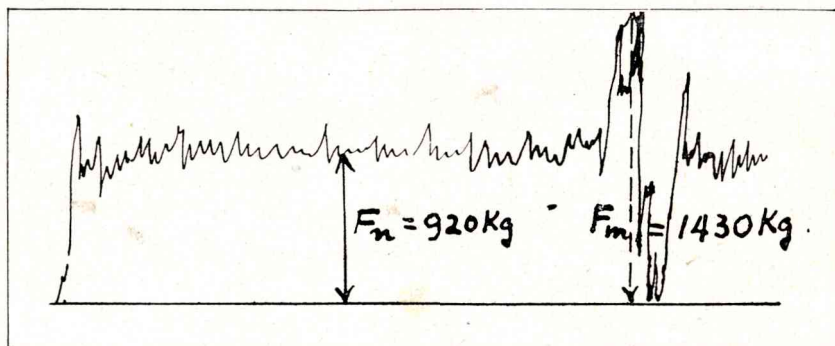


Fig. 5. — Diagrama dinamométrico de los esfuerzos desarrollados por un tractor mecánico. El esfuerzo normal de 920 kilos ha subido solo a 1430 kilos como esfuerzo máximo frente a una resistencia extraordinaria. Agotada la reserva que ha sido sólo de un 55 por ciento sobre el esfuerzo normal, el tractor ha parado y se ha tenido que volver a poner en marcha para seguir su labor.

La energía que el animal recibe, al estado, diremos así, potencial, por medio de los alimentos, se mide en calorías, y sabiendo que a cada caloría corresponde un trabajo mecánico de 425 kilogrametros, resulta posible establecer la comparación entre lo que el animal recibe y lo que nos da bajo forma de trabajo mecánico, pudiéndose deducir de eso *el rendimiento termodinámico del animal como motor*.

Las calorías de las sustancias básicas de los alimentos, medidas por varios autores, son las siguientes :

	Calorías por cada kilo
Para los hidratos de carbono, . .	3600 a 3800
— las sustancias proteicas, . .	4500
— las sustancias grasas,	9000

Desarrollamos un ejemplo concreto para establecer con cierta aproximación la naturaleza o entidad del rendimiento termodinámico de un caballo.

Suponemos alimentar el animal a pesebre (1) con ración pesada, eliminando el pastoreo difícil de medir y apreciar y establecemos como base de la alimentación el pasto seco de alfalfa, 12 kilos y el maíz, 5 kilos.

La composición de estos alimentos es la siguiente :

	Hidratos de carbono Por ciento	Substancias proteicas Por ciento	Grasas Por ciento
Alfalfa.....	32	16	2.7
Maíz.....	69	12	4.8

En la ración suministrada corresponden las siguientes cantidades de estos principios :

	Hidratos de carbono	Substancias proteicas	Grasas
En 12 kilos alfalfa.....	3.840	1.920	0.320
En 4 kilos maíz.....	2.760	0.480	0.192
Kilos.....	6.600	2.400	0.512

Estas cantidades, multiplicadas por las calorías correspondientes, dan :

	Kilos	Calorías
Hidratos de carbono.....	6.600	$\times 3800 = 25.080$
Substancias proteicas.....	2.400	$\times 4500 = 10.800$
— grasas.....	0.512	$\times 9000 = 4.608$
		<u>40.488</u>

Como a una caloría corresponden 427 kilográmetros de trabajo mecánico, a todas esas calorías corresponderá un trabajo motor :

$$T_m = 17.288.376 \text{ kilográmetros.}$$

Suponiendo que el caballo a que nos referimos en este ejemplo tenga el peso de 500 kilos y que nos pueda proporcionar, de acuerdo a sus aptitudes, 3400 veces su peso en kilográmetros, el trabajo utilizable sería :

$$T_u = 500 \times 3400 = 1.700.00 \text{ kilográmetros.}$$

Quiere decir entonces que el *rendimiento termodinámico* del caballo como motor será :

$$R = \frac{1.700.000}{17.288.376} = 0.098 \text{ ó sea } 9,8 \text{ por ciento,}$$

(1) J. EDMONDS y W. KAMMLADE, *Feeding pure-bred draft fillies*. University of Illinois. Bull. 235.

Se trata de un rendimiento bajo, por cierto, pero no tan bajo si se piensa que el hombre, como motor, da alrededor del 12 por ciento y que los motores mecánicos a vapor deben ser muy perfectos para alcanzar rendimientos de 8 a 10 por ciento.

No hay duda que sometiendo al animal a un trabajo más intenso de lo normal podría sacarse de él rendimientos superiores, pero no debe ni puede ser admitido este temperamento sino en vía excepcional porque todo aumento de trabajo fuera de lo normal sería ofrecido a expensas de un desgaste del organismo del animal contrariando el normal desarrollo de sus funciones orgánicas.

5. VARIACIONES DE RENDIMIENTO Y SUS CAUSAS. EJEMPLOS

La cantidad de trabajo mecánico proporcionada por un caballo, deducida de acuerdo a todas las consideraciones hechas en los capítulos anteriores, se refieren a los casos en que el animal desarrolle su energía en determinadas condiciones de comodidad y de velocidad.

Por lo que se refiere a la velocidad Furnier ha podido comprobar que el caballo ofrece el máximo de su trabajo útil marchando a la velocidad de 3200 metros por hora, o sea, a 0,90 metros por segundo. Aumentando o disminuyendo la velocidad de marcha el rendimiento se reduce. Representando ese máximum de rendimiento de trabajo por cien, el referido autor ha establecido el siguiente cuadro :

Velocidad metros por hora	Utilización por ciento
2.000.....	69
3.200.....	100
4.000.....	99
6.000.....	94
8.000.....	83
10.000.....	68
12.000.....	51
14.000.....	33
16.000.....	18

Si bien es cierto que a 4000 y a 6000 metros, por ejemplo, baja algo la utilización del trabajo del animal no deben considerarse, sin embargo, impropias esas velocidades; prácticamente, para ciertas máquinas, resulta más ventajoso y económico recurrir a ellas, pues los beneficios reportados son superiores a las pocas pérdidas que ellas ocasionan.

Otras causas que producen pérdidas en la utilización del animal son las que derivan del *acoplamiento de varios animales al mismo tiro*.

Ha sido ampliamente demostrado que acoplando varios animales al mismo tiro los esfuerzos de ellos no se suman, de modo que si un caballo sólo puede dar el 100 por ciento de su energía, dos caballos juntos dan cada uno el 98 por ciento, tres caballos dan el 85 por ciento cada uno, cuatro dan apenas el 77 por ciento y, por fin, sin ir más allá, ocho caballos en un mismo tiro ofrecen tan sólo 47 por ciento de la energía desarrollada.

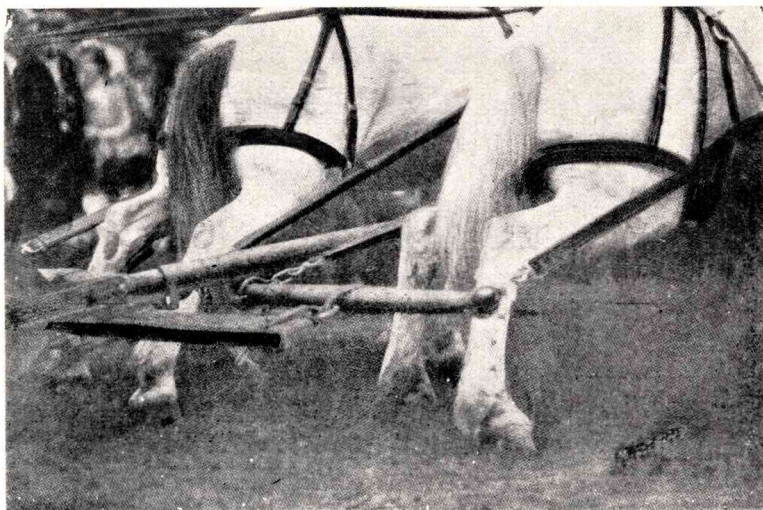


Fig. 6. — Interesante. Ella indica cómo se afirman los caballos al desarrollar su fuerza de tracción
Fotografía sacada durante el desarrollo de un ensayo dinamométrico

Quiere decir que en caso de acoplamiento puede llegarse a pérdidas de energía muy sensibles, pérdidas debidas a falta de paralelismo de la fuerza, vibraciones, oscilaciones, molestias recíprocas, etc., y que es necesario buscar los medios para conseguir una mejor utilización de la energía animal.

Varios ensayos y comprobaciones que hemos tenido oportunidad de realizar sobre este particular nos permitieron establecer que en caso de tener que acoplar varios animales al mismo tiro es preferible disponerlos como cadenero consiguiéndose con esto ventajas sensibles en el aprovechamiento de las fuerzas desarrolladas.

Hemos podido establecer lo siguiente :

	Cada uno por ciento
Tres caballos a la par dan	85
Tres caballos, dos a la par y uno cadenero.	87
Cuatro caballos a la par dan	78
Cuatro caballos, dos a la par y dos cadeneros	82
Seis caballos a la par dan	60
Seis caballos, tres a la par y tres cadeneros.	72

La utilidad de la disposición de los caballos con cadenero se acentúa a medida que aumenta el número de los animales como aparece en el examen del cuadro anterior.

Todas estas consideraciones nos indujeron, después de un estudio detenido del asunto, a aconsejar el uso de los balancines de pechera (1) en substitución de los sistema complicados de balancines múltiples y de los conocidos tiros de cadena con roldana.

Es muy natural que este punto relacionado con el acoplamiento de los animales y de las pérdidas que de ello deriva, no debe ser tomado en sentido muy estricto especialmente en este país donde la fuerza animal resulta muy barata. Por este motivo, aunque parezca muy irracional el enganche de numerosos caballos, como, por ejemplo, en los carros para el transporte de productos agrícolas, debemos pensar que, aunque resulte muy bajo el rendimiento de esos animales es preferible por ser más económico, enganchar algunos animales más a un carro antes de tener que reducir la carga o cargar otro carro más, lo que implicaría mayores gastos de personal y de capital rodante.

Para terminar sobre este argumento vamos a resolver un último problema de carácter eminentemente práctico para demostrar el alcance y aplicaciones que pueden tener los datos reproducidos y comentados en las páginas anteriores.

Ejemplo sobre aplicación del trabajo animal. — « El ensayo dinamométrico de una máquina sembradora de discos ha demostrado que para su tracción se necesita un esfuerzo medio de 270 kilos, la velocidad de marcha es de metros 1.25 por segundo. Se usan animales de 450 kilos cada uno. Se desea saber cuántos animales deben engancharse y el número de horas que deben trabajar en el día. »

El esfuerzo registrado por el dinamómetro no representa la totalidad del esfuerzo desarrollado por los animales porque se verifican pérdidas que debemos tener en cuenta :

(1) M. CONTI, *Balancines y atalajes para máquinas agrícolas*, en *Revista de la Facultad*, 1919.

	Kilos
Esfuerzo registrado.....	270
4 por ciento pérdida por exceso velocidad.....	11
20 por ciento pérdida por acoplamiento.....	54
Esfuerzo total y real.....	335

Admitiendo que cada animal no tenga que desarrollar, término medio, más que unos 50 a 55 kilos de fuerza, se necesitarían de 6 a 7 animales para la tracción de esa máquina en condiciones normales para ellos. Pero en general las sembradoras vienen para ser atadas con cuatro caballos entonces el esfuerzo a que será sometido cada animal será de 88 kilos y el trabajo correspondiente llegará a 88×1.25 o sea 110 kilogrametros segundo.

Siendo, por otro lado, el trabajo total diario a que puede sujetarse cada animal igual a 450×3600 o sea, kilogrametros 1.575.000 puede fácilmente deducirse el número de segundos S durante los cuales sería agotada la potencia del animal:

$$S = \frac{1.575.000}{110} = 14.320 \text{ segundos}$$

o sea cuatro horas aproximadamente. Los cuatro animales aplicados a la sembradora en las condiciones expresadas podrán, por lo tanto, trabajar durante cuatro horas diarias (sin contar las paradas) dando el rendimiento normal que corresponde a su capacidad de trabajo. Si exigiéramos mayor número de horas de servicio, los animales seguramente no se resistirán por un tiempo a satisfacernos, pero ese mayor rendimiento mecánico se conseguiría a expensas de un desgaste orgánico del animal que todo buen agricultor debe evitar para no encontrarse al final de la temporada de labores agrícolas con sus animales en lamentable estado de salud.

6. ESFUERZO MÁXIMO. LOS CONCURSOS DE NORTE AMÉRICA

Una de las características más interesantes de los caballos y de los animales en general es la facilidad con que ellos pueden variar sus esfuerzos y, sobre todo, la amplitud dentro de la cual pueden desarrollarse esas variaciones.

Si bien es cierto que el esfuerzo medio del caballo no debe superar un décimo de su peso, para dar al animal la posibilidad de prolongar su trabajo durante todo el día, es también cierto que el mismo animal puede, en

determinados momentos, ofrecernos esfuerzos notablemente superiores para vencer resistencias u obstáculos extraordinarios.

Los esfuerzos máximos de los caballos pueden alcanzar en circunstancias normales un 75 a 80 por ciento del peso del animal, pudiendo prolongarse esa manifestación de fuerza durante un plazo más o menos largo según la resistencia orgánica del animal, la naturaleza del piso y otras circunstancias relacionadas con el tiro.



Fig. 7. — El carro dinamométrico utilizado en los ensayos de los animales presentados a concurso realizado en la Escuela de Agricultura de Iowa (E. U.) el año 1923

Davidson refiere que un caballo de 697 kilos alcanzó un esfuerzo máximo de 607 kilos con tiro horizontal; ese mismo caballo, después de haber inclinado la dirección del tiro hacia abajo hasta un ángulo de 27° pudo desarrollar un esfuerzo máximo de 787 kilos, cantidad superior a su mismo peso. Este hecho se explica teniendo en cuenta que el tiro inclinado aumenta las aptitudes a la tracción del animal por cuanto la fuerza desarrollada se descompone produciéndose una fuerza vertical que gravita sobre el tren anterior del animal, aumentando la adherencia de sus extremidades y por consiguiente el desarrollo del tiro.

De los ensayos realizados en un concurso de animales de tiro en la Escuela de Agricultura de Iowa, extractamos algunos datos que revisten sumo interés.

Ensayos de tracción con yuntas. Iowa 1923

Peso de la yunta P = Kg.	Raza	Esfuerzo máximo		Espacio Recorrido M.	H.P. correspondientes
		$F = \text{Kg.}$	Relación $\left(\frac{F}{P}\right)$		
1297	Shire	951	0.73	4.5	11.8
1333	Belga	951	0.71	1.20	14.7
1250	Percherón (livianos) .	906	0.72	15.10	15.5
1644	Percherón	1041	0.63	7.60	21.2
1522	Clydesdale	1041	0.67	7.60	19.6

El que subscribe también ha realizado ensayos de esta naturaleza para comprobar experimentalmente lo que acaba de exponer, y considera útil agregar, como dato ilustrativo, un diagrama dinamométrico que reproduce los esfuerzos normales y máximos de un caballo sometido a un ensayo a la tracción.

Estas características de los caballos constituyen su gran superioridad sobre los tractores mecánicos, los cuales no ofrecen sino una reserva de energía muy limitada representada por la fuerza viva almacenada por el tractor en su marcha o por la aceleración forzada del motor en determinados momentos. En las mejores condiciones el esfuerzo máximo de un tractor difícilmente supera de un 50 a un 60 por ciento del esfuerzo normal del mismo, teniendo entendido que ese esfuerzo máximo no puede prolongarse sino por un plazo relativamente reducido. El diagrama dinamométrico que adjuntamos demuestra gráficamente lo que acabamos de decir y su comparación con el diagrama de los esfuerzos de los caballos pone de manifiesto la superioridad de este último por lo que se refiere a las mencionadas reservas de energía.

Los concursos y demostraciones con animales de tiro se practican corrientemente en los Estados Unidos y no hay razón para que eso no se haga en este país que debe a la tracción animal la casi totalidad del trabajo practicado en la agricultura.