

ESTUDIOS EXPERIMENTALES COMPARATIVOS

SOBRE

Picadoras de pasto y maíz para ensilaje

Contribución al estudio del tipo de cuchilla más racional

Por *M. CONTI*.

1° — ANTECEDENTES Y OBJETOS DE ESTOS ESTUDIOS

La muy escasa bibliografía relativa a Mecánica Agrícola, resulta por lo general, pobre de datos técnicos y experimentales aptos a ilustrar en la mejor forma los distintos tipos de máquinas y ponen de manifiesto las diferencias en los rendimientos mecánicos de cada una de ellas. Todos se difunden en descripciones orgánicas que a veces causan al lector escaso provecho, mientras lo que debería cuidarse es ofrecer esos datos experimentales comparativos, que bien comentados e interpretados, sirven por sí solos a dar la razón dinámica e íntima de las diferencias constructivas de cada máquina.

Pocos autores han cuidado esos detalles y, M. Ringelenann que es, entre todo los que se han ocupado de Mecánica Agrícola, el que ha reunido el mayor número de datos experimentales sobre las mismas, datos conseguidos en numerosos concursos y en su Estación de Ensayos de París, no ha entregado en una sola publicación ese valioso material que hoy se encuentra en distintas memorias no siempre es fácil en consultar. Es cierto que M. Coupan, aprovechando la obra de su maestro, ha intercalado, todas las veces que se le ha ofrecido la oportunidad, esos datos experimentales en su tratado sobre Máquinas Agrícolas que es sin duda, uno de los más completos al respecto. Es también cierto que, en algunos casos, esos guarismos pueden ofrecer cierto carácter de aridez a la obra, pero no es menos cierto que el técnico competente y deseoso de profundizar sus estudios, puede hallar en esos datos una fuente inagotable de enseñanza.

Por otro lado, esos datos resultan a veces de gran utilidad para los constructores de máquinas, siempre que sepan entenderlos y aprovecharlos, pues les permite estudiar las reformas de sus máquinas hasta aproximarse al *tipo ideal* que, según los dictámenes de la mecánica experimental, es *el que realiza el mejor trabajo con el mínimo desgaste de energía mecánica*.

Desde hace tiempo pensábamos realizar este estudio experimental comparativo sobre picadoras de pasto, por tratarse de una de las máquinas agrícolas menos estudiada por los técnicos, siendo en cambio objeto de atenciones y mejoras, por mérito exclusivo de los constructores y fabricantes. Pero, debido a una falta de rumbo decisivo en la construcción del órgano cortante, que constituye la parte fundamental de la máquina, nos encontramos frente a una gran variedad de tipos de cuchillos sin saber, a este respecto, más de lo que nos dicen los constructores para sostener cada máquina frente a la competencia de los demás.

Respecto a picadoras de pasto Ringelmann y Coupan ofrecen pocos datos técnicos sobre cuchillos; Tresca en su obra "Le Materiel Agricole Moderne" entra en algunas consideraciones de orden teóricos, respecto a la forma geométrica más racional de las cuchillas llegando a ofrecer datos de cierto interés que mencionamos más adelante, pero el Ing. Tresca no llegó a corroborar sus teorías con datos experimentales; otros autores modernos, Niccoli, Davidson, Chase etc., no van más allá de las descripciones y consideraciones de orden general, así que nos encontramos en realidad frente a una verdadera laguna, a un vacío que hemos tratado llenar por medio de este trabajo cuyo origen y finalidad quedan así demostradas.

Se trata de una simple contribución destinada a demostrar las condiciones mecánicas a que responden los varios tipos de cuchillas usadas en las picadoras de pasto. Deseamos sólo que del resultado de nuestras experiencias, puedan aventajarse los constructores de dichas máquinas, y que los agricultores puedan encontrar en nuestros datos una guía que les permita elegir entre los muchos tipos de picadoras, el que pueda ofrecer su labor en las mejores condiciones económicas.

2º—EL ORGANNO CORTANTE DE LAS PICADORAS DE PASTO

Dejando de ocuparnos de los tipos primitivos de picadoras de pasto formadas por una simple cuchilla manejada a mano y con movimiento alternativo, haremos referencia sólo a los tipos de cu-

chillas animadas de movimiento circular, por ser éstos los que hoy tienen aplicación en todas las marcas de picadoras de pasto.

Entre las numerosas formas de cuchillas en usa en la actualidad, podemos distinguir siempre dos tipos con caracteres netamente distintos, a saber:

- a) tipos de cuchillas montadas sobre volante
- b) tipos de cuchillas montadas sobre un cilindro.

De las cuchillas montadas sobre volante, algunas son rectas, otras forman líneas quebradas, y otras, en fin, tienen curvaturas distintas.

Se nos ha ocurrido preguntarnos la razón de tanta variedad de criterio por parte de los constructores, pero no hemos encontrado una contestación satisfactoria. Es que en realidad no hay, como se dijo, para el órgano cortante de esta importante máquina, ni una teoría, ni una serie de estudios experimentales metódicos aptos a indicar la mejor solución del problema. Para las guadañadoras, las segadoras, sin hablar de los arados y otras máquinas más conocidas, la técnica y la práctica han consagrado ciertas determinadas modalidades constructoras de sus órganos de tragajo, que hoy en día siguen todos los constructores, variando entre sí, a distintas marcas, sólo en los detalles secundarios.

Tresca en su obra citada, es el primero que nos ofrece algunas consideraciones de orden teóricos, llegando a conclusiones sumamente interesantes.

Dicho autor señala como mejores, entre las cuchillas montadas sobre volantes, las que tienen una curvatura que responde a una espiral logarítmica, con ángulo de 45° , pero hace notar que el esfuerzo para el corte es variable para los distintos puntos de la cuchilla, porque varía por cada punto el movimiento de la fuerza resistente. Aconseja, por esta razón, el uso de cuchillas montadas a hélice sobre cilindro, y ofrece como modelo de colocación las cuchillas dispuestas con ángulos de 45° , respecto a la generatriz del cilindro.

Pasaron muchos años, y los autores no han agregado nada nuevo al asunto, a excepción de Hervé mangon y de Ringelman que nos ofrecen algunos datos experimentales, sobre ensayos dinamométricos practicados en el concurso de Oxford, el primero y en su estación de ensayo de París el segundo; de esos datos que se consignan sin hacer referencia a la forma de la cuchilla, extractamos algunos que nos permitirán hacer ciertas comparaciones con los que hemos obtenido con nuestros ensayos.

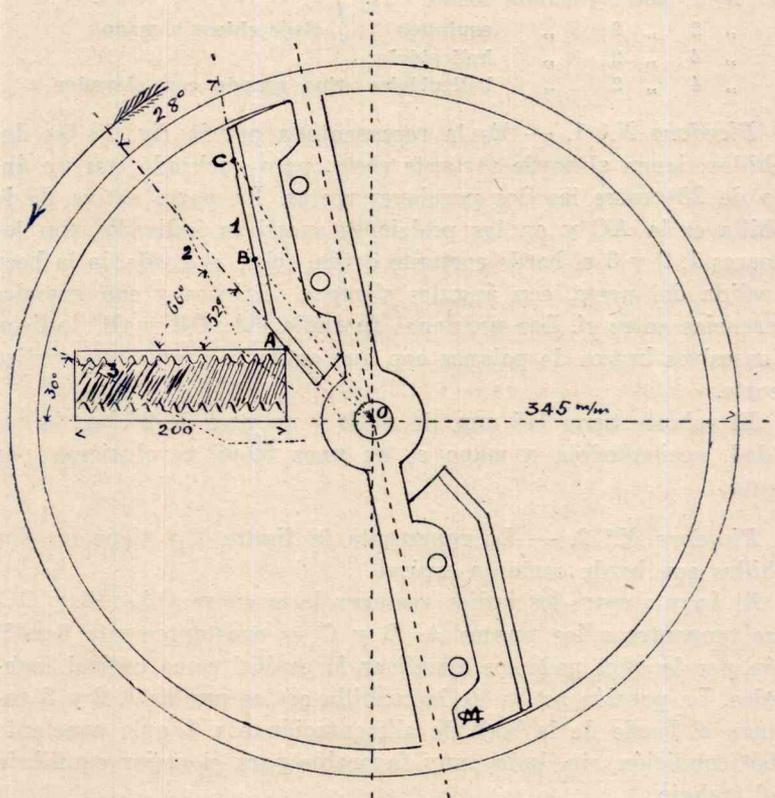
Trabajo en kgm. para cortar 1 kg. de paja en trozos de 9 mm. (Concurso de Oxford). Hervé Mangon.

1er. premio	a vapor	Kgm. 367	a mano	Kgm. 332
2º	"	" 559	"	" 338
3º	"	" 454	"	" 387

Picadora Harrison — Mac Gregor a mano

Paja en trozos de 7 mm.	Kgm. 874.68
" " " " 14 "	" 475.52
Pasto seco " " 7 "	" 663.04
" " " " 14 "	" 407.74

Después de haber expuesto rápidamente estos antecedentes, vamos a ocuparnos de los estudios que hemos realizado al respecto en nuestro Instituto.



Picadora N.º 1, con dos cuchillas rectas montadas sobre volante.

Hemos tenido oportunidad de ensayar cuatro picadoras, dos con cuchillas sobre volante y dos con cuchillas sobre cilindro, de las cuales una pequeña y otra grande, especial para motores.

3° — BREVE ESTUDIO ORGANICO DE LAS PICADORAS USADAS PARA LAS EXPERIENCIAS

Clasificamos por números y no por su nombre las picadoras usadas en nuestros ensayos:

Nº 1	con 2	cuchillas rectas	} tipos chicos a mano
„ 2	„ 2	„ espirales	
„ 4	„ 2	„ helicoidales	
„ 4	„ 2	„ helicoidales	

Picadora N.º 1. — Es la representada por la fig. 1; las dos cuchillas tienen el borde cortante recto, pero quebrado con un ángulo de 28° entre las dos porciones rectas. La parte activa de la cuchilla es la AC y en las posiciones sucesivas indicadas con los números 1, 2 y 3 el borde cortante actúa, sobre el borde de la boca de salida del pasto, con ángulos siempre distintos y con grandes diferencias entre sí. Las porciones de radio OA, OB y OC indican los sucesivos brazos de palanca con que actúa la fuerza que realiza el corte.

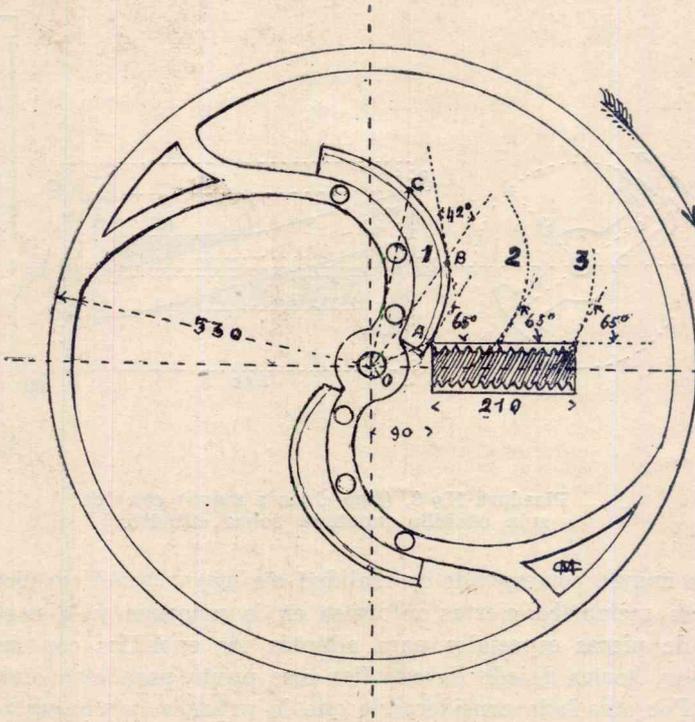
El volante tiene 345 mm. de radio y un peso de 26 kg., la velocidad, accionándola a mano es de unas 50-60 revoluciones por minuto.

Picadora N.º 2. — La representa la figura 2 y tiene las dos cuchillas con borde cortante espiral.

El ángulo entre los radios vectores de la curva OA, OB y OC y las tangentes a los puntos A, B y C es constantemente de 42° razón por la cual podemos clasificar la espiral como espiral logarítmica. La porción activa de la cuchilla en los puntos 1, 2 y 3 encuentra el borde de la boca de alimentación con ángulo constante de 65° condición, sin duda, muy favorable para el mejor equilibrio en el trabajo.

El volante tiene 530 mm. de radio y un peso de 40 kg., la velocidad normal, accionándola a mano es de 50 a 60 revoluciones por minuto.

Picadora N° 3. — Es la que reproducimos en corte transversal y longitudinal en la fig. 3; tiene una sola cuchilla dispuesta en hélice sobre el cilindro de eje O formando, su borde cortante AB un ángulo de 16° con la generatriz del cilindro AC; el diámetro del cilindro es de 93 mm. y siendo una sola la cuchilla se realiza un corte en cada revolución del volante. El radio del vo-

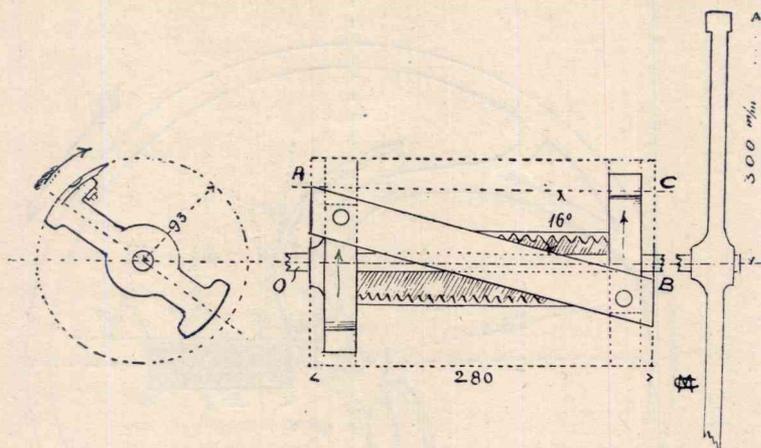


Picadora N.º 2, con dos cuchillas curvas a espiral logarítmica montadas sobre volante.

lante es de 300 mm. y su peso de 16 kg; un engranaje multiplicador permite dar al cilindro porta cuchilla una velocidad de más de 100 revoluciones por minuto accionando la máquina a mano por medio de su manivela.

Picadora N° 4. — Es una máquina de gran rendimiento, tipo ensilaje, con aparato y caño de elevación, el volante es macizo, pesa 112 kg. y gira con unas 600 revoluciones; el órgano cortante, representado en corte transversal y longitudinal en la fig. 4,

está formado por dos cuchillas dispuestas a hélice con ángulo de 13° entre el borde afilado AB y la generatriz AC del cilindro. Como se ve este ángulo lo mismo que el de la picadora N° 3 está muy lejos de aproximarse al ángulo de 45° preconizado por algunos autores para conseguir las mejores condiciones mecánicas para el corte. Hubiéramos deseado comprobar experimentalmente



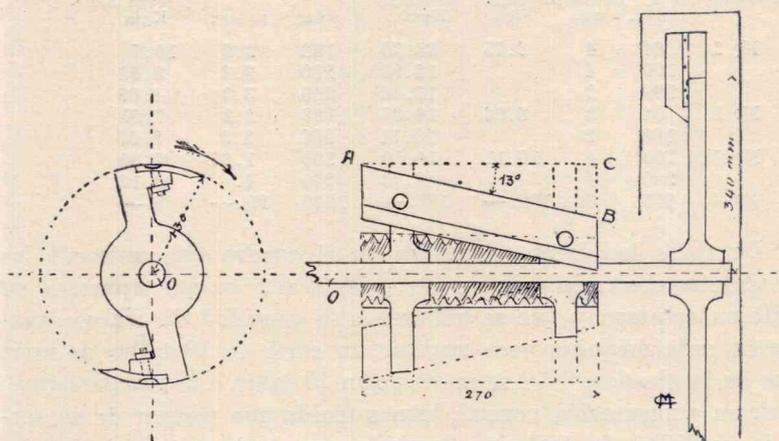
Picadora N.º 3, (tipo chico a mano) con una sola cuchilla montada sobre cilindro.

a que ángulo corresponde en realidad ese mayor beneficio, pero como eso reclamaba ciertas reformas en la máquina y la construcción de piezas especiales para adaptar las cuchillas con ángulos variables, hemos dejado de estudiar este punto para otra oportunidad. Por otro lado considerando que la práctica ha consagrado en casi todas las picadoras de este tipo una abertura de ángulo que varía entre 12° y 20° , es probable que sea eso lo que más conviene. Por esta razón también hemos limitado nuestras averiguaciones a las que son objeto de este estudio, las que son por sí solas de suma importancia práctica.

4° — NUESTROS ENSAYOS EXPERIMENTALES

En nuestros ensayos hemos experimentado sucesivamente las cuatro picadoras con tallos de maíz seco haciendo pasar constantemente un término medio de 10 plantas por la boca de aliment-

tación. En la picadora N° 4 el mayor rendimiento es debido a la gran diferencia de velocidad con las otras, además en ella, debido a la mayor separación de los cilindros alimentadores, se introducían 15 plantas a la par.



Picadora N.º 4, (tipo grande) con dos cuchillas montadas sobre cilindro y volante de fundición macizo con aletas que lo transforman en ventilador y elevador de los productos cortados.

Las picadoras N° 1 y 2 se ensayaron con dos velocidades, una correspondiente a la velocidad normal funcionando a mano, es decir, 64 revoluciones por minuto, y otra algo más fuerte, es decir, 100 revoluciones; la picadora 3 se ensayó a 100 y 240 revoluciones siendo la primera su velocidad normal accionada a mano, la segunda una velocidad conseguida con motor; la picadora 4 en fin, se ensayó con su velocidad normal de 600 revoluciones, siendo esa velocidad indispensable para el buen funcionamiento del volante ventilador.

Con la picadora N° 1 se quiso probar la influencia del trabajo absorbido según la longitud de los trozos cortados, siendo éstos de 2 y 4 cm. respectivamente. La cantidad de tallos picados proporcionada por las tres primeras máquinas varía entre 180 y 250 kilos por hora según que se marche con una u con otra de las dos velocidades apuntadas.

La cantidad de trabajo mecánico absorbido por cada máquina funcionando en vacío y picando va apuntada caso por caso en el

cuadro adjunto. Las determinaciones se realizaron por medio de la instalación de medidores eléctricos que posee el Instituto.

Resumen general de nuestros ensayos

Picadora	Nº revol. p. min.	Largo de los trozos cm.	Trabajo sola. Kg.	Trabajo absorbido cortando Kg.	Nº de cortes p. min.	p. seg.	Trabajo p. cada corte Kg.
Nº 1	64	4	6.75	23.70	128	2.2	10.7
	100	4		12.98	200	3.3	3.93
	100	2		13.48	200	3.3	4.08
Nº 2	64	2	8.96	16.85	128	2.2	7.65
	100	2		10.11	200	2.2	3.07
Nº 3	100	4	10.11	10.50	100	1.66	6.30
	240	4		8.43	240	4.	2.10
Nº 4	600	3	135.—	100.—	1200	20.—	5.—

De todos los datos apuntados en el cuadro que antecede los que sintetizan el resultado de los ensayos son los que aparecen en la última columna y que se refieren a la cantidad de trabajo gastado en cada máquina para realizar un corte de 10 tallos de maíz. Como en la picadora Nº 4 se introducían 15 tallos a la vez para conseguir su alimentación normal, hemos tenido que rebajar de un tercio la cantidad de trabajo absorbido para ponernos en condiciones de igualdad con las otras máquinas.

5º — CONCLUSIONES Y DEDUCCIONES PRACTICAS

El examen de los datos apuntados en la última columna nos permite llegar a estas conclusiones sumamente importantes bajo el punto de vista práctico:

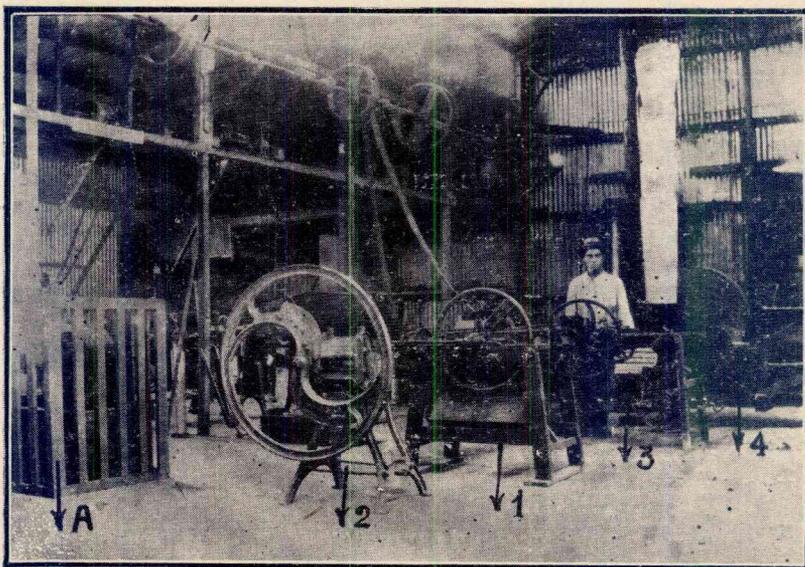
1º El trabajo mecánico absorbido por cada una de las tres picadoras de modelo chico es indirectamente proporcional a la velocidad del órgano cortante; todas las veces que aumenta el número de revoluciones disminuye la cantidad de trabajo.

2º Las relaciones entre los trabajos absorbidos con distintas velocidades son de 2.7 para la Nº 1 de 2.4 para la Nº 2 y de 3 para la Nº 3 lo que guarda íntima relación con el peso de los volantes y explica el papel fundamental que desempeña dicho órgano en esta clase de máquinas.

3º Para la misma velocidad de 100 revoluciones la cantidad de trabajo necesaria para realizar el corte varía así:

Picadora Nº 1	cuchilla recta	Kg. 3.93
" "	2 " espiral	" 3.07
" "	3 " helicoidal	" 6.30

quiere decir que la supuesta superioridad de la cuchilla helicoidal no es absoluta y sólo se revela en caso de alcanzar con su velocidad un determinado límite; en nuestro caso con 240 revoluciones, la cantidad de trabajo baja de 6.30 a 2.10 kgm., razón por la cual debemos admitir que estos tipos de cuchillas no se prestan para ser



Vista de conjunto de las cuatro picadoras sometidas a ensayo. Con A se indica el sitio del motor eléctrico con medidores para la determinación del trabajo mecánico absorbido por cada máquina.

adoptadas en picadoras accionadas a mano pues en estos casos ellas dan rendimientos sumamente bajos.

4° Entre las cuchillas recta N° 1 y la cuchilla espiral N° 2, las dos montadas sobre volante le pertenece a esta última la superioridad lo que constituye la comprobación experimental de lo que habíamos adelantado en las páginas anteriores.

5° La longitud de los trozos no influye en modo sensible sobre la cantidad de trabajo necesario para realizar el corte, como puede verse en el ensayo realizado con la picadora N° 1 cortando trozos de 4 y 2 centímetros en dos ensayos a la misma velocidad. Dicha influencia se revela sin duda sobre la cantidad de trabajo necesario para picar un determinado peso de tallos pues en caso de desearse trozos cortos se multiplican el número de los cortes.

6° Para la picadora grande N° 4, tipo ensilaje para motor la

cantidad de trabajo necesario para realizar el corte de los tallos es superior a las demás máquinas, pero esto es debido al hecho de tener el órgano cortante con dos cuchillas que producen una resistencia que difícilmente puede ser vencida por la fuerza viva del volante no obstante su elevado peso. Muy probablemente una amplitud mayor de ángulo de la cuchilla podría resultar beneficiosa, así mismo un aumento en el número de revoluciones, en modo análogo a lo que se verifica en las demás picadoras.

7° Las diferencias apuntadas en los párrafos anteriores se ponen todavía más de manifiesto si se relacionan con la velocidad angular o periférica de los órganos cortantes y si se deduce la fuerza para realizar el corte de la expresión general del trabajo ($T = FV$) dividiendo el trabajo apuntado en el cuadro anterior por la velocidad media periférica del órgano cortante.

Fuerza necesaria para realizar el corte en cada tipo de cuchillas con distintas velocidades periféricas o angulares

(En las picadoras 1 y 2 se toma como radio el radio medio OB de la parte activa de cada cuchilla, (véase figuras).

Nº 1	con	64	rev.	veloc.	perif.	m.	1.18	F. = 20.—	kg.
”	”	100	”	”	”	”	1.93	”	6.6
Nº 2	”	64	”	”	”	”	1.27	”	13.2
”	”	100	”	”	”	”	2.09	”	4.8
Nº 3	”	100	”	”	”	”	0.97	”	10.8
”	”	240	”	”	”	”	2.32	”	3.7
Nº 4	”	600	”	”	”	”	8.16	”	13.6

8° Tomando en consideración las fuerzas se evidencian mayormente las ventajas de las picadoras de cuchilla espiral (Nº 2) y sobretodo las de cuchilla helicoidal (Nº 3). Estas últimas en efecto, resultan más livianas, como se dice vulgarmente, para ser accionadas, condición sin duda muy ventajosa y que revela la racionalidad de construcción del órgano cortante. Pero todas las veces que se tome en consideración la suma de trabajo absorbida, que es lo que prácticamente debe tenerse en cuenta, se pone de manifiesto la necesidad de relacionar la forma geométrica de las cuchillas con una conveniente velocidad periférica de las mismas y con un peso de volante apto a vencer en las mejores condiciones mecánicas las resistencias que se oponen al corte.

Bs. Aires, Octubre de 1920.