

## LOS AJUSTES Y SU INFLUENCIA EN EL RENDIMIENTO DE UNA COMBINADA (\*)

Por **Aquilino Herrera B.**

### INTRODUCCION

Siendo la combinada una máquina tan útil y compleja, para obtener de ella un rendimiento aceptable, es de suma importancia conocer a fondo el funcionamiento de las distintas unidades que la forman para lograr que sus mecanismos trabajen correctamente y evitar anomalías que pueden ser la causa de un ajuste o graduación mal hechos.

Es cierto que casi todas las máquinas construídas en otros países se utilizan en nuestro medio, pero no se puede asegurar que ellas estén dando el rendimiento adecuado porque con frecuencia se carece de datos que la investigación haya dado para definir los procedimientos aplicables a nuestras condiciones.

Aún con estas deficiencias, algunos agricultores colombianos, por iniciativa propia, han ideado y construído algunas de sus máquinas de trabajo. Esta es una prueba clara de que nuestro medio también es campo abonado para investigar en maquinaria agrícola, y así solucionar problemas que, aunque se presentan a diario, reciben poca atención, sin que podamos precisar las pérdidas que ello representa para la economía del país.

La solución del problema agrícola colombiano en cuento a maquinaria agrícola se refiere, no está solamente en importarla y venderla al agricultor con facilidades de pago y muchas otras garantías sino en enseñarle los principios fundamentales para que la pueda utilizar correctamente y obtener los verdaderos beneficios de la mecanización agrícola.

### OBJETIVOS

Con este trabajo se pretende, primero que todo, familiarizar a los interesados en mecánica agrícola con los principios del funcionamiento de las combinadas, y segundo, dar una comprobación del rendimiento de una combinada cuando se hace trabajar con diferentes ajustes.

(\*) Tesis presentada para optar al título de Ingeniero Agrónomo, bajo la presidencia del profesor Harrison C. Fisch, a quien el autor expresa su gratitud. Recibida para publicación en Junio 15/55.

Este trabajo se llevó a cabo en Michigan State College en 1953, pero considerando que en nuestro país aún no se han hecho estudios especiales en cuanto a características de funcionamiento de la maquinaria agrícola, se considera que pueda tener alguna importancia para aquellos interesados en estudios semejantes, y servir así como base para investigaciones posteriores en este ramo de la Ingeniería Agrícola.

## REVISION DE LITERATURA

### A.—Descripción de la combinada.

De las máquinas usadas en la agricultura moderna, la cosechadora de granos o combinada es la que reúne en sí las mejores características de utilidad y economía. Esta máquina ejecuta cuatro trabajos esenciales: corta la planta, trilla o afloja los granos de las espigas, separa los granos del tamo, y por último limpia el grano de impurezas para depositarlo después en el tanque colector (John Deere, 7). En esta forma elimina de la cosecha la cortadora atadora, la espigadora, la trilladora estacionaria, como también el excesivo trabajo del manejo de bultos.

#### 1. Unidad segadora y mecanismo de alimentación.

Al considerar la primera operación de la combinada o sea la de segar, se encuentran varias partes cuyo trabajo complementa en una u otra forma esta labor. Las partes que forman esta unidad son:

- a — Los separadores
- b — La segadora o mecanismo de corte
- c — El molinete
- d — La plataforma.

a) Los separadores son simplemente dos varillas corvadas hacia adelante que tienen como oficio separar del resto de la plantación las plantas que han de ser cortadas. A cada lado de la segadora va un separador que además ayuda a evitar que las plantas cortadas caigan a un lado de la combinada. (Figura 1).

b) La segadora o mecanismo de corte (Figura 1), viene a ser exactamente el mismo mecanismo cortador de la atadora. Prácticamente es una guadañadora acoplada a la unidad total. (Turner y Johnson, 12).

Generalmente se encuentra un solo tipo de segadora, pero hay uno especial para cultivos pesados y para cortar espigas de atados que se han cosechado con anterioridad (Figura 2). A la parte delantera y a todo lo largo de la segadora se puede acoplar un mecanismo que aumenta la utilidad de la combinada en cuanto a que la hace capaz de recoger para trillar, la cosecha que ha sido previamente cortada y colocada en hileras para el proceso de cura. Este mecanismo puede ser impulsado por la fuerza mecánica de la má-



Figura 1. — Combinada automotriz.

- A — Sepadores
- B — Segadora
- C — Molinete
- D — Lonas alimentadoras

Foto: Adalberto Figueroa P. — Cortesía de Massey Herring Co.

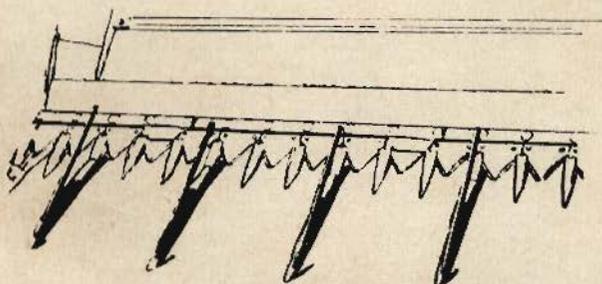


Figura 2. — Tipo de segadora para cultivos pesados y para atados que se han cosechado con anterioridad.

Foto: Laboratorio fotográfico de la Est. Agr. Exp. de Palmira.  
Cortesía de H.P. Smith, McGraw-Hill Book Co. Inc.

quina o por una rueda que avanza por el suelo. (Smith, 10). El mecanismo consta de una especie de tambor con varias hileras de ganchos flexibles de acero que al girar se arrastran de adelante hacia atrás y levantan el cultivo hasta la plataforma (Turner y Johnson, 12) (Figura 3).

La posición de la segadora en cuanto a su distancia al suelo se

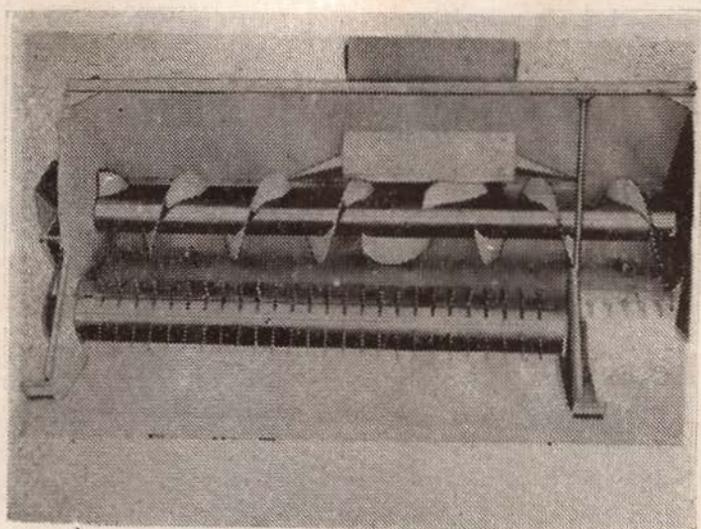


Figura 3.— Mecanismo recolector.

Foto: Adalberto Figueroa P. — Cortesía de J. I. Case Co.

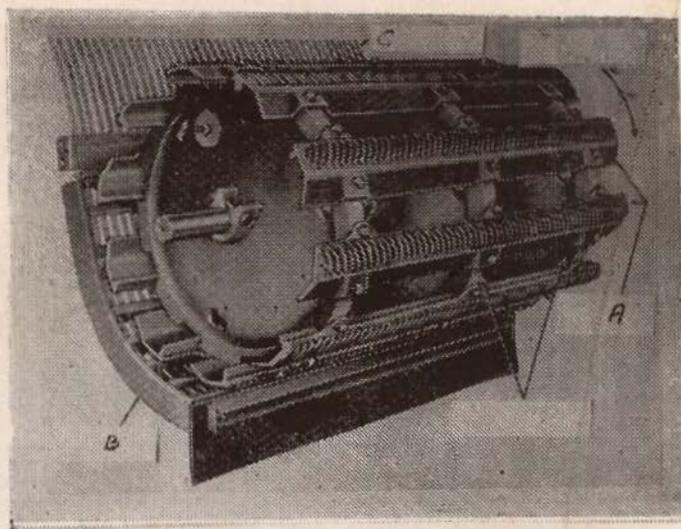


Figura 4.— A — Cilindro de barras raspadoras  
B — Cóncavo  
C — Rejilla.

Foto: Adalberto Figueroa P. — Cortesía de J. I. Case Co.

puede variar, y cortar desde tres pulgadas hasta cuarenta y ocho según el cultivo y la utilización que posteriormente se le de al tamo. Se pueden encontrar dispositivos hidráulicos eléctricos y mecánicos para subir y bajar la unidad cortadora y adaptarla a las condiciones del cultivo. (Johnn Deere, 7).

c) El molinete tiene por objeto empujar hacia atrás las espigas que va cortando la segadora (Figuras 1 y 16). No es posible variar en todas las combinadas su posición con respecto a la segadora cuando la máquina está funcionando. Lo usual es que las espigas, que generalmente son de madera, empujen la planta pegándole un poco más abajo de la espiga, y, que su velocidad sea igual a la velocidad de marcha para evitar pérdidas mayores.

d) En las combinadas pequeñas el grano es transportado directamente a la unidad trilladora por una unidad provista de lonas alimentadoras (Figura 1). Las combinadas de tamaño mayor y con unidad de corte y plataforma grandes, generalmente tienen un sinfín que lleva el material segado de los lados hacia el elevador que lo ha de transportar a la unidad trilladora. Por último hay un batidor que empuja más este material a la unidad trilladora para aumentar la alimentación. (Turner y Johnson, 12).

## 2. Unidad trilladora.

Hace el trabajo de aflojar el grano de la espiga o vaina y consta de un cilindro y un cóncavo. El principio de la trilla consiste en hacer pasar las espigas o vainas por el espacio libre que separa al cilindro del cóncavo, considerando que el cilindro gira a alta velocidad y que el cóncavo es una superficie estacionaria situada inmediatamente debajo del cilindro (Turner y Johnson, 12).

El tipo más común de cilindro consta de barras paralelas cuyo número varía entre ocho y veinte, y provista cada barra de rugosidades (Figura 4). Este tipo de cilindro se recomienda para granos medianos como trigo y arroz. Otros tipos de cilindros son el de clavos para granos mayores como el frijol, y el de barras de caucho para granos pequeños como trébol. (La figura 5 muestra un cilindro de clavos).

Generalmente el cóncavo se construye del mismo tipo que el cilindro, y es ajustable para permitir una mayor o menor separación con el cilindro según la especie que se vaya a cosechar (Figura 6).

El batidor del cilindro, que también es un cilindro, pero del tipo caja, de cuatro o seis lados, ayuda a sacar el material fuera del cilindro y a distribuirlo mejor sobre la despajadora para facilitar el proceso de separación de granos y tamo (Turner y Johnson, 12). (Figura 7).

## 3. Unidad de separación.

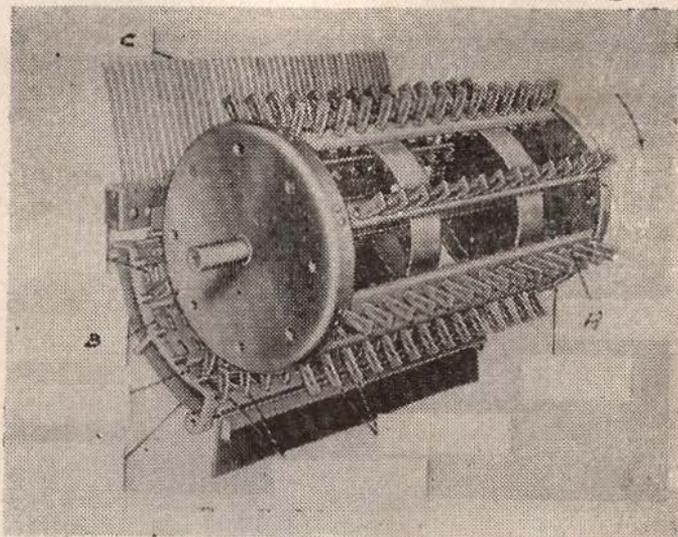


Figura 5.— A — Cilindro de clavos

B — Cóncavo

C — Rejilla

Foto: Adalberto Figueroa P. — Cortesía de J. I. Case Co.

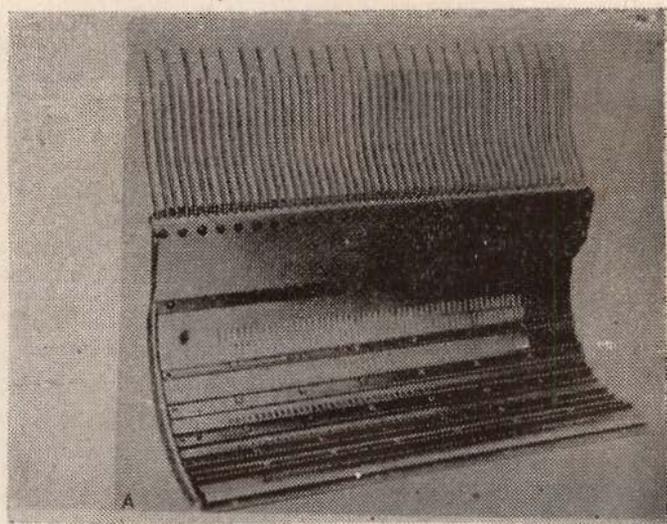


Figura 6.— Cóncavo y rejilla

Foto: Adalberto Figueroa P.

Cortesía de Turner y Johnson Mc Graw-Hill Book Co. Inc.

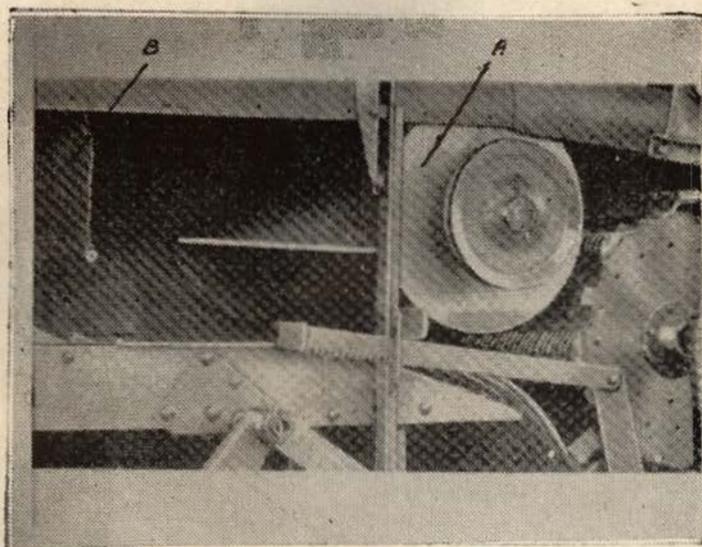


Figura 7.— A — Batidor del cilindro

B — Diafragma.

Foto: Adalberto Figueroa P.

Cortesía de Turner y Johnson McGraw-Hill Book Co. Inc.

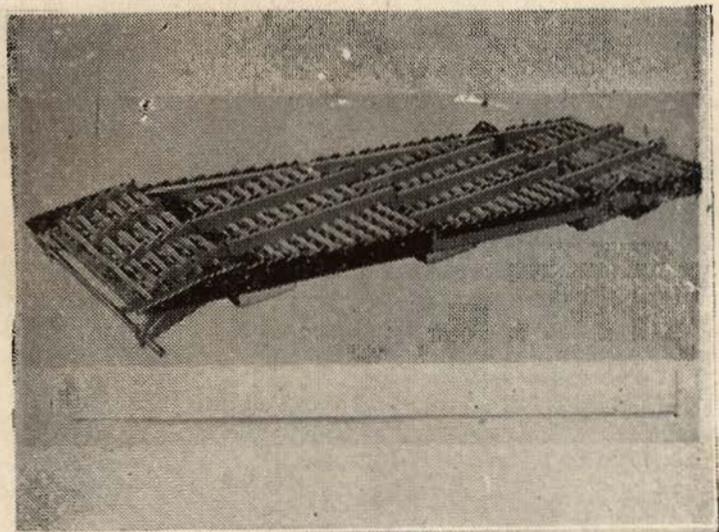


Figura 8.— Despajadora

Foto: Adalberto Figueroa P. — Cortesía de J. I. Case Co.

Sirve para separar los granos de la masa que pasa por entre el cilindro y el cóncavo. Esta unidad consta de:

- a— El cóncavo
- b— La rejilla del cóncavo
- c— La despajadora
- d— El diafragma
- e— El deslizador de granos
- f— El deslizador de retorno.

a) El cóncavo, (Figuras 4, 5, y 6), aunque se considera como parte de la unidad trilladora, también es parte de la unidad de separación, pues tiene bastantes aberturas o cribas a través de las cuales el grano trillado cae al deslizador de grano. (Turner y Johnson, 12).

b) La rejilla (Figuras 4, 5, y 6), está formada por una serie de varillas de acero y localizada a continuación del cóncavo. También permite la caída de grano suelto al deslizador de grano (Turner y Johnson, 12).

c) La despajadora tiene un movimiento alternativo de arriba a abajo y de adelante hacia atrás, lo que se consigue con unos dispositivos que a veces tienen la forma de un eje cigüeñal, y pueden ser dos, colocados uno a cada lado del extremo del conjunto, o puede ser solo cigüeñal, quedando en este caso el otro lado enganchado a una pieza colgante y oscilante. (Conti, 1). Este movimiento sacude la masa que va llegando del cilindro para ayudar a soltar más el grano que aún está entre las espigas o vainas. Las uñas que tiene actúan como peines para aflojar el tamo en mayor grado y permitir la salida de los granos que no habían salido en los procesos anteriores. (Turner y Johnson, 12). (Ver figura 8).

d) El diafragma regula o retarda el paso del tamo por la despajadora, y está hecho de simples lonas (Figura 7) o de láminas de metal ajustables. (Turner y Johnson, 12).

e) El deslizador de grano se localiza debajo del cóncavo pero prolongado hacia atrás, por debajo de la zaranda superior y su extensión ajustable, para permitir que el grano se deslice hasta la zaranda inferior. Este deslizador o plancha metálica recibe además de grano, partículas de tamo y otras impurezas que han pasado por las cribas del cóncavo, la rejilla, y la zaranda superior.

#### 4. Unidad limpiadora de granos.

De acuerdo con Turner y Johnson (12), la unidad limpiadora incluye:

- a— La zaranda superior
- b— La extensión de la zaranda superior
- c— La zaranda inferior
- d— El ventilador.

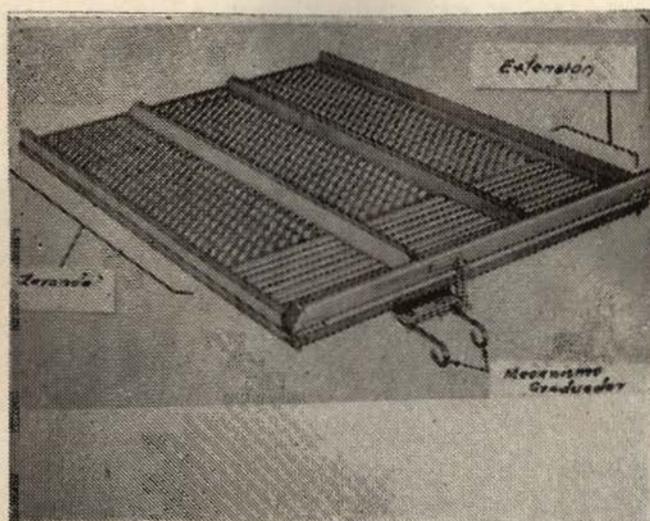


Figura 9.— Zaranda superior y su extensión.

Foto: Adalberto Figueroa P. — Ccrtesia de J. I. Case Co.

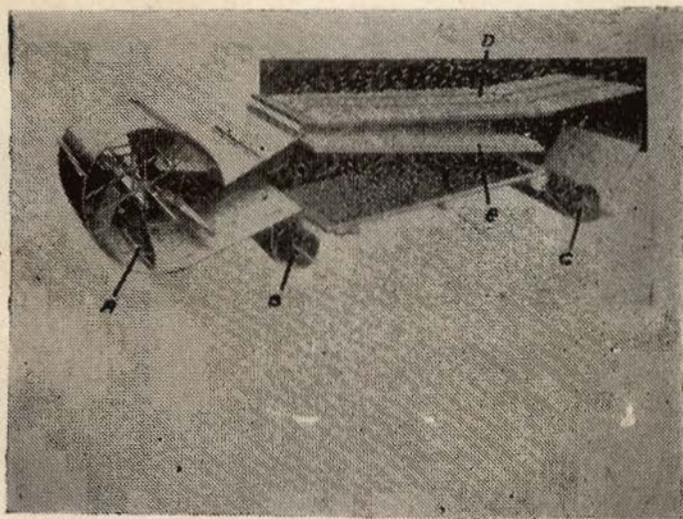


Figura 10.— A — Ventilador

B — Sinfin de cola

C — Sinfin de cola

D — Zaranda superior y su extensión

E — Zaranda inferior o tamiz

Foto: Adalberto Figueroa P.

Cortesia de Turner y Johnson McGraw-HillBook Co. Inc.

a) La zaranda superior tiene aberturas fijas y provistas de unas pestañas metálicas, o más claramente, las cribas tienen los bordes levantados como se ve en la figura 9. En esta zaranda se separan trozos de tamo un poco grandes para dejar caer el grano aún más limpio al deslizador.

b) La extensión de la zaranda superior es ajustable (Figura 9) para variar el tamaño de sus aberturas según las condiciones del cultivo o del funcionamiento de las unidades anteriores, y permitir la caída de trozos de espigas, o granos y otro material que haya llegado a esta parte.

c) La zaranda inferior o tamiz es desmontable para cambiarla por otra de cribas más grandes o pequeñas según la especie, y hasta la variedad del cultivo.

d) El ventilador dirige su corriente de aire a través de la zaranda inferior, desde abajo y hacia atrás para soplar las partículas de la planta que aún están mezcladas con el grano, para dejar que este por su propio peso, y ya limpio, caiga a lo que forma la unidad de entrega de grano. El principio de la limpieza del grano trillado se basa en la ley de la caída libre de los cuerpos a diferentes velocidades según sus diferentes gravedades específicas. (Ver figura 10).

El material que pasó por entre las aberturas de la extensión de la zaranda superior, cae a una plancha inclinada o deslizador, llamado deslizador de retorno, que lo deja caer a un sinfín (Figura 10) por donde es transportado al elevador de desperdicios que lo devuelve al cilindro para ser retrillado.

La acción de sacudida de la zaranda inferior es contraria a la de la zaranda superior, es decir, que cuando ésta se está moviendo hacia adelante, la inferior se mueve hacia atrás. Esto da una limpieza más rigurosa y también sirve para contrabalancear la acción de la máquina y reducir su vibración. (Conti, 1).

##### 5. Mecanismo de entrega de grano.

Una vez que el grano ha quedado limpio por su paso a través de la zaranda inferior, pasa a un sinfín que lo lleva a un elevador, y por este va al tanque colector situado en la parte superior de la combinada. Este tanque tiene dispositivos que facilitan el descargue del producto.

El tamo al salir de la combinada puede ser regado por la acción de un esparcidor, o simplemente caer al suelo de donde posteriormente se recoge para utilizarlo en el establo.

Este es el principio general del funcionamiento de la combinada. Cada fábrica presenta ligeras modificaciones en el diseño de estas cosechadoras que no cambian el principio de corte, trilla, separación y limpieza, sino que hacen uno u otro de los procesos en una forma

más o menos prácticas.

### B — Tipos de combinadas.

Las combinadas pueden considerarse de dos tipos principales: la de tiro y la automotriz. (Smith, 10).

1. La combinada de tiro (Figura 11) es arrastrada por un tractor y utiliza la fuerza de él para mover sus mecanismos si es una combinada pequeña, pues las de mayor tamaño tienen un motor auxiliar que mueve las unidades, para dejar el peso de la máquina como única carga para el tractor.

2. La combinada automotriz (Figura 1) provee su propio impulso de marcha como también la fuerza para cortar, trillar, separar y limpiar el grano. Esta combinada la maneja un solo hombre y es fácil de transportar de campo a campo por las vías públicas.

También las combinadas pueden clasificarse en dos tipos según que la segadora esté frente al cilindro o a un lado y reciben el nombre de combinadas de corte frontal las primeras y combinadas de corte lateral las segundas (Figuras 11 y 12).

El sistema de corte lateral tiene aplicación principalmente cuando se trata de cultivos en laderas. Las combinadas de corte frontal pueden tener la segadora más larga que la longitud del cilindro, caso en el cual se emplea un sinfín (Figura 13) que desde los lados lleva el material segado hacia el centro donde es recibido por las lonas alimentadoras.

### C — Accesorios que puede llevar una combinada.

Los accesorios que puede llevar una combinada de motor propio son los mismos que puede llevar la combinada accionada por la tomafuerza del tractor. La combinada automotriz que se usa en arrozales debe llevar equipo doble de llantas a cada lado. Las ruedas guías en las combinadas para granos comunes van juntas como en los tractores del tipo surco, pero cuando la combinada es para arroz, las ruedas guías van con la misma separación que las principales para que sigan por las huellas que dejan estas. Las ruedas de las combinadas para arroz, por lo menos deben tener aletas grandes para ayudar a la máquina a subir por los diques que se necesitan en una arrozal cuando el sistema de riego es el de sumersión, y también para tener mayor tracción en los campos fangosos y mal drenados. Algunas combinadas automotrices para arroz están equipadas con orugas (Figura 15) precisamente porque las orugas trabajan mejor que las llantas en algunos suelos. Las llantas en la combinada son más satisfactorias para viajar de campo a campo y para transportarla por las vías públicas ya que la marcha puede ser más rápida y no hay sacudidas demasiado fuertes que desajusten la máquina. (Smith, 10).

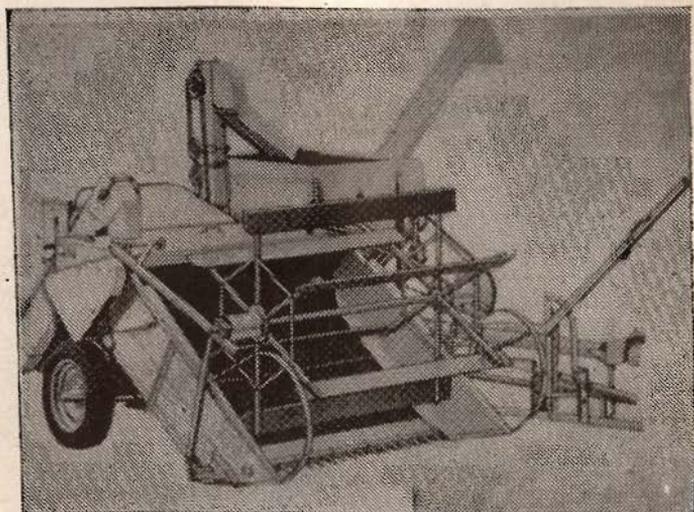


Figura 11.— Combinada de tiro de corte frontal.

Foto: Adalberto Figueroa P.

Foto: Adalberto Figueroa P.

Cortesía de "Red Tractor Book" (Referencia 8)

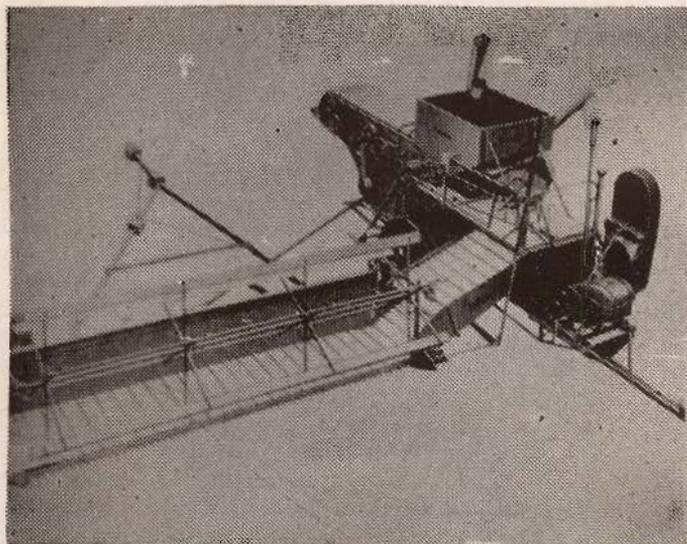


Figura 12.— Combinada de corte lateral, especial para cultivos en ladera.

Foto: Adalberto Figueroa P.

Cortesía de J. I. Casa Co.

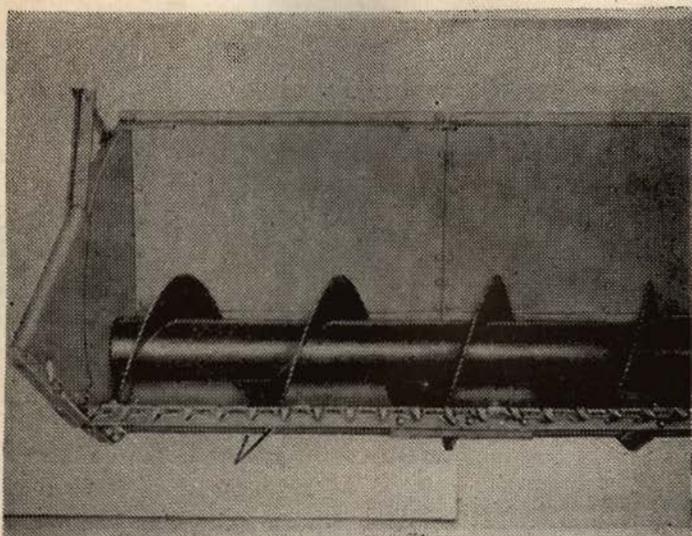


Figura 13.— Sinfin frontal para llevar el material segado de los lados al centro, en donde lo reciben las lonas alimentadoras.

Foto: Adalberto Figueroa P.  
Cortesía de J. I. Case Co.

La combinada automotriz para arroz está equipada generalmente con un motor más potente porque se necesita más potencia para viajar por un arrozal cuyo suelo es húmedo. (Smith, 10).

#### D — Tamaño y capacidad de la combinada.

El tamaño de las combinadas se designa por el ancho de la segadora o por la longitud del cilindro y ancho de la unidad separadora (Stone, 11). Lo más corriente es denominar su tamaño por el ancho de la segadora, y así se encuentran combinadas de 4, 5, 6, 8, 10, hasta 20 pies, siendo hasta de 16' un tamaño considerado entre los comunes.

La capacidad depende mucho del tamaño de la máquina la velocidad de trabajo y el volumen de producción. Según lo anota Smith, (10), el promedio de corte por hora, considerando una velocidad entre 2.5 a 3 millas por hora, es aproximadamente de 930 metros cuadrados por cada pie de anchura. Una combinada de 10 pies de anchura debe cosechar en 15 días de estación de cosecha más o menos 150 hectáreas.

Si se toma como base un cultivo de trigo con una producción promedia por hectárea de 1210 kilogramos y una velocidad de 2.5 millas por hora.

Una combinada de 10 pies cosecha 8.3 Ha. por día  
Una combinada de 12 pies cosecha 10.5 Ha. por día

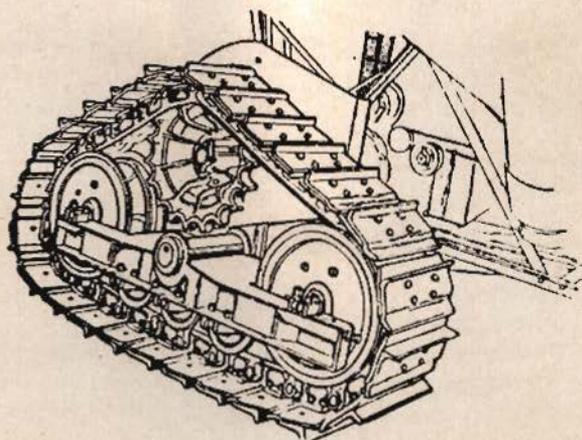


Figura 14.—Oruga que tienen algunas combinadas para arroz.

Foto: Laboratorio Fotográfico de la Est. Agr. Exp. de Palmira.  
Cortesía de H. P. Smith — McGraw-Hill Book Co. Inc.

Una combinada de 16 pies cosecha 14.8 Ha. por día

Una combinada de 20 pies cosecha 19.3 Ha. por día,  
considerando que se trabajan 10 horas diarias.

Todas estas cantidades son aproximadas puesto que en la práctica se pueden encontrar variaciones debidas a condiciones favorables o desfavorables en cuanto al suelo, y condiciones propias del cultivo como densidad de siembra, presencia o ausencia de malezas, sin considerar las condiciones mecánicas por suponer que la combinada está trabajando correctamente.

#### E — Ventajas y desventajas de la combinada.

Las ventajas del uso de la combinada en comparación con otros métodos de cosecha de granos son según Smith, (10):

1. Bajo costo de cosecha y trilla
2. Disminución de labores
3. Disminución de personal
4. Limpieza más temprana del campo para nueva preparación del terreno
5. Distribución del tamo sobre el campo
6. Venta más temprana del producto

Las desventajas de la combinada son según Smith (10), y Davidson (2):

1. Alto costo inicial
2. Necesidad de gran cantidad de fuerza o potencia
3. Mayor probabilidad de que el grano no esté suficientemente seco
4. Mayor riesgo de pérdidas al cosechar cultivos que han sufrido

do tormentas o granizadas

5. Pérdida del tamo para la alimentación o cama en los establos a menos que se haga el trabajo extra de colectarla después de la cosecha.

#### F — Eficiencia de la combinada.

Hurst y Humphries (5), llevaron a cabo un estudio sobre características de funcionamiento de las combinadas pequeñas, de 5 y 6 pies, en comparación con las de tamaño mayor. El propósito de este trabajo fue informar a los agricultores acerca de la utilidad que realmente prestaban estas máquinas que estaban siendo fabricadas en grande escala debido a la creciente demanda por parte de los agricultores de una combinada que se adaptara a los nuevos sistemas introducidos con el uso de ruedas de caucho, y que pudieran ser accionadas por un tractor pequeño. La manera de comprobar la eficiencia de las nuevas y pequeñas combinadas era simplemente comparar su trabajo con el trabajo de las combinadas grandes. Este trabajo se llevó a cabo en distintos estados de los Estados Unidos, en distintas épocas, distintas condiciones de cultivo y suelo, y se hicieron las comprobaciones con tres cultivos diferentes, trigo, avena y soya. A menos que se encontrara en la máquina algo obviamente errado, no se hacía ningún ajuste o cambios en la combinada, para trabajarla más o menos en las mismas condiciones en que lo hace el agricultor, y solamente se le advertía cuando las pérdidas y la calidad de grano no eran satisfactorias. Lo único que se comprobaba de la máquina era la velocidad que permitía el suelo. Las comprobaciones se referían principalmente, a las pérdidas por la segadora o plantas enteras dejadas por la máquina al pasar; a las pérdidas en la trilla, o granos sueltos que cayeron al campo junto con las espigas incompletamente trilladas, y, a la calidad del producto. Se ve claramente que no se hicieron comprobaciones de rendimiento por variaciones de ajustes. En resumen, las pérdidas por la segadora al cosechar trigo en estaciones favorables fueron aproximadamente las mismas para combinadas pequeñas y grandes; las combinadas pequeñas fueron superiores a las grandes en trilla; en estaciones desfavorables las pérdidas en la segadora aumentaron en la combinada pequeña y las pérdidas en trilla disminuyeron en las grandes. En 1935 las pérdidas totales en las combinadas grandes y pequeñas fueron prácticamente las mismas pero en 1936 resultó una diferencia un poco mayor del 4% en favor de las combinadas grandes.

Khan (8), en 1952 hizo un trabajo sobre la eficiencia de una combinada al cosechar frijol (var. Navy bean) y obtuvo resultados bastante satisfactorios.

La combinada ha dado menores porcentajes de pérdidas que la espigadora y que la cortadora atadora (Smith, 10).

#### A. — Materiales y métodos.

Para este trabajo se utilizó una combinada automotriz "Clipper"

marca Massey Harris con las siguientes especificaciones según el catálogo de fábrica (9), y Red Tractor Book, (6):

Largo total .....	216 pulgadas
Altura total .....	117 1/2 pulgadas
Anchura .....	105 pulgadas
Peso .....	5200 libras
Entrevía frontal .....	72 pulgadas
Distancia entre ejes .....	122 1/4 pulgadas
Llantas impulsoras .....	8 x 24 pulgadas
Llanta de dirección .....	5 x 16
Radio exterior de giro .....	156 pulgadas
Capacidad del tanque colector .....	1200 libras
Tipo del descargador del tanque .....	Sinfín
Ancho de corte .....	84 pulgadas
Largo de la segadora .....	81 pulgadas
Altura de corte .....	De 1 a 33 pulgadas
Control de la plataforma .....	Mecánico
Tipo de impulsión del molinete .....	Engranajes
Número de aspas del molinete .....	6
Tipo del transportador de las espigas .....	Lona
Tipo de cilindro .....	Barra raspadora
Diámetro del cilindro .....	15 pulgadas
Largo del cilindro .....	60 pulgadas
Tipo de impulsión del cilindro .....	Banda en V
Velocidades del cilindro (RPM) .....	450 a 1800
Ancho de la superficie de separación .....	69 pulgadas
Longitud de la superficie de separación .....	64 pulgadas
Area de separación .....	3840 pulg.2
Tipo de despajadora .....	Enrejado de V
Tipo de limpiador .....	Zarandas
Velocidad de la despajadora .....	190 carreras P/M.
Velocidad de las zarandas .....	190 carreras P/M.
Ancho de las zarandas .....	35 pulgadas
Largo de las zarandas .....	30 pulgadas
Area de las zarandas (Sup. e Inf.) .....	1050 y 1050 pulg2
Area de la extensión ajustable de la zaranda superior .....	210 pulg.2.
Area total de limpieza .....	2310 pulg.2.
Tipo del mecanismo limpiador .....	Tamiz
Diámetro del ventilador .....	16 pulgadas
Longitud del ventilador .....	36 pulgadas
Velocidad del ventilador .....	850 a 950 RPM.
Tipo de impulsión al ventilador .....	Eugranaje y Banda V
Juegos de velocidades hacia adelante .....	2-(3/4 a 3 y 2 a 7 MPH)
Juego de velocidades hacia adelante .....	1-3/4 a 3 MPH)
Motor .....	Continental
Modelo del motor .....	F162

Para este trabajo se escogió un cultivo de centeno y se eligieron

cuatro parcelas de 25 pies de longitud por 7 de ancho o el ancho de la combinada, lo que daba un total de 175 pies cuadrados o 15.75 metros cuadrados.

Las muestras se tomaron recogiendo en tarros el producto cosechado en cada parcela para analizar de cada una el porcentaje de impurezas, de humedad y de grano quebrado. Las impurezas y el grano quebrado daban la pauta para apreciar la calidad del producto. Una vez pesado el producto de cada parcela, se separaron las impurezas a mano para hacer la diferencia y establecer su porcentaje. Para el grano quebrado se tomaron, del grano limpio de cada parcela, 3 muestras de 100 gramos cada una y se hizo a mano la separación de los granos quebrados para sacar promedios en cada uno de los cuatro ensayos. Este método fue recomendado por el departamento de cultivos de Michigan State College (Farm Crops Department). La humedad se tomó promediando la humedad de dos muestras de cada comprobación. Para obtener las pérdidas de trilla se recogió todo el material desechado por la combinada en lonas colocadas en la parte posterior. Este material incluía las pérdidas del cilindro en espigas incompletamente trilladas, y las pérdidas de las zarandas o grano suelto mezclado con la cascarilla. Para las comprobaciones en primer lugar se separó el tamo del material suelto y después se retrilló el tamo para limpiar y pesar por separado el grano obtenido.

Las pérdidas de la segadora se comprobaron señalando en cada parcela cuadrados de 27 pulgadas por lado y recogiendo todas las espigas y granos esparcidos en esta superficie. El material recolectado se trilló a mano y luego se pesó.

El procedimiento empleado para tomar las muestras es bastante similar al que utilizaron Hurst y Humphries (5), cuando hicieron las comprobaciones de la eficiencia de las combinadas de 5 y 6 pies.

Como en el presente trabajo se pretende dar una comprobación de cómo variar los ajustes se cambia el rendimiento de la combinada, hay que tener presente que son muchos los factores que pueden influir independientemente de la máquina en su eficiencia. Tales factores pueden presentarse en cada cultivo, época de cosecha, clase de suelo, condiciones de cultivo, en relación con densidad de siembra y presencia o ausencia de malezas, y, habilidad del operador. Los factores que dependen de la máquina pueden ser el tipo de la máquina y la forma correcta o incorrecta de los ajustes. Es lógico que para dar datos precisos se necesitan cientos de comprobaciones que abarquen todos y cada uno de los factores, pero sí es posible observar aquí variaciones que responden el cambio de los ajustes. Lo cierto es que aún con los ajustes recomendados por la fábrica no es posible garantizar que la combinada está trabajando correctamente.

Los ajustes empleados en cada una de las cuatro comprobaciones están detallados en la tabla I.

## — T A B L A I —

## Ajustes que se emplearon en cada una de las comprobaciones

A J U S T E S			
Compro- bación.	Velocidad del cilin- dro en RPM	Apertura del Ventilador.	Apertura de la extensión de la zaranda sup.
N. 1	1300	$\frac{3}{4}$	$\frac{1}{2}$
N. 2	1300	Total	$\frac{1}{2}$
N. 3	1300	$\frac{1}{2}$ " más que para el N. 1	Total
N. 4	1768	$\frac{1}{2}$ " más que para el N. 1	$\frac{3}{4}$

En la primera comprobación se emplearon los ajustes recomendados por la fábrica para cosechar trigo por ser los mismos que se recomiendan para centeno.

Los cambios que se hicieron en las siguientes comprobaciones y de mayor importancia fueron: en la número 2 abrir totalmente el ventilador, en la número 3 abrir totalmente la extensión de la zaranda y para la última se aumentó la velocidad del cilindro.

## — T A B L A I I —

## Porcentaje de impurezas, humedad, y grano quebrado

IMPUREZAS	C O M P R O B A C I O N E S			
	1	2	3	4
Grano cosechado (gramos)	2.078	5.636	4.642	2.896
Grano limpio Gm.	1.909	5.491	4.321	2.607
Diferencia	169	145	321	289
% de impurezas	8,16	2,57	6,91	9,98
HUMEDAD (%)				
Muestra 1	13,7	12,4	12,6	13,3
Muestra 2	13,1	12,2	12,5	12,9
Promedio	13,4	12,3	12,55	13,1
GRANO QUEBRADO				
Muestra 1	2,20	1,20	2,50	8,50
Muestra 2	2,00	2,20	2,50	9,00
Muestra 3	2,02	2,00	2,20	7,75
Promedio (%)	2,07	1,80	2,40	8,25

### B — Resultados y discusión.

Los primeros porcentajes que se tomaron fueron: impurezas, humedad y grano quebrado. Los resultados obtenidos se presentan en la tabla II.

Al observar los resultados se puede ver muy claramente que las comprobaciones 1 y 4 presentan el mayor porcentaje de impurezas y que son también las comprobaciones 1 y 4 las que tienen más alto contenido de humedad. Es posible que esta relación entre humedad e impurezas dependa de la presencia de malezas en estas dos parcelas. También es lógico suponer que el menor porcentaje de impurezas de la comprobación número dos se debe a que en esta el ventilador estuvo trabajando a su máxima capacidad.

Los datos sobre porcentaje de grano quebrado son dicientes puesto que solamente en la comprobación número cuatro se presenta un aumento considerable debido precisamente al aumento de la velocidad del cilindro.

— T A B L A I I I —

#### Pérdidas en la segadora, el cilindro y las zarandas

P E R D I D A S :	C O M P R O B A C I O N E S			
	1	2	3	4
<b>SEGADORA</b>				
En 47 m2. (gm.)	5.2	7.2	6.2	5.6
KG/Ha.	112.0	155.5	133.9	120.9
Porcentaje	7.45	3.76	4.1	6.0
<b>CILINDRO</b>				
En 15.75 m2 (gm.)	9.0	19.0	13.0	15.0
Kg/Ha.	5.7	12.06	8.25	9.52
Porcentaje	0.38	0.23	0.25	0.47
<b>ZARANDAS</b>				
En 15.75 m2 (gm.)	7.5	34.52	16.0	17.0
Kg/Ha.	4.16	21.92	10.16	10.19
Porcentaje	0.317	0.53	0.31	0.53
<b>TOTAL DE PERDIDAS</b>	<b>8.15%</b>	<b>4.58%</b>	<b>4.66%</b>	<b>7.00%</b>
<b>PRODUCCION TOTAL</b>				
(Grano limpio más pérdidas en Kg/Ha.)	1503.00	4126.00	3268.00	2018.00

En la tabla III se encuentran los valores que representan las pérdidas por la segadora, el cilindro y las zarandas, como también la producción total por hectárea. Al analizar estos valores se encuentra en primer lugar que hay una pérdida bastante alta en la segadora pero que los porcentajes van disminuyendo a medida que aumenta

la producción por hectárea. Si se consideran las pérdidas en kilogramos por hectárea, se nota cierta uniformidad en estas cantidades y se puede decir que prácticamente la segadora está desperdiciando más o menos la misma cantidad de grano por hectárea en las cuatro comprobaciones. También se puede apreciar que la producción total tiene cierta relación con los porcentajes de impurezas que presenta la tabla II.

Las pérdidas del cilindro presentan, en primer lugar un porcentaje mayor en la comprobación cuarta donde el cilindro trabajó a mayor velocidad lo que parece ilógico, pero sí puede tener relación con la mayor cantidad de impurezas. Los porcentajes menores se presentan en las comprobaciones 2 y 3 donde la producción fue mayor.

Las pérdidas de las zarandas fueron altas cuando el ventilador sopló con mayor fuerza en la comprobación 2, y menores cuando en la comprobación 3 se dejó la extensión de la zaranda superior totalmente abierta para permitir caída mayor de granos al sínfin de desperdicios.

Por último vemos que las pérdidas totales disminuyen a medida que aumenta la producción.

La primera comprobación, en la que se utilizaron los ajustes recomendados por la fábrica, al presentar mayor porcentaje de pérdidas, no indica que esos ajustes sean equivocados, sino que hay que tener muy en cuenta las condiciones de cada cultivo para acomodar a ellas los ajustes.

### C — Conclusiones.

El uso de la combinada ha traído cambios revolucionarios en el manejo de los cultivos, y entre ellos tiene especial importancia para Colombia el arroz que está siendo cultivado en grande escala. La combinada tipo oruga puede contribuir a hacer menos caro el costo de producción del arroz si se tienen en cuenta y aprovechan las ventajas que las orugas tienen sobre las ruedas al trabajar en los suelos de este cultivo. Sería interesante un estudio económico en este sentido para poder hacer recomendaciones que se ajusten a la verdad.

Los ajustes recomendados por la fábrica para una combinada son una guía muy importante que el operario debe observar al iniciar el trabajo, pero se pueden cambiar si los resultados no son satisfactorios. El operario debe conocer muy bien el funcionamiento de la combinada y observar frecuentemente las pérdidas para ajustar los mecanismos cuando se haga necesario.

Nunca se puede garantizar que una combinada está correctamente ajustada porque son muchos los factores que pueden hacer variar su rendimiento en un mismo cultivo.

Hay que procurar cosechar cuando el grano está en buenas condiciones de trilla, es decir, bien seco y antes de que las malezas empiecen a invadir el cultivo.

#### D — Resumen.

El molinete empuja las espigas hacia atrás para ser cortadas por la segadora. Después de cortadas son llevadas por las lonas de la plataforma y la ayuda de un alimentador al cilindro. Al pasar por entre el cilindro y el cóncavo se efectúa la trilla para ser empujadas después contra el batidor del cilindro. Gran parte de la separación tiene lugar en este momento y el grano cae a través de las cribas de cóncavo y la rejilla a un deslizador que lo lleva más atrás hacia la zaranda superior. El batidor del cilindro ayuda a la separación del grano y empuja el tamo hacia la despajadora. En este movimiento hacia fuera, el tamo deja caer los granos que aún están entre él, a la zaranda superior o a un transportador de lonas que lo devuelve al deslizador para ser llevado a la zaranda. El tamo después sale y cae al suelo. Una corriente de aire del ventilador es dirigida por un deflector contra la zaranda superior y la inferior. Esta corriente de aire con la ayuda del movimiento de las zarandas hace que partes de la planta que van con el grano lleguen hasta la extensión de la zaranda superior y caigan a sinfín que las lleva a un elevador que las devuelve al cilindro para la retrilla. El grano limpio después de pasar por las zarandas es llevado por el sinfín de grano al elevador que lo descarga en el tanque colector.

De acuerdo con las comprobaciones hechas por el autor se puede concluir que las pérdidas en la segadora son siempre las mismas en cantidad aún con distinta producción por unidad de superficie.

Las pérdidas del cilindro disminuyen con la cantidad de producción y aumenta con la presencia de material extraño. Demasiada velocidad en el cilindro se traduce en alto porcentaje de grano quebrado que solamente influye en la calidad del producto.

Las pérdidas de las zarandas son menores cuando el ventilador sopla normalmente y aumentan cuando se aumenta la fuerza del ventilador. También son menores cuando se abre bastante la extensión de la zaranda superior, y mayores cuando está muy cerrada, pero hay que relacionar la fuerza del ventilador con la abertura de esta extensión, y procurar que el material caiga por entre ella a los dos tercios de su longitud.

#### BIBLIOGRAFIA

1. Conti, M.— Tratado de Mecánica Agrícola. Talleres gráficos Bartolomé U. Chiesino. Buenos Aires. 1948.
2. Davidson, J. B.— Agricultural Machinery. 7a. ed. John Willey & Sons, Inc. N. Y. 1948.

3. **Farm Implement News Co.**— The Tractor Field Book. Chicago. Ed. 1953.
  4. **Huber, S. G. y White, R. G.**— Harvesting with Combines. Agr. Ext. Serv., Ohio St. Univ. Ed. rev. 1953.
  5. **Hurst, W. M. y Humphries, W. R.**— Performance Characteristics of 5' and 6' Combines. U.S.D.A. Circ. 470. 1938.
  6. **Implement and Tractor Publications, Inc.**— Red Tractor Book. 37ª ed. 1952-1953.
  7. **John Deere Co.**— The Operation, Care, and Repair of Farm Machinery. 24ª ed. U.S.A. (Sin año de publicación).
  8. **Khan, A. U.**— Efficiency of Harvesting Navy Beans With a Combine. Tesis sin publicar. Michigan State College, U.S.A. 1952.
  9. **Massey Harris Co.**— Settin up Instructions and Service Manual for the Selfpropelled Clipper Combine. U.S.A.
  10. **Smith, H. P.**— Farm Machinery and Equipment. Mc Graw-Hill Book Company Inc. 3ª ed. 1948.
  11. **Stone, A. A.**— Farm Machinery. 3ª ed. John Wiley & Sons. Inc. N. Y. 1942.
  12. **Turner, A. W. y Johnson, E. J.**— Machines for the Farm, Ranch and Plantation. 3ª ed. McGraw-Hill Book Company Inc. N. Y. 1948.
-