

RECOLECCION MECANIZADA DEL CULTIVO DEL MAIZ

Rafael Mendoza *

Uno de los avances más significativos de la mecanización agrícola ha sido el desarrollo y adaptación de máquinas para la recolección de los cultivos. Entre estas máquinas, las cosechadoras de maíz ocupan un lugar destacado.

La recolección mecanizada del maíz presenta varias ventajas. En primer término, se tiene una limpieza temprana del terreno lo que puede representar un ahorro de 20 a 26 días ya que la recolección se realiza cuando el grano tiene un contenido de humedad de 30-35 por ciento. Cuando el maíz se cosecha en forma manual se espera a que el contenido de humedad del grano sea de 15 a 18 por ciento.

Este ahorro de tiempo puede representar, en algunas zonas, el hecho de que se pueda adelantar una segunda cosecha al año lo que implica un uso racional de los recursos y con ello mayor productividad.

Si se analiza el número de operaciones que implica la cosecha manual, se aprecia fácilmente que con la cosecha mecánica se eliminan numerosos riesgos lo que conlleva a un mejor aprovechamiento del producto tanto en calidad como en cantidad.

* I.A., M.S. Departamento de Ingeniería Agrícola. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Agronomía. Bogotá.

La cosecha manual requiere las siguientes operaciones: a) Recolección de la mazorca; b) Transporte del personal al lote; c) Transporte del producto al sitio de la desgranadora; d) Operación de desgranado o trilla del grano y e) Empaque del producto. Por otra parte, la recolección tardía puede dar origen a pérdidas del producto por tiempo adverso, proliferación de enfermedades y a un aumento en los costos de limpieza del terreno.

Con la cosecha mecánica las mencionadas operaciones se pueden reducir a una sola.

Sin embargo, la recolección mecanizada requiere un amplio conocimiento de las máquinas en cuanto a factores de operación y manejo, además de la necesidad de todas las fases del cultivo se emprendan en forma sistemática.

El equipo de máquinas cosechadoras de maíz se agrupa en la siguiente forma:

- a) Arrancadoras. Son cosechadoras que arrancan las mazorcas con sus envolturas o ameros y las descargan directamente a un remolque.
- b) Arrancadoras-deshojadoras. Son cosechadoras que arrancan las mazorcas, separan los ameros y luego descargan la mazorca a un remolque.

- c) Arrancadoras-desgranadoras. Son cosechadoras que tienen mecanismos para desgranar la mazorca o sea para efectuar la trilla; además, limpian el grano.

De los diferentes tipos de máquinas enunciados, la más importante en nuestro medio es la cosechadora combinada. Esto se debe principalmente a la pluralidad de aplicaciones para cosechar cultivos. Entre ellos se tienen: cereales (trigo, cebada), soya, sorgo, frijol, ajonjolí, alverja, maíz. Para adaptar la máquina a esta variedad de cultivos en algunos casos se requiere cambiar la plataforma y en otros tan solo ejecutar pequeños ajustes de graduación.

La Cosechadora Combinada pertenece al grupo -c- ya que ejecuta las funciones de arrancar y desgranar el grano en una sola operación y a ella está encaminada la presente discusión.

Las cosechadoras combinadas equipadas para la recolección de maíz realizan las siguientes operaciones:

- Guiar o llevar los tallos de las plantas hacia el mecanismo arrancador de mazorcas de la máquina.
- Arrancado de las mazorcas produciendo su desprendimiento de las plantas.
- Alimentación de las mazorcas a la unidad de la trilla.
- Trillado y repasado del grano o semilla de las espigas.

- Separación del grano de los residuos.
- Limpieza del grano trillado
- Envase del grano trillado.

Para lograr estos objetivos están dotadas de las siguientes unidades básicas: unidad guiadora y arrancadora, de trilla, separación, limpieza y entrega del grano.

1. UNIDAD GUIADORA Y ARRANCADORA

Esta unidad está compuesta por el mecanismo guiador, los rodillos arrancadores y las cadenas guiadoras.

La Figura 1 ilustra las diferentes partes de la máquina.

Esta unidad está constituida por secciones guiadoras las cuales siguen el contorno del suelo. Este mecanismo levanta las cañas caídas y dobladas las cuales son dirigidas hacia la máquina (rodillo) por medio de cadenas equipadas con brazos.

Los rodillos arrancadores giran en sentido opuesto hacia abajo. Como las cañas son empujadas hacia abajo entre los rodillos, las mazorcas, siendo muy grandes para pasar a través de ellos son arrancadas. La separación de los rodillos es mayor hacia el frente.

1.1. FUNCIONAMIENTO.

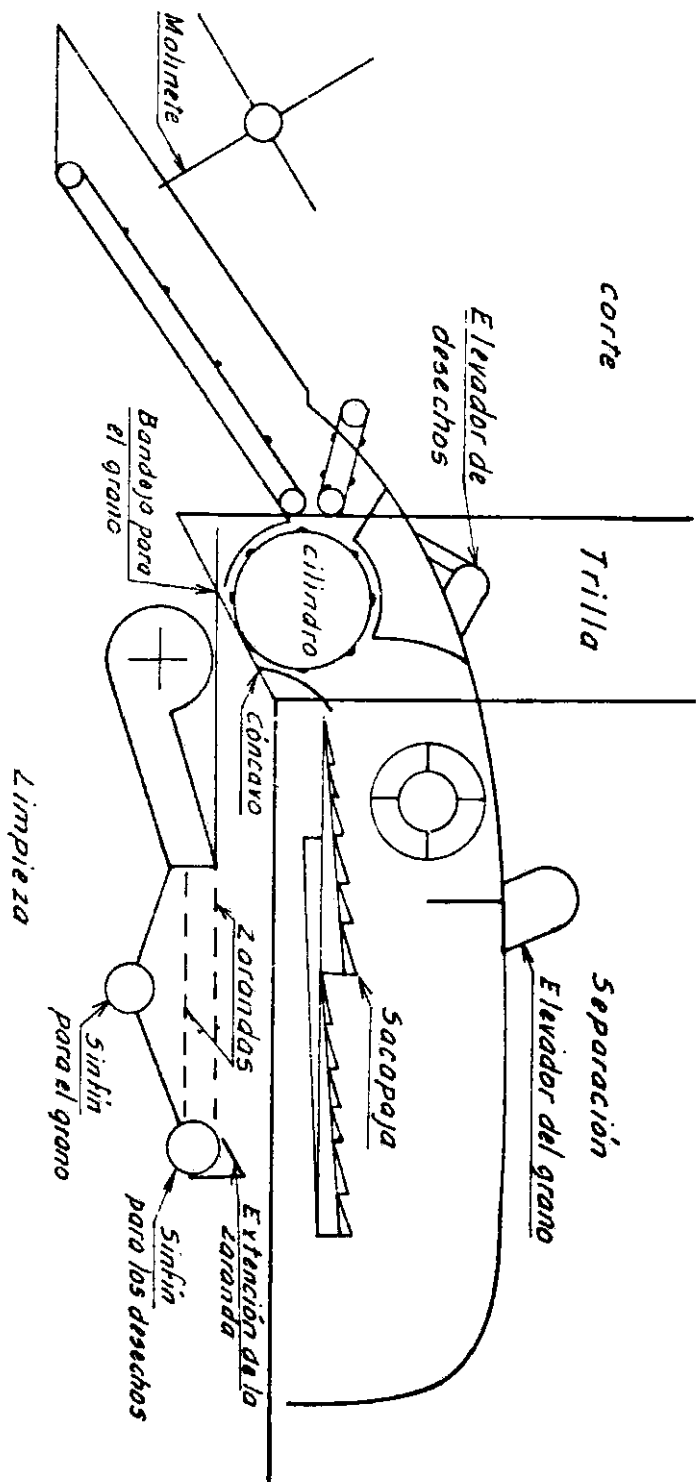


FIGURA 1. Sección transversal mostrando el esquema básico de la cosechadora combinada.

El ajuste y regulación de la unidad requiere los tres puntos siguientes:

- .1. La luz entre los rodillos.
- .2. La velocidad de los rodillos en relación con la de avance y la alimentación.
- .3. La agresividad de los rodillos.

Las pérdidas en esta unidad están constituidas por mazorcas que no pueden entrar a la cosechadora y por grano prematuramente trillado por los rodillos arrancadores.

La luz entre los rodillos debe ser la mínima posible según lo permitan las condiciones de cultivo. Cuando el espaciamiento es grande algunas mazorcas pueden pasar a través de los rodillos y perderse, o también cuando estas se introducen en los rodillos pero pasan al suelo se produce un desgrane con la consiguiente pérdida de granos.

La norma general a seguir es la de reducir al máximo el espaciamiento entre los rodillos sin que las cañas se rompan. Cuando el cultivo está húmedo la luz debe ser menor que cuando se presentan condiciones de cultivo de bajo contenido de humedad. Con espaciamiento muy reducido cuando las cañas están muy secas se produce atascamiento ya que los tallos resultan desmenuzados en pequeños trozos que pasan junto con las mazorcas ensuciando el producto.

Para una efectividad máxima la velocidad lineal de las cadenas guiadoras debe ser mayor que la velocidad de avance de la cosechadora. Esto se consigue actuando sobre las relaciones de la caja de velocidades de la máquina, para modificar la velocidad de avance.

Las pérdidas en esta unidad aumentan considerablemente cuando el porcentaje de plantas caídas o dobladas aumentan; esto coincide con la reducción del contenido de humedad del grano. Experimentos realizados por Johnson y Lamp (3) en Estados Unidos demostraron que las pérdidas de grano al cosechar con un 30 por ciento de humedad aumentaron dos veces en relación con la cosecha a 35 por ciento de humedad.

2. UNIDAD TRILLADORA

Su función es la de separar el grano de la espiga o tusa. Está formada por: el cilindro trillador, el cóncavo y las cribas.

En esta unidad se aplica el principio de que al pasar las plantas entre un cilindro que gira rápidamente y una superficie estacionaria, se produce una acción de frotamiento (cilindro y cóncavo) que desprende o separa los granos de las espigas o vainas, Figura 2.

2.1. TIPOS DE CILINDROS

2.1.1. De dientes rectos. Consiste esencialmente de dientes rectos

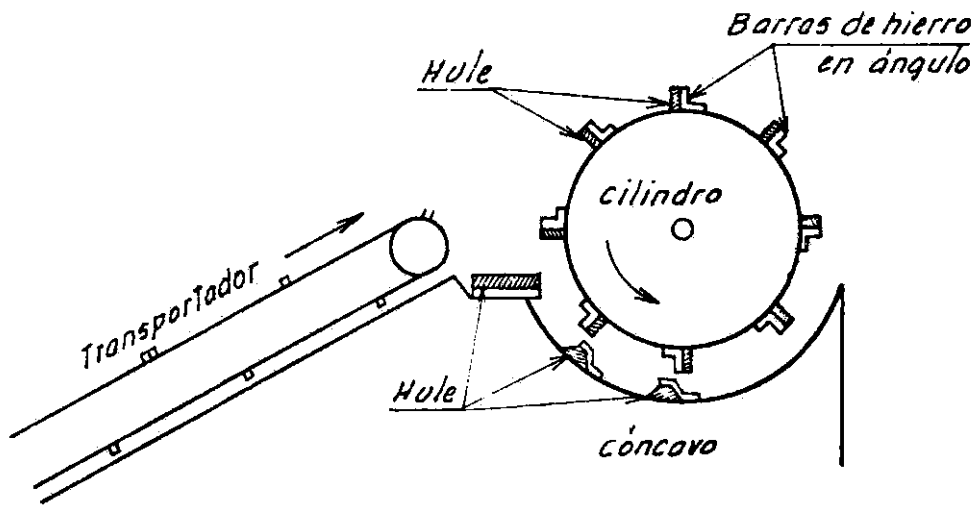


FIGURA 2. Mecanismo de trilla. Cilindro de barras en ángulo.

sujetos a las barras transversales del cilindro que trillan al girar entre dientes de igual tipo colocados en las barras transversales del cóncavo.

2.1.2. De barras acanaladas. Consiste de barras metálicas acanaladas. Las acanaladuras están labradas diagonalmente en direcciones opuestas, entre dos barras adyacentes.

El trillado se verifica por el efecto raspador entre las barras del cilindro y las barras sólidas del cóncavo colocadas debajo del cilindro.

2.1.3. De barras angulares. Formadas por barras metálicas de caucho. El cóncavo posee también barras metálicas con cauchos. El trillado se verifica como en el caso anterior.

2.2. CONCAVOS Y CRIBAS.

Estos elementos forman una sólo unidad estacionaria, que está situada debajo del cilindro trillador y rodean una cuarta parte de su circunferencia.

Las cribas son simplemente unas aberturas por donde pasa el grano trillado que va a caer al transportador de granos.

La unidad de trilla está organizada de tal forma que permite variaciones en la velocidad del cilindro y en la altura o luz entre cóncavo y cilindro, de acuerdo a las condiciones de cosecha.

2.3. FUNCIONAMIENTO.

Los factores que determinan la eficiencia de esta unidad son los siguientes:

- .1. Luz entre cóncavo y cilindro.
- .2. Velocidad de rotación del cilindro.
- .3. Condición del grano en términos de tamaño y contenido de humedad.
- .4. Cantidad de material que llega al cilindro.

Las pérdidas en el cilindro están constituidas por granos sin trillar los cuales permanecen en los residuos luego de pasar a través de la combinada.

El ajuste de la luz entre el cilindro y cóncavo y la velocidad de rotación del cilindro debe realizarse de tal modo que se pueda obtener la mayor cantidad posible de grano separado de las tusas.

La norma general a seguir en el ajuste de esta unidad es la de establecer la máxima luz posible entre cóncavo y cilindro. Cuando la luz es muy reducida o la velocidad del cilindro es muy alta se presenta la tendencia de partir el grano y de fragmentar el material que pasa por la unidad. Este factor incide negativamente en la eficiencia de las unidades de separación y limpieza.

Cuando el contenido de humedad del grano aumenta la resistencia al desgrane también aumenta y entonces se requiere mayor velocidad

de rotación del cilindro y menor separación entre el cilindro y el cóncavo (3).

Berlijn (2) estima que es necesario introducir ciertos cambios en el cilindro y cóncavo para obtener un trabajo más satisfactorio de la unidad. En este caso se debe aumentar el número de barras en el cilindro o también se pueden colocar planchas entre las barras normales del cilindro. Sin embargo, parece que esta modificación no es absolutamente necesaria ya que al aumentar la velocidad del cilindro se obtiene resultados similares (3).

Es conveniente anotar que en esta unidad las pérdidas tienden a aumentar a medida que el contenido de humedad aumenta; en el caso de la unidad guiadora-arrancadora la situación es inversa. Sin embargo, es más eficiente la cosecha con un contenido de humedad alto. (30-35 por ciento ya que las pérdidas de la unidad guiadora-arrancadora son de mayor cuantía por ejemplo a 20 por ciento de humedad que las del cilindro a 35 por ciento. Además, las cosechadoras modernas permiten un rango de graduación amplio en la unidad de trilla que permite adaptarse a variadas condiciones de cultivo.

3. UNIDAD DE SEPARACION

Tiene como finalidad separar los granos de la masa o residuos vegetales que pasan entre el cilindro y el cóncavo. Está formado por: Cóncavo y cribas; la rejilla de extensión del cóncavo; el sacapaja; y el transportador de granos. Figura 3.

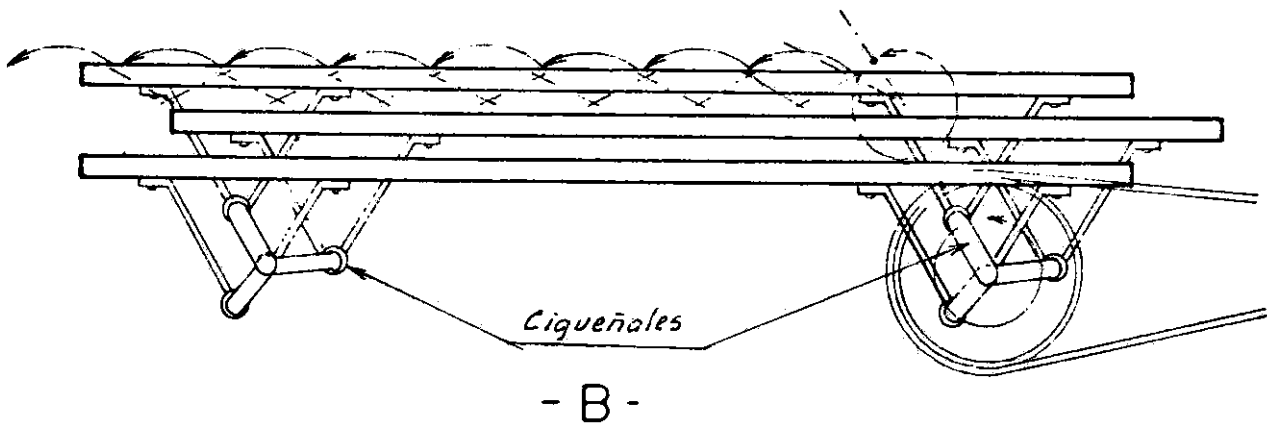
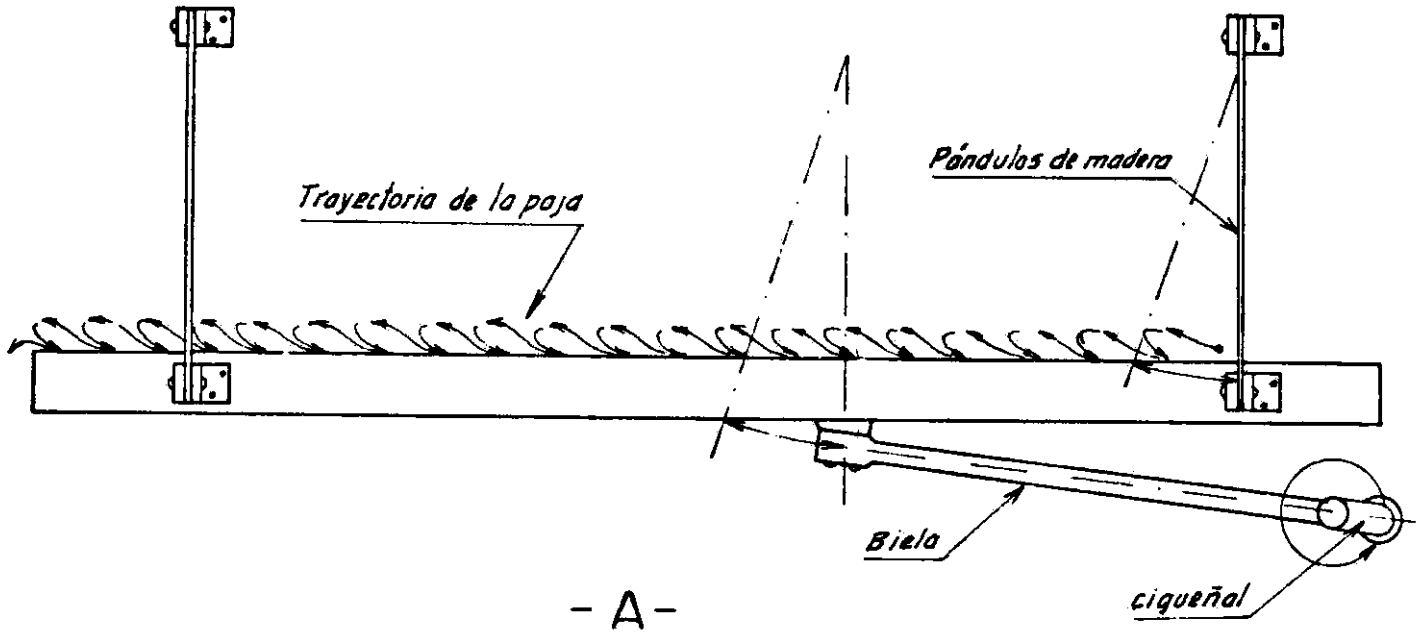


FIGURA 3. Mecanismo de separación. A) Saca-paja tipo oscilante de una sola pieza.
B) Saca-paja de secciones múltiples.

Bajo condiciones normales la mayor parte del grano trillado se separa de los residuos en el cóncavo y en la parrilla que está detrás del cilindro. En las cosechadoras modernas hasta el 90 por ciento del grano se separa en la unidad trilladora; sin embargo, una parte del grano se mezcla con la masa de residuos que sale por atrás del cilindro.

Usualmente se coloca un cilindro separador, o batidor con aletas, directamente detrás del cilindro trillador que quita la paja de su parte trasera y la distribuye en el sacapaja.

El sacapaja es un elemento que agita los residuos que salen de la unidad trilladora, sacudiendo el grano suelto y mandándolo a la unidad de limpieza, mientras que los residuos son sacados de la cosechadora.

El sacapaja tiene un movimiento alternativo de arriba hacia abajo y de adelante hacia atrás, lo que se consigue con unos dispositivos que pueden tener forma de cigueñal. Este movimiento sacude la paja para ayudar a soltar el grano que aún está entre las espigas o vainas.

El transportador de granos se localiza debajo del cóncavo prolongado hacia atrás, para recibir el grano trillado que pasa a través de las aberturas del cóncavo y el grano parcialmente trillado que es separado de la masa de residuos en el sacapaja. El transportador permite que el grano se deslice hasta las zarandas donde es so-

metido al proceso de limpieza.

3.1. FUNCIONAMIENTO.

Las pérdidas en estas unidades consisten en granos sueltos los cuales no han sido separados a medida que pasan sobre el sacapaja y zarandas y son lanzados hacia afuera de la máquina mezclados con los residuos.

En términos generales estas pérdidas no tienen muchas importancia en la recolección del maíz, principalmente debido a que la cantidad de material que entra a la máquina no es grande.

La eficiencia de la unidad depende de:

- .1. Graduación de la corriente de aire.
- .2. Condición y cantidad del material.
- .3. Graduación de las zarandas.

La corriente de aire del ventilador debe graduarse para que levante el material desde el frente las zarandas y en esta forma puede flotar hacia atrás. Una separación pobre resulta cuando los residuos permanecen solidariamente como formando una manta sobre las zarandas. La corriente de aire debe ser incrementada hasta el punto de que solamente una ligera cantidad de residuos aparezca con el grano.

Las aberturas de las zarandas deben graduarse para que permitan el paso del grano trillado a través de ellas. Si las aberturas

están muy cerradas, grandes cantidades de grano pasarán por el sinfín y elevador de retorno para regresar al cilindro trillador. Entonces, esta excesiva cantidad de material ocasiona la ruptura del grano en el cilindro.

4. UNIDADES DE LIMPIEZA

Esta unidad tiene como finalidad quitar las impurezas y residuos finos del grano trillado. Además permite que las espigas o vainas parcialmente trilladas regresen al cilindro trillador. Los componentes esenciales de esta unidad son los siguientes:

- .1. La zaranda superior.
- .2. La extensión de la zaranda superior.
- .3. La zaranda inferior.
- .4. El ventilador.

Las zarandas son elementos que tienen aberturas graduales provistas de unas pestañas metálicas. La graduación de las aberturas está relacionada con la clase de grano a cosechar así como también con su condición. Las zarandas están sometidas a un movimiento alternativo que junto con la corriente del ventilador a través de ellas, mantiene los residuos, ligeramente sobre estos elementos, moviéndola hacia la parte trasera y fuera de la máquina. FIGURA 4.

Las mazorcas parcialmente trilladas pasan sobre la zaranda

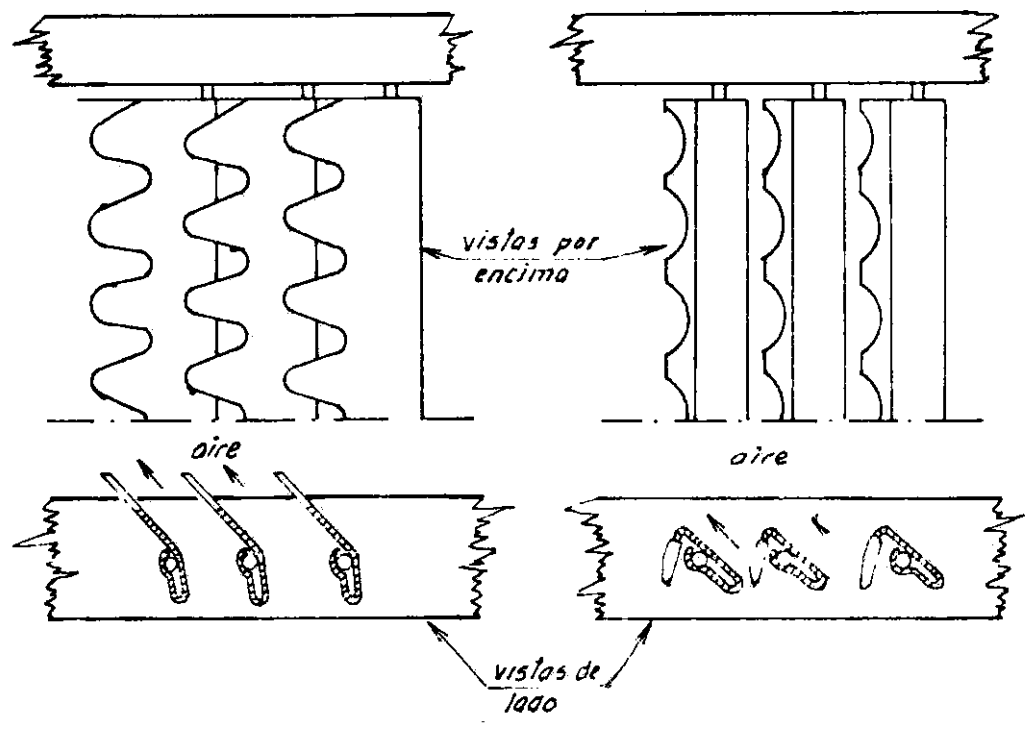
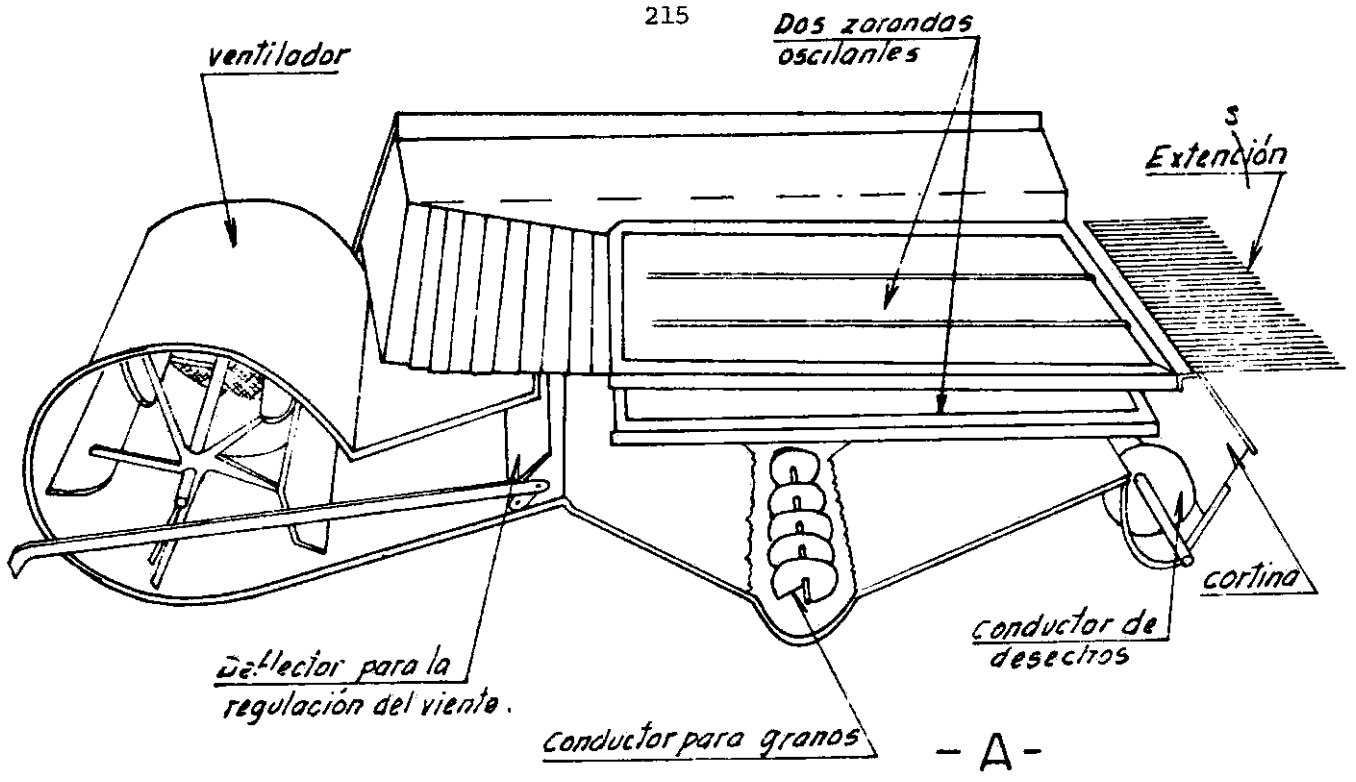


FIGURA 4. A) Unidad de limpieza. B) Vistas parciales de dos tipos de zarandas ajustables.

superior y al llegar a su extensión, caen al mecanismo de retorno, el cual las regresa a la unidad de trilla.

El grano trillado pasa en primer término a través de las aberturas de la zaranda superior para caer a la zaranda inferior y completar el proceso de limpieza.

El ventilador dirige su corriente de aire a través de las zarandas desde abajo hacia atrás para soplar las partículas de la planta que aún están mezcladas con el grano, para dejar que éste por su propio peso, y ya limpio, caiga a la unidad de entrega del grano.

El volumen de aire es controlado por medio de aletas, cuya función es la de frenar o permitir el paso de la corriente de aire. Además, el volumen de aire puede aumentarse modificando la velocidad del ventilador.

Por lo anterior, se deduce que el ventilador tiene un margen amplio de graduación para hacer frente a las variadas condiciones de cosecha (Humedad del grano, tamaño, cantidad de impurezas).

5. UNIDAD DE ENTREGA DE GRANO

Está formada por los siguientes elementos:

- .1. Sinfin de granos limpios.
- .2. Elevador de granos limpios.
- .3. Sinfin de retorno
- .4. Elevador de retorno

El sinfín de granos recibe el grano ya limpio de las zarandas y lo lleva al elevador de granos limpios, de donde es transportado al tanque de granos o directamente al empaque, según el caso.

El sinfín de retorno recibe el grano parcialmente trillado y lo lleva al elevador de retorno, de donde es transportado al cilindro para ser trillado nuevamente.

Esta unidad de la cosechadora no tiene graduaciones dependiendo su eficiencia de la calidad de los ajustes de las unidades de trilla y limpieza principalmente.

BIBLIOGRAFIA

1. BAINER, R. et al 1963. Principles of Farm Machinery. John Wiley and Sons, Inc. N.Y. London. p.p. 413-428.
2. BERLIJIN, J.D. 1965. Tractores y Maquinaria Agrícola. Maquinaria de operaciones de cosecha. Editorial de la Universidad Agraria, La Molina. Perú. Tomo V p.p.138-148.
3. JOHNSON, W.H. y LAMP, B.J. Corn Harvesting. Agricultural Consulting Associates, Inc. Wooster, Ohio. p.p.103-222.