



Las cosechadoras para
el cultivo del arroz
características y
calibración



FEDEARROZ
FONDO NACIONAL DEL ARROZ



AMTEC
Adopción Masiva de Tecnología





LAS COSECHADORAS PARA EL CULTIVO DEL ARROZ CARACTERÍSTICAS Y CALIBRACIÓN

Luis Guillermo Preciado, IAgric. M.Sc.

Alfredo Cuevas Medina, IA, M.Sc.

Carlos Riobueno Acero, IAgric. Esp.

FEDEARROZ - Fondo Nacional del Arroz

Noviembre 2018

*Editor: Iván Camilo Ávila C.
Myriam Patricia Guzmán G.*

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN

1. Época oportuna de cosecha del grano de arroz	6
2. Las mermas del rendimiento en poscosecha	8
3. La cosechadora de arroz o combinada	11
4. Funcionamiento de la cosechadora	14
5. Clasificación de las cosechadoras	17
6. Pérdidas en la cosecha de arroz	23
7. Cálculo de las pérdidas en la cosecha del grano de arroz	29
8. Calibración de la cosechadora	37
9. Recomendaciones	42
10. Cosechadoras con cabezales DRAPER	43

BIBLIOGRAFIA



INTRODUCCIÓN

La cosechadora de arroz, también conocida como segadora-trilladora o combinada es una máquina agrícola autopropulsada, sobre ruedas, desarrollada para la recolección y el trillado del grano que una vez limpio, es entregado a un medio de transporte.

Trabajos realizados por Fedearroz, han demostrado que las pérdidas que se presentan en la recolección del grano de arroz son del orden de 3 a 50%. El costo económico de las pérdidas de arroz en Colombia con un promedio del 15% que equivale a 450 000 ton/año, lo cual significaría que se puede renovar completamente el parque de combinadas en un plazo de 6 años con solo disminuir las pérdidas a la mitad.

Esta cartilla es una guía para comprender y poner en práctica la importancia de la época oportuna de cosecha, determinar las mermas, especificar los sistemas y procesos de las combinadas convencionales y las de flujo axial, así como determinar las pérdidas en la cosecha y los procedimientos para su calibración.



1.EPOCA OPORTUNA DE COSECHA DEL GRANO DE ARROZ

El grado de madurez y el contenido de humedad del grano son el factor más determinante en la cosecha del cultivo de arroz. Para determinar el momento oportuno de cosecha se deben tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

La humedad del grano. Se determina al momento de la cosecha y en la calidad molinera influye en la cantidad de grano entero, excelso o índice de pilada del arroz. Con nuestras variedades Fedearroz, se obtiene el máximo porcentaje de arroz entero cuando el grano se cosecha entre 22 al 26% de humedad. Figura 1.

Cosechar el arroz con humedad del 28% o más, ocasiona un aumento en las pérdidas por recolección hasta del 8%, debido principalmente a que los granos verdes están más adheridos a las panículas que los granos maduros, además, el contenido de impurezas puede llegar hasta el 10%.(Trabajos realizados por FEDEARROZ)



Figura 1. Promedio del Índice de pilada según la Humedad de Cosecha para diferentes variedades de FEDEARROZ.

El porcentaje de arroz yesado y centro blanco. Se considera yesado al grano entero en el cual la mitad o más, presenta aspecto opaco como de yeso o tiza. El centro blanco, es el grano de arroz entero de apariencia cristalina que presenta en su parte ventral interna una mancha blanca almidonosa, y se determina sumando la cantidad de arroz con centro blanco y la cantidad de arroz yesado.

El grano partido. Cuando se cosecha arroz muy temprano, se aumenta el grano yesado y por lo tanto en el proceso de molinería aumenta significativamente el grano partido. Esto es causa de pérdida económica tanto para el agricultor que ve castigado su producto en el molino, como para el molinero, ya que su producto final el arroz blanco, será de mala calidad y apariencia. Cuando se cosecha muy tarde se aumenta la cantidad de grano partido o arroz grifo.

2. LAS MERMAS DEL RENDIMIENTO EN POSTCOSECHA.

La genética es una ciencia para la obtención y el desarrollo de las variedades, el programa de fitomejoramiento del arroz del Fondo Nacional del Arroz, estima obtener cada 8 a 10 años una nueva variedad con excelentes características molineras y culinarias, por lo tanto la responsabilidad de los productores es hacer un buen manejo del cultivo para conservar la identidad y pureza genética de los materiales entregados.

En el caso de la recolección y entrega en el puesto de compra se pueden presentar tres situaciones: que el arroz este verde, que este en su punto de madurez fisiologica o que este pasado de corta, el cual es determiando por el análisis de laboratorio y la respectiva liquidación de la venta. La tabla de recibo para las condiciones de Colombia es del 24% a 25% de humedad y el 4% al 5% de impurezas. A continuación, calculamos las mermas por humedad y por impurezas en dos escenarios:

2.1 **MERMA POR HUMEDAD.** Con el siguiente ejemplo observemos las implicaciones que tiene para el productor vender el arroz con el 28% de humedad, asumiendo un rendimiento de 6000 kg/ha y un precio por kilogramo de arroz paddy verde de \$ 900.00 y teniendo en cuenta la tabla de recibo 24% de humedad:

$$6.000 \text{ kg/ha} \times (100\% - 28\% \text{de humedad})$$

$$WF = \frac{\text{---}}{(100\% - 24\% \text{ humedad})}$$

$$WF = 5.684,2 \text{ kg (PESO FINAL)}$$

$$\text{Descuento} = 6.000 \text{ kg/ha} - 5.684,2 \text{ kg} = 315.8 \text{ kg de merma en rendimiento}$$

Ahora observemos el ejemplo cuando se vende el arroz con mayor impureza:

2.2 **MERMA POR IMPUREZAS.** Calculemos las mermas cuando un productor vende su arroz con el 8% de impurezas, teniendo en cuenta que el valor de recibo de 4% y rendimiento de 6 000Kg/ha:

$$WF = \frac{6.000 \text{ kg/ha} \times (100\% - 8\% \text{ impurezas})}{(100\% - 4\% \text{ impurezas})}$$

$$WF = 5750 \text{ kg}$$

$$\text{IMPUREZAS} = 6.000 \text{ kg} - 5.750 \text{ kg} = 250 \text{ kg}$$

$$\text{MERMA TOTAL (humedad + impurezas)} = 315,8 + 250 \text{ kg} = 565,8 \text{ kg}$$

COSTO DE LA MERMA = 565,8 kg X \$ 900/kg = \$ 509. 220, pérdida del productor por humedad e impurezas por hectárea.

Recordemos que se calcula en 8% las pérdidas por recolección en el sistema de trilla que equivalen a \$432 000/ha, para una pérdida total de \$941.400.00 asumiendo de igual manera los costos de transporte del agua y las impurezas de la finca al punto de compra, estas pérdidas pueden superar \$1.000. 000 por hectárea.

Amigo productor recuerde:

El arroz cosechado después de su punto de madurez (con el 20% o menos de humedad), incrementa las pérdidas en la recolección, hasta en un 7%, especialmente en los sistemas de corte y de limpieza, en el primero por desgrane y en el segundo por el grano seco y liviano es expulsado fácilmente por el ventilador.

Cuando la diferencia en el día las temperaturas máximas y mínimas, y la

humedad relativa es alta se producen granos grifos o agrietados; cuando esto ocurre el productor es castigado en el molino y el industrial pierde por que al aumentar el grano partido se baja la calidad del producto final, el costo del arroz partido disminuye en 50% con respecto al arroz entero.

2.3 MERMAS POR HUMEDAD E IMPUREZAS EN ARROZ PASADO DE CORTA.

Al igual que en el caso anterior veamos como se liquida un arroz cosechado pasado de corte con el 18% de humedad y el 2% de impurezas, asumiendo un rendimiento de 6000kg/ha y teniendo en cuenta la tabla de recibo de 24% de humedad:

2.3.1 MERMA POR HUMEDAD

$$WF = \frac{6.000 \text{ kg/ha} \times (100\% - 18\% \text{ humedad})}{(100\% - 24\% \text{ humedad})}$$

$$WF = 6.474 \text{ kg}$$

$$\text{SECADO EN EL LOTE} = 474 \text{ kg}$$

2.3.2 MERMA POR IMPUREZAS

$$WF = \frac{6.000 \text{ kg/ha} \times (100\% - 2\% \text{ impurezas})}{(100\% - 4\% \text{ impurezas})}$$

$$WF = 6.125 \text{ kg}$$

$$\text{IMPUREZA} = 125 \text{ kg}$$

MERMA TOTAL = 474 kg + 125 kg = 599 kg

COSTO DE LA MERMA = 599 kg X \$ 900.00/ kg = \$ 539.100.00 por hectárea, es el precio que el productor está perdiendo por cosechar muy tarde, ya que está perdiendo la oportunidad de vender de acuerdo a la tabla.

3.LA COSECHADORA DE ARROZ O COMBINADA

La combinada por sus unidades de cosecha y trilla, sumado a los sistemas de autopropulsión, tren de fuerza, sistema eléctrico y sistema hidráulico se convierte en una maquina compleja. A través de los años se ha introducido nuevos mecanismos de alta tecnología para lograr mayor eficiencia en las labores y reducción de las pérdidas durante la cosecha.

3.1 Componentes de la cosechadora.

La cosechadora o combinada está compuesta por seis sistemas integrados: la alimentación, la trilla, la separación, la limpieza un sistema de retrilla y una tolva de almacenamiento. Figura 2. Cada sistema está conformado por partes fundamentales que lo componen (MON, 2016)

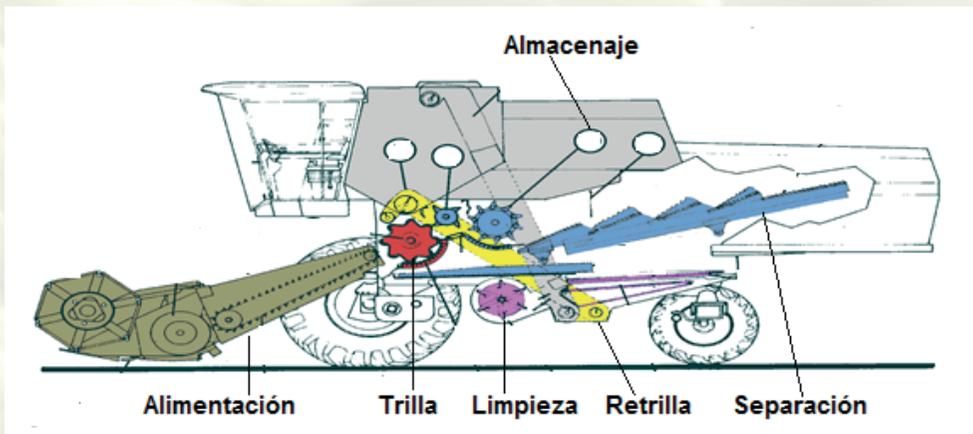


Figura 2. Sistemas que componen la cosechadora

3.2 *Sistema de alimentación* Está compuesto por la plataforma de corte en donde se encuentra la barra de corte, el molinete y el tornillo sinfín. La barra de corte consta de un juego de cuchillas en una barra oscilatoria donde las cuchillas se encargan de cortar el arroz el molinete gira sobre un eje central para evitar la pérdida de los granos, mientras que el tornillo sinfín, mediante los dedos retráctiles y el acarreador conduce el grano hacia el centro de la máquina. Figura 3

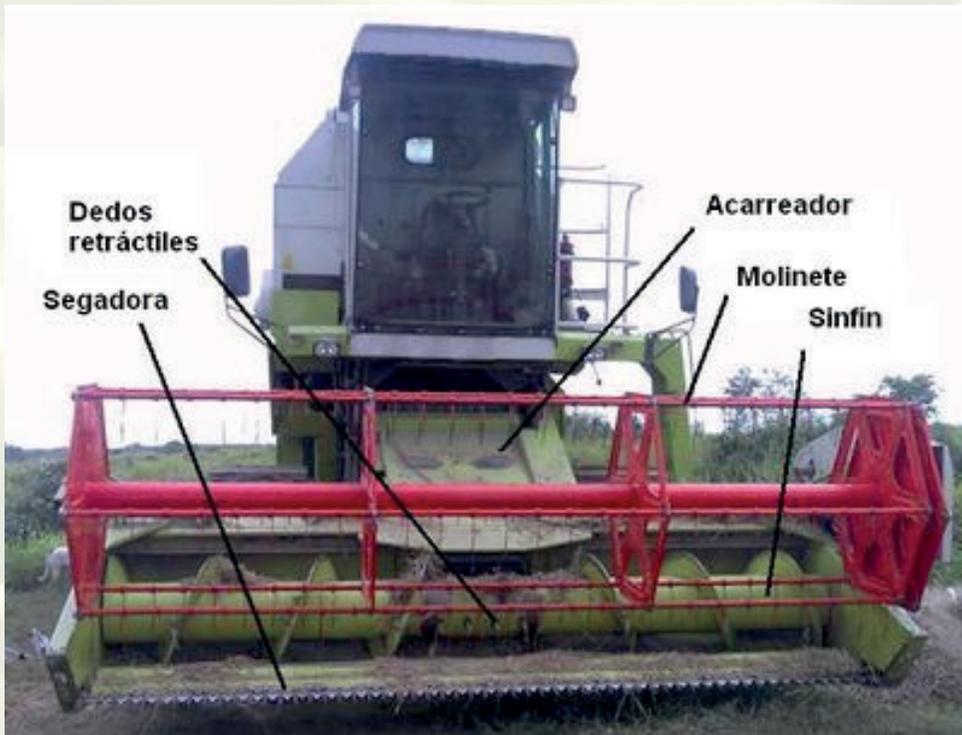


Figura 3. Componentes del sistema de alimentación

Sistema de trilla. Se encarga de separar el grano de la paja por medio de un cilindro desgranador y el cóncavo, capaces de separar los granos de la paja. El cilindro desgranador está compuesto por barras longitudinales con dedos verticales que se insertan sobre el cilindro cóncavo. El número de revoluciones del cilindro es importante para una trilla eficiente para evitar pérdida del grano, así como su rotura del mismo. Figura 4

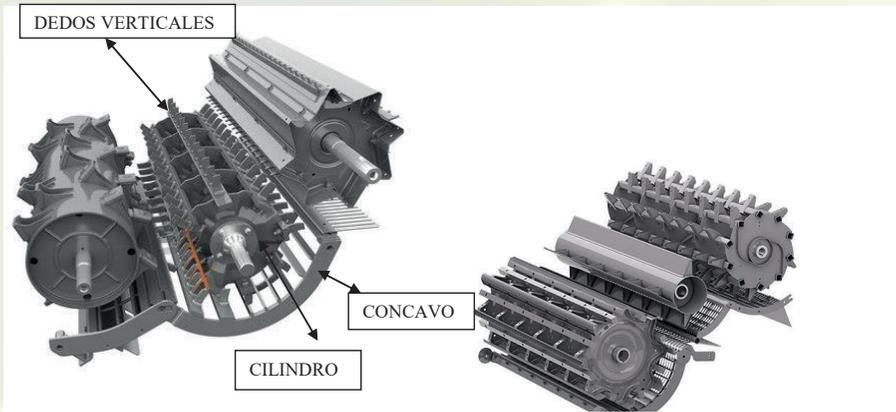


Figura 4. El sistema de trilla

3.3 Sistema de separación y de limpieza. Se encarga de eliminar la paja y limpiar el grano del resto de las impurezas. Esto se logra mediante los sacudidores y la caja de limpia. Los sacapajas se componen de una o varias cribas para extraer los granos restantes de la paja. Las rejillas en movimiento filtran los granos para luego ser trasladados hacia el sistema de limpieza. Figura 5

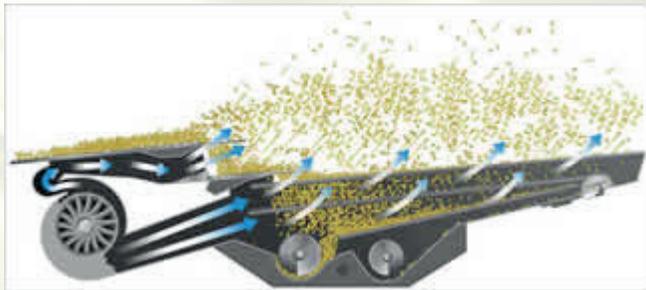


Figura 5. Sistema de separación y limpieza de la cosechadora

3.4 Sistema de retrilla. Mediante un sistema de retorno, el material que no se ha trillado óptimamente se transporta de nuevo al cilindro de trilla, lo que garantiza una retrilla efectiva. Como la bandeja de separación y el cilindro de trilla tienen la misma anchura se debe usar la máxima capacidad de limpieza.

3.5 Sistema de almacenaje. Compuesto por un tanque o depósito de grano diseñado para obtener los rendimientos de paddy, y el llenado del tanque es uniforme con la ayuda de un sinfín. Las cosechadoras modernas, tienen dos sensores que indican nivel de llenado en el tanque y su diseño permite al operador visualizar el interior del depósito.

4. FUNCIONAMIENTO DE LA COSECHADORA.

En forma sencilla, se muestra las principales partes que componen los sistemas de una combinada. Figura 6.

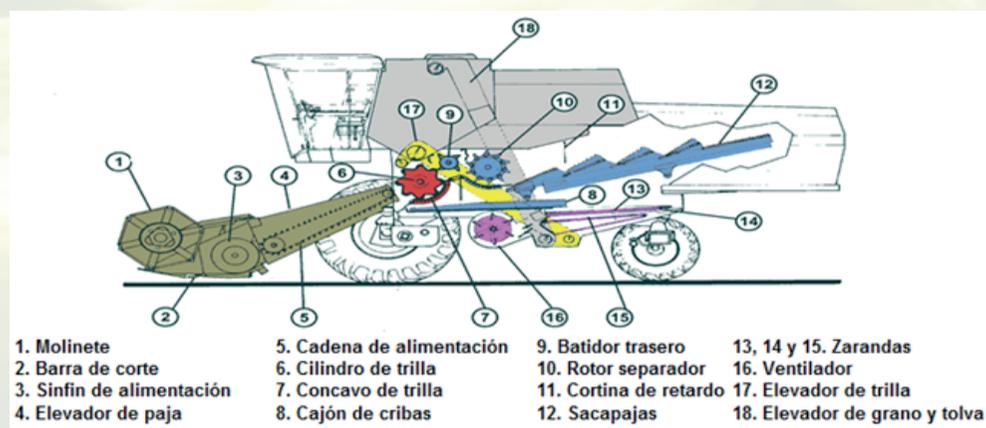


Figura 6. Componentes de los sistemas de la cosechadora o combinada, modificado de OM, 2016

Las cosechadoras son usadas en diferentes cultivos, son las encargadas de recoger sus frutos y realizan cinco funciones: corte, trilla, separación, limpieza y manejo del grano.

En el esquema se puede apreciar el flujo de lo cosechado en donde se representa mediante flechas por colores: el negro, indica el flujo de las pániculas y follaje cortados, el rojo, muestra el flujo del grano dentro de cada uno de los sistemas, en verde el flujo de la paja, en azul la granza y en color amarillo el sistema de retorno. Figura 7

El molinete, será el encargado de que los tallos de los cereales vayan agrupándose y pasando por una barra de corte, esta barra cortara los tallos dejando sobre una plataforma la parte superior que se ha cortado, la plataforma moverá todo el arroz cortado hasta un nuevo conductor, que a su vez trasladará las plantas a un mecanismo especial para trillar. En este momento se produce el trillado, en el que los granos de arroz y la paja se separan, siendo expulsada esta última por la zona trasera de la cosechadora, Finalmente el grano van a parar a una zona de limpieza y separación, para luego pasar a ser almacenado. Figura 7, (F.M.O, 2016)

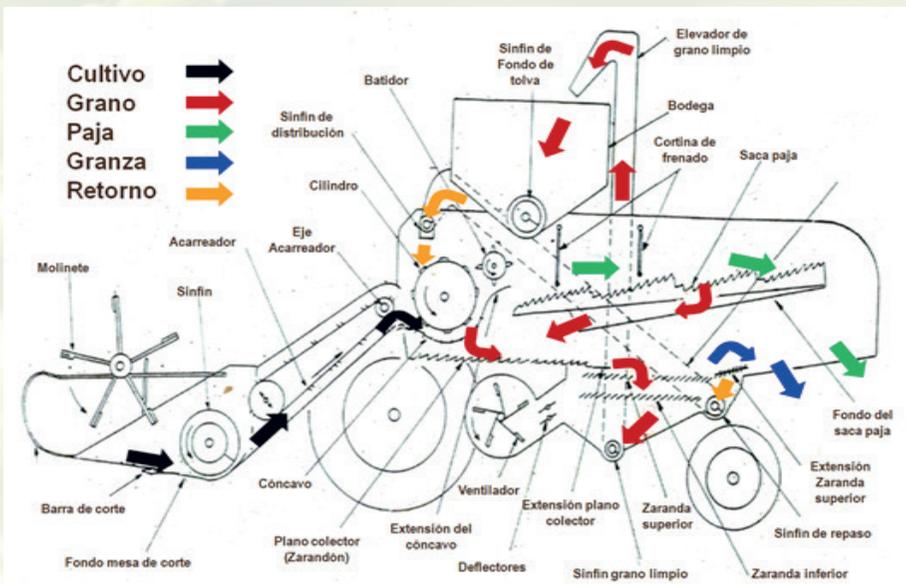


Figura 7 funcionamiento de la cosechadora de arroz

La máquina combinada cumple las operaciones de corte, elevación, trilla, separación, limpieza y entrega en bultos o a granel y consta de mecanismos especializados para cada operación. Así, un cabezote formado por un molinete giratorio aproxima las plantas a la barra de corte, donde las panículas son conducidas por un sinfín doble hacia el centro de la canoa; aquí las toman unos dedos retractiles que, colocados sobre una cadena transportadora, alimentan el sistema de trilla, formado por dos cilindros: uno de dientes giratorios y otro cóncavo fijo; la abrasión de las panículas contra el cilindro

cóncavo las desgrana y tritura los desechos. La mayoría de los granos pasa a través del cilindro cóncavo y es elevada al tanque para su disposición final; los granos que quedan son alojados en el sistema de separación, compuesto de varias rejillas de movimiento en zigzag (zacapajas), que desecha la paja hacia el campo. (figura 8)



Figura 8. Molinete y sistema de corte en la cosechadora

Existen varios tipos de cilindros desgranadores el de dientes y el de barras. Debiendo ser la medida correcta para que los granos no se rompan pudiendo manejar dicha medida según el grano que se coseche, para el cultivo de arroz se usa el cilindro de dientes y para el maíz cilindro de barras.

En el Mecanismo de separación y limpieza, los sacudidores, el grano que no se ha separado anteriormente en la trilla, se realiza en este proceso, pasando por un conjunto de cribas, según la máquina, que van haciendo que los granos caigan y la paja que queda sea expulsada al exterior.

Finalmente se realiza otra limpieza dentro de este lugar para eliminar restos de pequeñas impurezas.

5. CLASIFICACION DE LAS COSECHADORAS

Las cosechadoras tradicionales dependen de poleas y correas, las versiones modernas incluyen controles electrónicos y energía hidráulica. Hay un sistema internacional de clasificación de las cosechadoras por su potencia. Tabla 1.

Tabla 1. Sistema internacional de clasificación de las cosechadoras

DEFINICIÓN DE CLASES DE COSECHADORAS		
CLASE	POTENCIA DEL MOTOR (Horse Power)	EJEMPLOS
Clase 9	> 462	New Holland CR980, Class Lexion 580
Clase 8	375 a 410	John Deere 9860 STS, Class Lexion 570
Clase 7	323 a 374	MF9795, New Holland CR9060, John Deere 9760 STS
Clase 6	268 a 322	Class Mega 370, MF 9695, CASE AF 2399
Clase 5	267 a 215	Class Mega 340, John Deere 1550, New Holland TC59
Clase 4	214 a 180	New Holland TC57, John Deere 1175, Class Medion 310
Clase 3	< 180	Zukai 4LZ600, Word , Kubota DC70G

Para este caso clasificaremos las cosechadoras por su sistema de trilla en: convencionales y axiales, y por su tamaño según la potencia en: convencionales y pequeñas (Braghini, 2009)

5.1 Clasificación por el sistema de trilla

5.1.1 *Cosechadoras convencionales.* Las cosechadoras convencionales incluyen un cilindro montado de forma cruzada o perpendicular a la dirección en que la cosechadora está dirigiéndose. El cultivo a ser cosechado es después puesto dentro del cilindro de manera que tiene una oportunidad, o aproximadamente un tercio de la rotación del cilindro, para ser trillado. Después de esto, los sacapajas y zarandas separan la paja de los granos. Figura 9



Figura 9. Sistema convencional de trilla

La trilla convencional trabaja con un cilindro perpendicular a la dirección del desplazamiento de la cosechadora y en 120 grados de superficie de cóncavo el material es acelerado, friccionado y trillado. De esta manera, la agresividad de trilla es siempre determinada por el grano más húmedo porque se tiene que trillar en 120 grados, no alcanza a dar la vuelta. Es decir, el material entra tangencialmente al cilindro trilla entre el cóncavo y el cilindro, desgrana la planta, el grano con la granza se cuelan y la paja sigue hasta los sacapajas. Allí se bate la paja para que los granos que quedan caigan por gravedad y vuelvan al cajón de limpieza. En este sistema no hay posibilidad que el grano más seco y susceptible a la rotura tenga un tratamiento diferencial.

5.1.2 *Cosechadoras axiales.* Las cosechadoras rotatorias normalmente poseen un cilindro más grande, montado a lo largo de la dirección que la cosechadora se dirige, en vez de perpendicular. El cultivo es puesto dentro del cilindro de manera que este se revuelve dentro del cilindro, o del rotor, y la cóncava hasta que el arroz está completamente trillado y separado. Este tipo de cosecha es más gentil con los granos que los métodos convencionales, por lo que se consiguió un producto de mejor calidad. Figura 10.



Figura 10. Sistema de trilla axial

En la trilla axial, el cilindro tiene un rotor con un cóncavo de 150 grados de envoltura pero el material en la superficie de trilla da seis vueltas, es decir, pasa seis veces por el cóncavo, por lo que tiene seis veces más posibilidad de trillarse. Esto permite darle a cada grano el tratamiento correspondiente. Cuando se cosecha una soja, trigo o un maíz cuyo grano tiene un 14% de humedad, existen plantas y granos que se secaron antes y tienen 11% de humedad y otras que se secaron después con 16% de humedad, entonces, el grano de arroz, en la primera vuelta se trilló, el que está un poquito más húmedo se trilla en la segunda y el más húmedo de todo se trilla en la última vuelta, Se logra que cada grano tenga la agresividad de trilla que necesita, dándole la posibilidad de que la muestra salga con menores daños mecánicos.

La trilla convencional trabaja con un cilindro transversal y en 120 grados de superficie de cóncavo el material es acelerado, friccionado y trillado. De esta manera, la agresividad de trilla es siempre determinada por el grano más húmedo porque se tiene que trillar en 120 grados, no alcanza a dar la vuelta. Es decir, el material entra tangencialmente al cilindro trilla entre el cóncavo y el cilindro, desgrana la planta, el grano con la granza se cuelan y la paja sigue hasta los sacapajas. Allí se bate la paja para que los granos que quedan caigan por gravedad y vuelvan al cajón de limpieza. En este sistema no hay posibilidad que el grano más seco y susceptible a la rotura tenga un tratamiento diferencial. Este trabajo extra demanda un gasto de energía extra. Una máquina axial puede tener un poco más de desgaste porque tiene más fricción, generalmente por tonelada cosechada puede consumir algo

más de energía porque da doce vueltas (una máquina axial da seis vueltas en la trilla y seis en la separación). Figura 11

La axial en condiciones de trilla de baja humedad en un cultivo en buenas condiciones y sin malezas es muy eficiente y brinda un tratamiento muy suave y permite obtener una muy buena calidad de granos. Aunque tiene como defecto que es un sistema muy pesado para cuando el material está húmedo porque da muchas vueltas dentro del cilindro. Mientras que en un sistema tangencial o convencional tarda centésimas de segundo en pasar el material por el cilindro, en el axial tarda algunos segundos de mas .Figura 12

VENTAJAS DEL SISTEMA DE FLUJO AXIAL EN COSECHADORAS

- Cosecha de mejor calidad
- Desgrane giratorio suave, en varias etapas
- Excelente calidad del grano
- Mayor productividad
- Los rudos sistemas convencionales cilindro – cóncavo tienen que desgranar todo con menos de medio giro del cilindro
- Flujo continuo y consistente del material cosechado
- Mayor uniformidad en la alimentación
- Menor desgaste de los componentes de desgrane
- Menor consumo de combustible
- Disminución de pérdidas hasta del 100% en el sistema de trilla.



Figura 11.
Cosechadora con
sistema de flujo axial



Figura 12 cosechadora con tableros y sensores de pérdidas para calibrarla desde la cabina de mando

5.2 *Por la Potencia:* En las últimas décadas las combinadas han tenido múltiples modificaciones en sus sistemas siendo más eficientes y reduciendo las pérdidas de la cosecha. Además, se han mejorado las condiciones de comodidad para la operabilidad. Para efectos de determinar la metodología para determinar las perdidas en la recolección dividiremos las cosechadoras en dos: las convencionales cosechadoras de 160 a 300 HP y las combinadas pequeñas de 60 a 80 HP cosechadoras livianas (pequeñas) nuevas.

5.2.1 *Convencionales.* Son cosechadoras con potencia de 160 a 300 HP, son maquinas pesadas cuyo desplazamiento lo hacen a través de ruedas de caucho y para condiciones de operación en suelos humedos o anegados lo hacen a través de orugas metálicas. Originalmente vienen para cosecha a granel pero en alguna regiones han sido modificadas para ensacar. Figura 13



Figura 13. Cosechadoras combinadas convencionales

5.2.2 *Combinadas pequeñas.* Cosechadoras con potencia $< 100\text{HP}$, son maquinas livianas muy versátiles, de mayor agilidad y su desplazamiento lo hacen a través de orugas de caucho. Por su bajo peso los terrenos son menos compactados y aun en condiciones de humedad se mantiene la nivelación del suelo. La cosecha se hace a granel, por su tolva de baja capacidad, requieren de tolvas adicionales de almacenamiento. Figura 14



Figura 14. Diferentes modelos de combinadas pequeñas o livianas

6. LAS PERDIDAS EN LA COSECHA DEL ARROZ

El cultivo de arroz puede durar desde la siembra hasta su recolección entre 90 y 140 días dependiendo del ambiente en la zona de producción. En su última etapa, de maduración (aproximadamente 30 días) se pueden tener pérdidas representativas por no tener en cuenta características importantes como: el momento oportuno de la cosecha y la calibración de cosechadoras. Así, el desconocimiento de estos aspectos ha llevado a grandes pérdidas de dinero por falta de planificación durante la campaña.

En las combinadas se presentan significativas pérdidas de grano que están relacionadas con factores tales como ajuste y controles incorrectos de sus mecanismos, desgaste de la máquina y descuido o inexperiencia por parte del operador. Las pérdidas son de varias clases, están de acuerdo con el punto donde se presenten y pueden ser naturales, como son el desgrane y el volcamiento o acame de las plantas, se presenta en el cabezote, cuando la acción del molinete o de la barra de corte es incorrecta, o en la trilla a causa de las panículas que son desechadas por el sacapajas; finalmente hay pérdidas de limpieza por fugas de paddy, producidas por un incorrecto caudal de aire que expulsa los granos de la combinada.

Los ajustes previos a la cosecha están sujetos a las condiciones del cultivo, a la variedad, humedad de cosecha, características físicas de los suelos y clima que determinan la velocidad de operación de la máquina.

Aspectos importantes que contribuyen a las pérdidas en la cosecha:

- La siembra de lotes de grandes áreas (>100 hectáreas) dificulta la cosecha del grano en su grado de humedad óptimo, ya que se puede empezar a cosechar con humedades alrededor de 24% y terminar la cosecha con 16% de humedad.
- El desconocimiento del parque de combinadas en la región y su difícil adquisición o alquiler en el momento oportuno de la cosecha.

- No contar con equipos de laboratorio (medidor de humedad e impurezas) en el momento de la recolección.
- Desconocimiento de las características fisiológicas de las variedades, al igual que la época y el momento oportuno de cosecha de las mismas.

Las pérdidas las clasificaremos en dos: pérdidas naturales y pérdidas causadas por las combinadas

Las Pérdidas naturales (PN)

Las pérdidas naturales son aquellas provocadas por diferentes factores como inundación permanente, los vientos fuertes, las lluvias, los pájaros, los roedores o por enfermedades, y se manifiestan como granos caídos, antes de que la cosechadora entre en el área de cosecha. Estas pérdidas son de difícil control. Figura 16.



Figura 16 Pérdidas ocasionadas por volcamiento del arroz

6.1 PÉRDIDAS OCASIONADAS POR LA COSECHADORA.

Son causadas por los sistemas de la maquina durante la labor de cosecha. Las pérdidas de grano se presentan en el cabezote o mesa de corte, en el

sistema de trilla, en los sacapajas, en la unidad de limpieza y perdidas por partes dañadas o fugas .

Perdidas en el cabezote: Se debe al mal estado de las cuchillas y guardas (figuras 17 y 18), cuando se reemplazan los dedos retractiles por varillas o cauchos (figura 18), por alta o baja velocidad del molinete, altura del molinete, poca o excesiva velocidad de la combinada; estas pérdidas se manifiestan como grano suelto en el suelo y panículas sin cortar en el lote. Figura 23.



Figura 17 Cuchillas y guardas mal dirigidas y en mal estado



Foto 2: Izquierda: Cuchilla en buen estado
Derecha: Cuchilla en mal estado



Foto 3: Cuchillas y guardas en mal estado, cuchilla partida.

Figura 18 cuchillas en buen estado y mal estado



Figura 19. Reemplazo de los dedos retractiles por varillas



Figura 20 caracol con dedos retractiles en buenas condiciones



Figura 21. Molinete sin ganchos y en mal estado

6.1.1 *Pérdidas en la trilla.* Se deben a la inapropiada separación cilindro - cóncavo, falta o mal estado de los dientes del cilindro y el cóncavo, a la alta o baja velocidad del cilindro. Estas pérdidas se observan como panículas sin trillar o parcialmente trilladas, que van con la paja en el sacapajas y grano partido en el saco o tolva. Figura 22

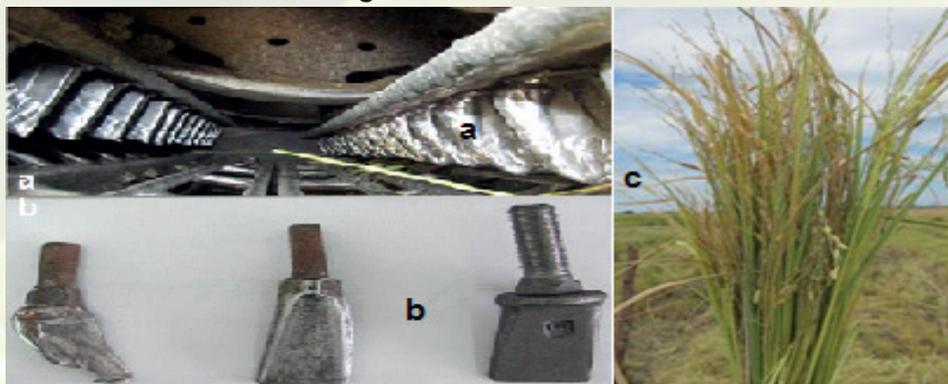


Figura 22. Dientes del cilindro cóncavo: a) dientes en mal estado, b) comparativo entre diente nuevo y en mal estado, c) panícula parcialmente trillada

6.1.2 *Pérdidas por separación y limpieza.* En los sistemas de separación y limpieza, las pérdidas se deben a la velocidad excesiva de la máquina, muy alta o muy baja velocidad del ventilador, muy cerradas o muy abiertas la zarandas, estas pérdidas se observan como granos sueltos en el suelo debajo de la estela de tamo y como pedazos de tallos y hojas en el saco o la tolva. Figura 21.



Figura 23. Pérdidas por separación y limpieza: granos en el suelo

6.1.3 *Pérdidas por fugas en la combinada.* Las fugas se pueden presentar en cualquier estructura de los sistemas de la máquina y son debidas a la ruptura en sus partes por el efecto abrasivo de los granos. Por general son frecuentes en los elevadores o en la mesa de corte, en la figura 24 se aprecia la canoa donde se encuentra el caracol y se presenta una ruptura, la cual por encontrarse con material de recolección no se aprecia y al pasar la combinada queda recubierto con el tamo, la cual camufla esta pérdida que pueden llegar a superar los 300 kg/ha.



Figura 24. Pérdidas por rupturas en la combinada o fugas

7. CALCULO DE LAS PERDIDAS DURANTE LA COSECHA DEL GRANO DEL ARROZ

Para calcular las pérdidas ocasionadas en la cosecha por la combinada se requieren de algunos instrumentos y materiales de medida, que todo productor debe tener en su finca para usarlos en cada campaña de cosecha:

- Tacómetro
- Calibrador pie de rey
- Cinta métrica
- Marco de 25 cm x 25 cm
- Balanza gramera
- Bolsas plásticas
- Estacas o piquetes de 50 cm
- Cabuya o nylon de 4 m

A continuación, se describen los procedimientos y tablas de medida para las cosechadoras convencionales y las livianas o pequeñas.

Para calcular las pérdidas se procede de la siguiente manera:

7.1 *Calculo de las pérdidas naturales (PN).*

En cuatro sitios no cosechados, alejados de cercas y del paso de personas o animales, se recogen todos los granos que haya en el piso utilizando un marco fijo de 25 cm x 25 cm y se pesan y se promedia para un marco; las pérdidas naturales serán:

A = Peso de los granos recogidos (kg)

PN = pérdidas Naturales (kg/ha)

$$PN = \frac{A \times 10.000}{0.0625}$$

7.2 *Pérdidas ocasionadas por la cosechadora.* Para calcular las pérdidas debidas a la máquina, haga que el combinador avance en línea recta trabajando dentro del lote y todos sus sistemas estén operando en 50 m, retroceda unos 10 m y mientras se realiza la evaluación, la máquina puede continuar cortando en otro sitio de muestreo para posteriormente realizar otra evaluación.

Pérdidas en el cabezote (PC).

En el área correspondiente a la mesa de corte, se coloca el marco de 25 cm x 25 cm y se recogen y pesan todos los granos que haya en el piso sin olvidar que, entre estos, están los granos debidos a las pérdidas naturales.

PC = Pérdidas debidas al cabezote (kg/ha)

B = Peso de los granos recogidos (kg)

PN = Pérdidas naturales (kg/ha)

$$PC = \frac{B \times 10.000}{0,0625} - PN$$

PARAMETROS DE OPERACIÓN DEL MOLINETE

Si el molinete es de tabletas, los extremos deben situarse próximos a las panículas más bajas y delante de la barra de corte.

En cultivos erectos, el molinete debe estar situado de 15 a 20 cm delante de la barra de corte. En el caso de cultivos caídos o acamados, debe aumentarse un poco la distancia mínima y esta puede ser de 22 a 30cm, mientras que los ganchos del molinete deben pasar a una distancia entre 5 y 8 cm de la barra de corte.

La velocidad del molinete depende de la velocidad de la cosechadora. La relación entre la velocidad del molinete y de la combinada se conoce como índice del molinete (\square) y debe estar entre 1.25 y 1.75. En ensayos realizados

en diferentes zonas arroceras de Colombia con rendimientos alrededor de 6 000kg/ha se ha encontrado que un índice del molinete esta entre 1.8 a 2.2, con una velocidad de la cosechadora de 3.0 km/hr dando buenos resultados de operación. Para cosechadoras livianas y nuevas se ha encontrado índices del molinete entre 1.2 a 1.5 con velocidades de la cosechadora entre 4.0 y 4.5 km/hr. Figura 25.



Figura 25. Cálculo del índice del molinete

Pérdidas en la trilla (Pt)

Para esta evaluación se trabaja sobre la estela de tamo que sale por la cola de la combinada. Con las estacas y cabuya se traza un rectángulo de 50 cm

$$\text{INDICE DEL MOLINETE} = \frac{\text{Velocidad del molinete (m/min)}}{\text{Velocidad de la combinada (m/min)}}$$

del ancho del tamo por el ancho de la cola de la combinada (W2). Las pérdidas en la trilla se calculan recogiendo del tamo, las panículas sin trillar o parcialmente trilladas, se desgranar y pesan. Se debe tener presente que este tamo es el producto del material cortado por el cabezote que tiene un ancho de operación (W1), por lo que, es necesario para el cálculo tener en cuenta la relación ancho de corte por ancho de la cola de la combinada.

$$PT = \frac{C \times 20\,000}{WI}$$

PT = Pérdidas en la trilla (kg/ha)

C = Peso de los granos recogidos (kg)

WI = Ancho del cabezote (m)

Para el cálculo de las pérdidas en la trilla y facilitar su determinación utilice los cálculos presentados en la tabla 3. Un ejemplo de esto: si contó 350 granos y está usando una máquina de 14 pies (4.27 m), entonces $PT = 53.68$ kg/ha. Esto es clasificado como un rango alto de pérdidas

7.3 Pérdidas en la separación y limpieza (PSL)

En el mismo rectángulo de 50 cm por W2 (ancho de la cola de la combinada en m) se aparta el tamo y del suelo se recogen todos los granos que haya en el suelo, sin olvidar que allí también están los granos debidos alas pérdidas naturales y del cabezote:

$$PSL = \frac{20.000 \times D}{WI} - \frac{(PN + PC) W2}{WI}$$

PSL = Pérdidas en la separación y limpieza (kg/ha)

D = Peso de los granos recogidos (kg)

PN = Pérdidas naturales (kg/ha)

PC = Pérdidas en el cabezote (kg/ha)

WI = Ancho del cabezote (m)

W2 = Ancho de la cola de la combinada (m)

Las pérdidas debidas a los sistemas de separación y limpieza se pueden calcular utilizando la Tabla 3. Ejemplo, si se contaron 1500 granos y se usa una máquina de 14 pies (4.27 m).

$$PSL = P(\text{Leído en la Tabla 2}) - (PN + PC) / WI$$

Si encontramos 10 granos de perdidas naturales en un marco de 25 x 25 cm en la tabla 2 se tienen perdidas de 52 kg/ha, y en el cabezote 140 granos que equivale a unas perdidas de 728.7 kg/ha tabla 2

$$\text{PSL} = \frac{229.5 - (52 + 728.7)}{4.27} = 46.66 \text{ kg/ha}$$

Si no se encuentra directamente el número de granos en la Tabla 3, es necesario multiplicar el número de granos recogidos por 0.178; 0.164 ó 0.153, para anchos de corte de 12, 13 y 14 pies respectivamente.

Las pérdidas totales (PT). Se calculan sumando el conjunto de perdidas en cada uno de los sistemas de la máquina y deben ser máximos del 3% de la producción esperada

$$\text{PT} = \text{PC} + \text{PT} + \text{PSL}$$

Amigo productor, si no dispone de una balanza gramera para el pesaje de las muestras, se proceda de la siguiente forma:

Cuente los granos recogidos que corresponden a las pérdidas naturales (PN), y vea la tabla 2, de allí obtenga el valor de las pérdidas. Ejemplo, si se recogen 10 granos en el marco fijo entonces las perdidas naturales (PN)= 52 kg/ha

Usando la misma tabla, determine las pérdidas en el cabezote (PC), si contó 150 granos en el marco equivale a perder:

$$\text{PC} = \text{P (Leído en la Tabla 1)} - \text{PN}$$

$$\text{PC} = 780.7 - 52 = 728.7 \text{ kg/ha}$$

En caso de no encontrar en la tabla el número de granos leídos, multiplique el número de granos por 5.21 para obtener las perdidas naturales (PN) y en el cabezote (PC).

Tabla 2. pérdidas naturales y en el cabezote para una combinada convencional

Numero de Granos (25cm ²)	Perdidas Kg/Ha	RANGO
10	52.0	
20	104.1	ACEPTABLE
30	156.1	
40	208.2	
50	260.2	A
60	312.3	L
70	364.3	T
80	416.4	O
90	468.4	
100	520.5	M
110	572.5	U
120	624.6	Y
130	676.6	
140	728.7	A
150	780.7	L
160	832.8	T
170	884.8	O
180	936.9	
190	988.9	C
200	1041.0	R
210	1093.0	I
220	1145.1	T
230	1197.1	I
240	1249.2	C
250	1301.2	O
FACTOR	5.21	

Tabla 3. Perdidas de arroz en el sistema de trilla separacion y limpieza para una combinada convencional

No de Granos (25 x 25 cm)	ANCHO DE CORTE (PIES - m)			
	12 Pies (3.66m)	13 Pies (3.96m)	14 Pies (4.27m)	RANGO
10	1.78	1.64	1.52	A
20	3.56	3.28	3.05	C
30	5.34	4.93	4.57	E
40	7.12	6.57	6.10	P
50	8.89	8.21	7.62	T
60	10.67	9.85	9.15	A
70	1.45	11.49	10.67	B
80	14.23	13.14	12.20	L
90	16.01	14.78	13.72	E
100	17.79	16.42	15.25	M
120	21.35	19.70	18.30	E
140	24.90	22.99	21.35	D
160	28.46	26.27	24.39	I
180	32.02	29.55	27.44	O
200	35.58	32.84	30.49	
220	39.13	36.12	33.54	
240	42.69	39.41	36.59	
260	46.25	42.69	39.64	
280	49.81	45.97	42.69	A
300	53.36	49.26	45.74	L
350	62.26	57.47	53.36	T
400	71.15	65.68	60.99	O
450	80.04	73.89	68.61	
500	88.94	82.10	76.23	
550	97.83	90.31	83.86	
600	106.73	98.52	91.48	
650	115.62	106.73	99.10	
700	124.51	114.94	106.73	C
750	133.41	123.15	114.35	R
800	142.30	131.35	121.97	I
850	151.19	139.56	129.60	T
900	160.09	147.77	137.22	I
950	168.98	155.98	144.84	C
1000	177.88	164.19	152.47	O
FACTOR	0.178	0.164	0.153	

Cálculos para numero de granos recogidos en marco de 25 cm x 25 cm

Si se considera que el promedio de rendimiento en el País es de 5.4 t/ha para arroz de secano y de 6.5 t/ha para arroz de riego, estas pérdidas equivalen al 15.3% y 12.7% respectivamente, (13.25 bultos/ha perdidos en el lote), y se hace necesario realizar ajustes a la combinada. Para ello tenga en cuenta que para cada campaña se debe hacer un seguimiento de calibración de las combinadas.

8. CALIBRACION DE LA COMBINADA

Con base en el análisis de la evaluación de las pérdidas, se toma la decisión de que sistema o sistemas de la máquina es necesario calibrar para reducir los niveles de pérdida, para esto existen algunos parámetros que sirve como guía para la calibración inicial:

- La máquina debe estar en buen estado mecánico de funcionamiento, sin fuga de grano por el desgaste de la lámina, cuchillas y guardas completas, dedos retráctiles del caracol operando, dientes del cilindro-cóncavo completos y uniformes, etc.
- Velocidad de cosecha 2 a 3 Km/hora; en una distancia de 50 m, la combinada debe gastar como mínimo 1 minuto. Esto equivale a una velocidad de la combinada de 3.0 km./hora máxima velocidad de cosecha permisible.
- Velocidad del molinete 16-35 rpm. Para esta velocidad de la combinada (3 km/hora), la velocidad del molinete debe estar entre 12 y 20 revoluciones por minuto. Para determinar la velocidad del molinete se utiliza un cordel o cabuya el cual se amarra en una de las esquinas del molinete, y se cuenta el número de veces o vueltas en un minuto que pasa el cordel por el mismo sitio. Para arroz denso y seco se utiliza la velocidad menor; para arroces húmedos y baja densidad de plantas use la segunda velocidad.
- La separación del sinfín y la canoa debe ser de 10 milímetros, para asegurar una alimentación uniforme y prevenir atascamientos que aumentan las pérdidas en los sistemas de corte y de trilla.
- Velocidad del cilindro entre 600 a 1000 rpm. La velocidad baja para materiales secos (< 24%) y de desgrane intermedio a alto; para arroces húmedos (>24%) y de difícil trilla use la segunda velocidad.
- Separación cilindro-cóncavo 6 - 12 milímetros.
- Apertura del zarandón 12 - 19 milímetros.
- Apertura de la zaranda 9 – 12 milímetros
- Apertura de la extensión 14 – 16 milímetros. Figura 24



Figura 26. Determinación de las velocidades de operación de los sistemas

En el ejemplo anterior de pérdidas, el 88% de las pérdidas se está generando en la mesa de corte, por lo tanto, es allí donde tendremos que concentrar nuestros esfuerzos para minimizarlas:

- Revisando el estado de guardas y cuchillas,
- Verificando la velocidad y altura del molinete y reduciendo, si es necesario, la velocidad de la máquina.
- Las pérdidas en la trilla, aunque no son tan altas (6.43% de las totales), se pueden disminuir, si se aumenta un poco la velocidad del cilindro, si esto no funciona, entonces es necesario reducir la separación cilindro-cóncavo.
- Las pérdidas en la separación y limpieza (5.63% de las totales), tampoco son altas, y seguramente se reducirán con la sola disminución de la velocidad de avance de la cosechadora, ya que si esta es muy alta, los sacapajas se sobrecargan y no son capaces de separar el grano de la paja; si esto no ocurre, será necesario revisar la inclinación de los sacapajas, chequear la apertura de las zarandas y la velocidad del ventilador.

Otros parámetros importantes en la calibración de una combinada aparecen consignados en la Tabla 4.

Tabla 4. Calibración de velocidades en elementos de algunos modelos de combinadas

	NEW HOLLAND 8040	JHON DEERE 960-955	MASSEY FERGUSON 1630- 3640- 5650
Cuchillas carreras/minuto	530	510	520
Sinfín de la plataforma rpm	142	196	153
	177	232	170
Acarreador rpm	158	--	--
Batidor rpm	875	850	-960 con carga
		+30	1050 sin carga
Sacapajas rpm	210	150	200
Motor rpm	2500	2500	2200 A4-248
			2200 A6-358
			2400 A6-354.4

Para cosechadoras livianas se encuentra las perdias en el sistema de trilla, separación y limpieza en la tabla 5. Para anchos del molinete o mesa de corta de 3.0, 2.25 y 2.0 metros

Tabla 5 Pérdidas de arroz en los sistemas de trilla, separación y limpieza en cosechadoras livianas. Calculos para numero de granos recogidos en marco de 25cm x 25cm

No de Granos (25 x 25 cm)	ANCHO DE CORTE (m)			
	(3,0m)	(2,25m)	(2,0m)	RANGO
10	2,2	2,8	3,3	A
20	4,3	5,7	6,5	C
30	6,5	8,5	9,8	E
40	8,7	11,4	13,0	P
50	10,9	14,2	16,3	T
60	13,0	17,0	19,6	A
70	15,2	19,9	22,8	B
80	17,4	22,7	26,1	L
90	19,5	25,6	29,3	E
100	21,7	28,4	32,6	M
120	26,0	34,1	39,1	E
140	30,4	39,8	45,6	D
160	34,7	45,4	52,2	I
180	39,1	51,1	58,7	O
200	43,4	56,8	65,2	
220	47,7	62,5	71,7	
240	52,1	68,2	78,2	
260	56,4	73,8	84,8	
280	60,8	79,5	91,3	A
300	65,1	85,2	97,8	L
350	76,0	99,4	114,1	T
400	86,8	113,6	130,4	O
450	97,7	127,8	146,7	
500	108,5	142,0	163,0	
550	119,4	156,2	179,3	
600	130,2	170,4	195,6	
650	141,1	184,6	211,9	
700	151,9	198,8	228,2	C
750	162,8	213,0	244,5	R
800	173,6	227,2	260,8	I
850	184,5	241,4	277,1	T
900	195,3	255,6	293,4	I
950	206,2	269,8	309,7	C
1000	217,0	284,0	326,0	O
FACTOR	0,217	0,284	0,326	

Existen en el mercado cosechadoras livianas de diferentes marcas como SUKAI 4L 600, WORDLY KUBOTA DC – 706 que están llegando al país y al realizar su evaluación se han encontrado rangos de velocidades de sus diferentes elementos como se presentan en la siguiente tabla 6.

TABLA 6 Velocidades de algunos elementos de cosechadoras livianas

COSECHADORA	ZUKAI 4L 600	WORLD	KUBOTA DC-706
ANCHO DE CORTE	3m	2,25 m	2m
VEL.MOLINETE RPM	28-40	28-40	28-40
VEL.AVANDE DE LA COSECHADORA Km/hr	4,0-4,5	4,0-4,5	4,0-4,5
INDICE DEL MOLINETE	1,2-1,5	1,2-1,5	1,2-1,5
VEL.CARACOL RPM	170-210	145-150	150-175
VEL.ACARRADOR PRM	330-420	330-420	420-460
VEL. CILINDRO DE TRILLA RPM	560-660	900-1000	860-970
VEL.VENTILADOR RPM	1350-1550	1350-1550	1350-1550
VEL.SACAPAJAS RPM	370-430	370-430	390-440
VEL.SINFIN DE REPASO RPM	700-965	700-965	1100-1200
VEL.MOTOR RPM	2400-2500	2400-2500	2400-2500
ABERTURA DE ZARANDAS mm	19-28	19-28	19-28

9. RECOMENDACIONES

No se puede olvidar que la combinada es la encargada de recoger el fruto de por lo menos seis meses de trabajo, por lo tanto se debe verificar que la máquina esté en perfecto estado de funcionamiento mecánico.

Si es propietario o administrador de combinadas, no permita que los dedos retráctiles del caracol sean sustituidos por ángulos o cauchos, ya que sin ellos el material cortado no alimentará uniformemente la trilla, lo que aumentará las pérdidas en recolección.

No coseche o permita que la combinada sobrepase la velocidad de tres (3) km/hora, esto es causa de grandes pérdidas en la mesa de corte y en los sistemas de separación y limpieza.

Cuando sea necesario calibrar la cosechadora, haga un ajuste y compruebe el resultado, nunca haga más de un ajuste a la vez.

Las condiciones de clima (viento, humedad relativa, temperatura) y de cultivo varían continuamente, por tanto, una sola calibración no es suficiente y es necesario revisar permanentemente el trabajo que está realizando la máquina.

Antes de iniciar la cosecha, determine la humedad del cultivo, para ello realice un muestreo desgranando manualmente las espigas y al resultado agregue 5 o 6 puntos de humedad, que corresponden a la humedad de tallos, hojas e insectos.

La siembra simultánea de grandes extensiones de arroz (> 50 ha), sin duda implica que parte del área no será cosechada oportunamente, lo que redundará en pérdidas de grano durante la recolección, esto puede evitarse utilizando más cosechadoras o con siembras escalonadas y/o sembrando materiales o variedades de buena calidad y que tengan periodos vegetativos diferentes, así se evitarían los peligrosos tacos de cosecha, además las implicaciones inherentes a la mono variedad.

Usualmente las combinadas son objeto de adaptaciones en los diferentes sistemas que las integran, estas modificaciones van desde la supresión de algunas piezas, como los dedos retráctiles del caracol, hasta el cambio de sistemas completos, tal es el caso de la transmisión de potencia a la mesa de corte, estos cambios pueden ser causa de pérdidas en la cosecha ya que se alteran de tal forma las velocidades de operación de partes como el caracol, el molinete y la barra porta cuchillas que los mecanismos que tienen las máquinas para el ajuste, no son suficientes para lograr una operación eficiente. Por eso, cuando sea necesario adaptar piñones o poleas se debe tener en cuenta las fórmulas que aparecen en la figuras 5 y 6, para conservar las relaciones de transmisión. Foto 13.

Utilice semilla certificada, por que las pérdidas son mayores cuando se usan paddy en la siembra, estos arrozcs tienen mezcla varietal, por lo tanto él va a tener madurez no uniforme; recuerde que las espigas verdes saldrán por la cola de la combinada y en las pasadas de corte se desgranarán.

10. COSECHADORAS CON CABEZALES DRAPER

El cabezal draper ha sido hoy una innovación, es una tecnología que volvió al mercado moderno de la maquinaria agrícola después de varios años en desuso. Tuvo su auge en la década del cuarenta, cuando se utilizó en cosechadoras de arrastre y autopropulsadas con cabezales con traslado del material cortado mediante lonas.

La gran expansión de la frontera agrícola y el aumento de la productividad por hectárea de los cultivos, producto de los avances en biotecnología, genética y manejo de los cultivos, demandan equipos de mayores capacidades de trabajo para poder cosecharlos en tiempo y forma. Cosechadoras con motores de mayor potencia (los cuales ya superan ampliamente los 500 Hp), que alimentan a sistemas de trilla, separación y limpieza de mayor capacidad de trabajo, deben ser alimentados por cabezales de alimentación por lonas de mayor ancho de labor y con la capacidad de trabajo armónico de la máquina cosechadora. Figura 15



Figura 27. Cabezal Draper o alimentación por lonas

Los cabezales “draper” posibilitan la alimentación del órgano de trilla de la máquina con un flujo uniforme y constante, ya que el material cortado por la barra de corte será trasladado a través de bandas de caucho que circulan con sentido hacia el acarreador de la máquina cosechadora e ingresará ordenadamente a la máquina, sin retorcerse. Esto se traduce en menores esfuerzos en el órgano de trilla de la máquina y posibilita una trilla correcta.

Durante el mantenimiento de una cosechadora se pueden invertir o cambiar los piñones o poleas transformando la velocidad de cada uno de sus elementos, por lo que es necesario tener en cuenta la relación y transmisión de potencia de poleas o piñones para que no se presente estas variaciones de velocidades (Figura 28).

Figura 25. transmisión de potencia por cadena

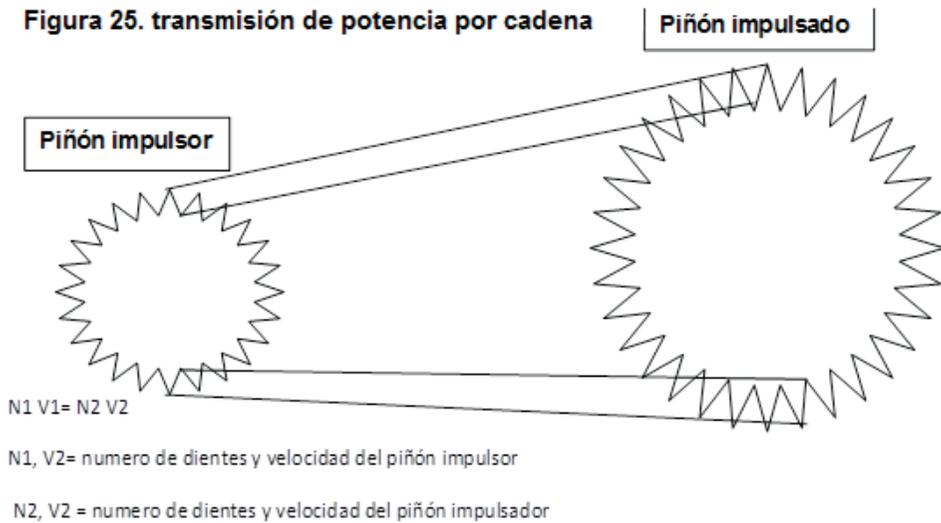
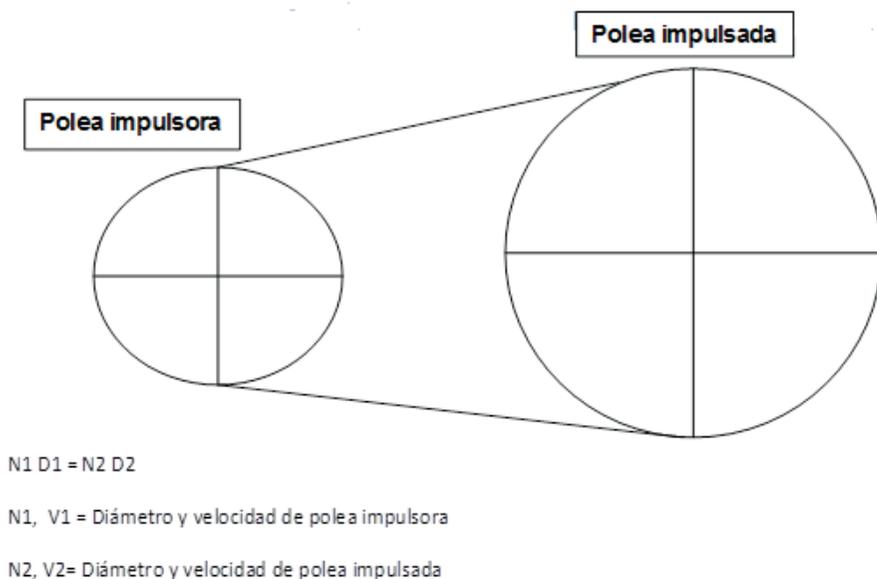


Figura 26. Transmisión de potencia por polea



En ocasiones se utilizan métodos de adaptación de piñones los cuales modifican la velocidad de operación de los elementos Figura 28



Figura 28. Adaptación de piñones que modifican la velocidad de los elementos

Las anteriores cosechadoras de flujo axial, sistema Draper, cosechadoras de tipo livianas y otras modernas se les realiza su evaluación de pérdidas de igual manera que una cosechadora convencional, donde se evalúan pérdidas naturales, pérdidas por velocidad de la cosechadora, pérdidas en el cabezote, pérdidas en la trilla, por fugas y por separación y limpieza siguiendo los mismos parámetros mencionados anteriormente.

En cosechadoras convencionales se tiene como norma de pérdidas máximas de 150 a 180 kilogramos por hectárea (3 bultos por hectárea) Trabajos realizados por Fedearroz con cosechadoras de flujo axial se han encontrado los siguientes resultados:

- Pérdidas naturales 0,0000325 kg/ha
- Pérdidas por separación y limpieza 6,39 kg/ha
- Pérdidas en el sistema de trilla 0
- Pérdidas en la mesa de corte 0,000073 kg/ha
- Pérdidas por fugas 0
- Pérdidas totales 6,39 kg/ha

Lo anterior indica que estas cosechadoras nuevas de flujo axial las pérdidas son mínimas especialmente en el sistema de trilla y son más eficientes que las cosechadoras convencionales.

Los problemas más comunes que se presentan en la cosecha de arroz con combinada y sus soluciones, se encuentran en la Tabla 6.

Tabla 6. Problemas más comunes en la cosecha con combinada, sus causas y soluciones posibles.

PROBLEMA(S)	CAUSA(S) POSIBLE(S)	SOLUCION (ES) INDICADA
Grano que se pierde antes de pasar la combinada	Son variadas: Pájaros, vientos fuertes, grano muy maduro, volcamiento, etc.	No son atribuibles a la combinada.
	Velocidad del molinete muy alta respecto de la velocidad de avance de la combinada.	Reducir la velocidad del molinete.
Grano que cae al suelo al pasar la combinada	Velocidad de la combinada muy alta.	Reducir la velocidad de la máquina.
	Cosecha muy madura.	Cosechar a la más baja velocidad posible tanto de la máquina como del molinete.
	Cuchillas y/o guardas defectuosas.	Cambiar las piezas.
Tallos mordidos y en ocasiones quedan espigas en el lote.	Mucha o poca tolerancia entre las cuchillas y las guardas.	Ajustar la tolerancia dentro de los rangos indicados en el manual del operador.
	Dedos protectores no alineados.	Alinearlos dentro de los límites de tolerancia.
	Recorrido insuficiente o excéntrico de las cuchillas y las guardas.	Revisar el ajuste del brazo de mando y las condiciones del sistema.
El material cortado por la barra de corte cae frente a la barra luego de ser cortado.		Verificar que el recorrido de una cuchilla vaya de centro a centro de las guardas aledañas.
	Baja velocidad del molinete.	Aumentar la velocidad del molinete.
	Velocidad muy alta del molinete.	Reducir la velocidad del molinete.

La paja se enreda y gira con el molinete	Baja altura del molinete.	Subir el molinete.
	Acción muy agresiva de los ganchos del molinete.	Reducir la inclinación de los ganchos.
Entra excesivo material a la máquina.	Baja altura de la mesa de corte.	Subir la mesa de corte.
	Cultivo caído o acamado.	Orientar la dirección de corte de tal forma que se minimice la entrada de material.
	Mucho espacio entre las aletas del caracol y la canoa.	Graduar el espacio a un valor adecuado, generalmente.
	Se acumula material sobre la barra de corte, porque el molinete está muy alto.	Bajar el molinete.
Alimentación no uniforme	La correa del canal de alimentación patina.	Ajustar a la tensión adecuada.
	Embrague deslizante del caracol patinando.	Ajustar los resortes del embrague hasta conseguir una alimentación constante.
	Modificaciones a los dedos retráctiles.	Reinstalar o reconstruir el sistema original.
	Velocidad de avance excesiva.	Disminuir la velocidad del avance.
	Correa impulsadora del cilindro patina.	Ajustar tensión de la correa.
Sobrecarga en el cilindro, ocasionando paradas continuas.	Separación cilindro-cóncavo muy pequeña.	Ajustar separación.
	Baja velocidad del cilindro.	Aumentar velocidad.
	El motor no trabaja correctamente.	Revisar y regular velocidad de funcionamiento.
	El cultivo tiene alto contenido de humedad.	Cosechar a humedad adecuada.
	Baja velocidad del cilindro.	Aumentar la velocidad.
	Excesiva separación cilindro-cóncavo, especialmente atrás.	Ajustar separación.

Las espigas sin trillar salen por la cola de la combinada	Poca alimentación en el sistema de trilla.	Aumentar la velocidad de la máquina o bajar la canoa para aumentar el flujo de material.
	Excesiva alimentación en el cilindro.	Reducir la velocidad de operación.
	En los cilindros de barra, las espigas pasan a través del cóncavo.	Verificar si el cóncavo posee los alambres finos y las placas obturadoras.
	Alta velocidad del cilindro.	Reducir la velocidad del cilindro.
	Poca separación cilindro-cóncavo.	Aumentar separación cilindro-cóncavo.
Grano partido en el tanque de grano en los costales	Dientes flojos o mal espaciados.	Apretar y espaciar uniformemente.
	Dientes desgastados o partidos.	Cambiar, no reconstruir.
	Alimentación insuficiente del sistema de trilla.	Aumentar la velocidad de operación y/o bajar la plataforma de corte.
Presencia excesiva de grano limpio en el material de trilla	Mucho caudal de aire y/o zarandon cerrado.	Bajar el caudal de aire y/o aumentar la apertura del zarandon.
	Sobre trilla en el cilindro.	Reducir la velocidad del cilindro.
Acumulación de paja en el sacapajas	Se está cortando paja muy larga.	Levantar mesa de corte.
	Velocidad muy baja de los sacapajas.	Verificar estado de motor.
	Excesiva velocidad de la combinada.	Reducir la velocidad (menos de 3Kph).
Grano suelto sale por el sacapajas	Cóncavo tapado con paja.	Limpiar cóncavo.
	Trilla muy agresiva.	Ajustar velocidad del cilindro y/o ajustar separación cilindro-cóncavo.
Mucha paja picada en el grano	Cultivo muy húmedo.	Comprobar humedad.
	Poca separación cilindro-cóncavo o demasiadas hileras en el cóncavo.	Graduar la separación y/o reducir el número de hileras de dientes en el cóncavo.
Impurezas en el grano	Zarandas muy abiertas.	Ajustar apertura de zarandas.
	Bajo caudal de aire del ventilador.	Aumentar caudal de aire.
	Sobre trilla y consiguiente trituración de la paja.	Ajustar trilla.

BIBLIOGRAFÍA

BRAGACHINI, M. 2009. Clasificación internacional de cosechadoras. <http://www.cosechaypostcosecha.org/data/folletos/FolletoClasificacionInternacionalDeCosechadoras.pdf>. INTA. Argentina

CHAPARRO, J. 1989. Curso de extensión sobre combinadas. Facultad de ingeniería. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. Colombia.

FENALCE. Consejos prácticos para una buena calibración de la cosechadora de grano. Boletín Técnico

FUNDAMENTALS OF MACHINE OPERATION. 1991. Harvesting: how to operate, maintain, and improve the efficiency of your combine. Fourth Edition. Deere & Company. Moline. Illinois. USA

Ing. Agr. José Peiretti¹, Ing. Agr. Federico Sanchez², Ing. Agr. Gaston Urretz Zavallia²

¹INTA EEA Salta; ² INTA EEA Manfredi peiretti.jose@inta.gov.ar, Cosechadoras con cabezales Draper

MON, 2016. Manual del operador new hollan diciembre de 2016 1ª edición pag 1-6

PRECIADO, G. 1999. Época oportuna de cosecha de las variedades Fedearroz 50 y Oryzica I en los Llanos Orientales de Colombia. Revista Arroz. Fedearroz. Bogotá. Colombia

RIOBUENO, C y PRECIADO, G. 1995. Como disminuir pérdidas en la combinada de arroz. Fedearroz. Bogotá. Colombia

RIOBUENO, C. 1999. Época oportuna de cosecha de la variedad Fedearroz 50 en el norte del Cesar. Fedearroz. Bogotá. Colombia



A close-up photograph of several rice panicles in a field. The panicles are green and yellow, indicating they are in the process of ripening. The background is a soft-focus view of more rice plants under a clear blue sky.

Terminó de imprimirse
en noviembre de 2018 en

MV
Mónica Vera
Diseñadora Gráfica

Bogotá, DC, Colombia
editorialmvb@gmail.com



FEDEARROZ
FONDO NACIONAL DEL ARROZ

ISBN: 978-958-59927-2-6



9 789585 992726