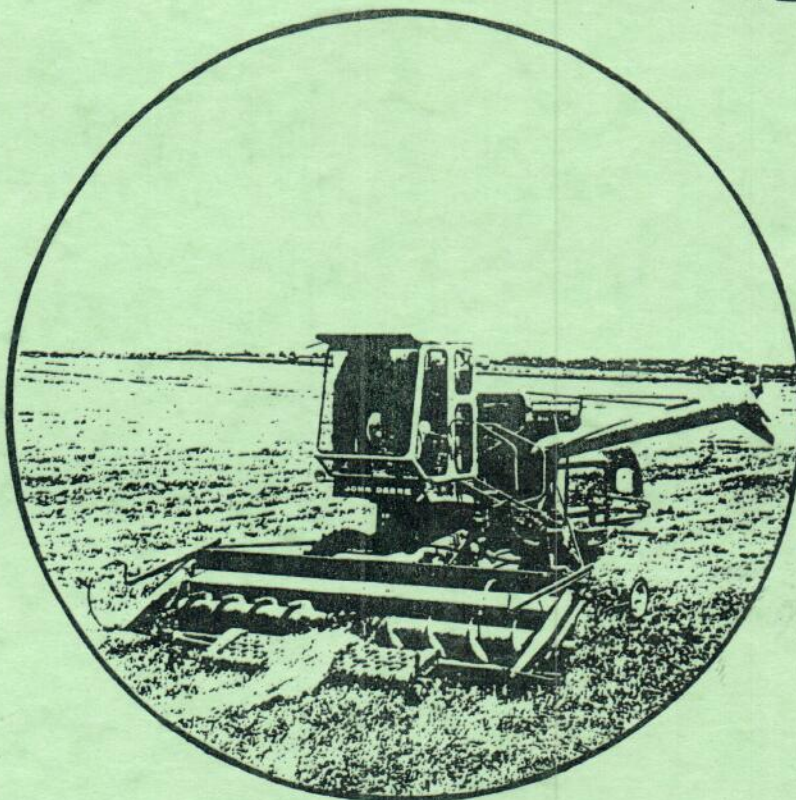




UNIVERSIDAD DE CONCEPCION
DIRECCION DE EXTENSION

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y FORESTALES

**COSECHA DE GRANOS CON
COMBINADA AUTOMOTRIZ**



Autor :

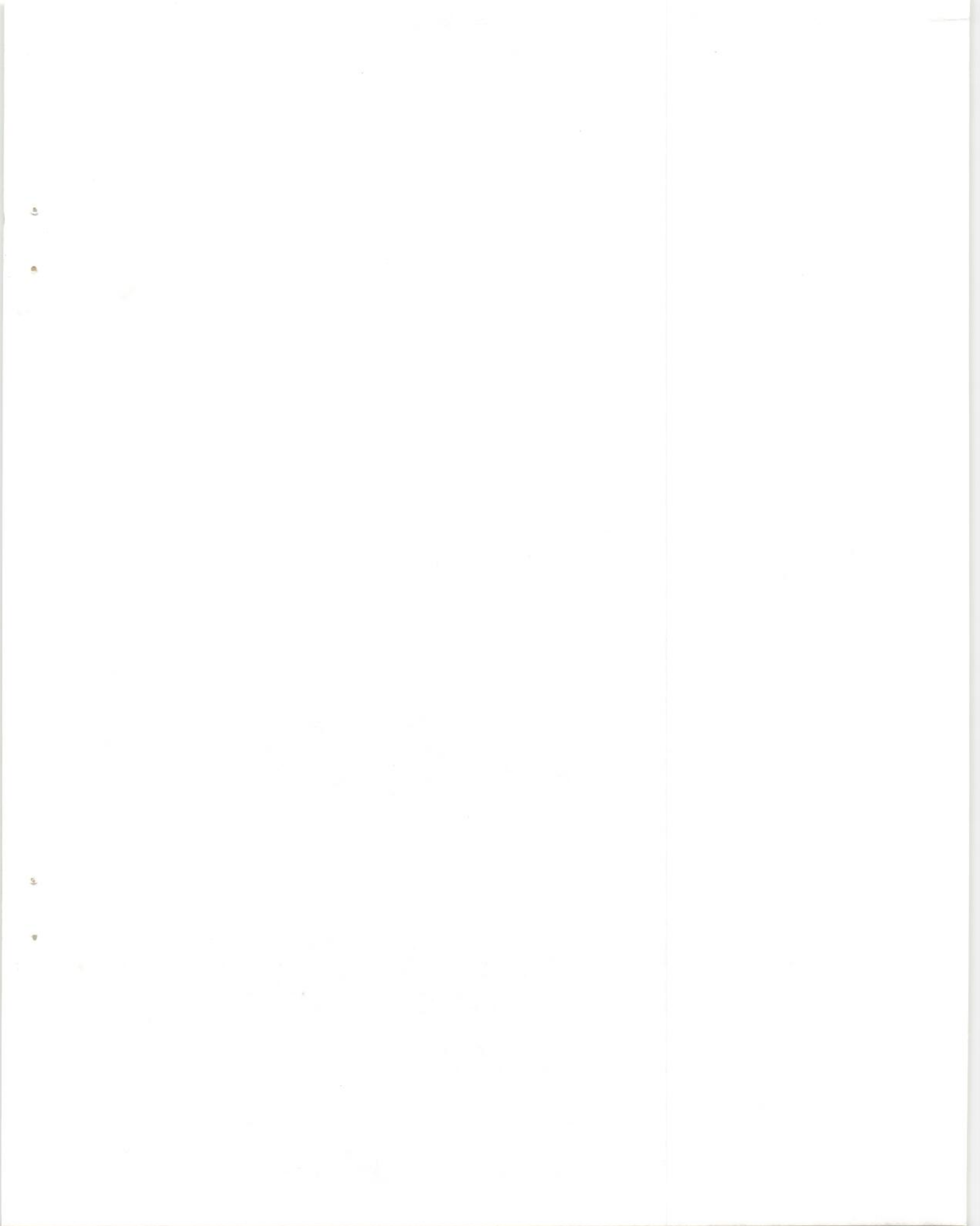
Ing. Agr. Mario Ibáñez C.
Profesor Asociado

DEPARTAMENTO DE INGENIERIA AGRICOLA

Boletín de Extensión N° 43

Octubre 1990

Chillán



**UNIVERSIDAD DE CONCEPCION
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS, VETERINARIAS Y FORESTALES
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA AGRICOLA**

COSECHA DE GRANOS CON COMBINADA AUTOMOTRIZ

**Mario Ibáñez Cifuentes
Ingeniero Agrónomo**

Chillán, octubre de 1990.

INDICE DE MATERIAS

CAPITULO		PAGINA
I	INTRODUCCION	1
II	DESCRIPCION Y FUNCIONAMIENTO DE LOS MECANISMOS DE COSECHA	3
	A. Sección de corte y recolección	3
	B. Sección de trilla	6
	C. Sección de separación	8
	D. Sección de limpieza	9
	E. Sección de manejo de granos	11
III	REGULACIONES Y SUS EFECTOS	12
	1. Barra segadora	12
	2. Molinete	12
	3. Cilindro y cóncavo	13
	4. Sacapajas	14
	5. Harneros	15
	6. Ventilador	15
	7. Velocidad de avance y altura de corte	16
IV	PERDIDAS DE GRANOS EN COSECHA DIRECTA CON COMBINADA AU - TOMOTRIZ.....	18
	A. Clasificación de las pérdidas	18
	B. Factores que afectan la eficiencia de cosecha de una combinada automotriz	20
	1. Oportunidad de cosecha	20
	2. Características varietales del cultivo	20
	3. Condiciones ambientales	21
	4. Calidad de la mano de obra	22
	5. Estado mecánico del equipo	22
	C. Determinación del origen de las pérdidas de trigo en cosecha directa con combinada automotriz	22

CAPITULO**PAGINA**

1. Muestra tomada sobre el suelo por delante de la combinada automotriz	23
2. Muestra tomada debajo de la máquina sobre terreno cosechado	23
3. Muestra tomada detrás del sacapajas	24
4. Muestra tomada detrás de los harneros	27
5. Muestra tomada en el terreno sobre el cordón de residuos que salen de la máquina	28
6. Muestra tomada en la tolva de acopio de granos ...	28
D. Métodos para cuantificar pérdidas por cosecha directa con combinada automotriz	29
1. Método para cuantificar pérdidas a la forma de granos sueltos presentes sobre el terreno cosechado	29
2. Método para cuantificar pérdidas a la forma de espigas, mazorcas y/o capítulos presentes sobre el terreno cosechado	31
3. Método para cuantificar pérdidas mediante el uso de un colector de lona	33
V CAPACIDAD DE TRABAJO Y EFICIENCIA DE CAMPO EN COSECHA DIRECTA	35
A. Capacidad de campo	35
B. Eficiencia de campo	37
C. Factores que afectan la eficiencia de campo de una combinada automotriz	38
D. Eficiencia o rendimiento de la máquina	41
E. Eficiencia o rendimiento del operador	42
F. Cantidad de cosechadoras requeridas para realizar una faena determinada	43

CAPITULO**PAGINA**

VI	MANTENCION Y REPARACION	45
VII	BIBLIOGRAFIA	47
VIII	ANEXOS	49

INDICE DE GRAFICOS

GRAFICO Nº		PAGINA
1	Cosechadora de granos combinada automotriz.....	4
2	Sección de corte y recolección	5
3	Cabezales para la recolección de maíz, maravilla y cultivos precortados e hilerados	7
4	Sección de separación	8
5	Sección de limpieza	10
6	Manejo del grano al interior de la combinada	11
7	Clasificación de pérdidas en cosecha directa de trigo con combinada automotriz	19
8	Pérdidas en cosecha directa de raps en relación a la oportunidad de la labor	21
9	Lugares para la toma de muestras en determinación de pérdidas originadas en diversas secciones de la combinada automotriz	23
10	Pérdidas relacionadas con la sección de corte y recolección.....	24
11	Pérdidas relacionadas con la sección de separa- ción	25
12	Pérdidas relacionadas con la sección de trilla ...	26
13	Efecto de la humedad del cultivo en la calidad de trilla	26
14	Pérdidas relacionadas con la sección de limpieza producidas por el ventilador	27
15	Pérdidas relacionadas con la sección de limpieza producidas por obstrucción de los harneros	28
16	Pérdidas relacionadas con la sección de limpieza producidas por el ventilador	29
17	Toma de muestras para cuantificar pérdidas a la forma de granos sueltos sobre el terreno	30

INDICE DE GRAFICOS

GRAFICO N°		PAGINA
18	Toma de muestras para cuantificar pérdidas a la forma de espigas, mazorcas y/o capitulos presentes sobre el terreno cosechado	31
19	Toma de muestra para cuantificar pérdidas según método de colector de lona	33

INDICE DE ANEXOS

ANEXO Nº		PAGINA
1	Tabla para determinar en forma directa la capacidad teórica de trabajo de equipos agrícolas.....	50
2	Nomograma para determinar la capacidad efectiva de trabajo de la maquinaria agrícola en ha/hr.....	51
3	Nomograma para determinar la capacidad efectiva de trabajo de la maquinaria agrícola en hr/ha.....	52
4	Eficiencia de campo de algunos equipos agrícolas..	53
5	Métodos prácticos para calcular la velocidad de trabajo.....	54
6	Tabla para determinar velocidad en km/hr a partir del tiempo en segundos que demora un equipo en cubrir una distancia de 16.66 metros	56

EXORDIO

La máquina cosechadora de granos combinada automotriz representa uno de los aportes más relevantes que ha hecho la ingeniería a la agricultura durante los últimos años, puesto que ha permitido aumentar considerablemente la capacidad del productor en la recolección de sus cosechas.

La gran variedad de aditamentos con que cuenta y su amplitud de ajustes y regulaciones, hacen posible cosechar con este equipo una crecida gama de cultivos tales como trigo, avena, cebada, centeno, maíz, raps, maravilla, frejoles, forrajeras y otros.

Sin embargo, el éxito de una cosecha mecanizada está fuertemente condicionado por la eficiencia y calidad operacional, siendo de suma importancia utilizar una metodología de trabajo adecuada a las condiciones del cultivo y operadores capacitados para evitar que se produzcan pérdidas de grano durante el proceso.

Este boletín corresponde a un proyecto de extensión del Departamento de Ingeniería Agrícola, que busca proporcionar a los agricultores y profesionales del agro, información técnica relacionada con el funcionamiento y operación de la cosechadora de granos combinada automotriz, para lograr un mayor provecho de este importante recurso de capital.

I. INTRODUCCION

Una vez que el grano ha conseguido su madurez fisiológica y cuenta con el contenido de humedad que le permite soportar el roce de los mecanismos de trilla, se procede a su recolección con la cosechadora combinada automotriz, máquina capacitada para cortar y recoger la planta, separar el grano de su envoltorio, limpiarlo y almacenarlo a granel o en sacos. Este proceso que demora aproximadamente 1 a 2 horas por hectárea, condiciona el éxito o fracaso de la faena a la adecuación de sus principales protagonistas: el hombre, la máquina y el cultivo.

La **máquina** debe ser apropiada a las características del cultivo y estar en perfecto estado de funcionamiento.

Se requiere contar con **mano de obra calificada** para manejar con eficiencia la operación, regulación y mantención del equipo.

El **cultivo** debe cumplir con las características de diseño y prácticas de manejo necesarias para facilitar la acción de la cosechadora.

Es en este terreno donde se han conseguido los mayores logros al reunir el esfuerzo del ingeniero que trata de diseñar una máquina que se ajuste a las características del cultivo, con el trabajo del fitotecnista que busca producir el tipo de planta que se deje cosechar con facilidad. Altura, grosor del tallo, facilidad de desgrane, dureza del grano y otras manifestaciones de crecimiento de las plantas, son algunas características **varietales** que influyen fuertemente en el proceso de cosecha mecanizado.

La misión de la máquina cosechadora es recoger la mayor cantidad de granos posible, sin provocarles daño físico, en el tiempo más breve y al más bajo costo que sea posible lograr.

Las pérdidas de grano se manifiestan de diversas formas, siendo las más importantes, los granos que quedan botados en el terreno y los que se parten por el impacto del mecanismo trillador.

En un alto porcentaje de los casos, estas pérdidas se producen por efecto de malas regulaciones del equipo y por cosechas inoportunas en relación al contenido de humedad del cultivo y condiciones ambientales.

Por otro lado, el uso y mantención descuidada del equipo puede provocar un acortamiento de su vida útil, con el respectivo encarecimiento del costo de reparación y operación del mismo.

El propósito general de este boletín de extensión es relacionar el funcionamiento y regulaciones de la cosechadora combinada automotriz con las pérdidas de granos producidas durante la cosecha. Entrega además, la metodología para determinar pérdidas de granos antes y durante la cosecha, como también los procedimientos para medir la capacidad efectiva de trabajo y eficiencia de campo de este equipo.

II. DESCRIPCIÓN Y FUNCIONAMIENTO DE LOS MECANISMOS DE COSECHA

Esta máquina que se caracteriza por su versatilidad de trabajo está capacitada para ir al terreno en forma autopropulsada, recoger el grano, procesarlo en su interior y manejarlo posteriormente a granel o ensacado para facilitar su transporte.

La gran variedad de cultivos que cosecha y condiciones de terreno en las que trabaja, la obligan a disponer de aditamentos especiales de rodado, corte, recolección y limpieza.

Para facilitar su estudio, analizaremos el equipo por secciones, de acuerdo a la función que cumple cada una de ellas en el proceso general de cosecha (Gráfico 1).

A. Sección de corte y recolección

Esta sección tiene por objeto recoger el cultivo y acarrear el material cortado a la sección de trilla. Está compuesta por una plataforma o cabezal recolector articulado de levante hidráulico con altura regulable hasta 1.60 m, provista de una barra segadora que corta el cultivo, un molinete que empuja el material contra la cuchilla y un hilerador sin fin que la concentra frente al transportador de barras que lo introduce al cilindro (Gráfico 2).

La barra de corte, de longitud variable según el modelo de la cosechadora (4 a 6 m), es del tipo oscilante con cuchillas de borde dentado dispuestos en una barra móvil que se desliza sobre otra fija, para lograr el efecto de tijera.

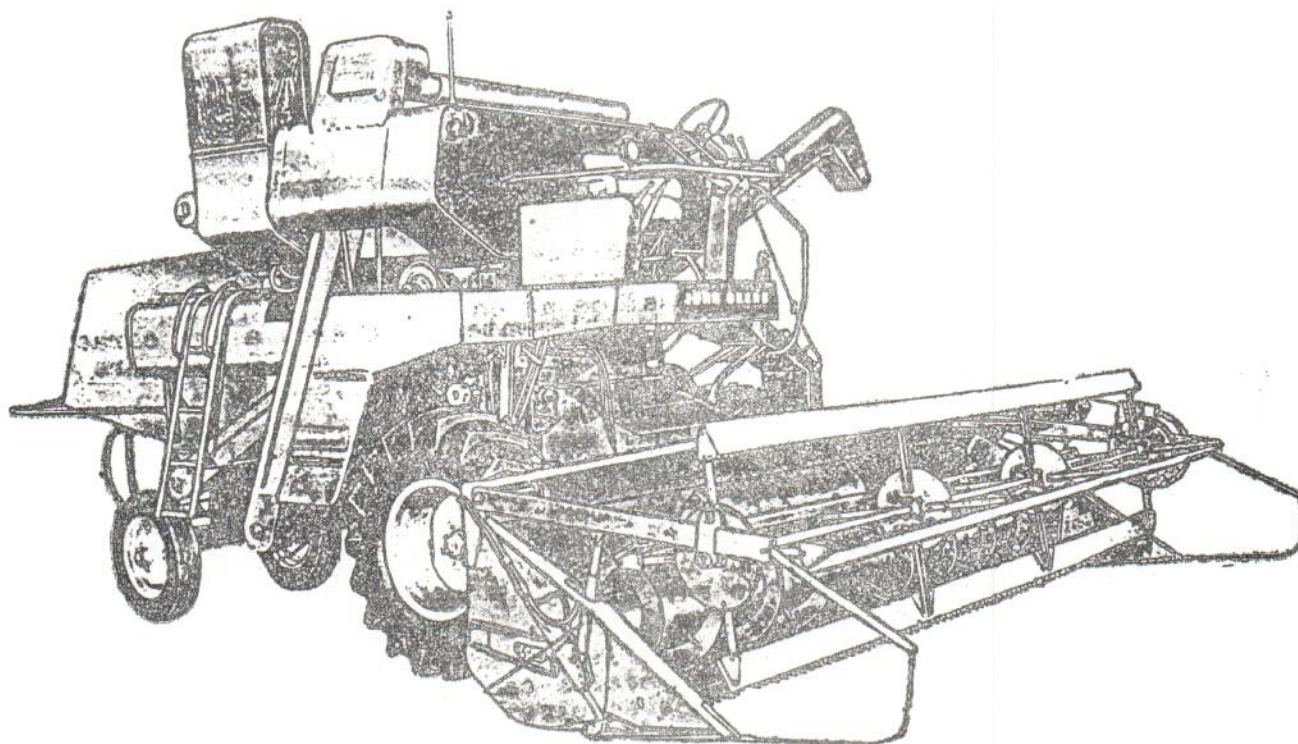
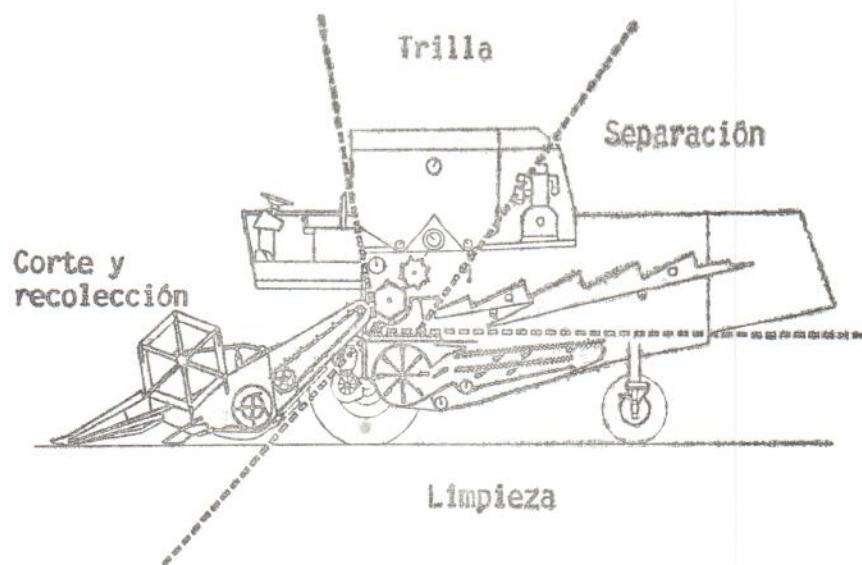


Gráfico 1. Cosechadora de Granos Combinada Automotriz.

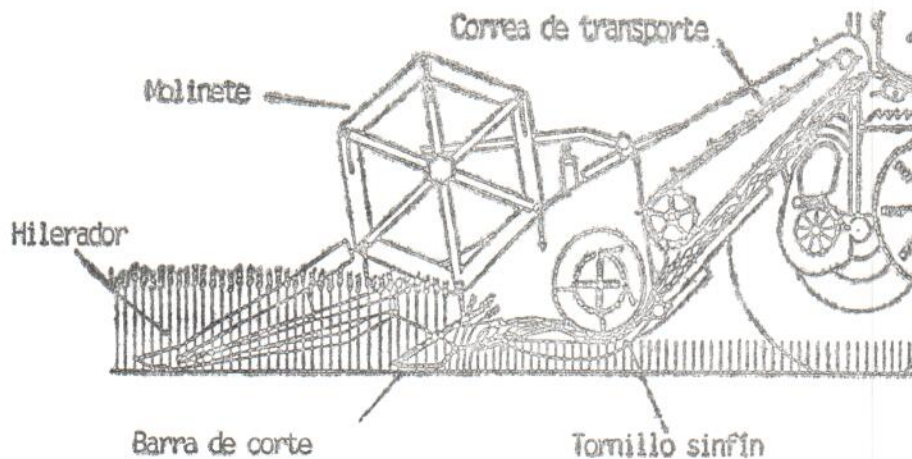


Gráfico 2. Sección de corte y recolección.

En el extremo de la barra se ubica el hilerador, que tiene por función separar las plantas que no serán cortadas, para evitar desgrane.

El molinete sujeta las plantas contra la barra mientras se efectúa el corte para luego empujar el material cortado sobre el hilerador de tornillo sin fin del cabezal. Consta de 4 a 6 barras o tablas de madera sujetas a rodelas concéntricas de giro y posición regulable.

Existen barras con dientes de resortes de torsión utilizadas para manejar grandes volúmenes de material (arroz) y también para recoger plantas del cultivo que se hubiesen tendido por acción del viento o lluvia.

El tornillo sin fin se mueve dentro de una canoa que se ubica a todo el ancho de la barra de corte, en la base de la plataforma. El hilo izquierdo y derecho de sus mitades le permiten concentrar el material cortado al frente de la correa de alimentación, lugar donde un mecanismo de dientes retractiles lo lanza sobre ella.

La correa de transporte, compuesta por un sistema de cadenas y barras metálicas, lleva el material cortado al cilindro a través de una caja de sección rectangular provista de tapas móviles para facilitar la inspección y ajuste de tensión de la cadena.

El cabezal de corte y recolección provisto con los mecanismos descritos, pueden utilizarse en la cosecha de granos pequeños como trigo, cebada, avena y algunas semillas forrajeras. Sin embargo, cada vez que se desee cosechar otros cultivos, como maíz y maravilla, debe cambiarse este cabezal por otro especializado. También existe cabezal recolector para cultivos que se cosechan en forma semi directa como el frejol y y el raps. Este sistema recoge material previamente cortado e hilerado por un equipo especial (Windrower), operación que busca evitar pérdidas de grano excesivas por facilidad de desgrane del cultivo (raps) o como en el caso del frejol, recoger un cultivo que por su característica de crecimiento rastrero, no es posible cortarlo con la segadora sin dañar los capis que envuelven a los granos (Gráfico 3).

B. Sección de trilla,

La trilla es el proceso que separa la semilla de su envoltura, impactando o frotando el material entre elementos rotativos y estacionarios.

Esta sección está compuesta básicamente por el cilindro y el cóncavo. El primero dotado de barras o dientes, gira a velocidades regulables para adecuar la violencia del impacto que ejerce sobre el material a trillar, a las características de fragilidad y facilidad de desgrane del cultivo. El cóncavo, por su parte, es una parrilla de igual forma que se ubica a distancia regulable bajo el cilindro. Su posición estática permite que al estrellarse el material golpeado por las barras o dientes del cilindro en su accionar giratorio, se produzca el proceso de trilla y, a su vez, se separe el grano que pasa a través de sus orificios hacia los harneros, de los residuos que van hacia el sacapajas.

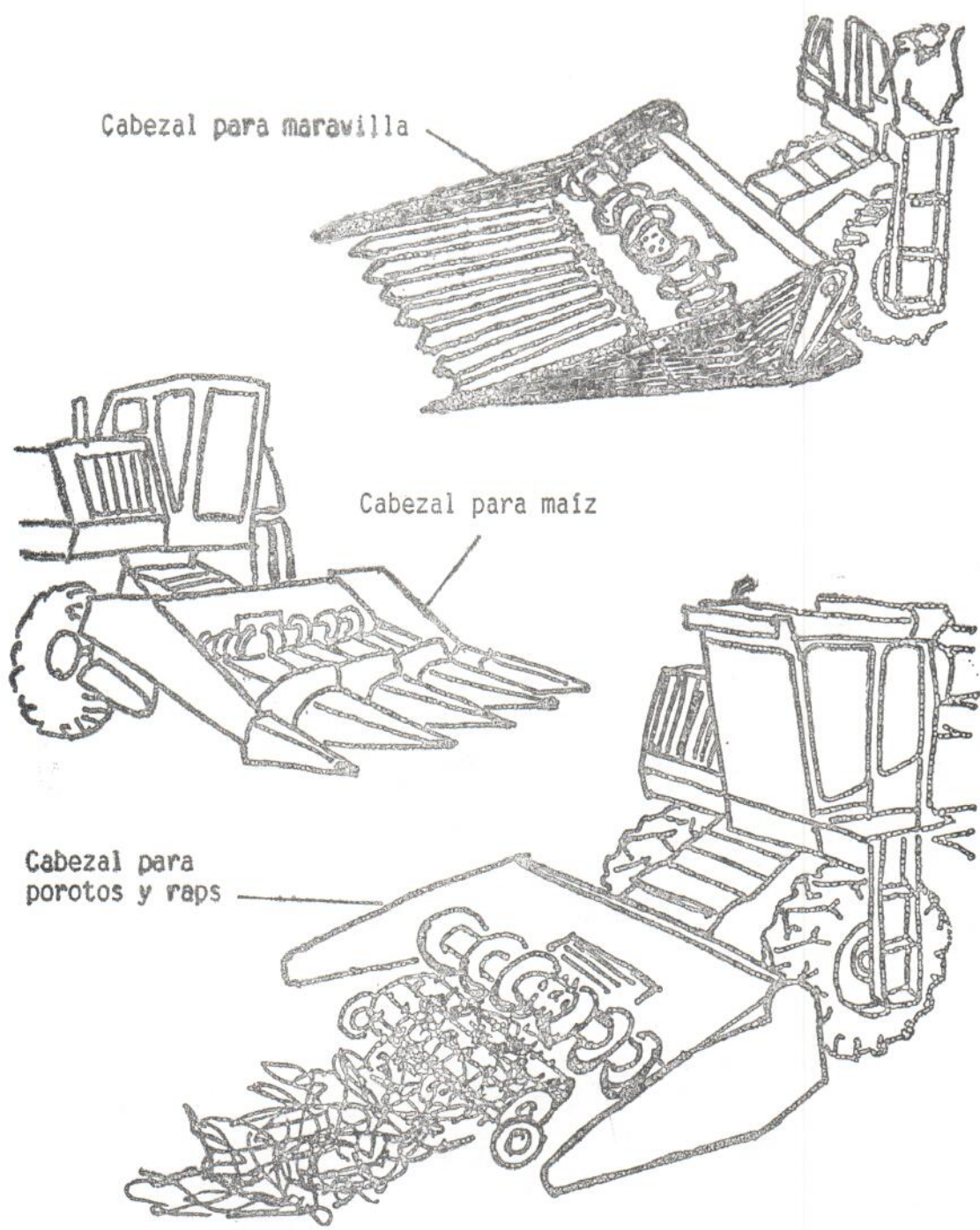


Gráfico 3. Cabezales para la recolección de maravilla, maíz y cultivo precortado e hilerado.

C. Sección de separación.

En esta sección se produce la separación del grano de los residuos de mayor tamaño o paja. Un alto porcentaje de este proceso se logra en el cóncavo (hasta un 90%), puesto que sus orificios de gran tamaño permiten el paso del grano durante la trilla. En consecuencia, el cóncavo participa tanto en la sección de trilla anteriormente descrita, como en la de separación. Una prolongación del cóncavo a la forma de barras longitudinales, aumenta el área de separación y conduce los residuos hacia el sacapajas (Gráfico 4).

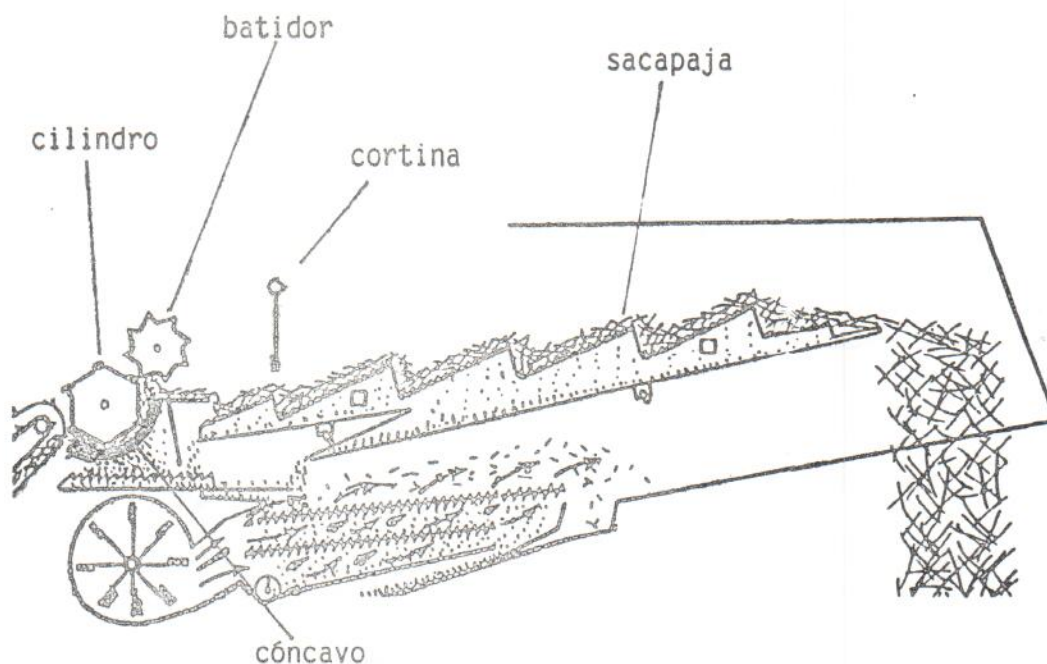


Gráfico 4. Sección de trilla y separación.

El sacapajas tiene por función separar el grano que se mantiene mezclado con los residuos y enviarlo a la sección de limpieza. Está conformado por un bandejón con perforaciones que permiten el paso de los granos a través de él con numerosos dientes inclinados hacia la parte posterior de la máquina. El sacapajas está montado sobre 2 cigueñales que le comunican un movimiento vibratorio vertical y longitudinal. La forma e inclinación de los dientes y su movimiento vibratorio sacude el material a la vez que lo desplaza hacia la cola de la máquina.

La inclinación negativa del sacapajas y las cortinas colgantes, hacen que el material se desplace lentamente hacia la salida a objeto de dar el tiempo necesario para que los granos escurran por los orificios hacia la bandeja que sirve de fondo y canoa de transporte hacia la sección de limpieza.

Un batidor tubular provisto de aletas del mismo ancho del cilindro, ubicado detrás y ligeramente sobre él, empuja al material para que ingrese al sacapajas en flujo constante y lograr de este modo un mejor trabajo de separación.

D. Sección de limpieza

Esta sección tiene por objeto eliminar el polvo y residuos de menor tamaño presentes junto a los granos, que se producen durante el trillado del material. Como su peso y tamaño son reducidos, esta faena se resuelve con la participación de tamices y corrientes de aire.

La cosechadora posee 2 harneros de orificios regulables de tipo persiana con divisiones longitudinales para lograr una buena distribución del material. Los orificios deben adecuarse al calibre de los granos del cultivo. Algunos equipos poseen harneros con orificios fijos, los que deben cambiarse según sea el calibre de los granos a cosechar.

Además, posee un ventilador provisto de un deflector, para producir y dirigir el flujo de aire a través de los harneros y eliminar por la parte posterior el polvo y pequeñas partículas de paja que son más livianas que el grano. Además, esta práctica impide que se tapen los orificios de los harneros.

Al igual que el sacapajas, los harneros tienen un movimiento de vaivén para facilitar el escurrimiento de los granos y la eliminación de las impurezas por el viento (Gráfico 5).

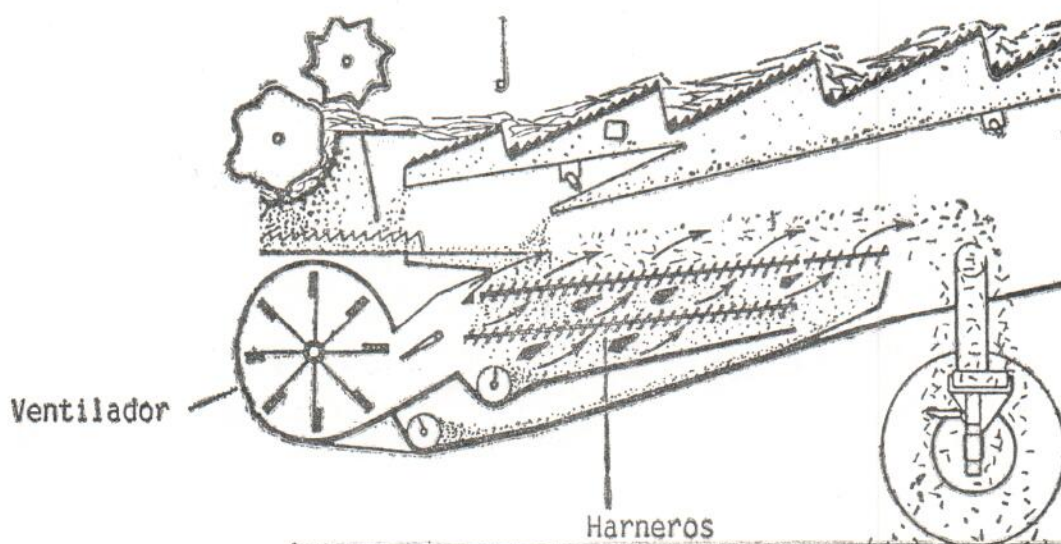


Gráfico 5. Sección de limpieza.

Los granos sucios o mal trillados que fueran rechazados por la sección de limpieza, son recogidos y enviados de regreso a la sección de trilla por un elevador mecánico especial.

E. Sección de manejo de granos

Los granos limpios son elevados por un mecanismo de cadenas y capachos hacia la tolva de almacenamiento ubicada en la parte superior de la máquina cosechadora. Los diseños más antiguos de baja capacidad de trabajo, utilizaban un relimpiador rotativo antepuesto a un sistema ensacador. Las bolsas de granos se deslizaban al suelo por un tobogán dispuesto en un costado de la máquina.

Los equipos cosechadores modernos manejan la cosecha a granel, acopiando en una tolva de gran capacidad ubicada en la parte superior de la máquina. Un elevador de tornillo descarga directamente los granos desde la cosechadora en movimiento a un carro o camión que se desplaza junto a ella.

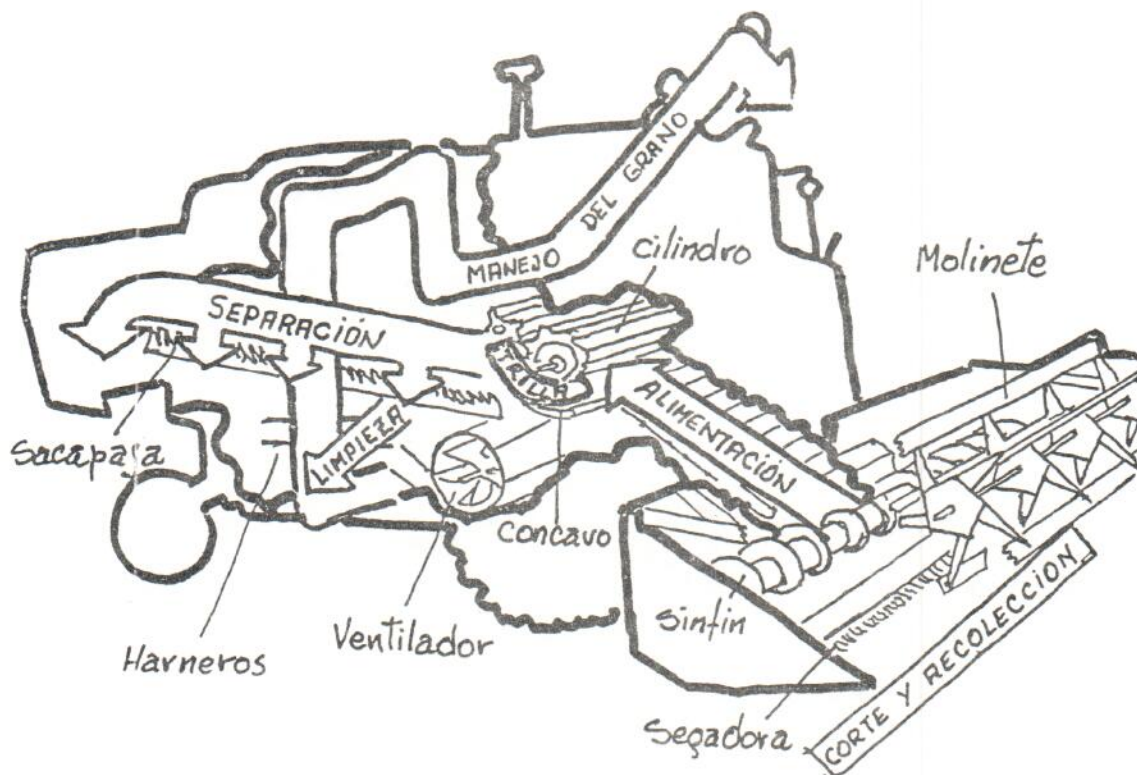


Gráfico 6. Manejo del grano al interior de la combinada.

III. REGULACIONES Y SUS EFECTOS.

1. Barra segadora.

La presión de la barra móvil sobre la fija producida por los mecanismos tensores, es fundamental para que las cuchillas realicen un corte nítido del material. Cuchillas sueltas y separadas tienden a atascarse con el material que se introduce entre ellas, poniendo un freno al movimiento. Este fenómeno arranca las plantas del suelo en vez de cortarlas, produciendo pérdidas por desgrane. Algo similar ocurre cuando se quiebran algunas cuchillas y no cortan la plantas haciéndolas pasar bajo ellas.

La altura de corte fijada por la posición de la plataforma y accionada por el sistema hidráulico de la máquina, es fundamental para introducir dentro de ella la cantidad necesario de material amortiguador requerido para realizar una buena faena de trilla.

Corte muy alto produce desgrane al cortar las espigas de las plantas bajas. También se producen partiduras de granos en el cilindro por falta de material amortiguador.

Corte muy bajo, en cambio, introduce demasiada paja al sistema de trilla, aumentando las pérdidas de granos sin trillar que salen por la cola de la cosechadora.

2. Molinete.

Este elemento es regulable en su posición (adelante-atrás y arriba-abajo) y en su velocidad de giro.

Su altura se debe condicionar al crecimiento del cultivo, de tal forma que las aspas del molinete empujen la planta hacia la plataforma antes que la barra segadora haga el corte y se asegure que el material cortado caiga sobre el sinfín.

Cuando el molinete está adelantado, suelta la planta antes de cortarla provocando pérdidas de espigas que no entran a la máquina.

Cuando la ubicación es demasiado alta, el molinete golpea las espigas produciendo pérdidas por desgrane.

Las revoluciones del molinete mantienen una recolección directa con la velocidad de desplazamiento de la cosechadora. A mayor velocidad de avance, mayor es el volumen de material que ingresa a la máquina en una unidad de tiempo, por lo que se debe adecuar este factor a la capacidad de trilla, separación y limpieza del equipo.

3. Cilindro y cóncavo.

La velocidad de giro del cilindro y la separación de éste con el cóncavo, son las regulaciones más importantes de esta sección.

La velocidad de giro varía en relación con el cultivo y fragilidad de los granos. Alto número de revoluciones provoca quebradura y pérdidas de granos por este concepto. Bajas revoluciones, por su parte, realizan un trillado incompleto perdiéndose granos que salen de la máquina junto con la paja o residuos (Cuadro 1).

CUADRO 1. REVOLUCIONES DEL CILINDRO RECOMENDADAS PARA TRILLAR DIVERSOS CULTIVOS.

Cultivos	RPM
Trigos duros	1.300
Trigo cendeal, avena, cebada, centeno, alfalfa	1.045
Arroz, sorgo duro	830
Sorgo, maravilla, soya	670
Maíz, lenteja	530
Porotos	350

Fuente : Antonio F. García, FAO. 1989.

La abertura del espacio que queda entre cilindro y cóncavo, produce efectos similares a los descritos. Espacios muy reducidos tienden a quebrar los granos y muy abiertos a elevar el porcentaje de granos perdidos sin trillar.

A veces es necesario aumentar las revoluciones del cilindro y cerrar la separación de éste con el cóncavo en las mañanas cuando la humedad ambiental es alta, para hacer lo contrario en las tardes secas y calurosas.

4. Sacapajas,

El sacapajas sacude el material y lo desplaza hacia la parte posterior de la máquina, tratando que los granos sueltos escurran entre los residuos y no se pierdan junto a la paja.

Es de suma importancia mantener limpios de obstrucciones los orificios del sacapajas para lograr una separación eficiente del grano y evitar pérdidas por este concepto.

5. Harneros .

La limpieza de los granos se logra fundamentalmente por tamizado y aventado del material.

El tamaño de los orificios de los harneros debe ser regulado de acuerdo al calibre de los granos, ajustando la posición de la persiana, de tal modo, que los granos pasen holgados a través de los huecos, permitiendo separar la paja o residuos de mayor tamaño y el polvo mediante la corriente producida por el ventilador.

Orificios muy cerrados u obstruidos por material sobre trillado provocan pérdidas de grano al salir por la cola de la máquina expulsados por la corriente de aire producida por el ventilador.

6. Ventilador .

El volumen de aire y su velocidad deben ser apropiados al tamaño y peso del material que se desea limpiar. Granos pesados como el maíz requieren un mayor flujo de aire para eliminar los residuos de corontas y hojas partidas. Granos pequeños y livianos en cambio, deben ser manejados con la cantidad precisa de aire para evitar que los granos salgan por la cola de la máquina junto a los residuos.

El ventilador puede ajustarse en sus revoluciones y ventana de entrada del aire para lograr este propósito. Además, cambiando la posición del deflector es posible dirigir el flujo de aire contra los harneros en

en distintos ángulos, dando mayor o menor agresividad al viento según sea necesario.

Una inadecuada regulación del ventilador puede originar pérdidas de grano saliendo por la cola junto a los residuos, como también obtener granos sucios al final de la cosecha.

7. Velocidad de avance y altura de corte.

Las regulaciones más importantes relacionadas con la conducción de la cosechadora que influyen en las pérdidas de granos, se refieren a la velocidad de avance y a la altura de corte de la plataforma de recolección.

El primer factor citado, debe adecuarse a las características del terreno y del cultivo. Tanto la nivelación del microrrelieve como la pendiente del terreno, limitan la velocidad de trabajo, puesto que terrenos disparejos atentan contra la conservación del equipo.

Pendientes exageradas desnivelan la mesa de separación y limpieza, reduciendo su capacidad de proceso al cargar todo el material a un costado de ella. Cuando esta pendiente es de subida, el material avanza muy rápido sobre el sacapajas, aumentando las pérdidas de granos saliendo por la cola. La pendiente en sentido inverso, provoca atollamientos en esta sección.

Las características del cultivo también influyen en la elección de la velocidad de trabajo de la cosechadora. Cultivos de granos frágiles como el frejol o de gran facilidad de desgrane, como el raps, exigen velocidades de avance menores para evitar que se produzcan pérdidas importantes.

Cultivos enmalezados obligan a cortar lo más alto posible para no ingresar malezas verdes dentro de la cosechadora, puesto que producen la envoltura del cilindro y reducen su capacidad de trilla. Cortes muy altos a su vez, son inconvenientes puesto que no ingresa el material suficiente para amortiguar el golpe del cilindro al grano, produciéndose pérdidas por quebradura.

El manejo de esta situación obliga también a reducir la velocidad de avance para permitir que el operador vaya ajustando la altura de corte de acuerdo a las circunstancias.

IV. PERDIDAS DE GRANOS EN COSECHA DIRECTA CON COMBINADA AUTOMOTRIZ

El rendimiento o eficiencia de una cosechadora representa su capacidad de recolección, considerando las pérdidas o granos que no son recogidos por ella y que quedan botados en el terreno. En consecuencia, es la relación entre la cantidad de granos presentes en el cultivo y lo que la máquina es capaz de recolectar, expresado en porcentaje.

A. Clasificación de las pérdidas .

1. En función a su cuantificación.

- a. Pérdidas visibles. Son aquellas que pueden ser cuantificadas siguiendo procedimientos de variada índole (estimativos, empíricos, electrónicos, de muestreo y otros).
- b. Pérdidas no visibles. Corresponden a la reducción de rendimiento del cultivo por problemas culturales, competencia de malezas o ataque de plagas y enfermedades. Estas pérdidas no son cuantificables.

2. En función a su importancia económica .

- a. Pérdidas aceptables. Representan aquel porcentaje de pérdidas que resulta antieconómico su reducción. Está íntimamente ligado al cultivo, puesto que las características varietales de ellas son determinantes en la eficiencia de la máquina cosechadora (Trigo 5%, maravilla 7%, raps 10-16%).
- b. Pérdidas no aceptables. Son aquellas que pueden ser reducidas mediante la aplicación de ajustes, regulaciones mecánicas oportunas y aplicación de métodos adecuados.

Estas pérdidas deben ser evitadas para obviar el problema económico que acarrea. Muchas veces es más fácil y económico evitar la pérdida de un quintal métrico de producción, que aumentar los rendimientos en esa misma medida mediante la introducción de tecnologías mejoradas (Gráfico 7).

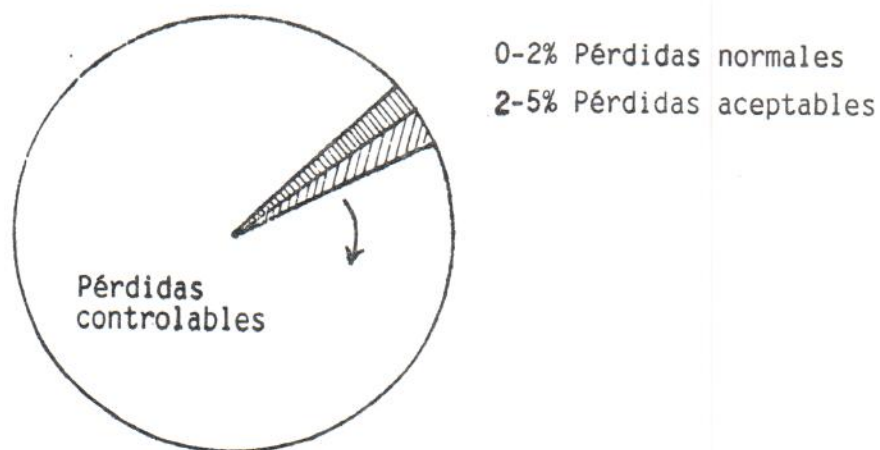


Gráfico 7. Clasificación de pérdidas en cosecha directa de trigo con combinada automotriz.

3. Pérdidas totales cuantificables.

Corresponden a la sumatoria de las pérdidas antes de la cosecha, por efecto de desgrane natural ocasionado por el viento, sobremaduración y acción de animales, más las pérdidas provocadas por la combinada automotriz durante la cosecha.

$$\text{Pérdidas totales} = \boxed{\text{Pérdidas ocurridas antes de la cosecha}} + \boxed{\text{Pérdidas ocurridas durante la cosecha}}$$

B. Factores que afectan la eficiencia de cosecha de una combinada automotriz.

1. Oportunidad de cosecho.

El grado de madurez y la humedad ambiental fijan el momento oportuno para realizar un buen trabajo con la combinada.

Granos sobremaduros tienen gran facilidad al desgrane produciéndose un alto porcentaje de pérdidas en la sección de corte y recolección. Granos húmedos en cambio, son difíciles de desgranar y las pérdidas se producen en las secciones de trilla y separación (Cuadro 2).

CUADRO 2. PERDIDAS EN COSECHA DIRECTA DE MAIZ EN RELACION CON LA OPORTUNIDAD DE LA LABOR (%).

Tipo de pérdidas	Momento oportuno	30 días después	60 días después
Pérdidas por cosecha	4.6	7.0	11.8
Pérdidas totales	5.0	8.4	18.4

Fuente: Aldrich R.S. 1965. Producción moderna de maíz.

2. Características varietales del cultivo.

Una serie de aspectos relacionados con las características de desarrollo del cultivo tienen especial incidencia en los porcentajes de pérdidas que se producen durante la cosecha directa. Entre otras, podemos citar la altura de planta, fragilidad del grano, uniformidad de secado, facilidad al desgrane, como factores que afectan al trigo, arroz y otros cultivos similares. La aptitud de crecimiento rastrero del **poroto**, la fuerza de inser-

ción, altura y número de mazorcas del maíz y la silicua deshiscente del raps que lanza al aire su semilla en forma natural cuando llega su madurez, son otros ejemplos del problema (Gráfico 8).

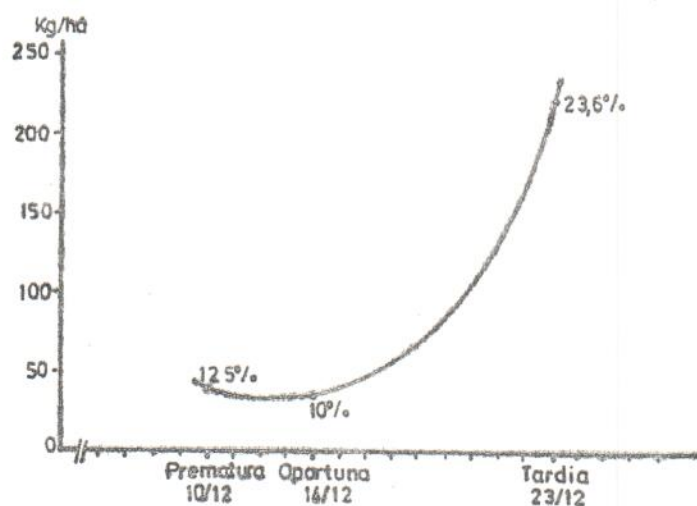


Gráfico 8. Pérdidas en cosecha de raps en relación a la oportunidad de la labor.

Fuente : Rozas Nilson, 1974. Métodos de cosecha directa en raps. Chillán.

3. Condiciones ambientales.

El arroz se cultiva bajo agua durante gran parte de su desarrollo, drenándose el campo sólo días antes de la cosecha. El ambiente fangoso del terreno no sólo perjudica el tráfico del equipo, sino que también se producen diferencias de altura de corte cuando el sistema de rodados pasa sobre los pretilos. El cultivo del arroz es un buen ejemplo de este problema, puesto que además, la cosechadora debe lidiar con un voluminoso material

verde de malezas y plantas de arroz que dificultan el accionar de las secciones de trilla y separación.

La nivelación del terreno es otro factor que influye en la eficiencia de cosecha. Desniveles, canales de riego atravesados y pendientes exageradas, crean un difícil ambiente para el buen trabajo de la combinada automotriz.

4. Calidad de la mano de obra.

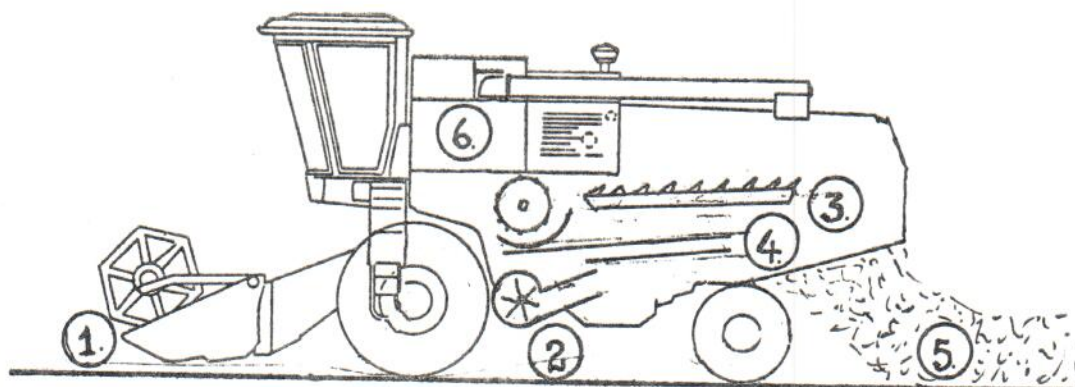
Un buen operador es fundamental para lograr una alta eficiencia de cosecha. Regulaciones inadecuadas, cosecha inoportuna, velocidad y método de trabajo inapropiados, son algunos aspectos de responsabilidad del operador que tienen gran incidencia en las pérdidas por cosecha.

5. Estado mecánico del equipo.

Un buen servicio de mantención y reparación preventiva garantiza un trabajo de alta calidad. La confiabilidad que le otorga un estado mecánico óptimo de funcionamiento, permite lograr la máxima oportunidad en la realización de las labores, y por ende, una alta eficiencia en la cosecha de los granos.

C. Determinación del origen de las pérdidas de trigo en cosecha directa con combinada automotriz.

Con el propósito de hacer los ajustes y regulaciones pertinentes para mejorar la eficiencia de cosecha de la combinada automotriz, es necesario tomar muestras en diferentes lugares del terreno y la máquina durante la operación, para determinar el origen de las pérdidas (Gráfico 9).



1. Pérdidas antes de cosecha
2. Sec. corte y recolección
3. Sec. trilla y separación

4. Sección limpieza
5. Sec. trilla + Separ. y limp.
6. Sec. trilla y limpieza

Gráfico 9. Lugares para la toma de muestras en determinación de pérdidas originadas en diversas secciones de la combinadora automática.

1. Muestra tomada con el suelo por delante de la combinadora.

Los granos encontrados en esta muestra representan las pérdidas producidas por situaciones naturales ajenas al accionar de la cosechadora y representan las pérdidas de antes de cosecha.

2. Muestra tomada bajo la máquina sobre el terreno cosechado.

Representa las pérdidas producidas por la sección de corte y recolección.

- a. La presencia de granos sueltos en la muestra puede tener su origen en el molinete que gira muy rápido y demasiado alto (las

aspas golpean las espigas desgranándolas). También puede tener su origen en la barra segadora cortando muy alto (corta las espigas en la mitad produciendo la dispersión de los granos sobre el suelo). (Gráfico 10).

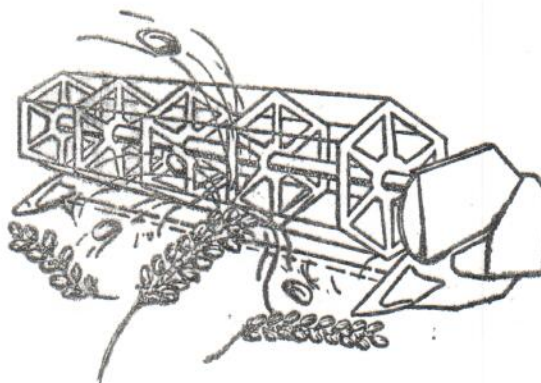


Gráfico 10. Pérdidas relacionadas con la sección de corte y recolección.

- b. La presencia de espigas sueltas en la muestra corresponde comúnmente a problemas de la barra de corte. La falta de tensión entre las barras o cuchillas faltantes o quebradas, arrancan las plantas del suelo o las cortan a tirones haciéndolas pasar por debajo de la cuchilla. También ocurre cuando el molinete trabaja demasiado lejos de la planta, la que cae al terreno cuando la corta la cuchilla al no contar con la acción de las barras del molinete que deben empujarla sobre la plataforma.

3. Muestra tomada detrás del sacapajas.

Representa las pérdidas producidas en la sección de trilla y separación.

- a. La presencia de granos sueltos en la muestra indica pérdidas producidas por obstrucción de los orificios del sacapaja. Exceso de material entrando a la máquina por velocidad de avance exagerada y sobretrillado del mismo, provoca generalmente este fenómeno. También ocurre cuando la cosechadora trabaja en pendientes excesivas en dirección ascendente, debido a que el material se desplaza muy rápido hacia atrás, no dando tiempo para que los granos escurran a través de la paja (Gráfico 11).

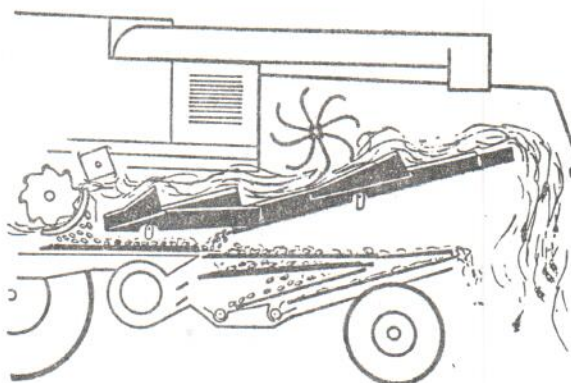


Gráfico 11. Pérdidas relacionadas con la sección de separación.

- b. La presencia de espigas en la muestra puede tener su origen en varios factores. Una de las causas más probables puede ser el cilindro girando muy lento o la separación con el cóncavo muy abierta. Sin embargo, suele ocurrir que este problema lo ocasiona el ingreso de mucho material amortiguador (corte muy bajo) o el ingreso de maleza verde que envuelve el cilindro restándole agresividad. También es posible que se avance muy rápido, superando la capacidad de proceso de la combinada al ingresar demasiado material al cilindro (Gráfico 12).

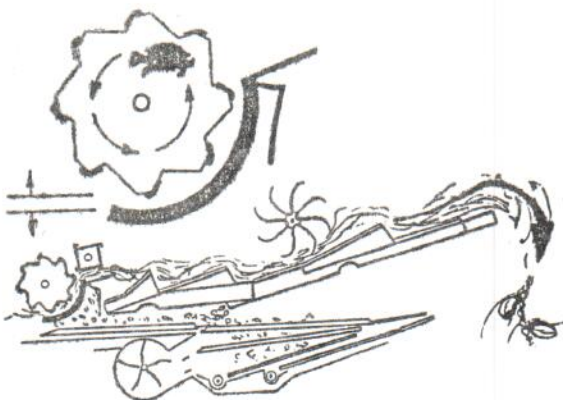


Gráfico 12. Pérdidas relacionadas con la sección de trilla.

La humedad ambiente también influye en el porcentaje de pérdidas por concepto de mal trillado. Cuando el cultivo está muy húmedo es muy difícil desprender los granos, produciéndose pérdidas a la forma de espigas mal trilladas saliendo por la cola de la máquina.

Es recomendable aumentar las revoluciones del cilindro y reducir la separación con el cóncavo cuando el cultivo está húmedo y proceder a la inversa cuando esté seco (Gráfico 13).



Húmedo



Seco

Gráfico 13. Efecto de la humedad del cultivo en la calidad de trilla.

4. Muestra tomada detrás de los harneros.

Representa las pérdidas ocurridas en la sección de limpieza.

- a. La presencia de granos en la muestra puede tener también su origen en diversos factores. Generalmente se debe a exceso de viento producido por el ventilador en proporción al peso del grano. Demasiadas revoluciones o compuerta de admisión de aire muy abierta pueden ser la causa del fenómeno (Gráfico 14).

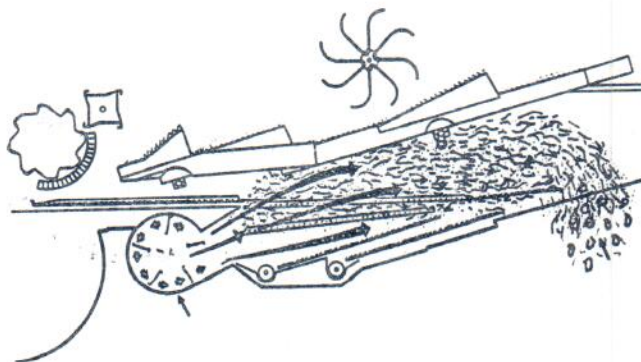


Gráfico 14. Pérdidas relacionadas con la sección de limpieza producidas por el ventilador.

Sin embargo, frecuentemente se debe a obstrucciones en el harnero por exceso de material sobretrillado o porque el flujo del aire no está bien dirigido.

Cuando la máquina opera en terrenos de gran pendiente, en faena ascendente, también se produce este fenómeno, al deslizarse demasiado rápido el grano hacia atrás sobre los harneros (Gráfico 15).

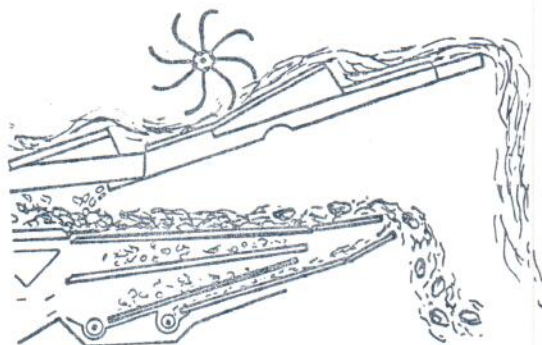


Gráfico 15. Pérdidas originadas en la sección de limpieza producida por obstrucción de los harneros.

5. Muestra tomada en el terreno sobre el cordón de residuos que salen de la máquina.

Esta muestra representa una sumatoria de las pérdidas producidas en las secciones de trilla, separación y limpieza. Para identificar el origen de las pérdidas allí detectadas se debe proceder como se indicó en los puntos 2, 3 y 4 de este capítulo.

6. Muestra tomada en la tolva de acopio de granos.

Esta muestra acusa pérdidas ocurridas en las secciones de trilla y limpieza.

- a. La presencia de granos partidos tiene su origen frecuentemente en la sección de trilla. Es el cilindro el que golpea el grano y lo quebra a causa de la velocidad de giro excesiva, separación con el cóncavo reducida o escaso material amortiguador (corte demasiado alto).

- b. La presencia de materias extrañas (semilla de malezas) se debe normalmente a que el cultivo está enmalezado con platas altas y semilladas que la cuchilla corta junto al cultivo y que las envía al interior de la máquina. La acción de separación no puede eliminarlas porque son muy pesadas y su tamaño pasa por los orificios de los harneros.
- c. La presencia de polvo y paja molida se debe principalmente a un aventado deficiente causado por bajas revoluciones del ventilador o a poco ingreso de aire por el orificio de succión (Gráfico 16).

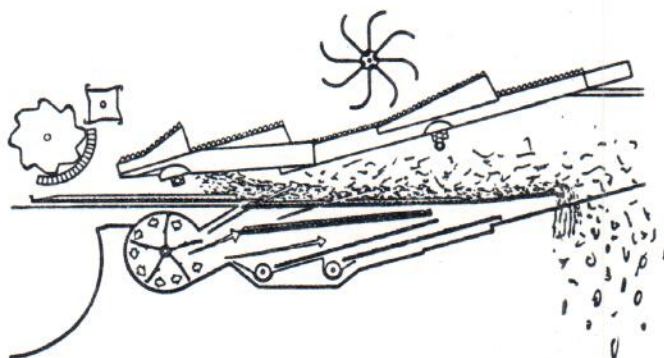


Gráfico 16. Pérdidas relacionadas con la sección de limpieza producidas por el ventilador.

D. Métodos para cuantificar pérdidas por cosecha directa con combinada au tomotriz

1. Método para cuantificar pérdidas a la forma de granos sueltos presentes sobre el terreno sembrado.

Este método se presta para cuantificar pérdidas producidas antes de la cosecha y también para las ocasionadas en las secciones de corte y recolección, trilla, separación y limpieza.

Los lugares para tomar dichas muestras se indican en el Gráfico 17.

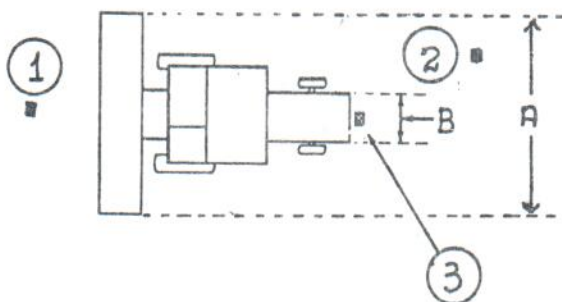


Gráfico 17. Toma de muestras para cuantificar pérdidas a la forma de granos sueltos sobre el terreno.

Las muestras 1 y 2 representan directamente el área comprendida por el marco muestrador. Sin embargo, la muestra 3, representa el área comprendida por el largo habitual del marco, multiplicado por el ancho de corte de la plataforma (A) puesto que el material encontrado en el ancho B fue cortado y concentrado en dicho lugar.

El procedimiento a seguir para cuantificar las pérdidas encontradas en las muestras descritas, es el siguiente:

- * Se contabilizan los granos presentes en la superficie contenida por un marco de muestreo, que es lanzado varias veces al azar.
- * Se promedian los valores obtenidos.
- * Se determina el peso de 1.000 granos expresados en gramos (g).

* Luego se utiliza la siguiente fórmula:

$$\text{Pérdidas de granos en qqm/ha} = \frac{n \times p}{10.000 \times A}$$

n = número de semillas contabilizadas en el área del marco de muestreo (\bar{x})

p = peso de 1.000 granos (g)

A = área del marco (m^2) (g)

2. Método para cuantificar pérdidas a la forma de espigas, mazorcas y/o capítulos presentes sobre el terreno cosechado.

Este método se presta para cuantificar pérdidas producidas antes y después de la cosecha de maíz, maravilla, trigo y similares, producidas en la sección de corte y recolección de la combinada. Los lugares para tomar muestras se indican en el Gráfico 18.



Gráfico 18. Toma de muestras para cuantificar pérdidas a la forma de espigas, mazorcas y/o capítulos presentes sobre el terreno cosechado.

Las muestras deben ser tomadas con un marco de dimensiones equivalentes a la distancia entre hileras del cultivo, el que debe ser ubicado en el centro de cada hilera.

El procedimiento a seguir para cuantificar las pérdidas encontradas en las muestras, es el siguiente:

- * Se contabiliza el número de espigas, mazorca y/o capítulos presentes en parcelas de muestreo de superficie conocida (\bar{x}).
- * Se determina el rendimiento promedio de espiga, mazorca y/o capítulo (g).
- * Luego se utiliza la siguiente fórmula:

$$\begin{array}{l} \text{Pérdidas de espigas} \\ \text{mazorcas y/o capítulos} \\ \text{en qqm/ha} \end{array} = \frac{N \times R}{10 \times S}$$

n = número de espigas, mazorcas y/o capítulos por parcela (\bar{x})

R = rendimiento por espiga, mazorca y/o capítulo, expresado en gramos (g).

S = superficie de la parcela en m²

3. Método para cuantificar pérdidas mediante el uso de un colector de la lona.

Este método permite cuantificar las pérdidas producidas en las secciones de trilla, separación y limpieza. Para el efecto, se instala una lona en la cola de la combinada para recibir todo el material que salga de la máquina durante un trayecto prefijado. Luego se separa el material recogido en la lona y se pesan los granos encontrados, que corresponden a la superficie comprendida por el ancho de corte de la cosechadora y el largo del recorrido prefijado para toma de muestra (Gráfico 19).

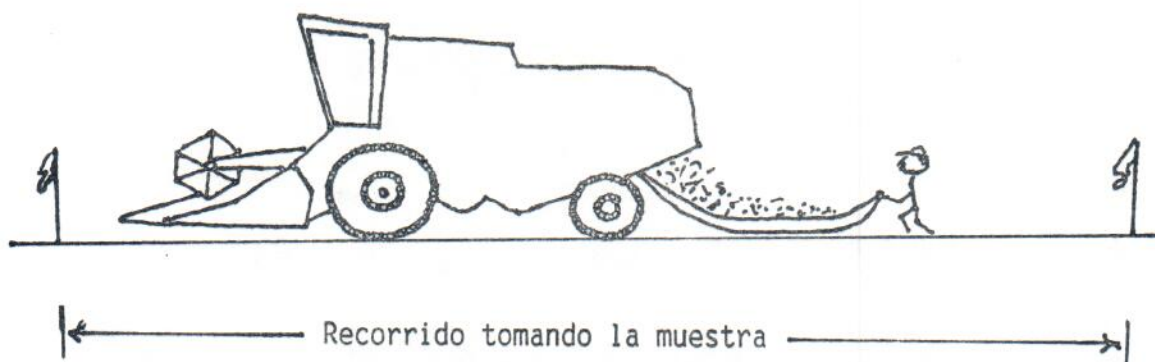


Gráfico 19. Toma de muestra para cuantificar pérdidas según método de colector de lona.

El procedimiento a seguir es el siguiente:

- * Se ubican en el terreno 2 jalones para marcar la longitud de la toma de muestra.
- * La lona se extiende para coleccionar la muestra cuando la máquina pasa frente al primer jalón y se saca cuando completa el trayecto prefijado.
- * Del material coleccionado se separan los residuos para pesar exclusivamente los granos presentes en la muestra.
- * Luego se procede con la siguiente fórmula:

$$\text{Pérdidas de grano} = \frac{S}{A \times 10}$$

qqm/ha

S = semillas encontradas en la muestra expresadas en gramos (g).

A = superficie que representa la muestra expresada en metros cuadrados (m^2) (igual al largo del recorrido entre jalones multiplicado por el ancho de corte de la cosechadora).

V. CAPACIDAD DE TRABAJO Y EFICIENCIA DE CAMPO EN COSECHA DIRECTA

Uno de los factores que tiene mayor influencia en la selección de un equipo agrícola es su rendimiento o capacidad efectiva de trabajo, elemento que a menudo no es considerado en su real medida por los agricultores. Es necesario conocer la cantidad de trabajo que un equipo es capaz de realizar en un período de tiempo, en orden a determinar los costos de producción y a la cantidad de maquinarias requeridas para efectuar una faena agrícola mecanizada.

A. Capacidad de trabajo.

La capacidad de trabajo o rendimiento de una máquina, representa la cantidad de trabajo que ésta puede producir en un período de tiempo. Generalmente se determina midiendo la superficie de terreno trabajada en una unidad de tiempo y se expresa en hectáreas por hora u hora por hectárea.

1. Capacidad teórica de trabajo (CTT).

Representa la producción máxima que se podría obtener si la máquina trabajase en forma continuada, a una velocidad de avance constante y ocupando en todo momento su ancho total de trabajo.

Se puede determinar utilizando las siguientes fórmulas:

$$CTT = \frac{V \times A}{10} \quad \text{ha/hr}$$

$$CTT = \frac{10}{V \times A} \quad \text{hr/ha}$$

donde :

V = velocidad de avance, en km/hr

A = ancho de trabajo de la máquina, en metros

2. Capacidad efectiva de trabajo (CET).

Representa la producción promedio o cantidad real de hectáreas trabajadas por unidad de tiempo, tomando en cuenta todos los tiempos perdidos por concepto de operación y servicios auxiliares de la máquina.

Es muy difícil que la máquina trabaje a su capacidad teórica, puesto que existe una serie de factores que aumentan el tiempo de operación y disminuye la eficiencia de campo, los cuales dependen de las condiciones del medio en que se trabaje.

La capacidad efectiva de trabajo se puede calcular de la siguiente manera:

$$CET = \frac{V \times A \times (1 - tm)}{10} \quad \text{ha/hr}$$

$$CET = \frac{10}{V \times A \times (1 - tm)} \quad \text{hr/ha}$$

donde :

V = velocidad de avance, en km/hr

A = ancho de trabajo de la máquina, en metros

tm = tiempos muertos en la operación, expresados como fracción decimal.

Ejemplo : ¿Cuál es la capacidad efectiva de trabajo de una cosechadora combinada automotriz con cabezal maicero de 4 hileras separadas a 85 cm entre ellas, que trabaja a 5.32 km/hr con un tiempo muerto de un 40%?

donde:

$$CET = \frac{(4 \times 0.85) \times 5.32 \times 0.6}{10}$$

$$CET = 1.08 \text{ ha/hr}$$

B. Eficiencia de campo (Efc).

Es la relación entre el tiempo real y el tiempo teórico que demora una máquina en realizar una labor de terreno; expresada en porcentaje. El procedimiento para su cálculo utiliza la siguiente fórmula:

$$Efc (\%) = \frac{CET}{CTT} \times 100$$

Ejemplo :

Calcule la eficiencia de campo de una cosechadora combinada automotriz de 4 metros de ancho que se desplaza a 5 km/hr con un tiempo perdido del 30%.

$$CTT = \frac{A \times V}{10} = \frac{4.0 \times 5}{10} = 2.0 \text{ ha/hr}$$

$$CET = \frac{A \times V \times (1-t_m)}{10} = \frac{4.0 \times 5 \times 0.70}{10} = 1.4 \text{ ha/hr}$$

$$Efc = \frac{CET}{CTT} \times 100 = \frac{1.4}{2.0} \times 100 = 70\%$$

El agricultor debe extraer de sus propias experiencias datos para estimar una eficiencia de campo real a las condiciones de trabajo de su predio. Una buena práctica es llevar registros anuales de superficies trabajadas con diferentes equipos y del tiempo involucrado en dichas faenas. La elaboración de esta información permite ajustar estimaciones de eficiencia de campo de los equipos, para los efectos de la planificación a futuro.

C. Factores que afectan la eficiencia de campo de una combinada automotriz.

La eficiencia de campo es posible mejorarla si se controlan los factores que la afectan.

La pérdida de tiempo o "tiempo muerto" de las operaciones agrícolas, influyen directamente en la eficiencia de campo del equipo. Alguna pérdida de tiempo es inherente a la operación misma y, por consiguiente, no puede ser evitada, pero otros factores de pérdida de tiempo pueden eliminarse o reducirse mediante una buena organización y administración de operación.

1. Capacidad sin utilizar.

Es frecuente que se produzcan traslapos exagerados entre las pasadas del equipo que se traducen en disminución del ancho de corte del mismo, especialmente durante la cosecha directa de trigo y similares. Estos traslapos significan corrientemente una pérdida de 5 - 15% del ancho de corte real de los equipos. Pueden ser reducidos a 4% o menos, si se toman las medidas correctas de operación o se ajustan las máquinas adecuadamente.

Igual cosa ocurre cuando no se ocupa la total capacidad de los carros de transporte y del estanque de acopio de la combinada.

2. Procedimiento de descarga .

El 20 a 30% del tiempo total se emplea en descargar carros o vaciar el depósito de almacenado de las combinadas que cosechan trigo a granel. Estos tiempo pueden reducirse si se cuenta con dispositivos de descarga eficientes como la malla para vaciar carros con forraje picado, el carro con fondo falso, el carro con chasis inclinable, descarga de la combinada por sinfín, sin que sea necesario detener el equipo, etc.

3. Tiempo de viraje.

El método de operación y el ancho de los cabezales determina el tiempo perdido por concepto de virajes. Lo que normalmente compromete 30 - 50% del tiempo total, puede reducirse al 12 - 15% al usar un método adecuado.

4. Condiciones del terreno.

La forma del potrero, la presencia de canales, árboles y obstáculos ocultos (piedras, troncos), las características de drenaje, pendiente, enmalezamiento y otras condiciones de terreno, dificultan la circulación de los equipos determinando la mayor o menor pérdida de tiempo en la ejecución de las labores. Una adecuación de estas condiciones al nivel de mecanización empleada, contribuye fuertemente a mejorar la eficiencia de campo.

5. Atascamiento del equipo.

La pérdida de tiempo por concepto de desatascamiento del equipo, que además es motivo de accidentes, pueden ser evitados si se ataca su origen. Sobrecarga de la máquina, mecanismos defectuosos (cuchillas romas, embragues defectuosos, etc.) y operación fuera de oportunidad, son algunas causas que provocan pérdidas de tiempo.

6. Funcionamiento defectuoso.

El tiempo perdido por este concepto se puede evitar si se toman medidas de manejo, tales como:

- a. Mantenimiento preventivo.
- b. Reparación oportuna,
- c. Regulaciones y ajustes apropiados.
- d. Conducción del equipo cuidadosa.

7. Verificación del rendimiento del equipo.

Es recomendable verificar periódicamente si el rendimiento del equipo no ha sufrido variaciones por concepto de desajustes o cambio de las condiciones de terreno.

8. Paradas a descansar.

Las paradas cortas y seguidas de descanso son benéficas, puesto que evitan que el cansancio haga cometer errores al operador y que se produzcan accidentes, lo que significa aun pérdidas mayores de tiempo. Las paradas largas de descanso son perjudiciales, puesto que determinan pérdidas de tiempo que bajan un 8% la eficiencia de campo.

9. Cambio de operador.

El cambio de operadores, el servicio de mantenimiento y el aprovisionamiento de combustible, entre otras labores, debe hacerse en el terreno para evitar pérdidas de tiempo en faenas mecanizadas intensivas (12-16-24 horas de trabajo por día).

10. Capacidad de las máquinas sin combinar.

Las máquinas que intervienen en una faena mecanizada deben tener una capacidad concordante, de modo que una no deba perder tiempo esperando a la otra que tiene menor capacidad. Ejemplo: Combinada a granel cosecha 1.400 hectólitros de grano en un día de 10 horas, el carro remolque hace 1.575 hectólitros, y el equipo de proceso y secado 1.000 hectólitros, en el mismo período de tiempo.

D. Eficiencia o rendimiento de la máquina (Efm).

Este concepto se aplica mucho al equipo recolector, como cosechadoras de cereales, maíz, maravilla, arroz y otros. Eficiencia de operación de una máquina es el porcentaje de material recogido por ella. Se determina dividiendo la cantidad recogida en la hectárea por la

producción total de ella, expresado en porcentaje. La producción total incluye la cantidad cosechada por la máquina y la cantidad perdida por ella al cosechar.

Ejemplo :

Calcular la eficiencia de una combinada automotriz cosechando trigo. El rendimiento estimado del trigo es de 50 qqm/ha y la cantidad de trigo recogida por la máquina es de 45 qqm/ha.

$$\begin{aligned}
 \text{Efm (\%)} &= \frac{\text{Cantidad recogida qqm/ha}}{\text{Rendimiento del cultivo qqm/ha}} \times 100 \\
 &= \frac{45}{50} \times 100 \\
 &= 90\%
 \end{aligned}$$

E. Eficiencia o rendimiento del operador (Efo).

El esfuerzo desplegado por el operador mientras conduce la máquina, le provoca fatiga restándole condiciones favorables para el trabajo. En la medida que este esfuerzo se prolonga en el tiempo, sin interrupciones ni descansos, los efectos producidos por la fatiga van aumentando su intensidad, haciendo que el operador actúe con torpeza y cometa errores que ponen en peligro la vida de las personas involucradas en el trabajo y perjudica la conservación y operación de la máquina.

Descansos breves, pero frecuentes, son más indicados para controlar la fatiga que detenerse un largo período en forma espaciada.

No se puede esperar que un operador trabaje los 60 minutos de cada hora en forma continuada. Se estima que en promedio, un buen operador trabaja alrededor de 50 minutos por hora, lo que da una eficiencia horaria de un 83,3%.

F. Cantidad de cosechadoras requeridas para realizar una faena determinada.

La capacidad efectiva de trabajo de los equipos y el tiempo disponible para realizar una faena determinada, permiten calcular la cantidad de máquinas que son necesarias para cumplir con el objetivo trazado.

$$M = \frac{W}{\text{CET} \times T}$$

donde :

M = número de máquinas requeridas.

W = trabajo a realizar (ha).

CET = capacidad efectiva de trabajo de las máquinas (ha/hr).

T = tiempo disponible para realizar el trabajo expresado en horas.

La precisión del cálculo depende en gran medida de la calidad y exactitud de la información utilizada, de allí la importancia de realizar una buena estimación de la capacidad efectiva de trabajo de los equipos, considerando todos los factores analizados en los capítulos anteriores.

El factor clima es limitante para los efectos de estimar el tiempo disponible, debido a que la agricultura depende fuertemente de la temperatura, luminosidad, lluvia, humedad del suelo y del aire, que

influyen en el desarrollo de las plantas. Existen períodos bien definidos para efectuar las cosechas de granos, cuya extensión varía en función de la ubicación geográfica del lugar.

Es necesario considerar la información estadística pluviométrica y utilizar un promedio de días aptos para alimentar la fórmula de cálculo propuesta.

Ejemplo :

Se desea calcular los equipos necesario para cosechar 600 hectáreas de trigo con combinada automotriz, cuya capacidad efectiva de trabajo es 1.4 ha/hr, si se dispone de 23 días de 10 horas cada uno para hacerlo.

$$M = \frac{W}{CET \times T}$$
$$= \frac{600 \text{ ha}}{1.4 \text{ ha/hr} \times 230 \text{ hr}}$$

$$M = 1.86$$

Se requieren 2 cosechadoras combinadas para realizar el trabajo.

VI. MANTENCION Y REPARACION

El desgaste natural de los mecanismos, derivado del roce entre piezas en movimiento y la fatiga de los materiales, afectan al estado mecánico de funcionamiento de las máquinas y la calidad del trabajo que realizan. Este deterioro se precipita cuando no se les administran las medidas de mantención y reparación en forma oportuna (engrases, cambio de aceite, filtros, etc.), lo que baja considerablemente la vida útil de estos equipos.

La alta frecuencia de problemas mecánicos reduce la confiabilidad de las máquinas, bajando el número de horas de trabajo en la temporada con la consiguiente alza de los costos de operación. Sin embargo, la peor consecuencia del problema producido por un deficiente servicio de mantención, radica en la falta de oportunidad en que se realizan las faenas.

La cosechadora combinada automotriz, como se explicara en los capítulos anteriores, es requerida por los cultivos con la máxima oportunidad, dado que el período de cosecha está fijado por el clima y las características varietales del cultivo.

En consecuencia, es recomendable establecer un programa de mantención preventivo, que permita reparar el equipo antes que se produzcan los problemas, siguiendo las recomendaciones del manual que fija la periodicidad de los servicios y la información registrada en la bitácora que indica cuándo se deben realizar.

En todo caso, no debe esperarse el último momento para preparar la máquina, ya que se dispone de varios meses para hacerlo, ni mucho menos, esperar que el problema se produzca (generalmente en medio de la faena) para pensar en repararlo.

Si el equipo se ha limpiado, reparado y lubricado al término de la temporada de cosecha, estará pronto a responder con la máxima confiabilidad cuando se le requiera en el período siguiente.

Un equipo confiable realiza operaciones oportunas, eficientes y económicas, factores decisivos en la realización de una buena cosecha de granos.

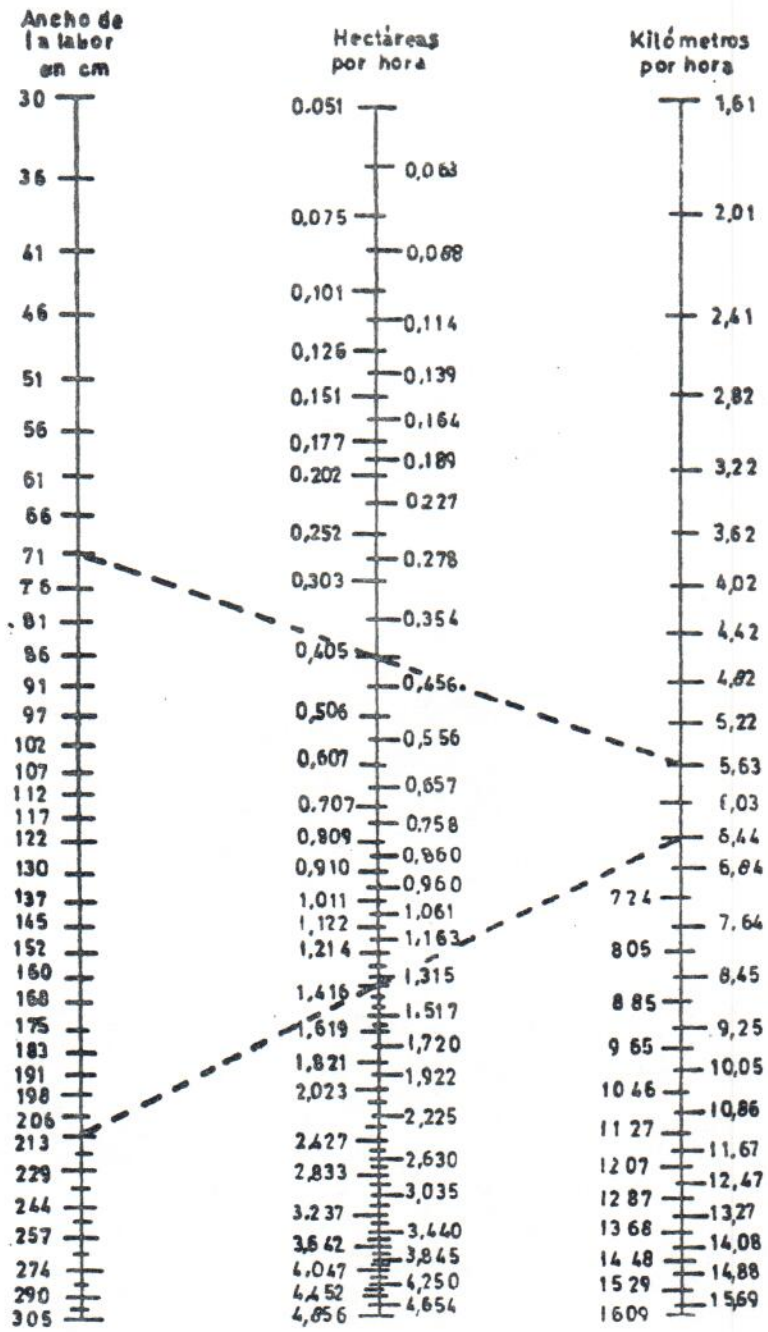
VII. BIBLIOGRAFIA

1. BAINER, R., KEPNER, R. AND BARGER, E., 1963. Principles of farm machinery. John Wiley and Sons. New York. USA.
2. BERLIJN, J.D., 1964. Organización de operaciones agrícolas mecanizadas. Universidad Agraria La Molina, Lima, Perú.
3. _____, 1964. Maquinaria de operaciones de cosecha. Universidad Agraria La Molina, Lima, Perú.
4. CULPIN, CLAUDE. 1975. Profitable farm mechanization. Crosby Lockwood Ataples. London, England.
5. FMO. 1977. Manejo de maquinaria. John Deere Co. Illinois, USA.
6. _____, 1977. Recolección con cosechadora. John Deere Co. Illinois, USA.
7. FORD TRACTOR OPERATIONS. 1969. Better combining. Training Department, Detroit, USA.
8. GARCIA F., ANTONIO. 1989. Cosechadora de cereales. Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe, Santiago, Chile.
9. HARRISON, H.P. 1968. Methods of determining capacity of farm machinery. Transaction of the ASAE. Michigan, USA.
10. HETZ H. EDMUNDO, 1972. Cosechadora combinada automotriz. Problemas de operación, causas y selección. Universidad de Concepción, Chillán, Chile.

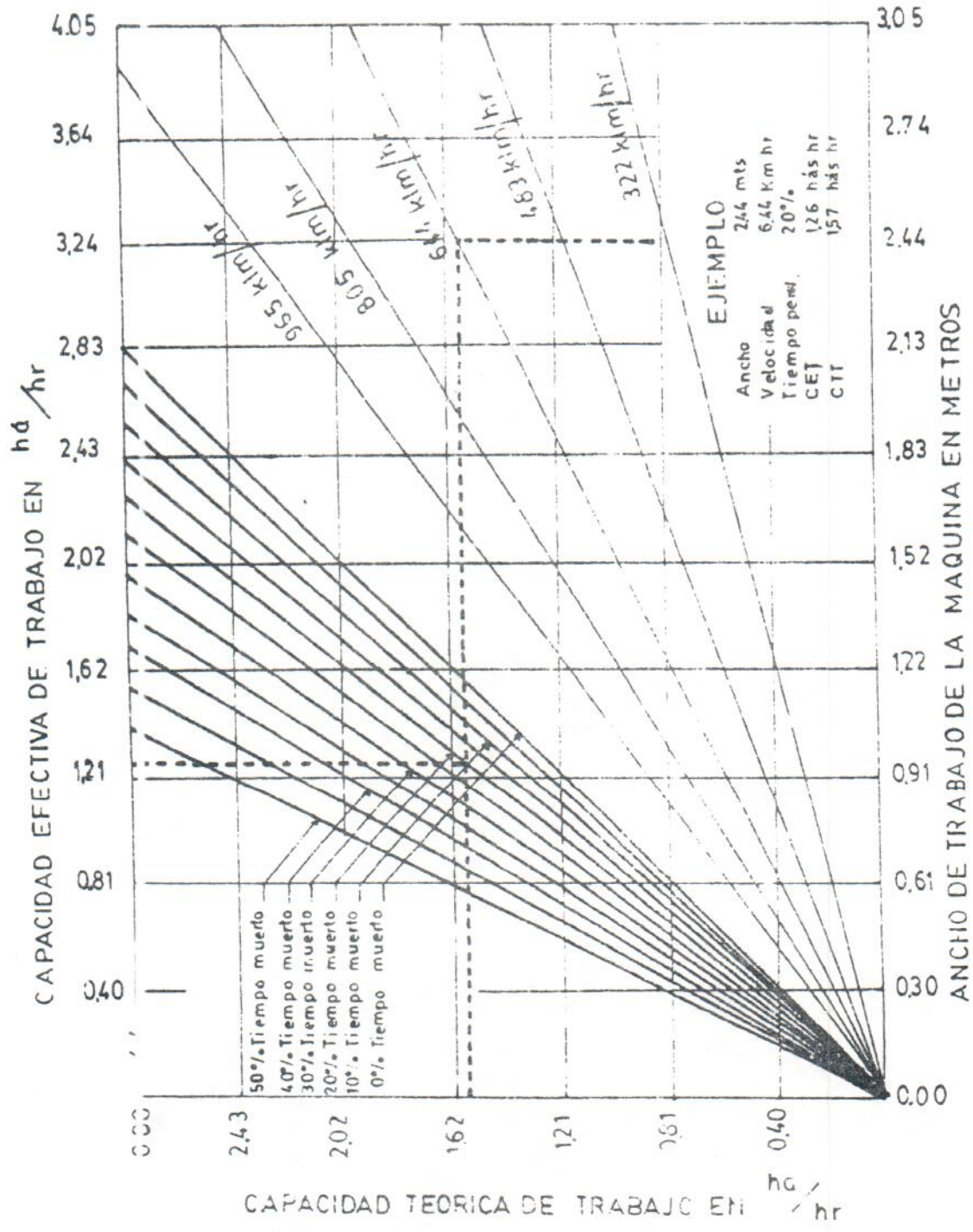
11. HUNT, DONNELL. 1973. Farm power and machinery. Iowa State University Press. Ames, USA.
12. IBAÑEZ C., MARIO. 1988. Capacidad de trabajo y eficiencia de campo de la maquinaria agrícola. Universidad de Concepción, Depto. de Ingeniería Agrícola. Chillán, Chile.
13. ROZAS I., NILSON. 1974. Evaluación de pérdidas en cosecha directa de raps. Universidad de Concepción. Tesis mimeografiada. Escuela de Agronomía, Chillán, Chillán, Chile.
14. SMITH H.P., 1967. Maquinaria y equipos agrícolas. Ediciones Omega S.A. Barcelona, España.
15. STONE, A. AND GULVIN H. 1961. Maquinaria agrícola. Compañía Editorial Continental, S.a. Méico D.F., México.
16. VILLAVICENCIO C., MARCOPOLO. 1974. Métodos de cosecha de maíz. Universidad de Concepción. Tesis mimeografiada. Escuela de Agronomía. chillán, Chile.
17. WILKINSON HR. y BRUNBECK A.O. 1977. Elementos de maquinaria agrícola. FAO, Roma, Italia.

ANEXOS

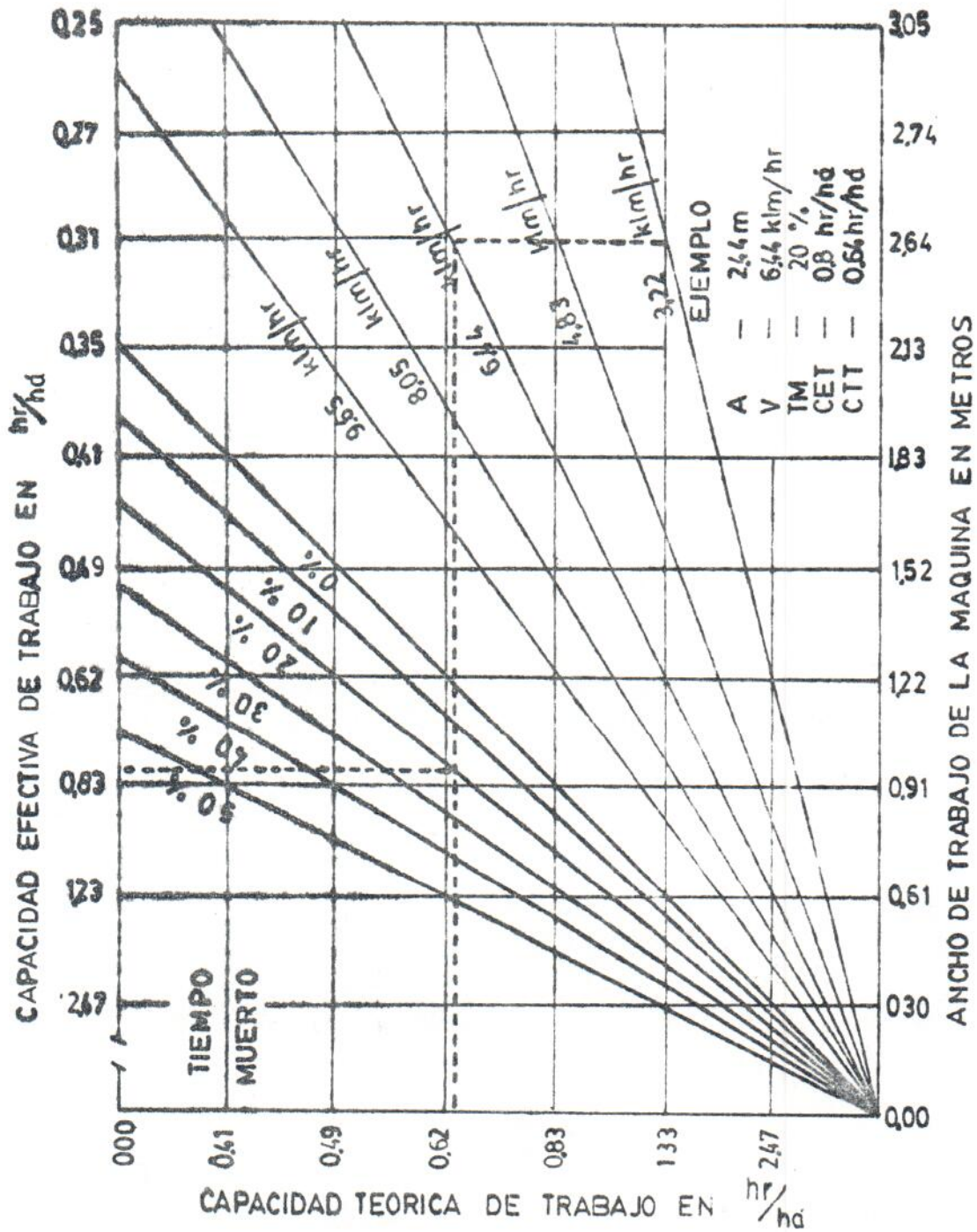
ANEXO 1. Tabla para determinar en forma directa la capacidad teórica de trabajo de equipos agrícolas.



ANEXO 2. Nomograma para determinar la capacidad efectiva de trabajo de la maquinaria agrícola en ha/hr.



ANEXO 3. Nomograma para determinar la capacidad efectiva de trabajo de la maquinaria agrícola en hr/ha.



ANEXO 4. Eficiencia de campo de algunos equipos agrícolas.

Equipos agrícolas	Eficiencia (%)
Arados de vertederos	70-85
Arados de discos	70-85
Arado cincel	75-90
Arado subsolador	65-80
Rastras de discos	70-90
Rastras combinadas (clavos y resortes)	70-90
Niveladora de microrrelieve	70-80
Rodillos compactadores	70-90
Sembradoras de cereales	65-75
Sembradoras de precisión	65-75
Distribuidor centrífugo	60-70
Cultivador entre hileras	65-85
Azadón rotativo	75-85
Pulverizador de barra	55-65
Pulverizador de huertos frutales	50-60
Segadora-acondicionadora	75-83
Segadora-hileradora	75-85
Rastrillo pastero	70-85
Enfardadoras automáticas	60-80
Cosechador de forraje	50-80
Carro de transporte	65-80
Cosechadora combinada de cereales	50-75
Cosechadora combinada de maíz	55-70
Desbrozadora rotativa	60-75

Fuente : Hunt y FMO.

ANEXO 5. Métodos prácticos para calcular la velocidad de trabajo.

Método 1 : Consiste en medir el camino recorrido por el equipo durante 1 minuto.

Ejemplo : Calcular la velocidad de trabajo de una combinada automotriz que recorre 85 metros en 1 minuto.

En 1 hora recorre 5.100 m (85 x 60)

Luego, para convertir metros x hora a kilómetros x hora, se procede como sigue:

$$\frac{5.100 \text{ m}}{1.000 \text{ m}} = 5,1 \text{ km/hr}$$

Este método es práctico sólo para bajas velocidades, puesto que en caso contrario se deben medir longitudes muy extensas, pudiendo resultar un procedimiento lento y cansador.

Método 2 : Consiste en tomar el tiempo que demora una máquina en recorrer una distancia conocida, como el largo del potrero y otra referencia del predio.

Ejemplo: Una combinada automotriz demora 10 minutos en recorrer 800 metros.

Calcule su velocidad de desplazamiento.

$$\text{Velocidad (km/hr)} = \frac{\text{Distancia (m)}}{\text{Tiempo (min)} \times 16.66}$$

(16.66 es un factor de conversión de metros por segundo a kilómetros por hora).

$$\text{Velocidad (km/hr)} = \frac{800}{10 \times 16.66} = 4,8 \text{ km/hr}$$

Se supone que para que resulte operable este método, debemos disponer de referencias previas que nos indiquen la distancia que debe recorrer la máquina.

Método 3 : Consiste en tomar el tiempo que demora el equipo en recorrer una distancia de 16.66 metros a velocidad constante.

Ejemplo: Calcular la velocidad de avance de una combinada automotriz que demora 12 segundos en cubrir una distancia de 16.66 metros.

$$\text{Velocidad (km/hr)} = \frac{60}{T \text{ (seg)}} = \frac{60}{12} = 5 \text{ km/hr}$$

T = tiempo en segundos que demora el equipo en recorrer los 16.66 metros.

Este método es recomendable para hacer estimaciones rápidas, puesto que basta tener un reloj y 2 estacas unidas por un cordel a 16.66 metros una de otra, el que se extiende en el terreno por donde circula el equipo. Sin embargo, su precisión depende de la exactitud del cronometrado, puesto que un segundo más o menos representa un cambio significativo en la velocidad.

La siguiente fórmula nos permite verificar la velocidad a que se desplaza un equipo por el terreno.

$$T \text{ (seg)} = \frac{60}{V \text{ (km/hr)}}$$

Ejemplo: Una combinada automotriz debe trabajar a 5 km/hr, ¿cuántos segundos debe demorar en cubrir los 16.66 metros para que su velocidad corresponda a la requerida?

$$T = \frac{60}{5} = 12 \text{ segundos}$$

ANEXO 6. Tabla para determinar velocidad en km/hr a partir del tiempo en segundos que demora un equipo en cubrir una distancia de 16.66 metros.

Tiempo que demora en recorrer 16.66 metros expresado en segundos	Velocidad km/hr
3	20,0
4	15,0
5	12,0
6	10,0
7	8,6
8	7,5
9	6,7
10	6,0
11	5,5
12	5,0
13	4,6
14	4,3
15	4,0
16	3,8
18	3,3
20	3,0
24	2,5
28	2,1
32	1,9
36	1,7
40	1,5

