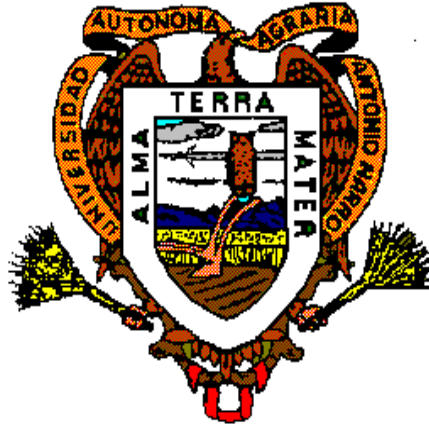


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ ANTONIO NARRO ”

DIVISIÓN DE INGENIERÍA



**UTILIZACIÓN Y MANEJO DE EQUIPO FORRAJERO EN LAS ZONAS
AGRÍCOLAS DE MÉXICO**

Por:

JOSÉ FRANCISCO MARTILL ROBLEDO

MONOGRAFÍA

Presentada como Requisito Parcial para Obtener el Título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN MAQUINARIA AGRÍCOLA

Buenvista, Saltillo, Coahuila, México.

Septiembre de 1999

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE MAQUINARIA AGRÍCOLA
UTILIZACIÓN Y MANEJO DE EQUIPO FORRAJERO EN LAS ZONAS
AGRÍCOLAS DE MÉXICO

MONOGRAFÍA

QUE SOMETE A CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR, COMO

REQUISITOS PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO EN MAQUINARIA AGRÍCOLA

QUE PRESENTA:

JOSÉ FRANCISCO MARTILL ROBLEDO

APROBADA

ING. RAMIRO LUNA MONTOYA

ASESOR PRINCIPAL.

ING. SERGIO MARTÍNEZ MEDELLÍN

COASESOR

ING. ROSENDO GONZÁLEZ GARZ

COASESOR

MC. JESUS R. VALENZUELA GARCÍA

CORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE INGENIERÍA

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA. MÉXICO. SEPTIEMBRE 1999.

DEDICATORIA

A MIS PADRES.

Sra. Aída Robledo Juárez.

Sr. José Luis Martill Toledo.

CONTODO MI CARIÑO, AMOR Y RESPETO POR HABERME DADO LA VIDA Y SOBRE TODO POR EL APOYO INCONDICIONAL EN TODO MONENTO, DURANTE TODAS LAS ETAPAS POR LAS QUE HE PASADO.

A MI HERMANO. Luis Alfredo Martill Robledo

A MIS ABUELOS.

A MIS TIOS.

A MIS PRIMOS.

QUIENES AL IGUAL QUE MIS PADRES ME BRINDARON SIEMPRE SU AMOR, CARIÑO Y CONFIANZA. QUE ME ALENTO EN TODO MOMENTO.

A MI NOVIA. Brenda G. Méndez Ballesteros.

QUIEN FUE LA PERSONA QUE ME APOYO EN LA REALIZACION DE ESTE TRABAJO, Y POR QUIEN TENGO UN GRAN CARIÑO, ADMIRACION Y RESPETO. POR TODO EL AMOR Y AFECTO QUE ME TIENES TE AGRADESCO MUCHO.

AGRADECIMIENTOS

DOY GRACIAS A DIOS POR HABERME PERMITIDO CULMINAR UNA ETAPA MAS EN MI VIDA, Y PODER VER REALIZADOS MIS DECEOS DE TERMINAR UNA CARRERA PROFESIONAL.

A LOS INGENIEROS: RAMIRO LUNA MONTOYA, ROSEDO GONZALES GARZA, JORGE ALBERTO FLORES BERRUETO. POR SU AMISTAD, SUS CONSEJOS Y POR EL TIEMPO QUE DEDICARON PARA LA REALIZACION DE ESTE TRABAJO.

A LOS INGENIEROS QUE CONFORMAN EL PERSONAL ACADEMICO DEL DEPARTAMENTO DE MAQUINARIA AGRICOLA. POR TODOS LOS CONOCIMIENTOS QUE ME PROPORCIONARON Y POR SU AMISTAD QUE CADA UNO DE ELLOS ME BRINDO.

A TODOS MIS AMIGOS CON LOS QUE CONVIVI DENTRO Y FUERA DE LA UNIVERSIDAD.

A MIS PRIMOS. FIDEL Y GERARDO, QUE ESTUBIERON PRESENTES EN LAS DIFERENTES ETAPAS DE MIS ESTUDIOS UNIVERSITARIOS.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
ÍNDICE GENERAL	i
ÍNDICE DE CUADROS	iv
ÍNDICE DE FIGURA	v
INTRODUCCIÓN	vi
ANTECEDENTES HISTORICOS DEL MANEJO DE FORRAJE	1
SEGADORA LATERAL	3
Antecedentes	3
Métodos de corte	4
Principios de corte	5
Clasificación	5
Componentes básicos de la barra cortadora	6
Tipos de cuchillas	8
Funcionamiento	12
Ajustes más comunes	14
SEGADORA ACONDICIONADORA	16
Antecedentes	16
Propósitos	17

	Pág
Tipos de acondicionamiento -----	18
Acción de los acondicionadores -----	19
Clasificación -----	20
Característica de funcionamiento -----	22
Funcionamiento de las partes principales -----	22
Principales ajustes -----	24
Solución para ciertos contratiempos -----	26
Principales objetivos -----	27
RASTRILLOS -----	28
Antecedentes -----	28
Propósitos de su uso -----	29
Clasificación -----	29
Tipos y tamaños -----	30
Componentes primarios -----	31
Funciones de los componentes -----	33
Preparación del rastrillo -----	35
Principales ajustes -----	38
EMPACADORAS DE FORRAJE RECTANGULARES -----	39
Antecedentes -----	39
Funciones -----	40
Clasificación -----	41

	Pág
Componentes primarios -----	43
Descripción del funcionamiento -----	44
Ajustes preliminares -----	51
EMPACADORA DE ROLLOS -----	56
Antecedentes -----	56
Clasificación -----	57
Operación y ajuste -----	60
Procedimiento de descarga -----	63
COSECHADORAS DE FORRAJE -----	65
Introducción -----	65
Tipos -----	66
Clasificación -----	68
Componentes básicos -----	73
Preparación de la máquina -----	78
Regulaciones y ajustes -----	79
CONCLUSIONES -----	82
BIBLIOGRAFÍA -----	85

ÍNDICE DE CUADROS

Pág

VELOCIDAD MÁXIMA DE AVANCE DE ALGUNAS SEGADORAS -----	13
VELOCIDADES DE MANEJO DE LAS SEGADORAS ACONDICIONADORAS SEGÚN EL TIPO DE ACONDICIONADOR -----	22
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS DIFERENTES TIPOS DE RASTRILLOS -----	38
TAMAÑO Y PESO DE LOS DIFERENTES TIPOS DE PACAS -----	54
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE EMPACADORAS DE ROLLOS -----	64
PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE LAS COSECHADORAS DE FORRAJES -----	69
PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE LAS COSECHADORAS DE FORRAJES AUTOPROPULSADAS -----	73

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág
FIGURA # 1 SEADORA LATERAL -----	7
FIGURA # 2 SEGADORA ACONDICIONADORA -----	25
FIGURA # 3 RASTRILLO -----	32
FIGURA # 4 EMPACADORA RETANGURAL -----	44
FIGURA # 5 EMPACADORA DE ROLLOS -----	62
FIGURA # 6 COSECHADORAS DE FORRAJES -----	71

INTRODUCCIÓN

Una practica que ha ganado terreno a partir de años anteriores es el manejo de forraje, el cual no permite a los animales que pasten en los pastizales, sino que en lugar de esto se les lleva mecánicamente la pastura hasta el lugar en que se encuentran estabulados. Con esta práctica se realiza la utilización más eficiente de los forraje verdes

Los problemas de la cosecha de forrajes son diferentes a los de otras operaciones de cosecha en otros cultivos.

Todos los forrajes están destinados al consumo animal, por lo general después de preservarlos.

La cosecha de forrajes comprende el manejo de un volumen considerable de material.

Los forrajes presentan problemas de almacenamiento especiales diferentes a los de los granos.

Por tal razón implica tener un mecanización en las operaciones de campo, hasta llegar a las cuestiones de almacenamiento y distribución para los animales. Algunos estudios indican que la mecanización de la parte de campo es superior a las otras dos áreas. La selección del equipo para

cosecha de forraje deberá proceder sólo después de que se hayan considerado la posibilidad de una mecanización completa en el manejo del mismo.

Económicamente no eficiente el manejo a mano del forraje. Sin embargo, antes de comprar maquinaria para su manejo es importante considerar la operación individual que se pretende mecanizar y evaluarse económicamente. La mecanización total puede resultar demasiado costosa en el caso de operaciones pequeñas.

De la selección y operación correcta de las máquinas dependerá en gran medida las soluciones finales que se den a problemas como el mantenimiento y ajustes de cada una de ellas, a de más la calidad del forraje que va se a producir.

ANTECEDENTES HISTÓRICOS DEL MANEJO DE FORRAJE

Hacia el año de 1850 el equipo de henificación aun consistía en: Guadañas y rastrillos manuales.

En la actualidad el heno que se consume está producido casi en gran medida por máquinas. La mecanización del proceso de henificación se inicia con las segadoras de barra; hasta fines del siglo XIX el trabajo de henificación consumía muchas horas de arduo trabajo.

La nueva era de la henificación comienza en el año de 1940 cuando aparece en el mercado la empacadora automática con recogedor y amarrador. Esta máquina vino a sustituir el arduo trabajo de rastrillar y cargar a la carreta y de la carreta a la troje. El trabajo de procesar heno de la cosecha a su almacenamiento se ha reducido considerablemente en nuestros tiempos.

Las pacas son el método más eficiente para manejar convenientemente el heno, tanto desde el punto de vista de almacenamiento como de alimentación del ganado. Requiere también del más bajo índice de fuerza por tonelada producida.

El sistema de producción - almacenamiento - disposición es un trabajo de dos hombres; y en caso indispensable hasta de uno solo. Reduce también el desperdicio y su costo de almacenamiento utilizando mucho mejor el espacio y son fáciles de transportar y por supuesto de comercializar. (Manual New Holland 1998).

SEGADORA LATERAL

ANTECEDENTES:

Durante miles de años se usaron la hoz y la guadaña para cortar cultivos y pastos para heno. Mientras en algunos lugares del mundo todavía se usan estas herramientas manuales, en 1800 mucho del equipo manual para cortar heno fue reemplazado por segadoras tiradas por caballos. Las primitivas máquinas cortaban lo mismo cereales como hierbas. Willian F. Ketchum fue el primer vendedor de este tipo de máquinas. Poco después se creó la barra de corte formada por una cadena sin fin con cuchillas y por una barra rígida. Cyrenus Wheeler registró el 5 de diciembre de 1854 una máquina que tenía dos ruedas motrices y una barra cortante unida a las ruedas principales. En 1910 apareció la primera segadora tirada por un tractor y en 1930 aparecieron las primeras suspendidas al tractor. En la actualidad, las segadoras impulsadas por tractor proveen más capacidad en el campo y menos requisitos de mano de obra, han reemplazado a casi todos los equipos tirados por caballos. (Harris Pearson 1980).

METODOS DE CORTE:

Los beneficios que se obtienen del estudio de las máquinas no se limitan a los del implemento sólo, si no que pueden aplicarse a todas las máquinas agrícolas en las que se usa una barra de corte como trilladora, andanadoras y cosechadoras de campo.

En esencia, una segadora es una barra de corte provista de un tren de engranajes, provisto de la fuerza necesaria por la rueda de la barra de conexión. Las segadoras pueden estar accionadas por sus ruedas motrices, pero la mayoría las segadoras modernas están accionadas por la toma de fuerza del tractor. (Donnell Hunt 1986).

Los cultivos de heno pueden cortarse aplicando ya sea fuerza de impacto ó cizallamiento a la vegetación en pie para separarla del rastrojo; la fuerza de impacto se imparte cuando una cuchilla de alta velocidad rompe el tallo del cultivo.

El dispositivo para cortar heno más comúnmente usado es una barra cortadora con cuchilla reciproca que corta los tallos de la planta. Las barras de cortadoras se usan no solo en las segadoras. Todas las barras cortadoras tienen los mismos componentes básicos, pero se dispone de una variedad de diseños para hacer frente a problemas específicos. En barra de doble cuchilla, donde una de ellas hace de contra cuchilla de la otra. Ello

permite trabajar a una mayor velocidad de avance, en correspondencia el incremento de la velocidad de corte del cultivo. (Ortiz - Cañavate 1990).

PRINCIPIOS DE CORTE :

El corte es la operación mecánica en la cual un útil afilado penetra en el material que va hacer cortado según una dirección determinada y los separa debido a la aplicación de fuerzas de corte elevadas.

Para el corte de materiales flexibles, como son los tallos del forraje, se emplean dos sistemas: Corte con dos elementos opuestos y corte con un solo elemento. El primero de ellos es el de cuchilla y contracuchilla y el segundo es el de cuchilla a alta velocidad con corte por impacto.

Recientemente han aparecido sistemas intermedios que, aunque aplican el principio de corte por impacto, están dotados, en las proximidades de la cuchilla, de elementos de apoyo para los tallos al objeto de limitar su libertad de movimiento durante el corte. (Linares - Vázquez. 1996.).

CLASIFICACIÓN:

Basándose en los dos principios de corte y en la forma de aplicarlo, se pueden clasificar las segadoras como siguen:

- ◆ Guadañadoras.

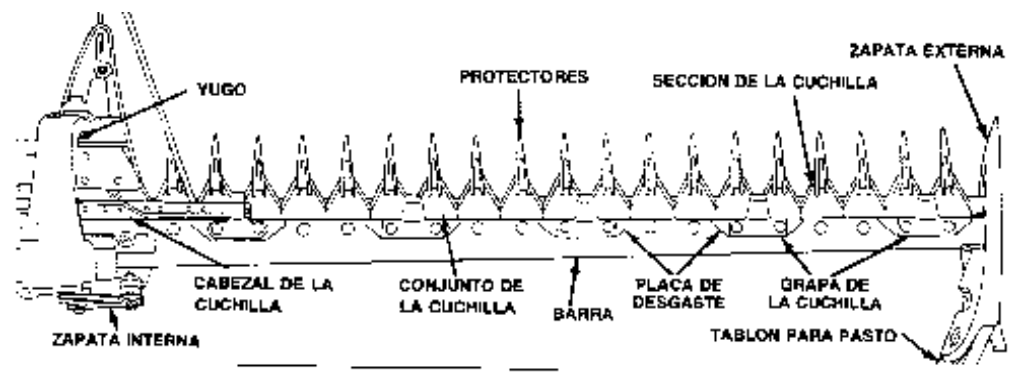
- ◆ Alternativas.
- ◆ Barra simple.
- ◆ Dedos fijos.
- ◆ Dedos móviles.
- ◆ Doble barra.
- ◆ Rotativas.
- ◆ Eje horizontal.
- ◆ Eje vertical.
- ◆ Discos.
- ◆ Tambores.
- ◆ Mixtas.
- ◆ Sierras circulares.

(Riva G. 1992.).

COMPONENTES BASICOS DE LA BARRA CORTADORA:

- ◆ YUGO.
- ◆ ZAPATA INTERNA.
- ◆ CABEZAL DE CUCHILLA.
- ◆ CONJUTO DE CUCHILLAS.
- ◆ BARRA.
- ◆ PLACAS DE DESGASTE
- ◆ GRAPA DE CUCHILLA.
- ◆ SECCIÓN DE CUCHILLAS.

- ◆ PROTECTORES.
- ◆ ZAPATA EXTERNA.
- ◆ TABLON PARA PASTO.



COMPONENTES DE LA SEGADORA LATERAL FIG. # 1.

TIPOS DE CUCHILLAS:

- ◆ SUAVES.
- ◆ DENTADO SUPERIOR.

◆ DENTADO INFERIOR.

Las secciones suaves. Se usan en cultivos finos, especialmente donde los jugos eliminados durante el corte tienden a producir una acumulación de residuos. Las secciones cromadas resisten mejor la acumulación de los residuos de las plantas que las secciones simples.

Las secciones con dentado superior. Se usan en cultivos ásperos como la alfalfa, trébol, paja y otros cultivos de tallos tiesos, las dentelladuras tienen tendencias a sostener el cultivo mientras ayudan a evitar que los tallos sean empujados hacia adelante por el movimiento de la sección en vez de cortarlo. Estas secciones retienen su capacidad de corte sin necesidad de afilarlas.

Las secciones con dentado inferior. Se usan casi en las mismas condiciones que las secciones con dentado superior. Debido a que las dentalladuras están en la parte inferior, las secciones pueden afilarse cuando los bordes están achatados. (Manual John Deere HT 240 1998).

PROTECTORES:

Los protectores tienen tres funciones, que son:

- ◆ Proteger las cuchillas de los objetos sólidos.
- ◆ Sostienen las placas conductoras fijas para el cizallamiento eficiente de la cuchilla.
- ◆ Dividen las plantas y las guían hacia la cuchilla para facilitar el corte.

Los protectores deben de adaptarse a las condiciones del campo. Podemos encontrar protectores contra piedras, regulares, sin borde, dobles, etc.

Los protectores contra piedras, generalmente están hechos de acero para proporcionar un servicio extra pesado, están diseñados para soportar el maltrato en terrenos ásperos y rocosos.

Los protectores regulares, son similares en diseño a los protectores contra piedras y están hechos de hierro dúctil ó acero forjado,

Los protectores sin bordes, están especialmente diseñados para lugares en que existen problemas de penetración de la cosecha, especialmente cuando el material esta caído, húmedo y pesado. También se les llama protectores de guisantes, contra atascamiento ó tocones.

Las secciones de las cuchillas van encima de los protectores sin bordes para cortar con menos posibilidades de atascarse. Se requieren

grapas especiales para las cuchillas debido a que sobre las cuchillas no hay bordes ó dedos del protector, no se recomiendan los protectores sin bordes para las condiciones normales de corte, debido a que la velocidad de corte se reduce cerca de 3.2 Km/hr. Ó más comparado con los protectores regulares.

Protectores dobles, están volviéndose más populares debido a que están hechos y montados en pares para proporcionar mayor resistencia y son más baratos por grupos que los protectores regulares. Tienen una configuración baja y diseño fino, proporcionando así buena capacidad para penetrar la cosecha. (Manual John Deere HT 275 1999).

BARRA CORTADORA:

Es la armazón al que están sujetos los componentes de corte, está hecha de acero de alta calidad.

ZAPATA INTERIOR Y EXTERIOR:

Un patín ancho y con forma de zapata soporta el extremo interior de la barra de corte cuando está funcionando. Una solera desmontable se coloca debajo de la zapata y se ajusta para regular la altura de corte, igualmente

susceptible de ajuste. El extremo en punta de la zapata exterior actúa como un separador de la parte de hierba cortada de la que aún queda sin cortar. (A. Stone. 1988).

PLACAS DE DESGASTE:

Las placas de desgastes son precisas para soportar la parte posterior de la cuchilla. Cuando se desgastan, las cuchillas no ajustan bien, produciéndose choque y haciendo mal contacto con las placas de solera. Como consecuencia, aumentan las necesidades de potencia para el arrastre de la máquina y presentándose un mal corte del cultivo. No debe por tanto las placas de desgastes, estar bajo la cabeza de la cuchilla, cuando se repara una segadora lateral.

SOPORTES DE LA CUCHILLA:

Los soportes de la cuchilla son esenciales para sujetar las secciones de la cuchilla junto a las placas de solera. Cuando se desgastan y la cuchilla se mueve, al quedar flojas, haciendo mal contacto con las placas de solera.

TABLA PARA HIERBA Y COLA:

Estas piezas van acopladas a la zapata exterior. La tabla lleva una conexión de resorte dócil, que se vuelve hacia atrás y parte la hierba sin cortar. Sirve para dividir y rastrillar la hierba cortada de la que no está, a fin de dejar un espacio limpio para la zapata interior en la siguiente pasada. (Ulloa Torres. 1983).

FUNCIONAMIENTO:

Las segadoras de barra de corte no han ido a la par que otras máquinas agrícolas respecto a la capacidad de campo incrementada. En general, las capacidades se incrementan usando corte más anchos o velocidades más rápidas, pero en ambos casos esta segadora está claramente limitada. Las longitudes de la barra de corte no han aumentado más allá de 3 mts. Siendo las longitudes más usadas de 2 mts. Parece haberse llegado a un límite de tamaño por lo que respecta a la cantidad de barra de corte sin apoyo que puede usarse con economía.

Las velocidades incrementadas de la cuchilla incrementarían la capacidad de campo de las segadoras, pero una velocidad de aproximadamente 1200 ciclos/min. Parece ser el límite práctico actual. Inclusive, sólo los accionamientos balanceados de la cuchilla permiten estas velocidades. (A.G. Harris. 1979).

VELOCIDAD MÁXIMA DE AVANCE DE ALGUNAS SEGADORAS.

GUADAÑADORA	F (ciclos/min)	K	V (Km/h)
Lámina simple	1000	0.75 - 0.85	6.75 - 7.85
Lámina doble	2000	0.80 - 0.90	14.75 - 16.56
Dedos Móviles	2000	0.75 - 0.85	13.80 - 15.64

El mantenimiento de los bordes de corte de las secciones de la cuchilla contribuye considerablemente a obtener un corte bien hecho y un requerimiento de potencia bajo. En pruebas de laboratorio se encontró que los rendimientos de energía variaron con la falta de filo de los bordes de la sección, Las hojas con los bordes lisos necesitaron menos energía para cortar que las hojas dentadas por abajo. (W. J. Chancellor 1987).

AJUSTES MÁS COMUNES:

Un ajuste básico, es el ajuste de registro consiste en modificar la relación de la barra de corte y la cuchilla hasta que las secciones de las cuchillas estén exactamente centradas sobre los protectores al final de la carrera de la barra de corte. Cuando existe esta condición, se dice que la segadora tiene un registro correcto. Algunos modelos recientes no tienen un

registro centrado. En su lugar, la carrera se detiene con la punta de la sección escasamente cubierta por el borde del protector. En tales segadoras la carrera no es igual al espaciamiento de los resguardos.

El avance es otro ajuste característico de las segadoras. Puesto que la barra de corte se extiende sin apoyo por el lado de la máquina, se experimenta una cantidad notable de movimiento de retroceso por la acción de los resortes cuando se cortan cultivos pesados. En tales condiciones, la relación barra de conexión - cuchilla ya no es lineal. Puede esperarse un desgaste considerable. Para compensar esta tendencia, a las barras de cortes de las segadoras se les da un avance o deflexión hacia adelante apreciable. Por lo tanto, cuando la segadora está en operación, el movimiento de retroceso por la acción de los resortes compensa este avance y la cuchilla y la barra de conexión están alineadas para que tengan un desgaste mínimo. El ajuste de avance es por lo general de 0.25 pul/pie. De largo de la barra de corte, esta debe de tener un ángulo de 90° con la línea de avance del tractor.

Otros ajuste son 1) la altura del corte, que se modifica con las zapatas ajustables en el extremo interior y exterior de la barra de corte; y 2) el ángulo de los resguardos, que se apuntan hacia el frente para levantar un cultivo bajo y hacia atrás para pasar por encima de residuos de cultivo y terreno escabroso.

El embrague deslizante, si es ajustable, deberá aflojarse en el punto en el que operará sin patinarse en los crecimientos más intensos de los cultivos. Si se usa una banda V de hule en vez de un embrague deslizante, la tensión de la banda no deberá ser tan fuerte que no puede patinarse en casos de urgencia.

El ajuste en el cual el operador tiene más control es la velocidad hacia adelante. Debido a las características de la velocidad constante de las flechas de la toma de fuerza, la cantidad de recorrido hacia adelante puede ocasionar el amontonamiento del cultivo en los espacios entre los resguardos, con una consecuente acción de mallugamiento que consume potencia en vez de un corte limpio; la velocidad de la toma de fuerza debe conservarse alta, mientras que la velocidad hacia adelante debe limitarse a la capacidad de la barra de corte. (Donnell Hunt. 1986).

SEGADORA ACONDICIONADORA

ANTECEDENTES:

El acondicionamiento del heno mediante pisado, encrespamiento o azotado, estos eran los primeros tipos de acondicionamiento que existieron en tiempos pasados entre los agricultores que se dedicaban al manejo de forrajes. Por medio de la cual podían obtener resultados como:

Acelera el proceso de henificación en el terreno, pudiendo reducir en un 30% el tiempo necesario para el secado.

Reduce los daños causados por los efectos meteorológicos.

Las pérdidas por fragmentación disminuyen al reducirse la duración del proceso y la necesidad de voltear el heno.

Debido al menor tiempo que está expuesto a la intemperie y las menores manipulaciones, se conserva mejor el calor y valor nutritivo del forraje. (M.M Boyd. 1961).

Enfrentados con una escasez continua de mano de obra agrícola de confianza, los cultivadores de heno deben buscar equipos para cosechar que sean más eficientes y de mayor capacidad. Una manera efectiva de aumentar la eficiencia y disminuir las necesidades de mano de obra, así como reducir el número de operaciones en el campo requeridas para cosechar el cultivo. Las segadoras acondicionadoras e hileradoras, ayudan a realizar esto, combinando tres operaciones, en una, cortar, acondicionar e hilar en una sola operación. (K. Person. 1980).

PROPOSITOS:

Cuando el forraje se va a curar para pastura, puede necesitarse varios días antes e que la acción del sol y el viento reduzca el contenido de humedad a un seguro 20%. Este tiempo puede acelerarse mediante el uso de una acondicionadora de pastura, ahorrando por tanto posiblemente un día en el tiempo de secamiento con respecto a los métodos convencionales.

Las acondicionadoras de pasturas son diferentes, pero todas producen el mismo efecto de amasijo, machacado y desplazamiento en los tallos de las leguminosas. Se obtiene una mayor efectividad si los tallos aún están turgentes con humedad cuando ocurre el acondicionamiento. Los materiales de plantas gruesas resultan más afectados que las gramíneas y las leguminosas finas.

Esta máquina de funciones múltiples no reduce la necesidad de tener que cosechar a tiempo para producir forraje de buena calidad. Facilitan los problemas de programación requeridos para las tres operaciones separadas en el campo - siega, acondicionamiento y rastrillado, además las segadoras - acondicionadoras e hileradoras ayudan a ahorrar dinero y mano de obra. Los costos de mantenimiento y almacenamiento están confinados a una máquina, para grandes cantidades de hectáreas. (Manual John Deere. 1998).

TIPOS DE ACONDICIONAMIENTO:

La solución de disminuir el tiempo de secado en el campo comenzó a emplearse en los años 40 con la aparición de los acondicionadores de forraje, en los que éste era obligado a pasar entre dos rodillos que giran en sentidos opuestos, produciendo una magullación de los tallos, lo que acelera su desecación. Estos aparatos arrastrados o suspendidos, se podían pasar después de la siega o en la misma pasada, colocando la barra de corte lateralmente y el acondicionador detrás del tractor. En una etapa posterior se unieron los dos elementos en una sola máquina, la segadora acondicionadora, quedando en desuso el acondicionador como máquina independiente. Este tipo de acondicionador de rodillos pertenece al grupo de acondicionadores mecánicos, sin duda los más difundidos y que actúan sobre la cosecha ya cortada, antes de caer al suelo.

Existen otros tipos que actúan sobre la cosecha en pie como son los acondicionadores químicos y térmicos, desarrollados principalmente para su aplicación al ensilado de cultivos en países de clima húmedo.

El prehenificado térmico pone a la planta en contacto con el aire caliente obtenido por la combustión de propano con un quemador especial que lleva el tractor. El prehenificado químico se pulveriza ácido fórmico sobre las plantas unas horas antes de la siega, para provocar la necrosis de los tejidos superficiales y favorecer la evaporación del agua. Se utiliza para ello un pulverizador resistente a la corrosión, equipado con boquillas de gran diámetro. (García Gutiérrez. 1973.).

ACCIÓN DE LOS ACONDICIONADORES:

El acondicionamiento mecánico realiza una serie de actuaciones sobre el producto segado a fin de acelerar su desecación. Estas actuaciones son:

- Acción sobre los tallos, recién segados, rompiendo su rigidez, para que libere el agua que contiene y se sequen más rápidamente.

- Acción sobre el cordón que se va a depositar en el suelo.

La forma de actuar sobre los tallos y el cordón marcan las diferencias entre los distintos sistemas de acondicionamiento.

Los tratamientos sobre los tallos son de tres tipos:

- a) Aplastamiento, con conformación de fisuras longitudinales.
- b) Plegado a intervalos más o menos próximos, que da lugar a un claro predominio de las fisuras transversales.
- c) Laceración por choque y frotamiento.

Diferentes elementos acondicionadores pueden producir el mismo efecto sobre el tallo, y es corriente que una máquina realice varias de estas acciones. (Balsari, P. 1991.)

CLASIFICACIÓN:

Como criterios de clasificación se utilizan tres aspectos de la operación, que son: El método de efectuar el acondicionamiento, su dependencia de la operación de ciega, y los dispositivos mecánicos que la efectúan como ello, se tiene:

Segadoras acondicionadoras de rodillo.

- a) Rodillos lisos.
- b) Rodillos acanalados.

c) Rodillos mixtos.

Segadoras acondicionadoras de dedo

a) Eje horizontal

- Dedos

- Peines

b) Eje vertical.

Segadoras acondicionadoras de cepillos:

a) Macerador.

b) Prensa.

(Casagrande, J.R. 1991).

**VELOCIDADES DE MANEJO DE LAS SEGADORAS
ACONDICIONADORA SEGÚN EL TIPO DE ACONDICIONADOR.**

RODILLOS	2 Velocidades 650 y 800 r/min.
DEDOS	2 Velocidades 600 y 900 r/min.
PEINES	800 r/min. Y dos caras activas.

CARACTERÍSTICAS DE FUNCIONAMIENTO:

La mayoría de las segadoras acondicionadoras, tienen rodillos acondicionadores que son tan largos como la barra de corte, el forraje cortado no se acarrea lateralmente en la plataforma para entrar al acondicionador. La mayoría de las segadoras acondicionadoras son accionadas por tractor, pero también se disponen de autopropulsadas.

FUNCIONAMIENTO DE LAS PARTES PRINCIPALES:

NAVAJAS:

Para poder obtener un corte más limpio en la mayoría de las condiciones. El recorrido de las navajas debe de ser de 1632 recorridos por

minuto. Los ganchos del molinete barren el material cortando lejos de las navajas previendo atascamientos y llevando el material a los rodillos acondicionadores.

LAS GUARDAS:

Deben ser resistentes para evitar que se doblen y además para que tengan una larga duración, Sus perfiles angostos permiten penetrar y separar el pasto fino y cosechas densas y tupidas, existen también guardas chatas para cosechas húmedas y abundantes difíciles de atascar aunque requieren de más mantenimiento.

RODILLOS ACONDICIONADORES:

Se ubican a todo lo ancho del implemento, esta es la parte principal de una segadora acondicionadora debido que es aquí donde se realiza el deshidratado del cultivo durante el paso de este por estos rodillos, realizan una acción que secciona sin cortar y presiona sin aplastar la cosecha para un nivel máximo de acondicionamiento.

La velocidad periférica de los rodillos es alrededor de 8 m/s. La presión que se ejerce sobre el forraje con los rodillos de aproximadamente 6 bar. La anchura de trabajo llega en ocasiones a 2.5 mts y la potencia

necesaria es de 15 Kw por metro lineal. Parece ser que los rodillos lisos tienen un mejor efecto de secado que los acanalados. (Balsari, P. 1991).

MOLINETES:

Constan de una serie de articulaciones, según el modelo, pero con un denominador común, la inducción del material hacia el interior del implemento y colocarlo sobre la barra de corte, en ocasiones permite levantar el forraje que se encuentra parcialmente acamado, además de lacerar los tallos del forraje para poder conseguir un efecto más agresivo.

DEFLECTOR DE HILERA:

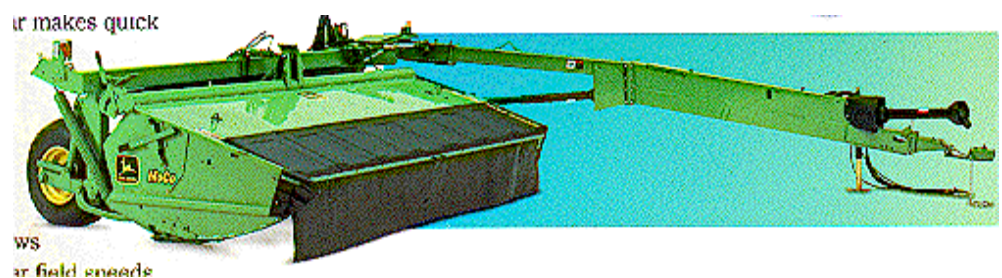
Permite al operador descargar la cosecha en hileras o franjas, ahorrando tiempo, los deflectores y el baffle de descarga encausan el material hacia una hilera esponjada la cual permite el paso de aire a través de la hilera acelerando así el secado del forraje. (Manual New Holland 1999).

PRINCIPALES AJUSTES:

Las acondicionadoras tipo rodillo tienen medios de ajuste para modificar la presión entre los rodillos, a altura de operación y en ocasiones el espaciado entre rodillos. En general, entre mayor sea la presión de los

rodillos, el secamiento será más rápido. La altura de operación deberá ser tan elevada como sea necesario para evitar las piedras y otros desechos, y, no obstante, lo suficientemente baja para recoger todavía todo el material cortado.

La velocidad hacia adelante puede ser aproximadamente tan rápida como la segadora. La mayor rapidez de secamiento se da con la acondicionadora tipo rodillo, después de una segadora convencional. Cualquier máquina que andane el material mientras lo acondiciona parece perder cualquier ventaja en el tiempo de secamiento sobre la pastura no acondicionada sin embargo, dicha máquina de combinación evita una operación separada y puede producir ahorros en los costos de producción. (Manual New Holland N H 0698. 1998).



SEGADORA ACONDICIONADORA. FIGURA # 2.

SOLUCIONES PARA CIERTOS CONTRATIEMPOS:

La mayoría de los problemas de funcionamiento que ocurren con las segadoras acondicionadoras e hileradoras resultan de ajustes inadecuados o falta de servicios a tiempo. Aplicar cuidadosamente las soluciones de seguridad. Una solución incorrecta puede causar una serie de averías. Es muy importante tener un conocimiento total de las segadoras acondicionadoras para poder corregir satisfactoriamente los problemas:

Ruido excesivo: Como causa posible, los rodillos demasiado cerrados. Rodillos desincronizados. Cuchillas amelladas o protectores doblados. Posibles soluciones, aumentar el espacio entre los rodillos. Volver a sincronizar los rodillos. Enderezar y reajustar los protectores.

Daños a las hojas o pérdidas de hojas del forraje: Como causa posible, velocidad demasiado rápida del carrete. Espaciamiento de los rodillos demasiado cerrados. Sobre trituración. Posible solución. Reducir la velocidad del carrete. Aumentar el espaciamiento de los rodillos. Disminuir la presión de los rodillos, otra causa puede ser el punto de madurez ó secado del cultivo.

Los protectores se quiebran en la parte delantera de la ranura: Como causa posible los dientes del carrete están demasiado bajos. Posible solución levantar el carrete o reemplazar los dientes dañados. (FMO. 1976.).

PRINCIPALES OBJETIVOS DE LA SEGADORA ACONDICIONADORA:

En síntesis, un acondicionador realiza un proceso de laminación del forraje. Con ello se pretende:

- a). Aplastar, plegar o lacerar los tallos para facilitar su desecación.
- b). Dejar el cordón de heno con los tallos hacia lo alto y las hojas hacia abajo, con lo que los primeros tienden a secarse con mayor rapidez.
- c). Mullir cordón de heno. (Donnell Hunt. 1986).

RASTRILLOS

ANTECEDENTES:

El método más antiguo de rastrillado de heno, con herramientas manuales fue utilizado hasta principios de 1800, cuando se desarrolló el rastrillo tirado por caballos.

Aunque se hicieron muchos mejoramientos en estos rastrillos de volteo, los agricultores no estaban satisfechos con ellos debido a que producían hileras de volteo muy espaciadas. Al final de la década de 1800, se desarrollo el rastrillo de entrega lateral tirado por caballos. El rastrillo de entrega lateral colocaba el heno en hileras más rectas y satisfactorias. Continuos desarrollos condujeron a los rastrillos de entrega lateral de alta capacidad impulsados por tractor usados en la actualidad. Aún en la actualidad se usan rastrillos de volteo múltiple para juntar el heno silvestre y pastos de pradera. (FMO. 1976).

PROPÓSITOS DE SU USO:

Los rastrillos son máquinas forrajeras que trabajan tras la siega para acondicionar el forraje, efectuando sobre éste las operaciones de remoción, esparcido, hilerado y volteo, bien independientemente, o de forma simultánea. Son máquinas cuya utilización puede ser necesaria en todos los procesos de recolección. Cuando remueven el forraje favorecen su aireación y secado, tanto en la enificación como en el ensilado con presecado. El hilerado, por sí solo, puede tener como objetivo preparar cordones uniformes y adecuados para favorecer el trabajo de la máquina siguiente, y también agrupar cordones para proteger el heno de condiciones climatológicas adversas. (Sundberg. M. 1992).

CLASIFICACIÓN:

La clasificación de los rastrillos no entraña menos dificultades que la del resto de la maquinaria forrajera, pues hay muchos criterios en los que podemos basarnos. De entre ellos este grupo de máquinas lo podemos clasificar por la operación que realiza:

a) Rastrillos removedores: Máquinas que efectúan exclusivamente una remoción de la masa de forraje. Trabajan únicamente sobre forraje verde.

b) Rastrillos removedores - hileradores : Máquinas mixtas que realizan, simultáneamente, las operaciones de remoción e hilerado pudiendo trabajar sobre forrajes verdes y semiseco.

c) Rastrillos hileradores: Máquinas que realizan fundamentalmente, el hilerado de forraje semiseco.

(Linares, P. 1992).

TIPOS Y TAMAÑOS:

Los rastrillos de entrega lateral son clasificados como:

- Rastrillos de barras paralelas.

- Rastrillos de ruedas.

(F M O 1976).

Tamaño del rastrillo:

El tamaño del rastrillo de barra paralela se basa en el ancho de rastrillado que puede ser de 2.13; 2.44 ó 2.74 metros, estos anchos se adaptan al largo de las barras cortadoras en la mayoría de las segadoras.

La capacidad del rastrillo puede aumentarse usando dos rastrillos conectados en tándem. Sin embargo se dispone de un rastrillo gemelo que

elimina el enganche en tándem. Este rastrillo se remolca e impulsa hidráulicamente y tiene una distancia de rastrillado de 6.4 metros de ancho

La mayoría de los enganches en tándem pueden ajustarse para formar una hilera simple, o para formar dos hileras más pequeñas

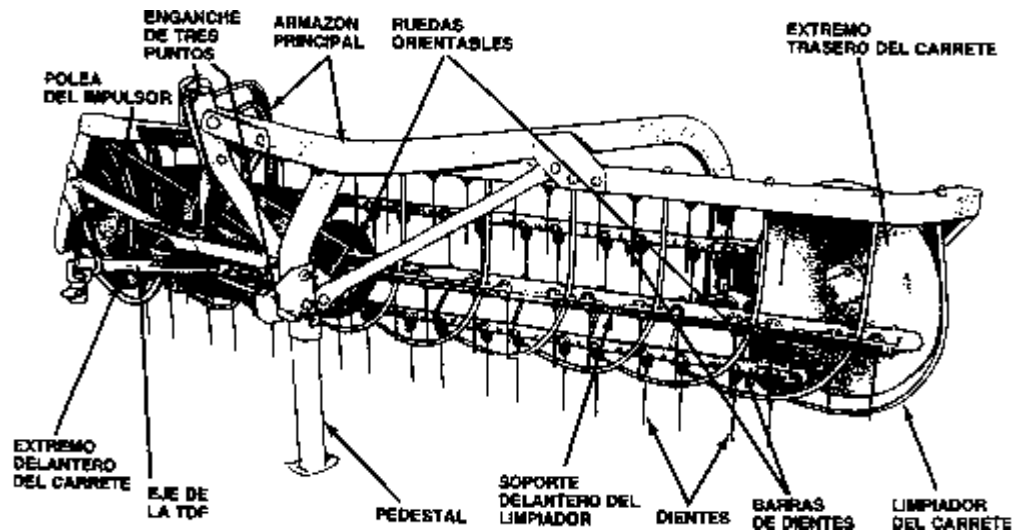
COMPONENTES PRIMARIOS DE UN RASTRILLO DE BARRAS PARALELAS:

- Armazón principal.
- Eje de la toma de fuerza.
- Polea del impulsor.
- Extremo delantero y trasero del carrete.
- Barras de dientes.
- Dientes.
- Varillas del limpiador.
- Ruedas orientables.

Componentes principales del rastrillo de ruedas remolcado:

- Pértiga.

- Armazón principal.
- Viga de la rueda rastrilladora.
- Manivela de levante.
- Ruedas rastrilladoras.
- Dientes.
- Resorte de flotación.



COMPONENTES DEL RASTILLO. FIGURA # 3.

FUNCIONES DE LOS COMPONENTES:

Dientes: Los componentes más importantes de un rastrillo son los dientes. Los dientes quebrados o doblados reducen severamente la eficiencia del rastrillo dejando forraje sin rastrillar en las hileras. Los dientes de acero

tienen un resorte en espiral o montaje de caucho moldeado. Los dientes de montaje de caucho son más caros, pero generalmente tienen una mayor duración. También su capacidad para doblarse en cualquier dirección es particularmente valiosa en los terrenos ásperos o rocosos.

Barras de dientes: Las barras de dientes sostienen los dientes del rastrillo, que se ponen en contacto con el forraje cada vez que la barra de dientes se acerca al suelo. A medida que el carrete gira, la barra de dientes se acerca más al suelo y se mueve casi en ángulo recto a la línea de avance. A través de una serie de golpes de cada barra de dientes, el heno es enrollado lateralmente a lo largo del frente del carrete y hacia fuera del extremo remolcado del rastrillo para formar una hilera.

Varillas separadoras: Las varillas separadoras ayudan a arrancar el forraje de los dientes. Sin las varillas separadoras, los dientes tienden a llevar el forraje arriba y sobre el carrete.

Ruedas orientables: En algunos rastrillos, al cambiar la posición de la rueda orientable se cambia la inclinación o ángulo de los dientes. La inclinación hacia adelante de los dientes, determina la esponjosidad de las hileras recién formadas. Las ruedas orientables ayudan a calibrar la altura del rastrillo y guiar el rastrillo sobre la irregularidad del terreno, reduciendo la posibilidad de daños a los dientes y grapas de diente.

Ruedas rastrilladoras: Las ruedas rastrilladoras están enganchadas individualmente o en grupos a un brazo de manivela móvil. Las ruedas están parcialmente soportadas por un resorte de tensión o flotación que permite

que cada rueda siga el contorno del suelo sin presionar excesivamente los dientes.

Tipos de ruedas: Se disponen de dos tipos de ruedas rastrilladoras: Ruedas tipo estrella y ruedas de discos sólidos.

Las ruedas tipo estrella tienen dientes que salen diametralmente de un cubo central. Estos dientes largos se doblan a lo largo de toda su longitud y flotan al rededor de los obstáculos que pueden quebrar dientes más cortos o tiesos. Sin embargo, en condiciones ventosas algunas ruedas de dientes son propensas a enmarañar la cosecha y enrollarla en las ruedas, Lo que resulta en hileras mal formadas. La gravedad del problema está generalmente relacionada con el diámetro del cubo central a la que están sujetos los dientes. Se dispone de protectores especiales contra viento para algunos rastrillos de ruedas con dientes.

A las ruedas de discos sólidos no las afecta el viento, aunque sople en dirección opuesta al movimiento del forraje. Las púas o varillas tienen una base helicoidal y están montadas en el borde exterior o periferia de cada rueda. Tocan ligeramente el suelo; al avanzar el rastrillo, las ruedas giran en un plano diagonal y producen una acción de arrastre que mueve el forraje hacia adelante y a un lado, en una línea paralela al eje de la rueda. (F M O. 1976).

Las ruedas van unidas a un brazo de cigüeñal y están sostenida en parte por un muelle, de modo que se adapten a la superficie del terreno sin

ejercer demasiada presión sobre él. Las ruedas serpentean sobre un bancal, rastrillando el forraje sin dañar el rastrillo. (Day, C.L. 1951).

PREPARACIÓN DEL RASTRILLO:

Cuando el tractor está listo, enganchar el rastrillo como sigue:

- Ajustar la ubicación del pasador de enganche en el armazón principal del rastrillo para que se adapte al enganche de tres puntos del tractor, si es necesario
 - Hacer retroceder el tractor a posición y bajar las conexiones de arrastre hasta que estén aproximadamente en línea con los pasadores de enganche.
 - Conectar las conexiones de enganche a los pasadores de enganche.
 - Enganchar las conexión central del tractor al punto de enganche superior del rastrillo.
 - Nivelar el rastrillo de lado a lado usando las conexiones de arrastre.
 - Ajustar las cadenas oscilantes del enganche del tractor o estabilizadores para evitar que el rastrillo oscile hacia atrás y adelante.
 - Conectar el eje telescópico de la toma de fuerza.
 - Levantar el rastrillo y colocar el pedestal de estacionamiento en su posición superior.
 - Levantar y bajar el rastrillo en el enganche de tres puntos a través de la gama completa, para asegurarse que el eje de la toma de fuerza no se traba.
- También revisar que no hayan interferencias entre el rastrillo y las ruedas del

tractor, barra de tiro, etc, y reajustar la posición del enganche, si es necesario.

Controles:

Los controles de operación del rastrillo varían con cada modelo, pero además de los controles del tractor, cada rastrillo tiene un control para levantar y bajar el carrete rastrillador o rueda rastrilladora. Comúnmente se usan una manivela de levante controlada a mano, un cilindro hidráulico o el enganche de tres puntos del tractor.

Los rastrillos de barras paralelas también tienen un control para engranar y desengranar potencia. Estos controles pueden ser un embrague montado en el rastrillo para los rastrillos impulsados por ruedas, el embrague de la toma de fuerza del tractor o una palanca de control hidráulico para los impulsores hidráulicos. (Márquez, L. 1984).

Dirección de avance:

Cuando el forraje está ligeramente oreado está listo para ser rastrillado, si la humedad de la cosecha cae debajo del 40 % antes del rastrillado, la pérdida de hojas puede ser excesiva.

Para un rastrillado más eficaz, el rastrillo debe viajar en la misma dirección de la segadora. Durante la siega las plantas caen hacia atrás sobre la barra cortadora de la segadora, exponiendo las espigas con hojas en una disposición sobre puesta. Los tallos están cubiertos. Al rastrillar en la misma

dirección en que viaja la segadora, contra las espigas de las plantas se coloca la mayoría de las hojas dentro de la hilera. Aquí las hojas están protegidas de los rayos directos del sol y se olean por circulación de aire. Los tallos expuestos se secan rápidamente por exposición tanto al sol como al viento.

El rastrillado en sentido opuesto a la dirección de avance de la segadora invertirá la orientación de la planta en la hilera. Es seguro que el rastrillo perderá más forraje y las pérdidas de hojas durante el rastrillado es generalmente más alta. Con las hojas expuestas y los tallos protegidos es imposible desecar uniformemente. Las hojas se secan y desmenuzarán antes de que los tallos estén lo suficientemente secos para empacar. (F M O. 1976).

PRINCIPALES AJUSTES:

Las rastrilladoras solo tienen medidas limitadas para ajustarlas. En las rastrilladoras de salida lateral son importantes las alturas del molinete y el ángulo de los dientes. El molinete deberá ajustarse para que libre justo la superficie de terreno. El ángulo de los dientes determina la forma de la andanada, de consistencia apretada o floja y ahuecada. Debe llegarse a un término medio en la formación de la andanada. Para un secamiento rápido la andanada deberá estar floja; Para una alimentación uniforme de las empacadoras o de las cosechadoras de campo, la andanada deberá tener continuidad y una consistencia apretada. (Donnell Hunt. 1986).

**CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS DIFERENTES TIPOS DE
RASTRILLOS**

	RASTRILLO DE MOLINETE	RAST. DE DIENTES VERT.
ANCHURA ÚTIL	1.4 - 2.6	2.4 - 3.8
VELOCIDAD DE AVANCE	5 - 8	9 - 15
POTENCIA	-----	4.5 - 6.0

EMPACADORAS DE FORRAJE RECTANGULARES

ANTECEDENTES:

No es una máquina reciente. Las más antiguas usadas tradicionalmente por el hombre se reducían a un cajón de madera reforzado que se llenaba manualmente a base de horquillas. Una vez dentro del cajón, el producto se comprimía por medio de la tapa superior que se podía deslizar por el interior del cajón con la ayuda de dos placas laterales. A base de fuerza física, dos hombres hacían bajar la tapa comprimiendo el producto operación que se repetía varias veces antes de llenar todo el cajón. Una vez completo éste, se le pasaban dos o tres alambres por unas ranuras situadas en la caja para sujetar el paquete formado.

En el siglo XIX empiezan aparecer mecanismos que facilitan la compresión y multiplican la fuerza aplicada, y así, en 1813 se registra una empacadora manual estacionaria. A principios del siglo XX se introduce el accionamiento mecánico de los mecanismos de compresión, manteniendo la alimentación manual. Hacia 1930 se empiezan a utilizar las recogedoras empacadoras accionadas por el tractor que las arrastra, pero todavía con atado manual, efectuado por dos operarios situados a ambos lados del canal

de salida de la paca. Unos tableros de madera servían para independizar una paca de la siguiente, antes de atarla. En 1940, New Holland fabricó una empacadora de atado automático con sisal, utilizando el mecanismo anudador patentado en 1878 por John Appleby. También por esas fechas, la firma Deere & CO. Fabrica una empacadora con atado automático por medio de alambre. (Cedra, 1989).

Conseguido el automatismo de la operación, la evolución se dirige a disminuir la mano de obra precisa para el manejo posterior de las pacas. La empacadora convencional forma paquetes de 15 - 30 kg, por lo que supone tener de 100 a 200 pacas por hectáreas regularmente distribuidas por el terreno. Las propias empacadoras aportaban soluciones, aumentando la densidad de las mismas o variando su tamaño. A parecen máquinas para hacer pacas muy pequeñas, aptas para su manejo a granel, o muy grandes, que reduce el número de paquetes por unidad de superficie.(Berlijn,J.1982).

FUNCIONES:

En cuanto a las operaciones que realiza la empacadora es muy específica, ya que realiza exclusivamente el empacado de la paja y del forraje. Trabaja sobre cordones de producto previamente hilerado, que recoge, comprime y ata por varios procedimientos. Una vez confeccionado los paquetes, éstos son recogidos directamente de la máquina y trasladados a los elementos de transporte al lugar de almacenamiento, o son

depositados en el suelo para su recogida posterior. (Vázquez Minguela, J 1996).

CLASIFICACIÓN:

La gran variedad de empacadoras existentes dificultan su clasificación. Hay procedimientos de compresión diferentes que producen pacas de la misma forma y otros iguales, cuyas pacas, aun que de la misma forma merecen diferente tratamiento en razón a su densidad o tamaño. Por todo ello, se ha adoptado un sistema de clasificación que aplica varios criterios, como son el tamaño, la forma, el método de compresión y la densidad del producto con lo que queda de la siguiente manera:

Convencionales.

- Baja densidad.
- Alta densidad.

Rotoempacadoras pequeñas.

Empacadora de grandes pacas .

- Rotoempacadoras.
- ***Enrolladoras en el suelo.***
- Con transportador vertical trasero.
- Con cadena de dedos.
- ***Enrolladoras en cámara.***
- *Cámara variable.*

- Correa continua.
- Doble correa.
- Barras.
- *Cámara constante.*
- Correas.
- Rodillos.
- Cadena con barras.
- Rodillos y cadena de barras.
- ***Mixtas.***
- *Sistemas sucesivos.*
- Tramos de correas.
- Rodillos y correas.
- Correas con tramos fijos y deformables.
- ***Sistema opcional.***
- Tramos de correas deformables.
- rodillos y correas.
- ***Cámara variable y presión opcional.***
- *Non Stop.*
- Rodillo inversor.
- Tapiz alimentador.
- Compuerta curvada.
- ***Rectangulares.***
- ***Pistón.***
- *Baja densidad.*

- *Alta densidad.*
- Cámara abierta
- Cámara cerrada.
- ***Cámara oscilante.***
- Canal de rodillo.
- Empastilladora.
- Almiaradora.

(Culpin, C. J. 1976).

COMPONENTES PRIMARIOS DE LA EMPACADORA DE FORRAJE RECTANGULAR:

- Recogedor.
- Sin fin o dientes alimentadores.
- Eje de toma de fuerza.
- Dientes alimentadores.
- Embolo.
- Fijadores.
- Cámara de enfardado.
- Ruedas medidoras de pacas.
- Agujas.



EMPACADORA DE FORRAJE RECTANGULAR. FIGURA # 4

**DESCRIPCIÓN DE FUNCIONAMIENTO DE LAS PARTES DE LA
EMPACADORA RECTANGULAR:**

Recogedor:

Su misión es levantar el producto acordonado en el suelo, que entra en la máquina debido al avance de la misma. El trabajo lo efectúan una serie de dientes metálicos similares a los del rastrillo. El montaje de los dedos da lugar a dos tipos de recogedores: De tambor o de cadena.

De tambor: Los dedos se fijan en 6 - 8 barras transversales al avance, que se apoya en sus extremos en dos discos verticales, que giran en sentido contrario al de las ruedas de la máquina. En su movimiento, los dientes pasan entre las ranuras de un cilindro metálico de diámetro superior al de los discos laterales. En la parte superior de su recorrido, el cilindro tapa los dedos para dejar en libertad el producto.

De cadena: Los extremos de las barras se apoyan en cadenas metálicas sinfín que se mueve entre dos ruedas dentadas laterales situadas en una posición vertical, y que giran en sentido contrario al avance.

El recogedor de tambor es más sencillo que el de cadena pero sólo levanta el producto, mientras que el de cadena lo conduce también hacia los depósitos de alimentación.(Linares, P. 1986).

Sistema de alimentación de la cámara de compresión.

Transporta el producto elevado por el recogedor hasta la cámara de compresión y lo induce en ella. Realiza, por tanto, dos operaciones: Transporte hasta la entrada de la cámara de la alimentación propiamente dicha. Ambas las pueden efectuar el mismo elemento o dispositivo independiente para cada una de ellas.

La organización del sistema de alimentación depende de la posición de la cámara de compresión.

En las empacadoras de baja presión la cámara está centrada con el recogedor.

En la empacadora de alta presión la cámara puede estar alineada en dirección de avance, pero desplazada del recogedor, o ser perpendicular al avance.(Colzani, G. 1983).

Transportador de tornillos sinfín:

El tornillo sinfín está situado inmediatamente detrás del recogedor, en posición transversal al avance. El sentido de giro y el traslado de la hélice permiten que el producto avance hacia la cámara. Realiza solo transporte.

Horquillas sobre cigüeñal:

Hay dos tipos. Uno está formado por una sola horquilla de dientes con brazo vertical conectado al acodamiento de un cigüeñal alineado con la cámara. El extremo del brazo se une a una biela sujeta a un punto fijo. El giro del cigüeñal y el montaje del brazo produce el barrido del producto. Hace la alimentación y, según su colocación, también el transporte. El otro tipo consiste en dos horquillas situadas, una justo encima del recogedor de

dedos, y la otra, más cerca del canal de compresión. La primera transporta el material elevado por el recogedor elevado hacia la cámara, la segunda lo introduce en la misma. (Cera M. 1994).

Pistón:

Es el elemento encargado de comprimir el producto en el interior de la cámara de empacado, al golpear periódicamente, con una cadencia que oscila entre 60 y 110 golpes por minuto. Existen dos tipos correspondientes a la empacadora de baja y alta presión.

Pistón oscilante: Se emplea en las empacadoras de baja presión describe un arco de círculo alrededor de un eje fijo, con movimiento alternativo. La cadencia de oscilación es de 60 - 80 golpes por minuto. En su cara frontal lleva ranuras para dejar pasar las agujas del dispositivo de atado.

Pistón con movimiento rectilíneo alternativo: Se utiliza en las empacadoras de alta presión. Está condicionado por un mecanismo de biela - manivela que le proporciona un movimiento alternativo con una cadencia de 60 - 110 golpes por minuto. La cabeza del pistón lleva en un costado una cuchilla vertical para que al pasar por delante de la entrada de la cámara, que está provista de contracuchillas fijas, se corte nítidamente la capa de producto que se va a comprimir en cada embolada. En la cabeza

lleva también dos ranuras para permitir el paso de las agujas del dispositivo de atado. (García Garzón, J. L. 1974)

Cámara de compresión:

Es el recinto donde se realiza la compresión del producto. Es diferente en las empacadoras de alta y baja presión.

Empacadoras de baja presión: La cámara es un canal de sección rectangular con la parte inicial curvada para adaptarse al movimiento del pistón. El resto es similar al de la empacadora de alta presión.

Empacadoras de alta presión: La cámara es una caja de sección rectangular por cuyo interior se desplaza el pistón. Sus diámetros son aproximadamente 35 - 45 cm² de sección y a algo menos de un metro de longitud, en la que se aprecian tres zonas. La inicial corresponde al comienzo de la carrera del pistón. La central tiene uno de los lados abiertos para que entre el producto. En el marco de la abertura es donde se encuentra situada la cuchilla fija. La final es donde se produce el atado de las pacas. (Vázquez Minguela, A J. 1993).

Elementos de atado:

La longitud de las pacas se regula en el canal de compresión por medio de una rueda estrellada que va girando sobre la cara superior de la paca. Cuando se alcanza la longitud deseada, se dispara el mecanismo atador. Este puede ser de hilo o alambre.

Atado con hilo: Comprende las agujas, el anudador, el disco de sujeción y el hilo. A su vez, el anudador, llamado también pico atador comprende el pico anudador, los dispositivos de accionamiento y la cuchilla para cortar el nudo ya formado. Normalmente, las empacadoras llevan dos juegos de anudadores.

El pico anudador está formado por dos piezas. Una es un brazo que termina en un codo, al que se articula la otra. El brazo gira respecto a su eje y la pieza articulada, en un momento del giro del brazo, se separa del extremo del codo para ayudar a formar el nudo. El proceso de atado es el mismo en las empacadoras de alta y de baja presión, pero en las de alta presión el anudador es más grande porque se emplea hilo más grueso.

Atado con alambre: El sistema es similar al de hilo, sustituyendo el pico atador por un dedo que retuerce el alambre. El disco de sujeción y la aguja se adaptan al alambre. El extremo de la aguja termina en un rodillo para el paso del mismo. El dedo está situado en el extremo de un tubo

vertical que puede girar para retorcer el alambre una vez que éste ha sido enganchado por aquel. (Duthil, J. 1980).

Enganche y propulsión:

Aunque hay algunas máquinas autopropulsadas, la gran mayoría son máquinas arrastradas por el tractor. Normalmente trabajan desplazadas para recoger el cordón, pero también las hay en línea. En este caso, el cordón pasa entre las ruedas del tractor. (Godes, E. 1982).

Transmisiones:

El accionamiento de los diversos mecanismos de la empacadora: Recogedor, alimentadores, pistón y anudadores se realizan a partir de la toma de fuerza del tractor. A continuación del árbol receptor de la transmisión cardan desde la toma de fuerza se encuentra un volante de inercia cuya misión es absorber las sacudidas provocadas por el movimiento del pistón. Las transmisiones en el interior de la máquina se hacen por medio de correas, cadenas o juntas cardan. También se encuentran instalados varios embragues para protección contra sobrecargas.

(Benbenuti, L 1994).

AJUSTES PRELIMINARES:

Protección del tren de transmisión: Los embragues deslizantes están diseñados para evitar daños al tren de transmisión, cuando está sobrecargado. Un embrague deslizante correctamente ajustado permite que el tractor o motor transmita potencia a la empacadora bajo condiciones normales de funcionamiento. Ajustar el embrague deslizante si el embrague está demasiado suelto se produce patinaje excesivo y el embrague se desgasta rápidamente. Si el embrague está muy apretado se elimina la protección del tren de transmisión para la cual fue diseñado.

Sincronización de los dientes alimentadores: La sincronización correcta permite que los dientes alimentadores y las agujas para alambre o bramante entren en la cámara sin ser dañadas por el embolo. La sincronización generalmente está controlada por la cadena del impulsor principal, cadena del impulsor del alimentador y engranajes del impulsor del retorcedor o anudador. Si se saca una o más de una de estas piezas para darle servicio o repararla, se debe volver a sincronizar la empacadora.

Sincronización de las agujas: Para proteger las agujas contra daños y distorsiones debido al contacto con el forraje en la cámara, las agujas solo deben entrar a la cámara cuando el embolo está en posición. Las agujas pueden doblarse o quebrarse y los anudadores dañarse si la sincronización de las agujas es incorrecta.

Cuchillas: Al afilar las cuchillas fijas o del émbolo, mantener siempre el bisel original y ángulo de corte de sus bordes para asegurar un corte eficiente. Evitar el recalentamiento de los bordes cortantes pues se puede reducir la duración de la hoja y la capacidad de corte. El espacio libre y los ajustes recomendados entre las cuchillas varían según la marca y el modelo. Algunos fabricantes recomiendan un espacio libre de 0.127 mm. A 0.76 mm otros especifican 0.76 a 1.77 mm. Se recomienda siempre consultar el manual del operador. Los ajustes de las cuchillas fijas varían de 0.50 mm dentro del borde de la guía inferior derecha hasta el ras, o no más de 0.32 mm fuera del borde del conjunto de guía inferior. La primera regulación evita que las cuchillas se traben accidentalmente durante el recorrido del embolo en la segunda el extremo inferior de la cuchilla del embolo está biselada para evitar que atasque la hoja fija a medida que pasa.

Émbolo: Para compensar el desgaste se deben ajustar periódicamente las guías del émbolo y placas de desgaste. Si el émbolo está desalineado, las cuchillas no cortarán correctamente cada carga de forraje y, si se está muy desalineada, el émbolo puede interferir con el movimiento de las agujas.

Tensión del bramante: Para mantener la tensión uniforme mientras se está formando la paca, el control en la tensión en la caja de bramante debe estar correctamente ajustado. Medir la fuerza requerida en el conjunto

del anudador para extraer el bramante de la caja la fuerza recomendada varia de ½ a 1 kg. Para el bramante plástico, hasta 6.79 kg para el bramante de sisal, que tiene más tendencia a desenrollarse de la bola durante el funcionamiento rápido de la aguja. Si la tensión no es satisfactoria ajustar el control de tensión y volver a verificar la tensión.

Altura del recogedor: Ajustar la altura del recogedor para proveer un recogido limpio. Normalmente los dientes se ajustan para funcionar justo debajo de la parte superior del rastrojo pero no suficientemente bajo como para golpear el suelo. Si se permite que los dientes golpeen el suelo, se pueden doblar hacia atrás. Y mezclar suciedad con el forraje.

Dientes alimentadores: Los dientes pueden ajustarse para aumentar o disminuir el largo de carga recorrido, lo que altera la distancia en que se mueven en la cámara. Esto permite hacer pacas de densidad uniforme bajo condiciones variables. Si los dientes alimentadores están mas ajustados se empacará más forraje de un lado de la paca. Esto generalmente resulta en que un alambre o hilo se tira más apretado que el otro obteniendo pacas malformadas. Si los dientes alimentadores están regulados para un recorrido más largo y el material todavía no entra lo suficiente en la cámara, probablemente la paca está subalimentada. Aumentar la velocidad de empaque o combinar las hileras que están demasiado livianas.

Peso de la paca: Para regular el peso de la paca, regular la tensión de la cámara ajustando las dos manivelas de tensión en la parte trasera de la misma. Esto junta las barras de tensión superior e inferior y restringe el paso de forraje. Se dispone de un tensión de control hidráulico en algunas empacadoras y puede proveer control sobre la marcha del peso de la paca.

TAMAÑO Y PESO DE LOS DIFERENTES TIPOS DE PACAS

TAMAÑO DE LAS PACAS	PESO
36 x 46 x 91 Cm.	21 - 36 Kg.
41 x 46 x 91 Cm.	32 - 41 Kg.
41 x 61 x 122 Cm.	67 - 68 Kg.

Rueda medidora: La rueda medidora con pinzas que se proyecta hacia la paca en formación gira a medida que el forraje comprimido se mueve hacia atrás cuando la rueda gira una distancia determinada, se activa el mecanismo de atado. (F M O. 1976).

EMPACADORA DE ROLLO

ANTECEDENTES:

Las máquinas para producir pacas redondas de forraje aparecieron por primera vez en el mercado en las décadas de 1940 y 1950. Estas empacadoras de rollo entregaban el forraje cilíndrico relativamente pequeños que pesaban de 10 a 36 kg y podían ser dejados en el campo ó recogidos y almacenados. El concepto de las pacas resistentes a la intemperie que podían dejarse en el campo agradó a los cultivadores de forraje particularmente aquellos que tenían crianza de ganado.

Esta característica de almacenamiento junto con la búsqueda de formas para reducir la mano de obra requerida para el manejo de forraje, trajo consigo el desarrollo más reciente de las empacadoras de rollo y transportadoras. En la actualidad, las empacadoras de rollo producen pacas cilíndricas que pesan de 600 a 800 kg. Que mantienen la calidad del forraje en el almacenamiento a la intemperie y puede manejarse mecánicamente. (Hernanz, J. L. 1993).

A causa de las bajas densidades de las pacas y a la necesidad de salirse del cordón para atarlas, las enrolladoras en el suelo han sido sustituidas por máquinas que elevan el producto a una cámara aislada donde se les puede comprimir a mayor presión que en el sistema anterior.

En definitiva es una vuelta al sistema primitivo de la rotobaler de Allis - Chalmers, que no habían prosperado a causa del tamaño de las pacas que formaban demasiado pequeñas para el manejo mecanizado. En 1970 un fabricante americano, Vermeer, introduce las nuevas rotempacadoras en cámara con tamaño de pacas mucho mayores, entre 300 a 400 kilogramos de forraje, y se ofrecen equipos mecanizados para su recolección y transporte, lo que, junto con el encarecimiento de la mano de obra ayuda a la difusión del sistema.

CLASIFICACIÓN DE ACUERDO AL VOLUMEN DE CARGA:

Hay dos tipos principales en función del volumen de la cámara de empacado durante el proceso de formación de la paca.

- Volumen variable y presión constante.
- Volumen constante y presión variables.

(Ibarra, A. 1989).

Principios de funcionamiento:

Todas las máquinas precisan recogedor de dedos, igual que el de las empacadoras convencionales, alimentadores de la cámara, cámara de empacado, sistema de atado sin anudadores y un mecanismo para la expulsión de la paca.

El atado se hace con la máquina parada dando vueltas mientras se alimenta el hilo. La salida de la paca se logra con la apertura de la mitad trasera de la cámara para que esta rueda al suelo, ayudada por el movimiento hacia atrás del fondo de la cámara si la paca no se aleja lo suficiente de la máquina no se puede serrar la compuerta trasera para iniciar una nueva paca, por lo que hay que hacer retroceder el tractor antes de soltarla, y cerrar la compuerta mientras se avanza para volver a recoger el cordón. Por todo ello muchas máquinas llevan dispositivos que ayuda a la salida de la paca, que evitan el movimiento de retroceso.

(Vilosa, X.1990).

El movimiento de avance de la maquina, junto con el de los elementos compresores hace que el forraje tienda a subir hasta que cae enrollándose de manera irregular. Cuando la cámara está llena y a la presión establecida, se ata y expulsa. Hay varios tipos:

- Correas.

- Rodillos.
- Cadenas de barras.
- Rodillos y cadenas

Correas: Los elementos formadores de la paca son 5 ó 6 tramos de correas planas que giran cada uno entre dos rodillo paralelos situados en la periferia de la cámara. En la parte fija de ésta hay tres tramos y en la que se abre para expulsar la paca, 2 ó Todos los tramos de correas giran de manera que en la parte que mira al interior de la cámara el conjunto de los tramos provoca un giro del producto en sentido contrario al del avance de las ruedas.

Rodillos: Los elementos compresores son 18 - 20 rodillos metálicos de unos 20 cm. de diámetros, situados uno al lado de otros cubriendo toda la periferia de la cámara y que giran sobre su eje.

Cadenas de barras: En cada lado de la máquina hay un transportador continuo de cadena metálica que recorre toda la periferia de la cámara. Sobre la cadena se apoyan 20 - 25 barras transversales. En su movimiento pasan, alternativamente por el interior y el exterior de la cubierta que cierra la cámara.

Rodillos y cadenas de barras: En la parte fija de la cámara se sitúan 5 -6 rodillos y en la parte que se abre para expulsar la paca, un transportador de cadena con barras, similares al anterior. (Roureda, O. 1982).

OPERACIÓN Y AJUSTES:

Debido a que el equipo para producir pacas redondas grandes es relativamente nuevo, la mayoría de los problemas son el resultado de inexperiencia del operador y administración mal informada. Con el entrenamiento y experiencia adecuados, el operador de una empacadora de rollos puede producir excelentes pacas de rollo. (Manual John Deere 1998).

Ajuste de recogedor: Colocar los dientes del recogedor lo más altos posible para reducir la posibilidad de daños pero lo suficientemente bajos para asegurar una limpieza total de la hilera. El resorte de flotación del recogedor funciona como un amortiguador de golpes y provee efecto de flotación cuando la empacadora trabaja en terreno escabroso u ondulado. Cambiar la tensión de resorte para ajustar la flotación.

En las empacadoras de rollo en el suelo no se requiere de un recogedor separado. Inspeccionar regularmente las correas o peines y reemplazar cualquier diente recogedor dañado o quebrado.

Rodillos compresores: Ajustar el espacio libre del rodillo compresor, si se usa, para permitir la alimentación adecuada del forraje a la plataforma inferior. En algunos modelos el rodillo compresor está asentado firmemente cerca de la parte delantera de la correa inferior. Los resortes del rodillo

compresor proveen fuerza necesaria para aplanar el forraje a medida que pasa de bajo de los rodillos compresores.

Embragues deslizantes: El embrague deslizante está diseñado para evitar daños si se sobrecarga el tren de potencia de la empacadora. El embrague deslizante ajustado adecuadamente permite que se transmita potencia del tractor a la empacadora bajo presiones normales de operación. Para ajustar este embrague hay que soltar o apretar los resortes compresores. La compresión insuficiente produce patinaje excesivo y causa rápido desgaste del embrague. El exceso de presión en el embrague elimina la protección del tren motriz.

Impulsor de correas superior: En algunas empacadoras el impulsor de correas superior también tiene un embrague que se desengancha cuando la compuerta se levanta para expulsar la paca. Ajustar este embrague de modo que se reenganche cuando se baja la compuerta.

Resorte de tensión: Los resortes de tensión en las correas superiores comprimen el forraje en el proceso de enrollamiento. Si los resortes no están adecuadamente ajustados la paca no tendrá la densidad correcta.

La correa inferior también tiene resortes para evitar patinaje de la correa. Después de ajustar los resortes, medir siempre la distancia desde el rodillo trasero de la correa al rodillo precedente de la correa inferior, a cada

lado de la empacadora. Si estas dos medidas difieren más de 0.635 cm reajustar los resortes. Se pueden dañar las correas inferiores debido a la rodadura inadecuada si el rodillo de la correa inferior no está paralelo con los otros rodillos.

Limpiadores: Para evitar que el material se enrolle o acumule en el rodillo impulsor inferior y en el eje de la correa superior, colocar los limpiadores de modo que pasen justo por el rodillo impulsor y el eje. (Manual John Deere. 1998).



EMPACADORA DE ROLLOS. FIG. # 5

PROCEDIMIENTO DE DESCARGA:

- Hacer retroceder el tractor y la empacadora cerca de 2 a 3 metros del último forraje en la hilera.
 - Levantar hidráulicamente la compuerta.
 - Engranar la toma de fuerza con el motor a velocidad en vacío y la paca caerá al suelo.
 - Mover el tractor y la empacadora hacia adelante cerca de 2 metros de modo que la compuerta no golpee la paca cuando se cierra.
 - Bajar hidráulicamente la compuerta trasera y reanudar el empacado.
- (Manual New Holland 1998).

CUIDADOS ESPECIALES:

Las empacadoras de rollo bien mantenidas y con servicios adecuados funcionarán fiablemente y eficientemente. El mantenimiento cuidadoso de las correas que forman la cámara de empacado es muy importante en la empacadora en que las cadenas y listones forman la cámara, se debe prestar especial atención a las cadenas, listones y conjunto impulsor. Los sistemas del recogedor e hidráulico también requieren de mantenimiento regular, y todos los componentes deben recibir servicios de rutina cuidadosos. (Hernanz, J. L. 1989).

CARACTERISTICAS TECNICAS DE EMPACADORAS DE ROLLOS

	CAMARA CONSTANTE	CAMARA VARIABLE.
LONGITUD m.	1.2	1.2
DIAMETRO m.	1.2 Ó 1.6	0.6 - 1.8
AREA DE CAMARA m ²	1.4 Ó 2	0.3 - 2.5

COSECHADORA DE FORRAJE

INTRODUCCIÓN:

El forraje picado es una alternativa establecida y ampliamente usada para los sistemas de empaques de forraje y rastrojo. Las cosechadoras de forraje son parte de un sistema que permite la mecanización de la cosecha, producción de ensilaje y alimentación.

La mayoría de las cosechadoras de forraje se adaptan para cosechar varios tipos de cultivos. Las recogedoras se usan para juntar las cosechas hileradas. Se dispone de cabezales de corte para la producción del forraje o de ensilaje fresco. Los cabezales de cultivo en hileras de corte directo se usan para cosechar la planta completa de maíz y sorgo; hay aditamentos para cosechar rastrojo de maíz y sorgo después de segar el grano. Algunas cosechadoras de forraje pueden utilizar cabezales arrancadores de mazorcas de maíz, tipo combinadas para hacer ensilajes de mazorca de maíz.

El forraje picado puede almacenarse en silos verticales, en zanjas u hoyos. O puede alimentarse directamente al ganado. El forraje seco picado generalmente se almacena en graneros, pero no se usa ampliamente debido

a los problemas de polvo y alimentación. Es relativamente fácil mecanizar el manejo y alimentación con ensilaje o ensilaje concentrado. Pero, generalmente no es económico transportar material a gran distancia, particularmente después de sacarlo del silo. El forraje picado puede reducir el mercado en una cosecha a menos que se alimente cerca del lugar donde se produce y almacene.

TIPOS DE COSECHADORAS DE FORRAJES:

Las cosechadoras de forraje se clasifican en tres métodos distintos dependiendo del tipo de picado de forraje y de descarga del material picado:

- Corte y lanzamiento.
- Corte y aventado.
- Mayales.

Corte lanzamiento: En estas cosechadoras el cabezal de corte hace todo el corte y entrega la cosecha a un carro de remolque. Las cosechadoras de corte y aventado tiene un ventilador aventador separado montado detrás o al costado del cabezal de corte para entregar la cosecha a un carro de remolque o camión. El material puede ser lanzado directamente al ventilador por el cabezal de corte o transportado por un sinfín desde el cabezal de corte o mayales al ventilador. Algunas cosechadoras de mayales son del tipo de corte y aventado, pero la mayoría

utilizan mayales para cortar y lanzar el material directamente al carro de remolque o camión.

Mayales: Estas cosechadoras cortan y pican el forraje en pie en una sola operación y también pueden cosechar cultivos y rastrojos hilerados. El ancho de corte de la cosechadora de mayales generalmente es de 1.75 a 1.83 metros. El elemento básico de la cosechadora es la picadora o el rotor, un eje horizontal con mayales o cuchillas sujeto a él. A medida que esté gira, los mayales producen un impacto de corte en los tallos de la cosecha. A medida que se acarrea material al rededor de la circunferencia exterior del mayal debajo de la caja del rotor éste se golpea, corta o troza en pequeños pedazos.

Los mayales normalmente son de montaje flexible en el eje rotor, pero la fuerza centrífuga los mantiene extendidos rectos durante toda la operación. Si un mayal golpea un obstáculo, normalmente se inspeccionará al rededor del objeto con muy poco o casi nada de daño.

El largo de corte del material picado, varía de trozos de 2.5cm hasta material casi sin cortar, dependiendo de la máquina y la relación entre la cosecha y la dirección de avance, la relación entre la velocidad del mayal y la velocidad de avance de la máquina. (Mangano, J. 1993).

Cosechadoras de Mayales de lanzamiento directo: Las cosechadoras de lanzamiento directo utilizan mayales acopados anchos para cortar, picar y lanzar el material a través de un tubo de descarga al carro o camión de descarga. Se puede montar una barra de cizalla en el borde delantero de la cubierta de los mayales para aumentar el corte y laceración de la cosecha.

Cosechadoras de mayales de soplado y sinfín: Las máquinas de mayales con aventado y sinfín utilizan cuchillas curvas para cortar el forraje y lanzarlo a un sinfín transversal que acarrea el material a un aventador para cargarlo. En algunas cosechadoras de este tipo las cuchillas en el aventador pueden hacer cortes adicionales al material.

CLASIFICACIÓN DE COSECHADORAS DE FORRAJES:

Las cosechadoras de forraje también pueden clasificarse en:

- Montadas.
- Tipo remolque.
- Autopropulsadas.

Las cosechadoras de forraje autopropulsadas generalmente tienen una capacidad mayor, seguidas por las unidades tipo remolque y las cosechadoras montadas.(Boulder, J. C. 1982).

**PRINCIPALES CARACTERISTICAS DE LAS COSECHADORAS DE
FORRAJE.**

CARACTERISTICA	UNIDAD	VALOR
MASA	Kg	440 A 1,100
ALTURA CON DEFLECTOR	m	2.80 A 3.80
NÚMERO DE LINEAS	---	1 Ó 2
VELOCIDAD DE TRABAJO	Km/h	5 A 10

Cosechadoras de forraje montadas:

Las cosechadoras de forraje montadas en el tractor son del tipo de corte y lanzamiento.

Las cosechadoras de forraje montadas o integrales se acoplan al enganche de 3 puntos del tractor, y generalmente están equipadas con un cabezal para cultivos en hileras, hileras simples o un cabezal recogedor de hileras. Debido a su capacidad limitada, las cosechadoras montadas generalmente se utilizan en granjas pequeñas con manejo de cosechas y ganado

Estas cosechadoras son muy maniobrables. Y debido a que no se pierde potencia en el remolque de la cosechadora a través del campo, estas máquinas generalmente tienen un potencial alto de productividad con tractores pequeños. El peso de la cosechadora en las ruedas traseras del tractor ayuda a la tracción para que el remolque de carros cargados sea más fácil.

También hay disponibles cosechadoras de forraje de montaje frontal. La ventaja de la atracción se elimina pero las cosechadoras de montaje frontal están disponibles con cabezales de cultivo de doble hilera. (Pirlo, G. 1991).

Cosechadoras de forraje tipo remolque:

Estas cosechadoras están disponibles en tamaños para adaptarlas a la mayoría de los tractores. Las cosechadoras tipo remolque son mucho más versátiles debido a la amplia variedad de cabezales de forrajes disponibles. Esta unidad incluye:

- Cabezal de corte directo.
- Recogedor de hileras.
- Cabezal de cultivos en hileras, de una a tres hileras.

- Cabezal arrancador de mazorcas de maíz.



COSECHADORAS DE FORRAJES. FIGURA # 6

Las cosechadoras de tipo remolque pueden ser de tipo corte y lanzamiento y de corte y aventado.

Cosechadoras de forraje autopropulsadas:

Las cosechadoras de forraje autopropulsadas generalmente ofrecen alta capacidad, buena maniobrabilidad y muchas conveniencias para el operador. En estas máquinas son muy comunes las cabinas. Las cosechadoras de forraje autopropulsadas proveen alta capacidad y productividad generalmente necesarias para las operaciones grandes de cultivo y alimentación. También pueden trabajar en condiciones de campo adversas, especialmente si están equipadas con tracción en las cuatro ruedas, lo que es opcional en algunas unidades.

La mayoría de estas cosechadoras están disponibles con cabezales de forrajes similares a aquellos ofrecidos con las cosechadoras tipo remolque, pero en tamaños más grandes, además de algunas unidades adicionales, tales como cabezales de mayales y recogedores de rastrojo.

Los cabezales de mayales y recogedores de rastrojo recuperan un gran porcentaje del material dejado después de la cosecha de maíz o sorgo. Los cabezales recogedores de rastrojos también pueden utilizarse para ensilaje de plantas completas de maíz y sorgo. (Vázquez Minguela, J. 1996).

**PRINCIPALES CARACTERISTICAS DE LAS
COSECHADORAS DE FORRAJE AUTOPROPULSADAS.**

CARACTERISTICAS	UNIDAD	VALOR
MASA DE EQUIPO BÁSICO	Kg	5,000 A 6,800
ALTURA CON DEFLECTOR	m	3 A 3.7
NÚMERO DE LÍNEAS	----	2 A 6
ANCHURA RECOGEDOR	m	1.4 A 3.6
ANCHURA BARRA DE CORTE	m	2.4 A 4.8

COMPONENTES BASICOS DE LA COSECHADORA DE FORRAJE:

La mayoría de los componentes y sus funciones son bastante comunes entre las diferentes marcas de cosechadoras de forraje. Los componentes primarios incluyen:

- Tren de transmisión.
- Cabezal para forraje.
- Rodillos alimentadores.
- Cabezal cortador.
- Cuchillas fijas.
- Malla para segundo corte. (Sólo corte y aventado).

- Afilador de cuchillas.

Todos los componentes deben funcionar juntos efectivamente para obtener un trabajo eficiente.

Tren de transmisión:

Los sistemas de impulsores básicos de la cosechadora de forraje están en dos categorías:

- Impulsado por toma de fuerza.
- Autopropulsado.

Impulsadas por toma de fuerza: Estas cosechadoras pueden ser de tipo montadas o tipo remolque tanto las de tipo montada como las de remolque son impulsadas por la toma de fuerza. La potencia del tractor se transmite de la toma de fuerza a través del eje de la cosechadora a la caja de engranajes principal. La potencia es transferida desde la caja de engranajes al cabezal de forraje, rodillos alimentadores, cabezal cortador, y en las máquinas de corte y aventado, al sistema de ventilador aventador y sinfín. (Trebbia, G. 1993).

Tren de transmisión de la cosechadora autopropulsada:

Estas cosechadoras pueden ser contracción en dos o cuatro ruedas con transmisiones mecánicas o hidrostáticas y trenes de fuerza. La potencia al volante del motor generalmente es de 119 a 186 kw. El conjunto del cabezal cortador y cabezal para forraje de la cosechadora autopropulsada generalmente son propulsados por el motor, en lugar de ser impulsados por la toma de fuerza.

Cabezales para forraje:

Los tipos de cabezales para forraje disponible para cosechadora de forraje varían, pero algunos de los cabezales más comunes incluyen:

- Barra segadora o corte directo.
- Recogedor de hileras.
- Cultivos en hileras; Una a cuatro hileras.
- Arrancadores de mazorca de maíz.
- Recogedor de rastrojo.
- Mayal.

Cada tipo de cabezal se adapta especialmente a ciertas condiciones de cosechas o del campo. (F M O. 1976).

Rodillos alimentadores:

Estos recogen el material del cabezal para forrajes y lo alimentan un colchón o capa uniforme de cabezal cortador. Los rodillos alimentadores difieren en diseño de acuerdo a sus funciones. Los rodillos alimentadores delanteros recogen el forraje del cabezal y lo alimentan a los rodillos traseros. Los rodillos sostienen y miden el material al cabezal cortador.

La velocidad del rodillo alimentador controla el largo del corte:

El largo del corte se controla al cambiar la velocidad del rodillo alimentador, o agregar o sacar cuchillas del cabezal cortador. Con la misma velocidad del cabezal de corte, a una velocidad más alta del rodillo alimentador provee un largo de corte mayor debido a que el forraje se mueve más entre los cortes de la cuchilla.

La velocidad más alta de los rodillos también provee un colchón más delgado, que es más fácil de cortar y requiere menos potencia. La velocidad de rodillo generalmente se puede variar cambiando la rueda dentada o cambiando la marcha.

(Noguera, J. M. 1977).

Cabezal cortador:

El alma de cualquier cosechadora de forraje es el cabezal cortador.

Cada cabezal cortador debe de proveer:

- Uniformidad de corte.
- Calidad de corte.
- Capacidad.
- Eficiencia.

Cuchillas rotatorias:

Muchos factores comprenden del diseño del cabezal. Por ejemplo, las características más significantes de las cuchillas rotatorias son:

- Número.
- Velocidad.
- Forma.
- Ángulo.

La operación exitosa de la cosechadora de forraje depende de que también se hayan coordinado estos factores en el diseño de la máquina original y si el operador cuida las cuchillas. (Mazzetto, F. 1994).

Afiladores de cuchillas:

Las cosechadoras de forraje de modelos más recientes están equipadas con afiladores de cuchillas integrales que generalmente son de uno de estos tipos:

- Basanita para borde cortante.
- Afiladora eléctrica integrada.

PREPARACIÓN DE LA MAQUINA:

Preparar la cosechadora de forraje siguiendo los pasos dados en el manual del operador. Algunos puntos de comprobación más comunes son:

- Revisar el aceite en todas las cajas de engranajes, vaciar, lavar y volver a llenar con el aceite adecuado en los intervalos recomendados.
- Lubricar todos los puntos indicados en el manual del operador.
- Revisar todos los pernos y apretarlos a la torsión recomendada.
- Asegurarse que todos los protectores están en su lugar y que los protectores giratorios giran libremente.
- Inspeccionar minuciosamente todos los conjuntos de mayales o cabezales cortadores para ver que tengan el espacio libre y estén funcionando adecuadamente. Reemplazar cualquier pieza dañada o perdida.
- Revisar cualquier embrague deslizante para ver que patinen adecuadamente bajo carga. Asegurarse que solo se usan los pernos

rompibles recomendados para evitar tiempo perdido o posibles daños al equipo debido a que no se rompen cuando es necesario.

- Inspeccionar el cabezal de forraje y otros aditamentos para el funcionamiento adecuado.

- Revisar y ajustar el espaciamiento entre ruedas si es necesario para adaptarse al ancho de la hilera.

- Seguir las instrucciones del manual de operación del motor de la cosechadora autopropulsada.

- Verificar que el tractor tenga la velocidad adecuada en la toma de fuerza, inflado de los neumáticos, trocha de las ruedas, categoría del enganche de tres puntos y bloques oscilantes, posición de la barra de tiro, sistema hidráulico y cualquier contra peso del extremo delantero o rueda trasera que pueda ser necesarios.

REGULACIONES Y AJUSTES:

Largo de corte: El largo de corte teórico de una cosechadora de forraje es la distancia en que se introduce el corcho de forraje al cabezal cortador entre los cortes sucesivos de la cuchilla. El largo del corte real estará cerca del corte teórico cuando las cosechas en pie, tales como maíz, se alimentan directamente al cabezal cortador. Sin embargo, con material sin orientación, tales como el forraje hilerado, el largo real puede tener un promedio dos veces el largo teórico.

El largo de corte teórico mínimo para las diferentes cosechadoras de forraje es de cerca de 0.31 ó 0.63 cm. Los largos máximos varían de 2.54 a 8.9 cm sin embargo el corte del material más fino de lo necesario para el almacenamiento adecuado o, alimentación desperdicia tiempo y potencia, reduce la capacidad de la cosechadora y no mejora la calidad del alimento.

Generalmente se recomienda el largo teórico de 0.63 cm para el ensilaje concentrado y de 0.63 a 2.54 cm para ensilaje de pasto o leguminosas de alto contenido de humedad. El ensilaje de maíz generalmente debe de cortarse a un largo de 0.63 a 1.27 cm para obtener mejor empaque y fermentación. El heno seco puede cortarse considerablemente más largo de 5 a 7.5 cm.

Cada vez que existe la posibilidad de selección para ahorrar potencia, cambiar la velocidad de alimentación para obtener un largo de corte específico a una velocidad más lenta del cabezal cortador, en lugar de sacar cuchillas para obtener el mismo corte a velocidad más alta. (Márquez, L. 1987).

Ajuste del cabezal cortador y barra fija:

El cabezal cortador y barra fija depende el uno del otro para corregir el corte del material. La preparación y mantenimiento adecuado del cabezal cortador resultarán en:

- Ensilaje de mejor calidad con largo de corte más uniforme.
- Requisitos reducidos de potencia.
- Menos averías y duración más largas de las piezas.

Espacio libre de la caja del cabezal cortador:

Las cuchillas rotativas en el cabezal cortador de las cosechadoras de corte y lanzamiento deben tener una relación correcta con la caja del cabezal cortador para mantener el lanzamiento adecuado y entrega del material picado al carro de remolque. (Manual New Holland 1998).

CONCLUSIONES

En las circunstancias actuales en las que se encuentra el campo Mexicano es importante considerar la reducción de costos en el proceso de producción. En esto contribuye, decisivamente, la correcta elección de la maquinaria forrajera, debido a que el mayor gasto de cualquier explotación ganadera es la alimentación. Naturalmente ésta no se realiza sólo con forrajes, pero estos tienen una enorme importancia para poder obtener una mejor producción en el aspecto ganadero.

La diversidad de los cultivos, de los sistemas de aprovechamiento del forraje y de las posibles operaciones a efectuar en los procesos de recolección, implican una gran variedad de conocimientos y además de la ocupación de diferentes tipos de equipos para su producción y manejo, tenemos que considerar las continuas innovaciones tecnológicas que aparecen en el sector, esto implica que en equipos de la misma marca existan diferencias en cada una de los modelos tanto en los aspectos de ajuste, mantenimiento y la forma de operación de cada uno de ellos.

Ante tantos modelos, el agricultor puede sentirse desorientado a la hora de su selección, lo que se complica por el hecho de que, normalmente no es una sola máquina que se debe de adquirir, sino un conjunto de ellas,

englobando también las consecuencias técnicas y económicas que éstas contienen. Cada etapa del proceso requiere una máquina específica, de distintas características, que deben satisfacer, individualmente y en conjunto.

Hacer un estudio de la maquinaria forrajera es una tarea muy larga, debido a que el sector es muy dinámico, amplio y de mucha variedad. En este trabajo se contemplan únicamente los equipos más usados en el campo Mexicano, tratando de abarcar todos los sectores y además de poder cubrir los puntos de interés de cada una de los eslabones de la cadena del proceso y manejo del forraje, considerando de suma importancia los puntos de ajustes, modos de operación y el mantenimiento de los equipos. Es importante mencionar que en ocasiones existen equipos que requieren de una gran diversidad de ajuste antes de iniciar su operación.

Durante la realización de esta Monografía se puede establecer que existen equipos muy completos con los cuales se puede reducir el tiempo de elaboración del forraje y además evitar el paso excesivo de maquinaria en el terreno, reduciendo así el costo en cuanto al consumo de combustible, el pago de mano de obra y permitiendo sacar el producto más rápidamente para su venta ó consumo directo.

Es importante mencionar que todos los eslabones de la cadena que conforman este proceso están íntimamente ligados y que cuando se realiza una mala operación durante algunos de estos se puede llegar a tener

problemas en los procesos posteriores, viéndose afectado así el rendimiento y calidad del forraje, es por eso que se trato de enmarcar los ajuste más importantes de cada uno de los equipos.

La información integrada permite poder tener conocimiento del manejo y ajustes de los diferentes equipos forrajeros, cabe mencionar que la información existente es demasiado amplia y dispersa, por lo cual se trato de crear este documento para poder contar con la información necesaria para el uso del equipo forrajero en nuestro país.

BIBLIOGRAFÍA

- 1.- A. G. Harris. 1978, Maquinaria Agrícola, Editorial Acribia, España.
- 2.- A. Stone Archie. 1988, Maquinaria Agrícola, Editorial Continental, México D.F.
- 3.- Balsari, P. 1991, Revista de Ingenieria Agraria, # 3, Editorial Inca, Roma.
- 4.- Benbenuti, L. 1994, Sistema de Acondicionamiento Intensivo de Forraje, Editorial M&ma, Italia.
- 5.- Berlijn, J. 1982, Cosechadoras de Forraje. Editorial SEP. Trillas, México D.F.
- 6.- Boulder, J. C. 1982, La Picadora de Forrajes. Editorial Trillas, México D.F.
- 7.- Casagrande, J.R. 1991, Modernización de la Recolección de Forrajes. Editorial These. París.
- 8.- Cedra, C. 1989. Ensilaje en valles. Editorial Gembloux, Roma.

9.- Cera, M. 1994. La mecanizzazione del verde. La opportunita delle nuove tecnologie. Editorial Mondo & Macchina # 4.Milan.

10.- Colzani,G. 1983. Meccanizzazione della foraggicoltura: falciatura e cenni su barre per lavori speciali. Editorial M & ma # 6. Roma.

11.-Culpin,C.J.1976. Farm machinery. Editorial Crosby Lockwood Staples. Londres.

12.-Day, C.L. 1951.Hay and Ensilage Harvesting Costs, Editorial Mo.Agr. Expt. Sta. Bul.

13.- Donnell Hunt. 1986. Maquinaria Agrícola, Editorial Limusa, México D.F.

14.-Duthil, J. 1989. Producción de forrajes. Editorial Mundi - Prensa. Madrid.

15.- F. M. O. 1976. Cosecha de Heno y Forraje. Editorial Deere & Company. Illinois.

16.-García Garzón, J. L. 1974. Recolección mecanizada de forrajes. Editorial, Ministerio de agricultura. Madrid.

17.-García Gutiérrez, J. 1973. Ensilado de forraje. Serie técnica # 1. Madrid.

18.- Godes, E. 1982. Sistemas de empacado en la enificación. Editorial, El cultivador moderno. Madrid.

19.- Harris Person. 1980. El ensilado de forrajes al vacío. Editorial, BTMEA. Madrid.

20.- Hernanz, J. L. 1989. Grandes pacas, realizaciones y manejo. Editorial, Sorge. Madrid.

21.- Hernanz, J. L. 1993. Equipos para recogido de grandes pacas. Editorial, Laboreo. Madrid.

22.- Ibarra, A. 1989. Ensilado de pacas redondas. Editorial, Navarra. Madrid.

23.- K. Person. 1980. Comparative drying rates of selected forage crops. Editorial, ASAE. Illinois.

24.- Linares, P. 1986. Historia y evolución de las empacadoras. Serie el agricultor práctico. Madrid.

25.-Linares, P. 1992. Las rotoempacadoras. Editorial, Laboreo. Madrid.

26.- Linares Vázquez. 1996. Maquinaria de recolección de forrajes. Editorial, Mundi - Prensa. Madrid.

27.- Mangano, J. 1993. Macropacas, forma de ensilado y aprovechamiento. Editorial, Navarra. Madrid.

28.- Manual J. D. 1998. HT 240. Editorial, Deere & Company. Illinois.

29.- Manual J. D. 1999. HT 275. Editorial, Deere & Company. Illinois.

30.- Manual J. D. 1998. Manejo de equipo forrajero. Editorial, Deere & Company. Illinois.

31.- Manual New Holland 1998. Manejo de equipo forrajero y ajustes. Editorial NH.

32.- Manual New Holland 1998. NH 0698. Editorial NH.

33.- Manual New Holland. 1999. Principales ajustes de equipo forrajero. Editorial NH.

34.- Márquez, L. 1984. Maquinaria para recolección de plantas forrajeras. Editorial, Abrego. Madrid.

35.- Márquez, L. 1987. Solo forrajes. Editorial, Laboreo. Madrid.

36.- Mazzetto, F. 1994. La innovación en la mecanización para la forraagricultura. Editorial, Mondo macchina. Roma.

37.- M. M. Boyd. 1961. Hay Conditioning Methods Compared. Editorial. Agr. Engin. Illinois.

38.- Noguer, J. M. 1977. Ensilado y sus ventajas. Editorial. M. Agricultura. Madrid.

39.- Ortiz - Cañavate. 1990. Técnica de la mecanización agraria. Ediciones, Mundi - Prensa. Madrid.

40.- Pirlo, G. 1991. El ensilado de forraje. Editorial, Bruhn. Madrid.

41.- Riva, G. 1992. Proceso de maquilado y máquinas para recolección de forrajes. Editorial, M & ma. Roma.

42.- Roureda, O. 1982. Las cadenas de recolección de forraje. Serie el cultivador moderno # 758. Madrid.

43.-Sundberg, M. 1992. Drying studies of forage mats in climate chambers. Editorial, AGENG. Berlín.

44.- Trebbia, G. 1993. Due nuove imballatrici New Holland Fiatagri. Editorial, M & ma. Roma.

45.- Vázquez Minguela, J. 1993. Autocargadores de forraje. Editorial, Laboreo. Madrid.

46.- Vázquez Minguela, J. 1996. Ensilado de hierba en silos - montón de grandes pacas rectangulares. Editorial, Vida Rural. Madrid.

47.- Vázquez Minguela, J. 1996. El papel de la empacadora en el ensilado mediante envolvimiento. Serie el cultivador moderno # 848. Madrid.

48.- Vilosa, X. 1990. Las empacadoras profesionales. Serie el cultivador moderno # 767. Madrid.

49.- W. J. Chancello. 1958. Energy requirements for cutting forage. Agric. Eng. 39, 633 - 636.