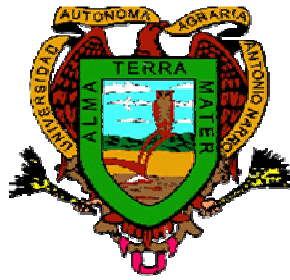


**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
“ANTONIO NARRO”**

**DIVISIÓN DE INGENIERÍA**



**TECNOLOGÍA PARA LA COSECHA DE FORRAJES EN MÉXICO**

**POR:**

**SALVADOR PÉREZ NIEVES**

**MONOGRAFÍA**

**QUE PRESENTA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER  
EL TÍTULO DE:**

**INGENIERO MECÁNICO AGRÍCOLA**

**Buenvista, Saltillo, Coahuila, México.**

*Mayo de 2007*

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO**  
**DIVISIÓN DE INGENIERÍA**  
**DEPARTAMENTO DE MAQUINARIA AGRÍCOLA**

**TECNOLOGÍA PARA LA COSECHA DE FORRAJES EN MÉXICO**

**MONOGRAFÍA**

**QUE SOMETE A CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR, COMO  
REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

**INGENIERO MECÁNICO AGRÍCOLA**

**QUE PRESENTA:**

**SALVADOR PÉREZ NIEVES**

**APROBADA**

---

**MC. RAMIRO LUNA MONTOYA**

ASESOR PRINCIPAL

---

**ING. JUAN ARREDONDO VALDÉS**

COASESOR

---

**ING. JOSÉ JUAN DE VALLE TREVIÑO**

COASESOR

---

**DR. RAÚL RODRÍGUEZ GARCÍA**

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE INGENIERÍA

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, Mayo de 2007.

## ***AGRADECIMIENTOS***

**A Dios** le agradezco por darme la oportunidad de vivir y de rodearme de las personas que mas quiero, además, de darme la fuerza y paciencia para poder terminar con mi Carrera.

**A mi "Alma Terra Mater"** por darme la oportunidad de formarme como profesionista.

**Al MC. Ramiro Luna Montoya** por su apoyo, asesorìa y sugerencias para realizar esta investigación y sobre todo por su amistad.

**Al departamento de Maquinaria Agrícola** y a todos y cada uno de los ingenieros, ya que, fueron parte importante de mi formación académica.

**A mis compañeros y amigos de generación; Ismael Vargas, Jorge Samuel, Refugio, Teodoro, Jorge Luis, Ismael Torres, Francisco Martín, Francisco Neftali, Sabiel, Juan Manuel, Floriberto, Andrés, Carlos, Elías, Humberto, Angel y Gabino,** por todos sus consejos y amistad y por darme la oportunidad de compartir días de alegría y tristeza durante mi carrera.

**A todos los estudiantes del estado de Querétaro; Ángeles, Ana, Marisol, Alejandra, Elena, Adriana, Juana Adriana, Vidal, Cruz, Feliz, Toño Guevara, Toño Luna, Gaspar, Noe Crespo, Noe Bacilio, Octavio, Carlos, Sabiel, Juan Manuel, Pillo, Álvaro, Adolfo, Lalo,** por su sincera amistad brindada durante mi estancia en la universidad.

**Al Ing. Juan Arredondo Valdés** por su tiempo, consejos, motivación y colaboración para que se realizara el presente.

**Al Ing. Francisco Alvares Ferrer,** por su colaboración en la elaboración del presente trabajo.

**Al Ing. José Juan De Valle Treviño,** por dedicarle tiempo y sugerencias para la culminación del presente

## DEDICATORIA

### A MIS PADRES

#### **Sra. Ma. Concepción Nieves Ugalde**

A ti por ser la mejor de las madres, por darme la vida, por tus desvelos y atenciones, porque siempre me tienes presente en tus oraciones, porque me enseñaste a luchar por alcanzar nuestros sueños y porque siempre entregas todo sin recibir nada a cambio con mucho cariño y amor te dedico este logro.

#### **Sr. Gonzalo Pérez Morales**

A quien la ilusión de su existencia ha sido el haberme convertido en una persona de provecho, eres un ejemplo de padre a seguir, porque siempre sacrificas todo para darle un bien a tus hijos, gracias por la confianza depositada en mí, por los consejos y motivación para sobresalir y ser alguien en la vida y sobre todo por el amor que siempre me brindas.

### A MIS HERMANOS (AS)

**Ma. Isabel, Ma. Dolores, José Juan, Gonzalo, Antonio y Fernando,** por brindarme con las manos abiertas su confianza en mí, por los consejos que siempre me dan, por su apoyo moral, ya que, en los momentos difíciles encontré en ustedes una palabra de ánimo, por eso y mucho más mil gracias, los quiero mucho.

A todos mis familiares y recuerden que por ustedes la obtuve y a ustedes se las brindo, gracias por su apoyo, es para mí una de las mejores herencias, que Dios los bendiga y que los guarde para siempre, no se olviden que mi triunfo también es suyo.

A **Rosa,** tu que conoces mis sueños y que eres parte de mis ilusiones, te doy las gracias por tu comprensión, apoyo, confianza, paciencia y sobretodo gracias por tu amor y por darme la oportunidad de ser parte de tu vida; te amo.

## ÍNDICE GENERAL

	PAG.
ÍNDICE GENERAL.....	I
ÍNDICE DE FIGURAS.....	IV
<b>CAPITULO 1.....</b>	<b>1</b>
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>CAPITULO 2.....</b>	<b>3</b>
<b>ANTECEDENTES HISTORICOS DE LA COSECHA DE FORRAJES.....</b>	<b>3</b>
2.1 SEGADORAS.....	3
2.2 RASTRILLOS.....	5
2.3 EMPACADORAS.....	5
<b>CAPITULO 3.....</b>	<b>8</b>
<b>ASPECTOS TÉCNICOS Y MEJORAS EN LA COSECHA DE FORRAJES.....</b>	<b>8</b>
3.1 ISOBUS: LA REVOLUCIÓN QUE LLEGA.....	8
3.2 PRINCIPALES NOVEDADES DE MAQUINARIA FORRAJERA.....	9
<b>CAPITULO 4.....</b>	<b>11</b>
<b>MECANIZACIÓN DE LA COSECHA DE CULTIVOS FORRAJEROS.....</b>	<b>11</b>
4.1 PLANIFICACIÓN Y PREPARACIÓN.....	12
4.2 SEGADORAS ACONDICIONADORAS.....	12
4.2.1 Segadora de eje horizontal.....	14
4.2.2 Segadora de eje vertical.....	14
4.3 RASTRILLOS.....	15
4.3.1 Rastrillos de discos.....	16
4.3.2 Rastrillos rotativos de eje vertical.....	16
4.3.2.1 Rastrillo de horquillas inclinadas.....	16
4.3.2.2 Rastrillo de horquillas horizontales.....	17
4.3.2.3 Rastrillo de dientes oscilantes .....	17
4.4 EMPACADORAS.....	18
4.4.1 Empacadoras convencionales.....	18
4.4.1.1 Recogedor.....	19
4.4.1.2 Sistema de alimentación.....	20
4.4.1.3 Pistón.....	20
4.4.1.4 Elementos de atado .....	21
4.4.2 Macroempacadoras.....	21

4.4.3 Rotoempacadoras.....	23
4.4.4 Empacadoras encintadoras.....	25
4.4.5 Consideraciones a la hora de elegir una empacadora.....	25
<b>CAPITULO 5.....</b>	<b>27</b>
<b>EJEMPLO DE EMPACADORAS ENCINTADORAS.....</b>	<b>27</b>
5.1 COMPONENTES DE LA EMPACADORA CLAAS ROLLANT 255 ROTO CUT UNIWRAP Y SU FUNCIONAMIENTO.....	27
5.1.1 Claas control Terminal (CLAAS COMMUNICATOR).....	28
5.1.2 Accionamientos de la empacadora.....	29
5.1.3 Recogedor.....	30
5.1.4 Sistema de alimentación.....	31
5.1.5 Cámara de prensado.....	32
5.1.6 Sistema de atado.....	35
5.1.7 Traspaso de la paca.....	36
5.1.8 Dispositivo de embalaje.....	37
5.2 DATOS TÉCNICOS.....	38
5.3 FUNCIONAMIENTO.....	39
5.3.1 Fiabilidad.....	39
5.3.2 La experiencia disminuye las perdidas.....	40
5.3.3 La buena administración es esencial.....	41
5.3.4 Observar el contenido de humedad.....	41
5.4 OPERACIÓN Y AJUSTES.....	42
5.4.1 Operación.....	43
5.4.2 Ajustes de taller.....	43
5.4.2.1 Preparación del tractor.....	43
5.4.2.2 Enganche de la empacadora.....	44
5.4.2.3 Ajustes del recogedor.....	45
5.4.2.4 Verificación del sistema hidráulico.....	45
5.4.2.5 Inspección final.....	46
5.4.3 Ajustes de campo.....	46
5.4.4 mantenimiento.....	47
5.4.4.1 Dientes del recogedor.....	48
5.4.4.2 sistema hidráulico.....	48

<b>CAPITULO 6</b> .....	50
<b>MÉTODOS DE SUMINISTRO DE FORRAJE</b> .....	50
6.1 COSECHA DE FORRAJES VERDES.....	50
6.2 ENSILADO.....	51
6.2.1 Fabricación de ensilado.....	51
6.2.2 Ensilado en pacas o balas redondas.....	52
6.2.3 Para evitar accidentes cuando se trabaja con empacadora de rollos.....	54
6.2.4 Moviendo pacas grandes redondas.....	56
6.2.5 Cuando transporte pacas grandes redondas.....	56
6.3 COSTO DE PRODUCCIÓN DE SILO.....	58
6.4 IMPACTO.....	61
6.4.1 Impacto medioambiental positivo.....	61
6.4.2 Impacto medioambiental negativo.....	61
6.4.3 Impacto sobre la productividad del hato (leche, producción, etc.).....	61
6.5 CONTEXTO DE APLICACIÓN.....	62
6.5.1 Factores favorables.....	62
6.5.2 Factores desfavorables.....	62
<b>CONCLUSIONES</b> .....	63
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	65

## ÍNDICE DE FIGURAS

PAG.

Figura 1. Corte de forraje con guadaña.....	3
Figura 2. Corte de forraje con hoz.....	3
Figura 3. Corte de forraje con tracción animal.....	3
Figura 4. Rastrillo de tracción animal.....	5
Figura 5. Primeras empacadoras mecánicas.....	6
Figura 6. Segadora acondicionadora.....	13
Figura 7. Rastrillo.....	15
Figura 8. Hiladora de peines.....	17
Figura 9. Empacadora convencional.....	18
Figura 10. Macroempacadora.....	21
Figura 11. Rotoempacadora.....	24
Figura 12. Empacadora encintadora y sus partes.....	27
Figura 13. Control Terminal de la empacadora.....	28
Figura 14. Accionamientos de la empacadora.....	29
Figura 15. Engrase automático de los accionamientos.....	29
Figura 16. Recogedor de la empacadora.....	30
Figura 17. Roto Cut (Rotor de corte).....	31
Figura 18. Roto reverse.....	32
Figura 19. Cámara de rodillos.....	33
Figura 20. Sistema MPS.....	34
Figura 21. Sistema de atado.....	36
Figura 22. Traspaso de la paca.....	36
Figura 23. Dispositivo de embalaje.....	37
Figura 24. Funcionamiento.....	39
Figura 25. Silo en pacas redondas.....	54
Figura 26. Comparación de almacenamiento.....	55
Figura 27. Silo tradicional.....	58



## **CAPITULO 1**

### **INTRODUCCIÓN**

La recolección y el suministro de forrajes en la alimentación del ganado, tiene una relevante importancia desde el punto de vista de la mecanización desde el establecimiento del cultivo hasta su recolección y suministro. Este hecho es difícil? ya que en la mayoría de las cosechas no es solo la máquina la que participa con las consecuencias técnicas y económicas que ello implica. En cada método se emplea una cadena de equipos que cumplen en forma individual o en conjunto requisitos agronómicos y mecánicos con el agravante que la mecanización total puede resultar demasiado costosa en el caso de pequeñas extensiones.

La cosecha debe realizarse de manera que se conserve la calidad y cantidad de los elementos nutritivos que contienen las plantas tanto durante la cosecha como durante su conservación. La producción de forraje es una practica que ha ganado terreno actualmente en comparación con los años pasados, esto quiere decir que ahora los animales no comen el forraje directamente en el predio sino que el forraje es llevado hasta ellos mecánicamente, con esta practica se realiza la utilización mas eficiente de los forrajes verdes.

Dentro de la cosecha de forrajes existen problemas muy serios que son diferentes a los causados cuando se cosecha otro cultivo.

Todo el forraje que se cosecha esta destinado para que sea consumido por los animales en su gran mayoría ganado lechero, por lo cual el preservarlo es una practica que además de ser un problema es un reto para que los ingenieros mecánicos resuelvan o se enfrenten a el.

Después de la cosecha de forrajes se presentan problemas de almacenamiento, de los cuales la gran mayoría son por las inclemencias del tiempo (lluvia, calor y frío), que si no se combaten a tiempo nos resultara difícil tener un beneficio máximo con el forraje, el cual se refleja en producción de carne o leche.

La tasa de crecimiento de los forrajes, en las distintas zonas del país, no es constante debido a variaciones de luz, temperatura y humedad. Existiendo un crecimiento acelerado en épocas favorables como primavera y crecimientos casi nulos en invierno. Por otra parte los requerimientos animales son más bien constantes durante el año y por lo tanto existen épocas de escasez de alimento y otras de excedentes que pueden ser guardadas para suplir la demanda de alimento en los períodos de escasez.

Por la razón siguiente implica tener una mecanización en las operaciones de campo, hasta llegar a las operaciones de almacenamiento y distribución. La selección del equipo para cosecha de forraje solo se debe realizar después de que se hayan tomado en cuenta las posibilidades de una mecanización completa en el manejo del mismo.

Económicamente no es conveniente el manejo manual del forraje, sin embargo antes de comprar una maquina 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 explotaciones pequeñas.

De la selección y operación correcta de las maquinas dependerán en gran medida las soluciones finales que se den a problemas como el mantenimiento y ajustes de cada una de ellas, además de la calidad del forraje que se va a producir también depende directamente de esto. (Martill Robledo J. Francisco. 1999)

## CAPITULO 2

### ANTECEDENTES HISTORICOS DE LA COSECHA DE FORRAJES

#### 2.1 SEGADORAS

Hacia el año de 1850 el equipo de henificación aun consistía en: guadañas (figura 1), hoz y rastrillos manuales.



**Figura 1. Corte de forraje con guadaña**



**Figura 2. Corte de forraje con hoz**

Durante miles de años se usaron la hoz (figura 2) 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 fue reemplazado por segadoras tiradas por caballos o bueyes (figura 3).



**Figura 3. Corte de forraje con tracción animal**

Las primitivas maquinas cortaban lo mismo cereales como hierbas. William F. Ketchum fue el primer vendedor de este tipo de maquinas. Poco después se creo 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 maquina que tenia 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 mas capacidad en el campo y menos requisitos de mano de obra, han reemplazado a casi todos los equipos tirados por caballos. (Harris Pearson 1980).

#### Segadora acondicionadora

El acondicionamiento del heno mediante pisado, escrepamiento o azotado, éstos eran los primeros tipos de acondicionamiento que existieron en los tiempos pasados entre los agricultores que se dedicaban al manejo de forrajes, por medio de lo 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 fenómenos meteorológicos
- ◆ Las perdidas por fragmentación disminuyen al reducirse la duración del proceso y la necesidad de voltear el heno.

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

## 2.2 RASTRILLOS

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 y bueyes (figura 4).



**Figura 4. Rastrillo de tracción animal**

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 desarrolló el rastrillo de entrega lateral de tiro animal. 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 y usados en la actualidad. Aun en la actualidad se usan rastrillos de volteo múltiple para juntar el heno silvestre y pastos de pradera. (FMO. 1976).

## 2.3 EMPACADORAS

No es una máquina reciente. Las más antiguas, usadas tradicionalmente por el hombre, se reducían a un cajón de madera reforzada que se llenaba manualmente a base de horquillas. Una vez dentro del cajón, el forraje se comprimía por medio de la tapa superior que se podía deslizar por el interior del cajón con la ayuda de dos palancas laterales a base de fuerza física dos hombres hacían bajar la tapa comprimiendo el producto, operación que se repetía varias veces antes de llenar del todo el cajón. Una vez completo este, se le pasaban dos o tres alambres por unas ranuras situadas en la caja para sujetar el paquete formado (figura 5).

En el siglo XIX empiezan a aparecer mecanismos que facilitan la compresión y multiplican la fuerza aplicada, y así, en 1813 la oficina de patentes de los Estados Unidos de América registra una empacadora manual estacionaria.



**Figura 5. Primeras empacadoras mecánicas**

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 todas con atado manual, efectuado por dos operarios situados en 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, el pajarito o pico atador, de uso ya frecuente en las segadoras-atadoras de cereales. También por esas fechas, la firma Deere & CO. fabrica una empacadora con atado automático por medio de alambre. De esta manera, un solo hombre maneja el tractor y la empacadora, que realiza su trabajo de forma completamente automática.

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 pacas de 15- 30 kg, lo que supone tener de 100 a 200 pacas por hectárea regularmente distribuidas por el terreno.

La recogida manual individualizada paca a paca requiere de mucho tiempo y mano de obra por lo que, junto a la operación de un variado material de manipulación de pacas, las propias empacadoras aportan soluciones, aumentando la densidad de las mismas o variando su tamaño. Aparecen máquinas para hacer pacas muy pequeñas, aptas para su manejo a granel, o muy

grandes, que reduce el número de pacas por unidad de superficie y obligan a la recogida mecanizada. Son las apastilladoras, las rotoempacadoras y las empacadoras de grandes pacas rectangulares. Además, las grandes pacas han abierto la puerta de la empacadora a la técnica del ensilado, lo que incrementa la versatilidad de una máquina apta para la recogida de paja, heno y silo.

Las máquinas para producción de pacas de rollos aparecieron por primera vez a la venta en los años de 1940 y 1950. Estas empacadoras de rollos entregaban el forraje cilíndrico relativamente pequeños que pesaban de 10 a 36 kg y podían ser dejados en el campo recogido y almacenado. El concepto de las pacas resistentes a la intemperie que podían dejarse en el campo, agradó a los productores de forraje y a los productores 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. 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 pueden manejarse mecánicamente. (Hernanz, J. L. 1993).

## CAPITULO 3

### ASPECTOS TÉCNICOS Y MEJORAS EN LA COSECHA DE FORRAJES

#### 3.1- Isobus: la revolución que llega

Quizás el avance técnico más relevante que se ha producido en los últimos años en las empacadoras, y en otras máquinas agrícolas, es la implantación del sistema de comunicación digital Isobus (ISO 11783). Con esta tecnología es posible enganchar una empacadora al tractor con un simple conector y manejar todas sus funciones desde el asiento de la cabina.

La norma ISO 11783 está basada en el sistema CAN (Controller Area Network, red de control de área) desarrollado por Bosch a mediados de la década de 1980 y que es ampliamente empleado en la industria de la automoción. Un sistema CAN es una red bus de microcontroladores que conecta dispositivos, sensores y actuadores para el control de aplicaciones en tiempo real. El estándar Isobus fija todos los aspectos del sistema de comunicación tractor-implemto a través de un bus. En ella se normalizan los tipos de cables a utilizar, los conectores, el voltaje a que funciona el sistema, el formato de la información a transmitir y las especificaciones que deben cumplir los monitores entre otros aspectos.

La empacadora lleva un bus que se conecta directamente al bus del tractor. Así los sistemas electrónicos de la empacadora también reciben su suministro eléctrico a través del acople Isobus, de forma que no se requieren cables de alimentación separados.

Esto tiene numerosos beneficios desde un punto de vista práctico. El compartir el mismo cableado y que disponga de acoples rápidos, hace que conectar la empacadora al tractor sea más rápido y sencillo. Por otra parte, los monitores son compatibles no necesitamos un monitor por cada implemento, sino que el mismo



monitor que usamos para controlar la empacadora nos permitirá manejar otros equipos, como por ejemplo una segadora de forraje.

Debido a las numerosas ventajas que presenta este sistema, tanto para la empresa de servicios como para el agricultor, se espera que en los próximos años se generalice el uso de este tipo de redes de control. (García, F. J. 2006).

### **3.2 Principales novedades de maquinaria forrajera**

- ◆ El sistema recogedor se puede regular hidráulicamente e incorpora sistemas de flotación para su adaptabilidad al terreno.
- ◆ El dispositivo de picado se ha ido mejorando con la incorporación de un mayor número de cuchillas que llegan a longitudes de picado mínimas, en torno a los 40 mm.
- ◆ Los sistemas de protección frente a sobrecargas y atascos son cada vez más fiables y seguros, gracias a la utilización de diferentes sistemas de embrague.
- ◆ El sistema de atado de las rotoempacadoras ha sido mejorado en el caso del atado con red mediante la utilización de anchuras de atado mayores que la de la paca, produciendo una mayor sujeción de los laterales de la misma. En macroempacadoras, una firma presenta un novedoso sistema de atado capaz de dividir una paca grande hasta en seis fardos pequeños. Para ello, la paca completa es atada por cuatro hilos y los fardos pequeños respectivamente por dos.
- ◆ Los sistemas de lubricación automáticos ya son prácticamente estándar en las opciones de equipamiento de estas máquinas.
- ◆ Para el caso de macroempacadoras o empacadoras con sistema de encintado incorporado en las que el peso de la máquina es elevado, es común la utilización de ejes tándem para reducir la compactación del terreno. Así, las novedades se centran en la utilización de ejes tándem direccionales en las ruedas traseras para facilitar el giro de la máquina.
- ◆ Los sistemas electrónicos de información y control de las diferentes funciones de la empacadora se han generalizado. Aportan información y

posibilidades de regulación sobre aspectos como atado, picado, conteo de pacas, alarmas de sobrecargas y roturas o final de hilo, regulación de la presión de las pacas, medida de la humedad de las pacas, horas de servicio, etc.

- ◆ Otra mejora es la incorporación del sistema de encintado con filme plástico en la propia empacadora. Actualmente están apareciendo rotoempacadoras con encintadora incorporada, de forma que el proceso de encintado se lleva a cabo en la propia cámara de compresión. También existe la posibilidad de utilizar máquinas que incorporan una encintadora a continuación de la empacadora, formando un conjunto que permite una reducción de los tiempos de empaclado. (García, F. J. 2006)

## **CAPITULO 4**

### **MECANIZACIÓN DE LA COSECHA DE CULTIVOS FORRAJEROS**

La mecanización agrícola en México tiene dos objetivos principales:

- ◆ Incrementar la productividad agrícola
- ◆ Cambiar el carácter agrícola haciéndolo mas rápido y eficiente.

Existen en el mercado una amplia gama de equipos adaptados a cualquier tipo de explotación, de cultivo, de tipo de terreno, y un agricultor puede plantearse la mecanización completa de sus cultivos forrajeros con una exigencia mínima de mano de obra, aunque es conveniente no descartar la posibilidad de la contratación de empresas que presten un servicio fiable y eficaz. Por lo que muchas explotaciones deberán de “hacer números” antes de plantear la adquisición o renovación de equipos.

Un factor fundamental en la recolección de los cultivos forrajeros es el “factor tiempo”, no solo es necesario realizar la recolección en el tiempo programado para ello, sino también realizarla en el momento justo. Así, por ejemplo, unos días de retraso en la siega puede incrementar la producción, pero disminuir sensiblemente la palatabilidad y la digestibilidad del producto.

Además, los distintos equipos deben estar coordinados entre ellos, es decir, se trata de buscar equipos con una capacidad de trabajo, a una velocidad razonable, que coincida o que superen ligeramente a la de la segadora, para que en el proceso no aparezcan “cuellos de botella”.

Durante toda la cadena de recolección del forraje se pueden utilizar un gran abanico de maquinaria: segadoras, segadoras-acondicionadoras, acondicionadores, rastrillos, picadoras, remolques autocargadores, empacadoras, etc. (Mecanización de la recogida de cultivos forrajeros. 2004. [www.agroinformacion.com](http://www.agroinformacion.com)).

#### **4.1- PLANIFICACIÓN Y PREPARACIÓN**

Una de las claves para el éxito del sistema de empacado redondo es la selección adecuada del equipo auxiliar. El equipo típico usado con la empacadora de pacas redondas incluye:

- ◆ Segadora acondicionadora o hileradora
- ◆ Rastrillo
- ◆ Empacadora
- ◆ Tractor

#### **4.2- SEGADORAS ACONDICIONADORAS.**

Segado de las plantas

Consiste en cortar las plantas a cierta distancia del suelo, dejando un pequeño tallo para permitir su recuperación. Existen dos sistemas de corte atendiendo al movimiento de los órganos cortantes: cortadoras alternativas y cortadoras rotativas. En las primeras se requieren dos partes, una fija llamada contra cuchilla y una cuchilla móvil. La planta es cortada por la acción de tijera entre ambas cuchillas que ejercen fuerzas contrarias sobre el tallo. Existen modelos en que ambas cuchillas son móviles. Este sistema de corte presenta un corte más regular pero tienen tendencia a obstruirse. En las rotativas el corte se produce por impacto sobre los tallos de una cuchilla que gira a gran velocidad de acción vertical u horizontal produciendo una acción desgarradora que puede ser beneficiosa para el secado, sin embargo al desgarrar el cuello de crecimiento podría demorar el rebrote.

Atendiendo a su acople con el tractor la mayoría son modelos de corte alternativo de unión al sistema hidráulico de los tres puntos, pero hay opciones de montaje central y de arrastre. Las de corte rotativo son de arrastre o integrales todas ellas accionadas por la toma de fuerza.

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

maquinas que elevan el producto a una cámara donde se le puede comprimir a mayor presión que en el sistema anterior.



**Figura 6. Segadora acondicionadora**

Una segadora-acondicionadora o hileradora correctamente adaptada coloca el forraje en una hilera moderadamente pesada adecuada para el empaçado redondo. El forraje debe acondicionarse y distribuirse uniformemente a través de la hilera para obtener el ancho adecuado. El forraje acondicionado se seca rápidamente y uniformemente y reduce el tiempo entre el hilerado y el empaçado. El acondicionamiento también mejora las características de empaçado de muchos forrajes, particularmente en la cosecha de tallos gruesos tales como sorgos para forraje.

La distribución uniforme del forraje a través del ancho de la hilera facilita el trabajo de formar una buena paca redonda. El ancho recomendado para la hilera es ligeramente superior a la mitad de la paca redonda. Si la hilera es demasiado angosta, la productividad puede reducirse drásticamente y aumentaran las pérdidas en el campo debido a la excesiva acción de enrollamiento. Si la hilera es demasiado ancha, los bordes exteriores de la hilera no se alimentaran dentro de la cámara de prensado.

Existen dos grandes grupos diferenciados según el movimiento de los órganos de corte: alternativas y rotativas.

En las primeras, barras guadañadoras, se requieren dos piezas para la realización del corte de la hierba, una de ellas es móvil (la cuchilla), mientras que la otra puede ser fija o móvil, actuando de contra cuchilla.

Cuando las dos piezas son móviles se puede realizar un mayor número de cortes por unidad de tiempo, de este modo se reducen los atascos y se puede aumentar la velocidad de trabajo hasta valores de 10 y 12 km/h

Las segadoras rotativas se clasifican, a su vez, en dos categorías:

#### **4.2.1- Segadoras de eje horizontal.**

También conocidas como de “mayales”. Constan de un eje horizontal giratorio en el que van articuladas una serie de cuchillas, las cuales al girar a gran velocidad realizan el corte mediante impacto de sus navajas afiladas con los tallos.

Su aspecto es similar a las fresadoras, aunque su giro es en sentido opuesto.

Estas segadoras permiten la siega en cultivos densos y encamados sin atascos. Principalmente son utilizadas en pastizales naturales y cultivos de gramíneas; aunque su uso con leguminosas produce bastantes pérdidas de folíolos.

#### **4.2.2- Segadoras de eje vertical.**

Son segadoras rotativas de discos o tambores, en las que el accionamiento es llevado a cabo por la toma de fuerza del tractor a través de cadenas, correas, engranajes y ejes de transmisión.

Generalmente, las segadoras de tambores llevan dos o cuatro tambores, girando en sentido inverso dos a dos, de forma que el forraje es lanzado hacia atrás entre dos tambores vecinos formando cordones.

En las segadoras de discos, éstos giran sucesivamente en sentido contrario, excepto si el número de ellos es impar donde los dos discos del extremo más alejado giran en el mismo sentido. El disco, que puede tener formas diferentes: circular, oval, etc., posee unas cuchillas articuladas libremente de forma que pueden retraerse cuando encuentra algún obstáculo.

Estas segadoras pueden incorporar elementos acondicionadores como rodillos o dedos, de forma que en una sola pasada, además de realizar la siega, acondicionan el forraje, disminuyendo los tiempos de secado y aumentando su calidad, además de reducir el coste de la operación.

### 4.3- RASTRILLOS.

Para el empacado redondo no se requiere rastrillado si la hilera se seca uniformemente y es del ancho adecuado. Sin embargo, si el heno está pesado, se puede requerir usar el rastrillo para dar vuelta al forraje para que se seque más rápido. También, es conveniente rastrillar las hileras si la lluvia mojó el forraje entre el corte y el empacado

Los rastrillos henificadores se usan para disponer el forraje en cordones para su posterior recogida por las empacadoras o remolques autocargadores. Tienen una gran polivalencia pudiendo, además de hilarar, esparcir, airear y voltear el forraje, tan solo variando la forma de movimiento o disposición de sus elementos.

Estos equipos usan unos rodillos aplastantes o rizadores para acondicionar el heno de manera que seque rápido. Los rodillos acondicionadores son movidos por el PTO. Estos halan el heno entre los rodillos y tiran el heno fuera por la parte de atrás de la máquina. Los rodillos pueden recoger una piedra o cualquier otro objeto que puede ser tirado también.



**Figura 7. Rastrillo**

Algunos cortadores-acondicionadores tienen barritas o propelas de acero rotativas que también son movidas por el PTO. Estas rotan de 600 a 900 rpm y pueden tirar objetos o piedras por atrás. Es importante no tener a ninguna persona parada cerca de la parte trasera de un acondicionador o un cortador-acondicionador. Si es necesario realizar servicio o mantenimiento, el PTO debe ser desenganchado y apagar el motor. Los rodillos o barritas propelas pueden agarrar su mano o vestimenta en cualquier instante. Todas las tapas, cubiertas o protectores de la

maquinaria deben ser colocadas en su lugar como es recomendado por el fabricante.

Existen varios tipos de rastrillos; los más utilizados son los rastrillos de discos y los rotativos de eje vertical.

#### **4.3.1- Rastrillos de discos.**

Están formados por una serie de discos o “soles” (figura 7), aproximadamente de 1,30 m de diámetro, provistos de unos dientes muy flexibles y montados sobre un bastidor suspendido o semisuspendido.

Estos rastrillos pueden trabajar a velocidades de hasta 10 km/h. Con el avance de la máquina, por reacción de los dedos flexibles sobre el suelo se produce la rotación de los discos. De modo que cuando va hilerando, cada disco manda al contiguo una cierta cantidad de heno.

Los rastrillos de discos trabajan sin dificultad en terrenos poco nivelados, debido a la independencia vertical que tienen los discos. Además, realizan el trabajo con suavidad, especialmente importante en el caso de forrajes frágiles de leguminosas.

Presentan dificultades cuando el forraje es muy espeso, además el viento puede provocar enrollamientos en los discos y presenta problemas de contaminación del forraje con tierra por el rozamiento de los discos contra el suelo.

#### **4.3.2- Rastrillos rotativos de eje vertical**

Disponen de uno o varios rotores accionados por la toma de fuerza de tractor. Se dividen en tres grupos:

##### **4.3.2.1- Rastrillos de horquillas inclinadas.**

Son rastrillos volteadores. Se compone de unos tambores que giran a la misma velocidad pero en sentido opuestos. La máquina está inclinada hacia adelante para facilitar la recogida del forraje situado en la parte delantera de cada tambor y



depositarlo en la parta trasera. Cada tambor está soportado por un rueda que permite que la máquina se adapte a irregularidades existentes en el terreno.

#### **4.3.2.2- Rastrillos de horquillas horizontales.**

Están constituidos por dos o cuatro rotores cuyas horquillas están articuladas, de forma que en posición de trabajo, al girar, se colocan horizontalmente debido a la fuerza centrífuga, mientras que en posición de reposo están verticales.

Realizan un volteo muy bueno, aunque existe riesgo de pérdidas importantes, sobre todo cuando el forraje está demasiado seco. Trabajando con dos rotores, aunque la anchura de trabajo sea pequeña, los cordones formados son de gran calidad, bien aireados, aunque demasiado expuestos al viento.

#### **4.3.2.3- Rastrillos de dientes oscilantes. (Hileradora de peines)**

Son rastrillos diseñados para la labor de hilerado. Están constituidos por uno o dos rotores con brazos horizontales dispuestos radialmente que llevan en su extremidad un pequeño peine con cuatro o seis púas flexibles. Estos peines giran alrededor del eje del rotor, manteniéndose verticales cuando entran en contacto con el forraje, girando posteriormente alrededor de cada brazo hasta colocarse horizontales debido a un leva que les obliga, una vez que ha depositado el forraje cerca del deflector para formar el cordón (figura 8).



**Figura 8. Hileradora de peines**

#### 4.4- EMPACADORAS

Se clasifican en función del tamaño, forma y densidad de las pacas producidas:

- ◆ **Convencionales:** forman pacas de menos de 30 Kg, que pueden ser manejadas a mano.
- ◆ **De grandes pacas:** forman pacas de gran tamaño (hasta 2000 Kg. Dentro de estas hay dos tipos de máquinas en función de la forma de la paca producida:
  - ◆ **Roto empacadoras, de tipo cilíndrico**

##### 4.4.1- Empacadoras convencionales

En las empacadoras convencionales se mantiene el diseño que tan buenos resultados ha dado durante tantos años para elaborar pacas de este tamaño. Las pacas que producen suelen tener una anchura entre 40 y 60 cm, una altura entre 30 ó 40 cm y una longitud entre 30 y 140 cm (figura 9).



**Figura 9. Empacadora convencional**

Este tipo de máquinas son las más apropiadas para explotaciones de pequeño tamaño. Al ser pacas de poco peso (20-30 kg) se pueden manejar y almacenar manualmente.

Producen pacas de forma rectangular, de poco peso y pequeñas dimensiones (densidad entre 100 y 200 kg/m<sup>3</sup>), que permiten un manejo sencillo reduciendo las inversiones en equipos. Constan de un sistema de recogida de forraje, órganos de alimentación, sistema de compresión y sistema de atado.

## **Componentes primarios de la empacadora convencional**

- ◆ Recogedor
- ◆ Sin fin o sistema de alimentación
- ◆ Eje de toma de fuerza
- ◆ Dientes alimentadores
- ◆ Embolo
- ◆ Fijadores
- ◆ Cámara de prensado
- ◆ Ruedas medidoras de pacas
- ◆ Agujas

## **Descripción de las partes de la empacadora convencional**

### **4.4.1.1 Recogedor:**

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

De tambor: los dedos se fijan de 6 a 8 barras transversales al avance, que se apoya en sus extremos en dos discos verticales, que giran en sentido contrario a las ruedas de la maquina. En su movimiento los dedos 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 al producto.

De cadena: los extremos de las barras se apoyan en cadenas metálicas sin fin 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 solo levanta el producto, mientras que el de cadena lo conduce también hacia los depósitos de alimentación. (Linares, P. 1986).

#### **4.4.1.2 Sistema de alimentación:**

Transporta el producto elevado por el recogedor hasta la acámara de compresión y lo induce en ella. Realiza, por tanto, dos operaciones: transporte hasta la entrada de la cámara de alimentación propiamente dicha. Ambas pueden mover 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 esta centrada con el recogedor.

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

#### **4.4.1.3 Pistón:**

Es el encargado de comprimir el producto en el interior de la cámara de empacado, al golpear periódicamente, con una cadencia que oscila entre los 60 y 100 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 alternativa:* se utiliza en las empacadoras de alta presión. Está acondicionado 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 el costado una cuchilla vertical para que al pasar por delante de la entrada de la cámara, que esta 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).

#### **4.4.1.4 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.

#### **4.4.2- Macroempacadoras**

Permiten producir pacas de grandes dimensiones, con pesos entre los 100 y 500 kg, anchuras de 80 –120 cm, alturas de 45 – 130 cm y longitudes entre 2 y 3 m. Las grandes pacas rectangulares permiten un mejor aprovechamiento del espacio en transporte y almacenamiento en comparación con las pacas cilíndricas (figura 10).



**Figura 10. Macroempacadora**

El sistema de trabajo es paralelo al de las empacadoras convencionales: un recogedor conduce el forraje hilerado a una cámara de pre-compresión. Cuando la cámara está llena, el forraje entra en la cámara de compresión principal y es comprimido mediante un pistón. Una vez comprimido, la paca es atada con sisal o alambre y expulsada por el empuje de la paca siguiente.

La recolección y el suministro de forrajes en la alimentación del ganado, tiene una relevante importancia desde el punto de vista de la mecanización desde el establecimiento del cultivo hasta su recolección y suministro. Este hecho es difícil ya que en la mayoría de las cosechas no es solo la máquina la que participa con las consecuencias técnicas y económicas que ello implica. En cada método se emplea una cadena de equipos que cumplen en forma individual o en conjunto requisitos agronómicos y mecánicos con el agravante que la mecanización total

puede resultar demasiado costosa en el caso de pequeñas extensiones. (Martill Robledo J. francisco. 1999).

La cosecha mecanizada tiene la ventaja que al seleccionar el método adecuado este se puede recolectar y acopiar en la época de mayor producción y utilizarlo en invierno cuando no hay desarrollo de los cultivos.

La cosecha debe realizarse de manera de conservar la calidad y cantidad de los elementos nutritivos que contienen las plantas tanto durante la cosecha como durante su conservación.

Las macroempacadoras o empacadoras de grandes pacas rectangulares permiten producir pacas de grandes dimensiones, con pesos de entre 100 y 500 kg, anchuras de 80-120 cm, alturas de 45-130 cm y longitudes entre 2 y 3 metros.

El sistema de trabajo es similar al de las empacadoras convencionales. Un recogedor conduce el forraje hilerado a una cámara de precompresión; cuando la cámara está llena, el forraje entra en la cámara de compresión principal y es comprimido mediante un pistón. Una vez comprimido, la paca se ata con sisal o alambre y se expulsa por el empuje de la siguiente. El sistema recogedor, puede disponer de sistema picador incorporado.

La cámara de precompresión es un órgano específico de las macroempacadoras que sirve de unión entre el recogedor y la cámara de compresión. Aquí, el forraje es comprimido hasta alcanzar una cierta densidad. El mecanismo compresor está sincronizado con el movimiento del pistón de forma que cuando la precámara está llena, las horquillas de empacado conducen el forraje hasta la cámara de compresión. La entrada durante el proceso de precompresión es bloqueada por el pistón o por dedos retenedores.

El sistema de atado es similar al de las empacadoras convencionales. La mayoría de estas máquinas utilizan sistemas de doble anudado. El número de atadores oscila entre cuatro y seis.

Las regulaciones de las macroempacadoras coinciden con las de las empacadoras convencionales. Cabría destacar el sistema de regulación de la densidad de la paca. La cámara de precompresión puede disponer de sensores

que permiten variar el nivel de compresión ejercido en función de las condiciones de la mies. Otra posibilidad es que la presión final de la paca sea regulada mediante un sistema hidráulico con tres cilindros que actúan sobre laterales y parte superior del canal de compresión. El sistema es controlado electrónicamente mediante sensores que detectan la presión que el pistón ejerce sobre el forraje.

En 1978, los ingenieros de la fábrica de empacadoras de Hesston, Kansas, EE.UU., desarrollaron la primera empacadora gigante. Desde entonces estas máquinas han evolucionado considerablemente y en los últimos años han aumentado considerablemente su cuota de mercado en España.

En la actualidad llevan un mecanismo recogedor de unos 2 metros de ancho y son capaces de confeccionar pacas de hasta 2.000 kg, con unas dimensiones de 120 cm x 90 cm x 250 cm (anchura x altura x longitud máxima), que pueden variar ligeramente según el fabricante.

En Europa es muy normal que estas máquinas lleven un sistema de picado que trocea el material. El forraje corto junto con la elevada presión de compactación expulsa el aire y permite una mejor conservación de la paca.

Una de sus principales ventajas es acortar el tiempo de recogida, disminuyendo así el deterioro del material a empacar en el campo. Por otra parte, el coste de estas máquinas es mayor y el tractor que las acciona ha de ser más potente, pero si la máquina trabaja bastantes horas y empaca lo suficiente, el coste unitario será favorable. Las grandes pacas prismáticas representan la opción más eficiente a la hora del transporte y almacenamiento al dejar menos espacios libres entre ellas.

#### **4.4.3- Rotoempacadoras**

Permiten confeccionar pacas cilíndricas con diámetros variables entre 0,6 y 1,8 m y longitudes en torno a 1,20 m. Las pacas son formadas mediante un tapiz de forraje que se introduce en una cámara y es enrollado sobre sí mismo hasta alcanzar el diámetro adecuado (figura 11). En función del sistema de formación de la paca

existen tres tipos de roto empacadoras: de cámara variable, de cámara fija y de cámara mixta.

En las de cámara variable, el volumen varía a medida que se introduce el forraje manteniendo la presión constante, produciendo pacas de diámetro variable y compresión muy uniforme.



**Figura 11. Rotoempacadora**

Las rotoempacadoras de cámara fija disponen de un volumen de cámara único, por lo que la compresión del heno es más irregular, aumentando en las capas superficiales.

Por último, en las roto empacadoras de cámara mixta la máquina dispone de sistemas de cámara variable y fija, produciéndose el llenado en un primer paso sobre una cámara fija que pasa a ser variable.

En el mercado encontramos las de cámara variable y las de cámara fija. En las primeras, el volumen varía a medida que se introduce el forraje manteniendo la presión constante, produciendo pacas de diámetro variable y compresión muy uniforme. En cambio las segundas, disponen de un volumen de cámara único, por lo que la compresión del heno es más irregular, aumentando en las capas superficiales.

Las de cámara fija forman pacas que suelen ser de 1,20 m de diámetro por 1,20 m de ancho. Para las rotoempacadoras de cámara variable, las medidas de paca van desde un diámetro mínimo de 0,80 m hasta máximos de 1,60 m ó 1,85 m, manteniendo la anchura de paca en torno a 1,20 m.



También pueden llevar un sistema de picado después del recogedor ("pick-up"), similar al de las macroempacadoras, ya que el forraje cortado pequeño se deja prensar con mayor densidad y soltar más fácilmente. (Ruiz, L. 2006).

#### **4.4.4- Empacadoras encintadoras**

El ensilado en balas redondas es simplemente forraje con un contenido de humedad relativamente alto que se embala en una rotoempacadora y se guarda en un contenedor sellado, usualmente una bolsa plástica. Como ya se ha comentado anteriormente, el forraje húmedo, en ausencia de aire sufre una fermentación láctica que contribuye a su preservación por la acidificación del medio.

Un problema del ensilado en balas es que se descompone más fácilmente que el producido en silos tradicionales porque la fermentación es menos completa y el daño en la cobertura plástica ocasiona la entrada de oxígeno y con ello la degradación del ensilado. Por contra, el ensilado en balas redondas presenta otras ventajas como las de minimizar las pérdidas de cosecha por caída de hojas, la flexibilidad del sistema y la baja inversión inicial de capital.

Las mejoras en los sistemas de encintado están orientadas a un control integral de las funciones de embalado y encintado por parte de un sólo operario (tanto en los equipos combinados como independientes). La cobertura de la paca se realiza de manera uniforme prestando especial atención a la tensión de la bobina para evitar roturas. La carga y descarga de la paca se realiza de forma suave para evitar deformar la paca o provocar la ruptura del material plástico de cubierta.

Varios fabricantes incorporan el sistema sin paradas ("non-stop"), que permite que la máquina no se tenga que detener para empaquetar y descargar la paca.

#### **4.4.5- Consideraciones a la hora de elegir una empacadora**

Tratamos de resumir aquí ciertos aspectos a los que debería prestarse atención a la hora de adquirir una empacadora, aunque la valoración de cada uno de ellos sea diferente en función de las necesidades del comprador.

Es muy importante a la hora de elegir una empacadora conocer cual va a ser el uso que se la va a dar a las pacas una vez formadas, estudiando la forma de las pacas producidas en función de las características de transporte y almacenamiento que se vaya a llevar a cabo. También es importante determinar la frecuencia con que las pacas serán encintadas ya que esto puede hacer que nos decidamos por un equipo combinado de empacadora-encintadora, que los adquiramos por separado o bien que prescindamos del equipo de encintado.

La forma y el tamaño de las pacas es fundamental para optimizar los metros cúbicos que caben en un camión, mejorar el aprovechamiento en unos pocos centímetros por cada paca puede suponer una considerable cantidad de dinero para explotaciones grandes.

## CAPITULO 5

### EJEMPLO DE EMPACADORAS ENCINTADORAS

#### 5.1 Componentes de la empacadora claas rollant 255 roto cut uniwrap



Figura 12. Empacadora encintadora y sus partes

Los componentes primarios de la empacadora son:

- ◆ Claas control Terminal
- ◆ Accionamientos
- ◆ Pick up o recogedor
- ◆ Sistema de alimentación
- ◆ Cámara de prensado

- ◆ Atado
- ◆ Traspaso de la paca
- ◆ Dispositivo de embalaje

### 5.1.1 CLAAS CONTROL TERMINAL (CLAAS COMMUNICATOR)

El claas comunicador lo dice todo.



**Figura 13. Control Terminal de la empacadora**

La ROLLANT 255 RC UNIWRAP está equipada con el CLAAS COMMUNICATOR o también llamado control terminal. La terminal está bien ordenada y mediante su gran pantalla mantiene al conductor estar continuamente informado sobre el estado operativo de su máquina en todos los aspectos. Además puede acceder en todo momento a uno de los cinco menús y modificar rápidamente con una mano los parámetros de ajuste más importantes. El atado, abrir la compuerta trasera, expulsar la paca, cerrar la compuerta trasera, todos los procesos pueden ser dirigidos a través del COMMUNICATOR. El manejo y el control de la maquina se facilitan en gran medida gracias a funciones automáticas y a la representación grafica de los estados operativos de la pantalla del control terminal (figura 13).

## 5.1.2 ACCIONAMIENTOS DE LA EMPACADORA



**Figura14. Accionamientos de la empacadora**

En la ROLLANT se accionan todos los rodillos. Así no se produce una parada de paca ni en las condiciones de cosecha más secas. Las fuertes cadenas de rodillos de la más alta calidad garantizan una absoluta seguridad de funcionamiento (figura 14). La tensión óptima de las cadenas queda garantizada por tensores de cadena autorregulables y bajo carga de resorte.

Con un engrase correcto, camina mejor.

Las cadenas de accionamiento son engrasadas por el sistema automático de engrase de cadenas, este cumple un papel importante a la hora de minimizar al máximo el desgaste. A través de tres distribuidores centrales de engrase, se abastecen continuamente los soportes del rodillo de prensado con grasa. Opcionalmente se encarga de esta tarea el nuevo sistema de engrase central (figura 15).



**Figura 15. Engrase automático de los accionamientos**

### 5.1.3 PICK UP (RECOGEDOR)

Va situado en la parte delantera de la máquina, centrado con ella, y ésta a su vez va alineada con el tractor, por lo que el cordón de heno debe pasar por debajo de éste. Para conseguir una alimentación homogénea en la cámara de empacado, es necesario que los cordones tengan una anchura acorde con la del recogedor, que oscila normalmente entre 1,20 y 2 m (figura 16).



**Figura 16. Recogedor de la empacadora**

Las rotoempacadoras pueden disponer de un sistema picador del forraje dispuesto después del recogedor. Esto permite una mejor distribución del forraje y una mayor densidad de la paca.

Una alimentación homogénea es el primer paso para obtener una paca regular de compactación uniforme. En este sentido existen numerosos sistemas destinados a garantizar una adecuada alimentación. El máximo tamaño de cordón admisible vendrá dado por el ancho del recogedor, que tendrá un diseño que permita una buena adaptación al terreno para evitar pérdidas de cosecha. Asimismo, es importante que el recogedor cumpla su función sin malear excesivamente el forraje evitando así la caída de las hojas de alto valor nutritivo. También debemos tener en cuenta si lleva un sistema de picado, así como la presencia de volantes de inercia, ya que estos permiten compensar las fluctuaciones en la potencia requerida durante el empacado. En el caso de las empacadoras prismáticas la presencia de una precámara garantiza la formación de una paca de densidad uniforme independientemente de la densidad del cordón, un sensor de llenado de la precámara permite que sólo una vez que esta se ha llenado, el material pase a la cámara para ser comprimido por el pistón.

Con una anchura de trabajo de 2,10 m (1,95 m de anchura de rastrillado según DIN) posee la ROLLANT 255 UNIWRAP un Pick up excepcionalmente ancho. Tiene la misma construcción que el Pick up de la gran empacadora de pacas cuadradas QUADRANT. Sólo con esta anchura se pueden recoger limpiamente hasta las hileras más anchas, para ser enviadas posteriormente al rotor. Además la construcción de fácil torsión permite una perfecta adaptación al suelo sin que se ensucie el forraje.

Esto se avala adicionalmente por las grandes ruedas palpadoras oscilantes. Mediante su posición en el eje central del Pick up son capaces de adaptar el Pick up de forma óptima al suelo y lo llevan por todos los baches sin ningún problema. Mediante su enganche oscilante, las ruedas palpadoras ofrecen una marcha ideal. El Pick up es dirigido incluso en los trayectos de curvas y todo ello sin deteriorar la capa de hierba.

#### **5.1.4 SISTEMA DE ALIMENTACIÓN**

ROTO CUT (rotor de corte) el sistema innovador de corte

El concepto de ensilado de calidad está muy unido al sistema CLAAS ROTO CUT, porque el ensilado cortado se puede compactar mejor y ofrece mejores características para una fermentación óptima del ácido láctico.



**Figura 17. Roto Cut (rotor de corte)**

Técnica probada en la práctica.

El rotor de corte de 16 cuchillas está preparado para un rendimiento de caudal máximo. Las estrellas dobles de cuatro puntas dirigen el forraje de forma precisa por el soporte de cuchillas y garantizan con más de 8.000 cortes por minuto una calidad de corte de primera (figura 17). El reconocido sistema de escurridores CLAAS mantiene el espacio entre y dentro de las estrellas siempre limpias,



garantizando con ello la mayor seguridad de trabajo en todas las condiciones de hierba.



**Figura 18. Roto reverse**

ROTO REVERSE – la marcha atrás integrada.

El sistema hidráulico de inversión del rotor permite trabajar sin problemas al límite de rendimiento. En el caso de un atasco, se pone en marcha rápidamente el proceso de inversión del rotor desde el asiento del tractor, de manera que el atasco de forraje salga para adelante (figura 18). A través de un trinquete se va realizando la inversión en niveles de 90°, para proteger al escurridor.

### **5.1.5 CÁMARA DE PRENSADO**

Permite enrollar el forraje sobre sí mismo hasta que alcanza el diámetro deseado. Ello es debido a dos dispositivos: el alimentador de la cámara y los elementos compresores. El alimentador de la cámara introduce el forraje en la cámara de la rotoempacadora; y está formado por una banda de caucho o por rodillos alimentadores. Los elementos compresores pueden ser de diferentes tipos: correas de caucho, rodillos metálicos o barras metálicas.

Los sistemas de compresión por correas de caucho están constituidos por una serie de correas de caucho, paralelas entre sí en sentido transversal. La disposición de las correas varía en función del tipo de rotoempacadora. En las de cámara variable se encuentran formando una correa continua o una correa doble, de forma que su geometría varía con la entrada del forraje gracias a una serie de brazos y resortes. En las de cámara fija las correas se disponen en cinco o seis tramos de forma fija en la periferia de la cámara. Cada tramo está formado por una pareja de rodillos paralelos sobre los que giran las correas.



En el caso de rodillos metálicos, en las rotoempacadoras de cámara variable, se utilizan formando un sistema mixto junto a correas de caucho. En las de cámara fija, los rodillos se disponen en la periferia de la cámara en un número entre dieciocho y veinte.

El elemento compresor de barras metálicas está formado por un transportador de cadena metálica sobre el que se apoyan barras metálicas transversales. Este sistema se puede adaptar tanto a rotoempacadoras de cámara variable como a las de cámara fija. En estas últimas existen, además, sistemas mixtos de rodillos y cadenas de barras.

Las rotoempacadoras de cámara fija cuentan con una serie de robustos rodillos y la densidad de la paca se ajusta mediante la presión soportada por el portón de expulsión (figura 19). Las rotoempacadoras de cámara variable cuentan con una serie de correas que arrastran el material haciéndolo girar en el interior de la cámara, la presión de la paca es regulable durante su formación. La posibilidad de formar pacas de distintos tamaños para una mejor adecuación al sistema de transporte y almacenamiento es ofrecida por diversos modelos de empacadoras.



**Figura 19. Cámara de rodillos**

La estabilidad es la base de su fiabilidad.

Para hacer pacas de ensilado se requieren requisitos técnicos especiales. En un espacio mínimo de tiempo se tienen que formar pacas de gran densidad a partir

del forraje. La técnica ROLLANT ofrece con sus 16 rodillos de acero las condiciones ideales para ello. Cuando otros sistemas llegan a sus limitaciones, es cuando la ROLLANT realmente demuestra de lo que es capaz, ya que el principio de trabajo de los rodillos de acero de libre movimiento con superficie perfilada garantiza una perfecta formación de pacas sin problemas, incluso en condiciones de cosecha húmedas y sucias. La construcción de los rodillos de prensado con hasta ocho platos soporte interiores demuestra claramente la gran calidad de la fabricación CLAAS.



**Figura 20. Sistema MPS**

La cámara de prensado con rodillos de acero y el exclusivo sistema de presión máxima MPS (figura 20), del inglés Maximum-Pressure-System, garantiza unas pacas durísimas con una gran compactación del núcleo. Al comenzar cada paca nueva se introducen los tres rodillos MPS en el interior de la cámara de prensado. A medida que va aumentando el contenido se desplazan los rodillos, en contra de la fuerza de unos potentes muelles y debido al tamaño creciente de la paca, hacia arriba hasta su posición final. Gracias a la pequeña cámara de prensado al arrancar la paca, empieza a rotar la paca mucho antes y recibe una compactación desde su mismo núcleo. Este sistema MPS está disponible únicamente para las CLAAS ROLLANT 250/255 y ROLLANT 255 UNIWRAP.

### **5.1.6 SISTEMA DE ATADO**

Un atado de primera para pacas de primera.

Posibilita el atado de la paca con hilo de sisal, red o filme plástico. El atado con sisal se produce por enrollamiento del hilo alrededor de la paca, sin formar nudo (10-20 vueltas) (figura 21). El accionamiento de los órganos de atado es automático. En el caso de red, el forraje se ata mediante una red de material plástico de anchura similar a la paca. Este sistema permite reducir el número de vueltas que debe dar la paca hasta un valor de 1,5 a 3. Combinando este sistema con la presencia de una precámara de alimentación, no es necesario detener el avance de la máquina durante el atado, aumentando la capacidad de trabajo. El atado con filme plástico es similar al señalado para la red, pero las prestaciones en cuanto a resistencia y durabilidad son menores.

Una vez realizado el atado, la paca es expulsada gracias a la apertura de la compuerta trasera. Al expulsar las pacas, éstas se apartan de la máquina mediante rampas de descarga.

Hilo o malla, en la ROLLANT la elección está en su poder. El atado de malla ROLLATEX ahorra mucho tiempo, el atado de la paca es totalmente automático y dura tan sólo unos pocos segundos. Además el madurado sistema de malla garantiza unas vueltas firmes por toda la anchura, cogiendo también los bordes con seguridad.



**Figura 21. Sistema de atado**

Cantidad de vueltas a elección.

Usted puede adaptar perfectamente la cantidad de vueltas, dentro de un amplio margen, al material de cosecha en cuestión. Así se puede adaptar a los deseos de cada cliente.

### **5.1.7 TRASPASO DE LA PACA**

CLAAS UNIWRAP, la combinación perfecta.

La construcción compacta de la combinación de empacadora con envolvedora UNIWRAP es la base para un traspaso rápido y seguro de la paca. El traspaso de la paca se realiza sin que esta toque el suelo, con la denominada plataforma basculante. Aquí se encargan unas chapas de centraje laterales de garantizar un perfecto movimiento de la paca, incluso cuando se trabaja en pendiente. La plataforma basculante levanta la paca con seguridad hasta depositarla sobre la mesa de embalaje, donde la paca es guiada por cuatro grandes rodillos de apoyo (figura 22).



**Figura 22. Traspaso de la paca**

### 5.1.8 DISPOSITIVO DE EMBALAJE

El mayor rendimiento de embalaje.

La UNIWRAP está equipada con dos encintadores de 750 mm. Así se puede envolver con seguridad una paca con un solapamiento del 52 % y seis capas de cinta plástica en tan sólo 35 segundos (figura 23). Con esto queda garantizado que la envolvedora siempre haya terminado antes que la empacadora. De manera que la ROLLANT puede utilizar todo su rendimiento aunque trabaje con la envolvedora.



**Figura 23. Dispositivo de embalaje**

Descarga cuidadosa.

Después del breve tiempo de embalaje se puede colocar cuidadosamente la paca sobre el suelo, bajando profundamente la mesa de embalaje durante la marcha. Con el BAL TWISTER se colocan las pacas sobre su lado frontal. Como aquí se encuentra la capa más gruesa de cinta plástica, se evitan los posibles daños derivados de los duros tallos. (Empacadora de forraje. [www.ansamex.com](http://www.ansamex.com))

## 5.2 DATOS TÉCNICOS

Largo	6.69 m
Ancho	2.83 m
Altura	2.83 m
Anchura del pick-up	2.10 m
Ruedas de apoyo	Oscilantes
Órgano de alimentación	Roto Cut
Numero de cuchillas	14 (16 opcionales)
Roto reverse	De serie
Numero de rodillos de prensado	16
Diámetro de la cámara de prensado	1.25 m
Anchura	1.20 m
CCT (claas control Terminal)/comunicador	Si (dependiendo del país)
Expulsador de pacas	Non
Engrase automático de cadena	Si
Instalación de frenos por presión de aire	Si
Pasadores de plástico	2 x 750 mm
Almacén de plástico	12 rollos
Solapamiento	52 %
Distensión previa	67 %
Neumáticos	500/45-22.5 12 PR
Opcionalmente	550/45-22.5 2 PR

### 5.3 FUNCIONAMIENTO

la empacadora que se analizó precisa un recogedor frontal o también llamado pick up, un sistema de alimentación, un sistema de atado, una cámara de prensado, un mecanismo de embalaje o envolvedora y un sistema de expulsión de la paca.

En las rotoempacadoras se debe regular la altura del mecanismo recogedor (en función del tipo y cantidad por unidad de longitud del cordón a recoger), la presión de empacado (la densidad de la paca depende de la mayor o menor resistencia a la deformación de los elementos compresores, lo que se consigue actuando sobre los resortes de compresión) y el diámetro de las pacas (sólo en el caso de rotoempacadoras de cámara variable).

Acerca de cada uno de los sistemas o cámaras donde pasa la paca se describen a continuación.



**Figura 24. Funcionamiento.**

#### 5.3.1 Fiabilidad

Dado que el empleo de este tipo de maquinaria es estacional resulta fundamental que ésta sea fiable y que los tiempos de parada por avería se reduzcan al mínimo posible. En este sentido existen numerosos sistemas de protección contra los atascos y sobrecargas, además se trata de minimizar el tiempo en el que se solucionan estos incidentes. La sustitución de los tornillos fusibles por embragues permite evitar los efectos de un eventual bloqueo, que podrá ser resuelto aminorando la velocidad de la toma de fuerza hasta que éste se solucione. La protección de los sistemas de picado se realiza mediante la implementación de

sistemas de resorte o hidráulicos de resistencia variable que protegen individualmente cada una de las cuchillas, también es posible en ciertos modelos controlar el bloqueo y retracción automática de cuchillas, así como la activación del inversor mecánico para eliminar atascos desde la cabina. La durabilidad de los elementos mecánicos (engranajes, rodamientos, rodillos, pistones, correas, etc.) se ve favorecida por su cada vez mejor aislamiento para evitar la exposición a la suciedad, así como sistemas que faciliten su mantenimiento (bancos de engrase centralizados, sistemas automáticos de lubricación). Los sistemas de atado presentan mejoras orientadas a la protección y fácil mantenimiento de éstos, para evitar la acumulación de suciedad en estos sistemas existen modelos que incorporan ventiladores de limpieza.

### **5.3.2 La experiencia disminuye las pérdidas**

Un operador sin experiencia a menudo produce pacas mal formadas. Algunos problemas comunes son plástico insuficiente o distribuido irregularmente en las pacas, y el ajuste inadecuado de las empacadoras. Tales condiciones conducen a problemas subsiguientes debido a que estas pacas no se pueden almacenar eficientemente. Las pacas mal formadas y de baja densidad pueden absorber la humedad y deteriorarse durante el almacenamiento. Desafortunadamente, los operadores sin experiencia no pueden darse cuenta que las pacas están mal formadas, hasta más avanzado en la temporada de almacenamiento, cuando las pacas se encuentran muy deterioradas.

Cosechar heno durante las primeras etapas de grados de madurez es muy importante. El forraje cortado temprano hace pacas que tienen pérdidas menores durante el almacenamiento que el material cortado tarde en la temporada.



### **5.3.3 La buena administración es esencial**

Para superar las dificultades de operación:

- ◆ Repasar cuidadosamente el manual del operador
- ◆ Asistir a las sesiones de entrenamiento patrocinadas por la compañía o distribuidor
- ◆ Conversar con el distribuidor de la empacadora
- ◆ Conversar con operadores experimentados
- ◆ Estudiar los resultados y equivocaciones de otros
- ◆ Aprender las técnicas correctas de operación para las empacadoras de pacas redondas que se esta usando

Desafortunadamente, es fácil para el administrador ignorar zonas problemáticas con equipos nuevos y concentrarse en ventajas anticipadas. Realisticamente, para obtener beneficios máximos, el administrador solo puede sacar partido de las ventajas potenciales si encuentra y supera los problemas a medida que desarrolla su propia operación. No puede obtener las ventajas totales de requisitos de mano de obra menores y costos de operación reducidos si el forraje se empaca sin el oreado apropiado o se almacena inadecuadamente.

Aun con los sistemas de henificación de poca mano de obra y costos reducidos, la calidad del forraje en el momento de la alimentación nunca puede ser mejor que la calidad del forraje empacado. El forraje de alta calidad es posible solo con operaciones en el campo hechas a tiempo – hileramiento o siega, rastrillado y empacado. La empresa completa de henificación debe planearse cuidadosamente y el equipo adaptarse para obtener productividad máxima.

### **5.3.4 Observar el contenido de humedad**

Debido a que la mayoría de las pacas redondas se almacenan a la intemperie, los administradores creen que el forraje puede empacarse considerablemente mas mojado que con las empacadoras convencionales.

Si el contenido de humedad del forraje es demasiado bajo para el empaçado redondo, el desmenuzamiento de hojas y pérdidas en el campo serán altos. Además, el forraje seco no se compacta suficientemente para formar una paca resistente a todas las condiciones climáticas. Algunas veces, las pacas redondas sacas explotan después de que se sacan de la empacadora si el plástico se rompe.

El contenido de humedad adecuado del forraje para empaçado redondo depende del tipo de forraje, las condiciones climáticas y método de almacenamiento.

La experiencia es la mejor guía para determinar el contenido de humedad adecuado, pero como regla general: la paca con contenido de humedad aceptable para empaçado convencional.

Si el forraje se enrolla alrededor de los rodillos de correa, el contenido de humedad es demasiado alto. Cuando el contenido de humedad del forraje es demasiado alto, aumenta el potencial de pudrición y las correas y rodillos pueden dañarse con la operación continua.

#### **5.4 OPERACIÓN Y AJUSTES**

Las empacadoras de rollos están constituidas para manejar una amplia gama de cosechas y condiciones. Debido a que las condiciones en el campo varían continuamente, el operador debe familiarizarse con los ajustes de la empacadora y su efecto en el rendimiento de la misma. Pero la familiaridad con la máquina no es suficiente. Los ajustes deben hacerse a medida que cambian las condiciones, para mantener así las condiciones de rendimiento adecuado.

Una empacadora correctamente ajustada tiene una productividad alta en el campo y menos averías que una empacadora mal ajustada. Hacer los ajustes preeliminarios para adaptarse a las condiciones esperadas. Luego, hacer más ajustes según se requieran mientras se trabaja en las condiciones reales de campo.

Debido a que los equipos forrajeros para la producción de pacas de rollos son relativamente nuevos, la mayoría de los problemas son el resultado de la 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 rollos. (Manual John Deere 1998).

#### **5.4.1 Operación**

La eficiente operación de estas máquinas redundará en una mayor producción, por lo que la implementación de ayudas electrónicas que permitan al tractorista controlar todo el proceso se ha generalizado. Los indicadores que proporcionan todo tipo de información útil al tractorista, así como los actuadores también accionables desde la cabina permiten un mejor control sin necesidad de bajar del tractor. Como ejemplos de algunos de estos sistemas podemos mencionar los sensores de alimentación que indican si la alimentación es regular en el ancho de la empacadora o si se debe corregir mediante el giro hacia una dirección, la información y posibilidad de ajuste de la densidad de la paca, incluso de forma variable según la zona, la intensidad de picado del forraje, o los sistemas de detección de rotura del hilo de atado. La capacidad de transporte de bobinas de hilo o de red para el atado, deberá tenerse en cuenta en función de la producción esperada.

#### **5.4.2 Ajustes de taller**

- ◆ Engrasado
- ◆ Revisión de neumáticos
- ◆ Chequeo del aceite hidráulico de la empacadora

##### **5.4.2.1 Preparación del tractor**

Adaptar el tractor a la empacadora de rollos. El tractor debe tener el sistema hidráulico y potencia adecuados. Algunas empacadoras de rollos necesitan válvulas hidráulicas remotas dobles. Una empacadora de rollos, impulsada por un motor hidráulico, impulsada por una bomba hidráulica accionada por la TDF. Típicamente un tractor de 38 a 44 KW satisface los requisitos de un sistema de empacado de rollos.

Antes de comenzar a empacar inspeccionar y dar servicio al tractor y a la empacadora. Repasar las recomendaciones en los manuales del operador del tractor y empacadora y, antes de enganchar la empacadora de rollos:

- ◆ Asegurarse que la velocidad de la TDF del tractor corresponde a la velocidad requerida para la empacadora, generalmente es de 540 rpm.
- ◆ Colocar la barra de tiro para el funcionamiento de la TDF según se recomienda.
- ◆ Trabajar la barra de tiro paralela con la línea central del eje de la TDF.
- ◆ Colocar hacia fuera las ruedas delanteras y traseras, si son ajustables, para evitar conducir sobre las hileras.
- ◆ Revisar el sistema hidráulico del tractor y agregar aceite, si es necesario.
- ◆ Levantar las conexiones de tiro o sacar los componentes del enganche de tres puntos si es necesario.

#### **5.4.2.2 Enganche de la empacadora**

Después de preparar el tractor, enganchar la empacadora de rollos, la secuencia es:

- ◆ Levantar o bajar el gato del enganche de la empacadora para enganchar la barra de tiro al tractor.
- ◆ Hacer retroceder el tractor para alinear los orificios e insertar el pasador de enganche de seguridad
- ◆ Conectar el eje motriz de la empacadora a la TDF
- ◆ Instalar las mangueras hidráulicas en los acopladores de desconexión del tractor
- ◆ Conectar cordeles del tractor para el conjunto de maya, controlado manualmente si es necesario.
- ◆ volver a colocar todos los escudos retirados durante el enganche de la empacadora

- ◆ bajar el gato de enganche de la empacadora y colocarlo en la posición de transporte. Para desconectar la empacadora, invertir el procedimiento de conexión.

#### **5.4.2.3 Ajustes del recogedor**

Colocar los dientes del recogedor lo mas alto posibles para reducir la posibilidad de daños -- pero lo suficiente mente bajos para asegurar una limpieza total de la hilera.

El resorte de la 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 del resorte para ajustar la flotación.

#### **5.4.2.4 Verificación del sistema hidráulico**

Después de conectar la empacadora, volver a revisar las conexiones hidráulicas e inspeccionar todas las mangueras por su hay daños antes de engranar el sistema hidráulico. Luego, hacer funcionar varias veces la compuerta y cualquier otro componente hidráulico. Si las palancas funcionan en reversa, cambiar las conexiones de las mangueras en los acopladores de desconexión del tractor. Mover las palancas de control remoto del tractor a la operación en un ciclo completo; esto purga el aire del sistema hidráulico, el que de otra forma podría causar funcionamiento inadecuado en el campo.

En la mayoría de las empacadoras de pacas redondas, el sistema hidráulico es esencial para obtener la densidad necesaria de la paca. Por lo tanto, si el sistema hidráulico funciona adecuadamente, revisar el nivel de fluido nuevamente y agregar aceite, si es necesario. Inspeccionar si las mangueras y cilindros tienen fugas. Tener cuidado al revisar si las mangueras tienen fugas.

Nunca usar las manos para checar fugas de aceite. El aceite que escapa bajo presión puede penetrar la piel y causar lesiones personales. Si se sospechan fugas, pero no se puede ver, utilizar un pedazo de cartón o madera para buscar las fugas. Aliviar siempre la presión hidráulica antes de desconectar las mangueras. Reemplazar cualquier pieza dañada y continuar la inspección.

#### **5.4.2.5 Inspección final**

Después de que la empacadora esta enganchada al tractor, realizar la siguiente rutina de “inspección y mantenimiento diario “.

- ◆ Apagar el tractor y desengranar todos los mandos
- ◆ Lubricar según se recomienda en el manual del operador
- ◆ Inspeccionar y ajustar las cadenas impulsoras a la tensión correcta
- ◆ Revisar y apretar los pernos y conexiones flojos a la torsión recomendada
- ◆ Revisar la presión de los neumáticos; inflar si es necesario
- ◆ Sacar la tierra, malezas, ramas y otras materias extrañas de las cadenas, rodillos y cojinetes cercanos y otros componentes de trabajo.
- ◆ Inspeccionar y dar servicio al tractor según se recomienda en el manual del operador
- ◆ Revisar el sistema hidráulico completo.

#### **5.4.3 Ajustes de campo**

Algunos ajustes, particularmente los de conjunto recogedor y enrollador de plástico, pueden necesitar cambiarse para adaptarse a las condiciones del campo.

La velocidad de avance debe de adaptarse a las condiciones específicas del campo y cosecha. Cuando las condiciones de la hilera se han hecho del tamaño y forma correctos, la velocidad de avance puede estar en un promedio de 6 a 10 km/hr. Sin embargo, las hileras son muy livianas se pueden requerir una velocidad mas alta. Esto evitara el rodamiento excesivo de la paca en la cámara de prensado. Para permitir que el recogedor limpie las hileras a velocidades altas hacer funcionar el motor a plena potencia.

El rodamiento excesivo de la paca dentro de la cámara de prensado, aumentara la perdida de hojas, la menor agitación y rodamiento de la paca, resultara en una paca bien formada, menos envoltura de forraje y vida mas prolongada durante el

almacenamiento de la paca. Bajo estas condiciones hacer funcionar el tractor a  $\frac{3}{4}$  de aceleración. En esta gama de aceleración, el recogedor impulsado por la TDF juntara la hilera en la empacadora con el mínimo de agitación de la cosecha.

- ◆ Checar que el control teminal funcione correctamente
- ◆ Colocación de los rodillos de plástico en el lugar donde se colocan
- ◆ Colocación de la malla
- ◆ Ajustar la cantidad de plástico que se pondrá en la paca (vueltas de plástico)

#### **5.4.4 Mantenimiento**

El mantenimiento adecuado de la maquinaria agrícola ha sido una preocupación desde el momento que fue inventada y empezó su construcción.

Debido a las diferencias en marcas y modelos de empacadoras los requerimientos de mantenimiento y servicio son diferentes para lo que se mencionara los más comunes en las empacadoras de rollos.

Las empacadoras de rollo bien mantenidas y con servicios adecuados funcionan fiablemente y eficientemente. Los sistemas de pick up y hidráulico también requieren de mantenimiento regular, y todos los componentes deben recibir servicios de rutina cuidadosa.

(Herranz, J. L. 1989).

Debe de utilizarse el manual de operador para la maquina en referencia, para los intervalos de mantenimiento especifico, la ubicación de los puentes de servicio y las instrucciones para la realización de estos ajustes de mantenimiento y servicio.

Practicas que un buen operador deberá seguir siempre:

- ◆ Conservar siempre limpia la empacadora. Antes de iniciar el trabajo; limpiar lodo y exceso de grasa y aceite de la maquina. Esto no es solamente una practica de seguridad sino que también ayuda a la empacadora a funcionar mas eficientemente, evita la acumulación de humedad y corrosión en las piezas de metal y reduce el tiempo perdido en campo por reparaciones

- ◆ Comprobar que las tuercas, tornillos, escudos y piezas de lamina estén apretadas. Un escudo flojo, puede vibrar produciendo un ruido irritante y puede causar la falla de la maquina si cae en las piezas de movimiento. La tortillería floja puede causar interrupciones que toman el tiempo que la maquina debería utilizar para trabajar.
- ◆ Inspeccionar la empacadora antes de ponerla en marcha cada día. Una mirada breve a todas las áreas de la maquina pueden ayudar a localizar fallas potenciales de la maquina y riesgos de seguridad.
- ◆ Llevar registro de mantenimiento.
- ◆ No abusar de la maquina, no sobrecargar la maquina, no operar a velocidades excesivas.

#### **5.4.4.1 Dientes del recogedor**

Debido a que el recogedor funciona cerca del suelo, el polvo, tierra y otras materias extrañas pueden acortar la vida del servicio. También los dientes del recogedor están continuamente sujetos a roturas o dobleces. Obsérvalos y reemplazar o reparar los dientes dañados lo más rápidamente posible.

#### **5.4.4.2 Sistema hidráulico.**

El sistema hidráulico bien mantenido es esencial para la formación de pacas de rollos de alta densidad y bien formados. En la mayoría de las empacadoras de rollos se requiere de presión hidráulica para controlar la compuerta, para el sistema de embalaje y el sistema de descarga.

El mantenimiento del sistema hidráulico en las empacadoras de rollos vale la pena solo si el sistema hidráulico del tractor se mantiene adecuadamente. Muchas de las fallas del sistema hidráulico se deben a la falta de aceite en el depósito. La bomba y las válvulas de control deben mantenerse adecuadamente para asegurar el funcionamiento correcto de todo el sistema.

El mantenimiento del sistema hidráulico de la empacadora de rollos, consiste principalmente en la reparación o reemplazo de las mangueras y conexiones que tienen fugas. La válvula de derivación de alivio de presión debe también



funcionar correctamente. Mantener y reparar los cilindros según sea necesario para evitar fugas de aceites en los arietes del cilindro. Recordar que el factor mas importante de la limpieza. El polvo y otros materiales extraños causan la mayoría de las fallas en los sistemas hidráulicos. (FMO.1976).

## **CAPITULO 6**

### **MÉTODOS DE SUMINISTRO DEL FORRAJE**

El método a emplear depende primeramente de la región del país y de los cultivos que en las distintas zonas se establecen, de las necesidades del plantel, de sus instalaciones para la conservación del forraje y de los equipos necesarios.

Establecido un cultivo, para su cosecha como forraje interesa determinar el momento más oportuno para su corte en función del destino que se dará a este. La planta cortada tiene aproximadamente un 80% de humedad y un 20% finalmente aprovechable.

Al cortar la planta no se paraliza inmediatamente su actividad fisiológica de manera que su composición varía con el tiempo. Este es el momento apropiado cuya decisión es fundamental para obtener un buen forraje.

Las pérdidas en la cosecha de forrajes son sustanciales y con frecuencia pasan inadvertidas debido a que es muy difícil su observación. Se producen pérdidas en el corte cuando la máquina pasa por alto plantas tendidas o bajas o la recolección se efectúa a mucha altura, pérdidas por caída de hojas, descoloramiento por demasiada exposición al sol, fermentaciones y lixiviación debido a lluvias.

Existen tres métodos mayoritariamente empleados para cosechar y posterior suministro del forraje a los animales en base del contenido de humedad.

#### **6.1- Cosecha de forrajes verdes**

Aparte de pastoreo directo y el uso de cercos eléctricos el forraje se suministra a los animales cosechando el forraje y llevarlo a los animales estabulados y realizando su conservación mediante su ensilado.

## **6.2 Ensilado**

Se denomina ensilado al proceso de conservación del forraje que consiste en almacenarlo en un estado de humedad entre el 60 % y el 75 %, fuera del contacto con el aire en forma de grandes pacas envueltas en plástico o en un depósito especial denominado silo, en el que se desarrollan fermentaciones que lo mantienen con una apariencia y valor nutritivo semejante al que tenía cuando estaba fresco. El producto obtenido se conoce con el nombre del proceso o del depósito, es decir, ensilado o simplemente silo.

### **6.2.1- Fabricación de ensilado**

La fabricación de ensilado es un proceso de fermentación enfocado a la preservación del forraje en su condición húmeda, lejos del aire. Se busca perder el mínimo de materia seca y del valor nutricional y evitar la creación de productos tóxicos para el animal. Para obtener un buen ensilado, es necesario:

- ◆ Usar silos herméticos (anaerobiosis total); se usan varios tipos de silos alrededor del mundo:
  - Silo de túnel, de trinchera, de corredor, de torre, etc.
- ◆ Recolectar el forraje que no está sucio con tierra ni picado y luego amontonarlo,
- ◆ Si es necesario, aplicar técnicas adicionales tales como el pre-henaje para producir forraje con alto contenido de agua o usar preservativos (productos azucarados, ácido fórmico, etc.) para mejorar la preservación.

Es esencial cosechar el forraje en la mejor época, desde el punto de vista de la calidad nutricional, de la cantidad disponible y de las condiciones climáticas y luego almacenarlo apropiadamente para reducir las pérdidas.

El heno producido en tierras de pastoreo (Sahel) tiene el valor nutritivo de la paja porque es cosechado cuando las plantas alcanzan la madurez. El producto obtenido únicamente permite las necesidades básicas de mantenimiento y en algunos casos la producción marginal de leche y carne

### **6.2.2- Ensilado en Pacas o Balas Redondas**

Equipo que produce pacas o fardos grandes y redondos proporcionan una vía económica y eficiente de cosechar heno. De todas maneras, este también posee problemas de seguridad. Pacas o fardos grandes redondos pueden pesar de 1500 a 2000 libras, similar a los carros pequeños. Las pacas grandes redondas son abultadas como pesadas. Las pacas están diseñadas para repeler el invierno y prevenir el pudrimiento, sin embargo, la forma redonda permite un rodamiento fácil en inclinaciones o en cargadores de levante.

Otro peligro potencial con el empaclado de heno es al calor, debido a que la cosecha de heno se realiza normalmente durante los días calientes. El calor puede causar que el operador se fatigue y se canse fácilmente. Añadir a estos factores la tendencia humana de mal juzgar el tiempo de respuesta alrededor de equipos agresivos, que resulta en situaciones potencialmente peligrosas.

Ensilado en grandes pacas.

En los años 70 aparece en Gran Bretaña una nueva técnica de conservación del forraje por vía húmeda que se está difundiendo rápidamente por Europa y recientemente en España: el ensilado en grandes pacas cilíndricas o prismáticas. Para ello ha sido necesaria la existencia de grandes empacadoras que alcanzan las elevadas presiones que se necesitan para empaclar forraje con un contenido de humedad de un 60- 70%.

Se trata de un ensilado de concepción modular, frente a la rindes del sistema clásico estructurado alrededor del silo horizontal o vertical. Por el contra, con el ensilado en grandes pacas se busca obtener microsilos allí donde se necesiten, sin el gasto de construcción del silo convencional y la estructura de la explotación centrada en el.

El sistema consiste en segar y acondicionar el forraje, dejarlo extendido para lograr un rápido acondicionamiento de marchites esperando que el contenido de materia seca sea de entre 30 a 35% (alrededor del 50 % de humedad) y luego

empacarla con una empacadora de rollos creando una condición anaerobia. Los tamaños de las pacas, según el equipo disponible, van de 0,90 a 1,50 metros de diámetro y de 1,50 a 2,00 metros de ancho con pesos de 800 a 1.000 kilos.

El ensilaje en pacas redondas es una muy buena alternativa donde la henificación no puede realizarse por malas condiciones climáticas.

El ensilaje en pacas redondas esta teniendo mucha aceptación en los agricultores por la gran oportunidad que se presenta para trabajar en pequeños sectores de un potrero a medida que el cultivo esta en condiciones, y no se necesitan grandes instalaciones ya que las pacas se pueden apilar, la empacadora es polivalente, esto es que también puede realizar pacas de heno, y es de alta capacidad.

Otras ventajas son que el método permite una mejor conservación de las hojas que son la parte de la planta con mayor poder nutritivo, ya que comparado con la henificación se produce mayores pérdidas por la acción del rastrillo.

Los cultivos que se emplean para ensilaje en rollos deben ser de la mejor calidad como alfalfa, tréboles y gramíneas

La segadora acondicionadora es la máquina ideal para realizar el segado para igualar el tiempo de secado de hojas y tallo evitando un largo período en que la planta continúa respirando y por lo tanto disminuye el consumo de azúcares, manteniéndose la alta calidad del forraje. Los mejores resultados se obtienen cuando se realiza un correcto hilerado, parejo y del mismo ancho que el recogedor de la empacadora. En el empaque debe obtenerse la máxima densidad para favorecer la condición anaerobia.

La envoltura de la paca deber realizarse luego de confeccionada, evitando el calentamiento por respiración, y además un elevada pérdida de la calidad de las proteínas.

Para efectuar una buena cobertura el plástico deberá ser de buena calidad con unas cuatro capas de 25 a 30 micrones de grosor y considerando una traslape de un 50 por ciento. Durante el enrollado hay que cuidar que no se rompa el plástico y cuidar acuciosamente del traslape y tensión de la envoltura.

En la selección de la empacadora es muy importante la presión y homogénea envoltura y que cuente con dispositivo picador para cuando se trabaja con materiales con alto contenido de humedad



**Figura 25. Silo en pacas redondas**

La envolvedora más conocida esta formada por una plataforma que gira en dos sentidos y que el fondo existen dos rodillos de goma unidos por bandas de caucho que hacen girar la paca en el sentido vertical. A su vez en el plano horizontal gira la plataforma accionada por la TDF o un motor hidráulico y desde una bobina colocada a un costado se suministra el plástico (figura 25).

### **6.2.3- Para evitar accidentes cuando se trabaja con una empacadora de rollos:**

- ◆ Reemplazar partes partidas o desgastadas. Un empacador con propelas o barritas partidas, correas sueltas y otras partes dañadas no alimentará material apropiadamente en la cámara del empacador.
- ◆ Siempre lubricar las ruedas de espigas y las cadenas cuando la máquina se apaga.
- ◆ Este seguro que la trenzadora este bien hilada y el brazo de la trenzadora esté ajustada a buenas condiciones de trabajo. No enrollar material con la mano en la empacadora.
- ◆ Ajuste el recogedor de la paca a la altura recomendada por el fabricante y operar el PTO a la velocidad sugerida.

- ◆ Maneje a una velocidad que la máquina pueda soportar el ancho y el tamaño de la paca para evitar atrancamiento y otros problemas de los equipos.
- ◆ Observar todas las precauciones de seguridad que se aplican a PTO y maquinaria con sistema hidráulico.
- ◆ Siempre esté seguro que el PTO sea desenganchado y el motor apagado, antes de desmontar, para mantenimiento o ajustar el empacador. Esto también incluye desconectar el empacador.
- ◆ Mantener todas las cubiertas y los protectores de seguridad en su lugar.
- ◆ Siempre trancar y bloquear la puerta trasera si usted tiene que estar debajo de esta. Esto previene que la puerta le caiga encima en caso de que el sistema hidráulico falle.
- ◆ Durante el empacado, maneje en contorno de manera que las pacas no ruedan con la pendiente.
- ◆ Este seguro que la parte trasera del empacador este libre de manera que la paca pueda salir.
- ◆ Este preparado para cualquier fuego. Mantenga un extinguidor de fuego clase ABC en su tractor (Referirse al módulo extinguidores de fuego).



**Figura 26. Comparación de almacenamiento**

#### **6.2.4- Moviendo pacas grandes redondas**

Debido al peso y tamaño, las pacas redondas afectan la estabilidad del equipo usado. Revisar el manual del operador del empacador para saber el tamaño del tractor y el cargador requerido para levantar y transportar de forma segura las pacas grandes redondas. Siempre ajuste las ruedas del tractor a las medidas sugeridas para que el tractor mantenga el balance y evite voltearse. Este seguro que la carga no sea más pesada que la unidad que remolca. Cinco o seis pacas en un trailer pueden pesar alrededor de 9.000 a 10.000 libras.

#### **6.2.5- Cuando transporte pacas grandes redondas:**

- ◆ Para la mejor estabilidad, mantenga la paca al lado de la pendiente más alta del tractor.
- ◆ Evite manejar a través de una pendiente.
- ◆ Maneje despacio y mantenga la paca abajo.
- ◆ Evite movimientos rápidos y cruzar bruscamente.
- ◆ Cuando una paca esta rodando no trate de pararla, aún con el tractor.
- ◆ Cuando use un cargador delantero, siempre use un gancho agarrador. Esto previene que la paca ruede hacia las manos del cargador.
- ◆ Un cargador trasero de espiga es ideal porque elimina el peligro de que la paca ruede y no bloquea la visión delantera del operador.
- ◆ Para control máximo, inserte la espiga en el centro de la paca o fardo.
- ◆ Las carretas usadas para cargar las pacas deben tener suficiente anchura y rejillas para prevenir que las pacas se muevan antes y durante el transporte.
- ◆ Una paca nunca debe ser cargada en la parte delantera del cargador mientras se remolca a una carreta cargada.



## Revisar Los Sigüientes Puntos

- ◆ El peso y tamaño de las pacas redondas afectan la estabilidad del equipo usado.
- ◆ Desenganche el toma fuerza ante de intentar realizar mantenimiento a los equipos de henos.
- ◆ Considerar las condiciones del suelo cuando se cosecha y seleccionar la velocidad apropiada.
- ◆ Siempre trancar y bloquear la puerta trasera si usted tiene que estar debajo de esta.
- ◆ Recuerde que cuando se mueven las pacas grandes redondas, se debe hacer despacio y abajo.
- ◆ Use un gancho agarrador si un cargador delantero se usa para transportar la paca.

El ensilado en balas redondas es un método relativamente nuevo de preservar forraje. Es una combinación de heno y fabricación de ensilado y tiene ciertas ventajas y desventajas en relación con otros sistemas de preservación de forraje. El ensilado en balas redondas es simplemente forraje con un contenido de humedad relativamente alto que se embala en una empacadora redonda y se guarda luego en un contenedor sellado, usualmente una bolsa plástica. Tanto pastos como leguminosas pueden preservarse con este método si se siguen las técnicas apropiadas. Es mucho más fácil hacer buen ensilaje de heno en silos que en grandes balas redondas.

Aunque el ensilado obtenido puede mantenerse aproximadamente durante un año, el ensilado en balas se descompone más fácilmente comparado al que se produce en silos tradicionales (figura 26) porque; (1) la fermentación es menos completa y (2) el daño en la cobertura plástica ocasiona la introducción dañina de oxígeno. Alguna gente piensa que el ensilado en balas está mejor adaptado al uso tardío en la estación de crecimiento, durante el cual las pacas son proporcionadas al ganado lo antes posible. El secado del heno en los campos puede ser muy difícil en un momento tardío de la estación, lo que incrementa el valor del ensilado en balas a lo largo de todo el año.

El valor alimenticio del ensilado en balas redondas no es mejor que el del forraje original y usualmente es peor. Si las pacas están enmohecidas y calientes al abrirse, su valor alimenticio será pobre. El forraje enmohecido reduce la ingesta de alimento, lo cual disminuye la producción. Los forrajes cálidos o calientes tienen una digestibilidad reducida de proteínas que debe ser estimada cuando se equilibran las dietas. Es una buena idea analizar los componentes normales como proteína, fibra y minerales en el ensilado en balas redondas, lo mismo que las proteínas disponibles antes de suministrar el alimento. Pacas muy deterioradas también pueden contener bacterias dañinas (por ejemplo *Listeria*) y mohos y no deben suministrarse a los animales.

El ensilado en balas redondas tiene tres ventajas distintivas sobre la fabricación de heno o la elaboración de ensilado convencional:

- ◆ La recolección del forraje como ensilado en balas redondas tiene el potencial de minimizar las pérdidas de cosecha.
- ◆ El ensilado en balas redondas requiere una inversión inicial de capital relativamente baja.
- ◆ El ensilado en balas redondas es además un sistema extremadamente flexible.

### 6.3- Costos de producción de silo

Éstos incluyen el corte y la recolección, la elaboración del producto (henaje, producción del ensilado), fungibles (energía, insumos), depreciación del equipo, depreciación de los edificios (depósito de grano, silo) y mano de obra, la cual es a menudo intensa para estas operaciones. El forraje preservado es entonces costoso.



**Figura 27. Silo tradicional**

Para que el heno sea rentable, es esencial:

- ◆ Obtener un producto de excelente calidad,
- ◆ Suministrarlo a animales cuya producción es máxima (vacas lecheras, animales de tiro, animales a ser vendidos entre estaciones).

En cuanto al ensilado, que es un producto más elaborado, se recomienda reservarlo para los hatos lecheros.

Pérdidas diferentes de nutrientes pueden ocurrir entre el corte de una cosecha forrajera y la recolección. La respiración es inevitable y en gran medida independiente del sistema de recolección usado. Otras pérdidas tales como el astillamiento mecánico y el daño producido por la lluvia pueden evitarse o reducirse en gran medida dependiendo de cómo se cosecha el forraje. La fabricación de heno generalmente causa los quebrantos más grandes en el campo porque el forraje está seco cuando es manipulado mecánicamente (Figura 27). Los estimativos de merma de materia seca cuando el forraje es embalado con grandes máquinas redondas oscilan entre 5 y 20% de la cosecha. Las pérdidas causadas por empacadoras cuadradas pequeñas varían entre el 5 y el 10%. Éstas son directamente proporcionales al contenido de materia seca del forraje cuando éste es manipulado. Forrajes que contengan más de 40% de humedad resisten el astillamiento mecánico (la disminución promedio es de aproximadamente 3%), pero a medida que la humedad es inferior al 40%, dichas mermas incrementan rápidamente. Otro quebranto potencial durante la elaboración de heno es el daño causado por la lluvia. Cuanto más tiempo permanece una cosecha forrajera en el campo, mayor es el riesgo. El ensilado (en balas redondas o el convencional) usualmente tiene que marchitarse durante más o menos un día antes de la recolección y por lo tanto el riesgo de daño por la lluvia es menor que el del henaje. El ensilado en balas redondas es similar al ensilado convencional con menos riesgo y pérdidas disminuidas de nutrientes debidas al astillamiento mecánico en comparación con el henaje.

La fabricación convencional de ensilado reduce las pérdidas de campo en comparación con las del henaje, pero tiene altos costos de capital (figura 27). El ensilado convencional requiere una picadora de forraje, vagones de ensilaje, sopladores de

ensilado, un silo y una descargadora además del equipo de corte del forraje. La fabricación de heno necesita el mismo equipo de corte de forraje, además de una embaladora, algunos vagones para el heno y un granero de almacenamiento. Los costos de capital del ensilado convencional son de 2 a 3 veces superiores a los de la fabricación de heno. El ensilado en balas redondas requiere menos costo de capital que la fabricación de heno porque no se necesita un granero de almacenamiento. Si las balas son envueltas en vez de empacadas en bolsas, se necesitará una máquina para envolver, la cual incrementará el desembolso de capital.

El ensilado en balas redondas es un sistema muy flexible por sus bajos costos de capital. Dependiendo del clima y de factores laborales, un productor puede escoger entre fabricar grandes balas redondas de heno o ensilado de balas redondas. Si un productor posee el equipo necesario para la fabricación de ensilado convencional, la alta inversión de capital prácticamente lo obliga a almacenar el forraje como ensilado. En el ensilado de balas redondas, una porción considerable del costo consiste en bolsas o envolturas. Por lo tanto, si un productor decide no hacer ensilado en balas redondas, simplemente no comprará ni bolsas ni envolturas plásticas. Su equipo de fabricación de heno, sin embargo, será aún productivo.

El ensilado en balas redondas es un método muy flexible de preservar forraje, debido a sus bajos costos; sin embargo, los costos variables y las pérdidas por daño pueden ser altas. Este sistema de almacenamiento podría ser más práctico para granjas pequeñas que no pueden justificar la alta inversión necesaria para el almacenamiento de ensilado convencional. Además, puede ser apropiado para ser usado ocasionalmente por los productores de forraje, preferiblemente tarde durante la estación de crecimiento. Si se aplican técnicas apropiadas, puede producirse ensilaje de calidad aceptable. Los costos más altos de almacenamiento y la eliminación apropiada de los plásticos usados deben considerarse cuando se toma la decisión de hacer ensilado en balas redondas. (Disclaimer and reproduction information, 2004).

## **6.4- Impacto**

### **6.4.1- Impacto Medioambiental Positivo**

- ◆ El corte de pasto generalmente promueve el mantenimiento de prados permanentes basados en pastos (eliminación de bazofia y algunas malezas). Mejora la composición de la flora de los prados.
- ◆ El corte de pastos reduce el riesgo potencial de incendios. Puede practicarse en rompe fuegos.

### **6.4.2- Impacto Medioambiental Negativo**

- ◆ El corte repetido puede hacer uniforme la flora de los prados y conducir a una reducción de la diversidad botánica. La remoción de la cosecha forrajera representa una transferencia de nutrientes y la disminución de la fertilidad del suelo si no hay compensación mediante el uso de fertilizantes.
- ◆ Los cultivos forrajeros anuales intensivos tienen los mismos impactos medioambientales que otras cosechas intensivas: riesgo de erosión, retención reducida de materia orgánica en el suelo, lavado de elementos fertilizantes conducente a la contaminación del agua.
- ◆ El corte de los prados anuales promueve la denudación estacional del suelo y puede promover la erosión eólica.

### **6.4.3- Impacto sobre la productividad del hato (leche, reproducción, carne, salud, etc.)**

- ◆ Mejoramiento de la producción de carne (heno), leche (ensilado) por fuera de estación, cuando los precios son más altos.
- ◆ Reducción de las pérdidas de productividad (incremento en la tasa de natalidad y reducción de la tasa de mortalidad).

## **6.5- Contexto de Aplicación**

La fabricación de heno es el método más importante de preservar forraje en muchos países, incluyendo los tropicales. La fabricación de ensilado está altamente desarrollada en países templados, especialmente en Europa y va de la mano con la intensificación.

En países tropicales, el crecimiento de las plantas coincide con la estación lluviosa, lo que algunas veces hace difícil la fabricación de heno. La producción de ensilado requiere equipo apropiado y muy costoso y utiliza forraje que es muy productivo y de muy alta calidad. Esta técnica ha surgido desde que las granjas han adquirido equipo poderoso para llenar los silos rápidamente y desde que las plantas forrajeras de alto rendimiento (maíz, sorgo) se han hecho disponibles.

### **6.5.1 Factores Favorables:**

- ◆ Carencia estacional de forraje en tierras de pastoreo.
- ◆ Altos costos de los alimentos concentrados.
- ◆ Intensificación del hato.
- ◆ Disponibilidad de crédito para equipo.

### **6.5.2 Factores Desfavorables:**

- ◆ Incremento de la cantidad de trabajo en un cronograma de cosechas saturado.
- ◆ Incremento del capital necesario para la producción.
- ◆ Ausencia de tradiciones en algunas áreas.
- ◆ Contexto climático desfavorable.

(Virtualcenter. Fabricación de ensilado.

<http://www.virtualcentre.org/es/dec/toolbox/Tech/24Haymak.htm>)

## CONCLUSIONES

- ◆ En la realización del presente trabajo se concluye que para poder controlar los recursos técnicos, una buena administración y operación de la maquinaria agrícola deberá de contar con conocimientos de la importancia de la mecanización agrícola, así como la de factores técnicos; los recursos humanos, ya que, son especialistas de la maquinaria agrícola para solventar los problemas en el área de trabajo.
- ◆ La información integrada nos permite poder tener un conocimiento del funcionamiento básico de la maquinaria que interviene en la cosecha de forrajes, del manejo, operación y ajustes. Cabe señalar que la información que existe al respecto de esta maquinaria es muy limitada y dispersa, por lo cual se creó un documento en el cual se puede encontrar la información necesaria para el uso de dicha máquina en nuestro país, en el lenguaje con el cual puedan comprender tanto productores, operadores y estudiantes dedicados al ramo agrícola, ya que, es la más actual en el mercado.
- ◆ En la carrera de Ing. Mecánico Agrícola se requieren de estudios de investigación para estimular el desarrollo de la maquinaria agrícola, para ello es necesario despertar el interés primeramente del docente y por consecuencia del alumnado para que efectúen estos estudios; esta investigación nos da la pauta para seguir en la mejora de la maquinaria agrícola.
- ◆ En las circunstancias actuales en las que se encuentra el agro mexicano es importante considerar la reducción de los costos en los procesos de producción. En esto contribuye, decisivamente, la correcta selección, manejo, operación y conocimiento del equipo forrajero.
- ◆ Durante la realización del presente trabajo se puede establecer la necesidad que existe de profundizar más en la investigación sobre la innovación en los equipos forrajeros, siendo las principales máquinas en la producción de forraje (silos).
- ◆ Ante tantos modelos de maquinaria forrajera, el agricultor puede sentirse desorientado a la hora de su selección, lo que se complica por el echo de

- ◆ que, normalmente no es una sola maquina que se debe de adquirir, sino un conjunto de ellas, englobando también las consecuencias técnicas y económicas que estas contienen. Cada etapa del proceso requiere de una maquina especifica, de distintas características, que deben satisfacer individualmente y en conjunto.
  
- ◆ 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 mas rápidamente para su venta o consumo directo.



## BIBLIOGRAFIA

- ◆ Berlun, d, johan. 1963. "Maquinaria de operación de cosechas". Editorial de la Universidad La Molina, Lima Perú. Pág., 11- 81.
  
- ◆ Boletín informativo claas.
  
- ◆ Colzani, G. 1983. Meccanizzazione Della foraggicoltura: falciatura e cennisu barre per lavori speciali. Editorial M & ma # 6. Roma.
  
- ◆ Disclaimer and reproduction information, (Julio, 2004). Trabajando con equipos grandes de pacas redondas. Ohio state.
  
- ◆ FMO. (fundamentos del funcionamiento de maquinaria). Cosecha de heno y forraje. Deere & company. Págs. 148-231
  
- ◆ F. M. O. 1976. Cosecha de Heno y Forraje. Editorial Deere & Company Illinois
  
- ◆ García Garzón, J. L. 1974. Recolección mecanizada de forrajes. Editorial, Ministerio de agricultura. Madrid.
  
- ◆ Harris Pearson. 1980. el ensilado de forrajes. Editorial, BTMEA. Madrid.
  
- ◆ Herranz, J. L. (1993). Equipo para recogido de grandes pacas. Editorial, Laboreo. Madrid.

- ◆ Linares, pilar; Vázquez Jesús. 1989. "Maquinas de recolección de forrajes". Ediciones Mundi- Prensa Madrid. 660 Pág.
- ◆ Linares P. 1986. Historia y evolución de las empacadoras. Serie el agricultor practico. Madrid.
- ◆ Manual John Deere. (1998). Manejo de equipo forrajero. Editorial Deere & Company. Illinois.
- ◆ Martill Robledo J. Francisco. (1999). Utilización y manejo de equipo forrajero en las zonas agrícolas de México. Monografía, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, Coahuila, México.
- ◆ Mucha de la información es de campo, proporcionada por el Ing. Francisco Alvares, asesor externo.
- ◆ M. M. Boyd. 1961. Hay Conditioning Methods Compared. Editorial. Agr. Engin. Illinois
- ◆ Ortiz-cañavate, J Las máquinas agrícolas y su aplicación. 5ª Edición. Ed. Mundi-Prensa 1995.
- ◆ Villa, R. R. (2000). Maquinaria para la cosecha y suministro de forrajes. (edición N° 10). Chile, biblioteca digital de la universidad de chile.

### **Paginas Web**

- ◆ Eumedia. Mecanización de la recolección de forrajes (enero de 2006). Obtenido de <http://www.eumedia.es/user/articulo.php?id=75>
  
- ◆ García, F. J. (2006). Aspectos técnicos y mejoras de las empacadoras de grandes pacas. Eumedia [revista electrónica]. 224. obtenido de <http://www.eumedia.es/user/articulo.php?id=111>
  
- ◆ <http://www.ansamex.com>
  
- ◆ Mazingher. Rotoempacadoras. Obtenido de [http://mazingher.sisib.uchile.cl/repositorio/lb/ciencias\\_agronomicas/villar01/p\\_arte04/05-10.html](http://mazingher.sisib.uchile.cl/repositorio/lb/ciencias_agronomicas/villar01/p_arte04/05-10.html)
  
- ◆ Mecanización de la recogida de cultivos forrajeros. (2004, septiembre). Obtenida de <http://www.agroinformacion.com/>.
  
- ◆ Producción. Ventajas de las rotoempacadoras. Obtenida de [http://www.produccion.com.ar/96ago\\_11.htm](http://www.produccion.com.ar/96ago_11.htm)
  
- ◆ Ruiz, L. (2006). Empacadoras, panorama actual y avances técnicos. Eumedia [revista electrónica], 192. obtenido de <http://www.eumedia.es/user/articulo.php?id=243>
  
- ◆ Técnicas de cosecha y de ensilado obtenido de <http://www.fao.org/DOCREP/005/X8486S/x8486s0a.htm>

- ◆ Vázquez, J. (1996). La empacadora y el ensilado en pacas mediante el envolvimiento. Agricultura. [revista electrónica]. Obtenido de <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=1203>
  
- ◆ Virtualcenter. Fabricación de ensilado. Obtenido de <http://www.virtualcentre.org/es/dec/toolbox/Tech/24Haymak.htm>

