



Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA

MECANIZACIÓN AGRARIA

Balbuena R.H; M. Mur

INTRODUCCIÓN

Muchos factores han contribuido al desarrollo y valoración de los procesos de la mecanización agraria. Entre ellos, resultan principalmente reconocidos la reducción de la dureza y del nivel de esfuerzo físico de los trabajadores rurales, el aumento de la productividad, la capacidad de trabajo y la oportunidad de efectuar las labores en tiempo y forma, acorde a los requerimientos de los cultivos. A la vez, la mecanización de las labores rurales ha permitido la mejora de las operaciones de siembra y cosecha de cultivos, reduciendo además los picos de demanda de trabajo, favoreciendo una adecuada planificación de las actividades en el tiempo.

El trabajo agrícola es físicamente exigente y las condiciones de trabajo suelen ser duras. Resulta sencillo comprender que el trabajo manual de roturación del suelo es mucho más agotador y desgastante que conducir un tractor que arrastra un implemento de labranza (arados de reja, rastras de discos o escarificadores).

Un tractor con un arado puede cultivar un área más grande que un ser humano con una pala en la misma cantidad de tiempo, lo que aumenta la productividad y, como se mencionó anteriormente, cumplir con los tiempos proyectados de preparación del terreno para la implantación de cultivos. La puntualidad, en el sentido de cumplir con la ubicación temporal de las actividades programadas, es un factor importante en la producción agraria. Completar ciertas operaciones agrícolas de una manera oportuna aumenta los rendimientos y mejora la rentabilidad. La siembra y la cosecha de los cultivos son dos ejemplos que la totalidad de los actores del sector agropecuario identifican y valoran.

La fecha de siembra óptima para una determinada región es habitualmente conocida, así como también que la misma afectará el rendimiento del cultivo. En la medida que la modificación de la fecha implique que el cultivo alcance los períodos críticos se alejen de las condiciones de temperatura y o humedad que permiten acercarse al potencial de rendimiento, el rendimiento se verá afectado. A ello se suma que debe conjugarse dicha “ventana de operación” con un conjunto de factores, ambientales, edáficos, climáticos, biológicos, económicos y operativos que obligan a la toma de decisiones por parte de productores y técnicos con antelación a dicha fecha, que pueden ocasionar el fracaso de un ciclo productivo, si uno o más factores no logran coincidir tal como fue planificado. La máquina y el proceso de mecanización son uno más de estos factores determinantes del éxito productivo e interaccionan con todos los demás, por lo cual debe ser analizado y tomado en cuenta en función de la importancia que adquieren en dicho contexto. Las máquinas deben poder realizar la tarea, con un determinado nivel de eficiencia dentro de esa ventana de trabajo, a veces denominada también oportunidad de labor. La selección del conjunto o máquina en función de su capacidad de trabajo y la correcta armonización del conjunto adquiere importancia para poder cumplir con el objetivo enunciado en forma precedente. Sin embargo, en una amplia gama de sistemas productivos de la República Argentina, la situación descripta posee un grado de complejidad mayor dada por la predominancia del “contratismo” en la labor de siembra, como también en las de aplicación de productos agroquímicos, control de plagas y enfermedades, abonado y cosecha de cultivos. Cuando el productor agropecuario no es el



dueño de la máquina tiene un factor de riesgo más, ya que no puede en ninguna circunstancia decidir exactamente por sí solo el momento de inicio de la labor, cualquiera sea ella. Dependiendo del tipo de labor los márgenes serán más o menos acotados y la afectación económica también.

El momento de cosecha también resulta determinante de la eficiencia, productividad y rendimiento físico y económico de los cultivos. El mismo suele estar acotado por el momento en el cual se alcanza la madurez fisiológica del cultivo por un lado y las pérdidas de grano en el otro. Las decisiones y la armonización de los aspectos implícitos en las mismas incluyen nuevamente aspectos climáticos, edáficos, económicos, operativos de las máquinas involucradas y de logística en un marco muy amplio, que no dependen en gran medida del productor agropecuario. Se puede lograr un cultivo en excelentes condiciones y nivel de producción, pero al mismo hay que cosecharlo en un momento determinado. Los márgenes, aunque siempre flexibles, resultan estrechos y muchas veces vinculados a los estándares de comercialización establecidos y las condiciones en las que serán los granos almacenados. El adelanto del momento de cosecha, con respecto a estos aspectos mencionados, implica muchas veces aumento de costos de secado del grano y el conocimiento y la regulación de la máquina cosechadora para el trabajo con mayores tenores de humedad en sus diferentes unidades funcionales. El retraso, aumenta en algunos casos los riesgos de vuelco del cultivo, las pérdidas de grano previas a la recolección, las pérdidas de grano durante la recolección, el daño mecánico a la semilla entre otros. Las condiciones climáticas en la época de cosecha pueden impedir que la misma se efectúe en el momento óptimo. El suelo, según su textura, permitirá el tránsito de la cosechadora de manera diferente en acuerdo con los tenores de humedad en dicha instancia e, independientemente de la capacidad de paso de la cosechadora, se deberán valorar los efectos sobre la compactación del suelo y la modificación del relieve que afectarán la implantación del cultivo posterior. La decisión del análisis de las variables enunciadas implica cada vez más un trabajo y análisis multidisciplinario por parte de productores y técnicos. La misma debe contemplar el conocimiento de los distintos factores y de las características técnicas y operativas de las máquinas cosechadoras, tractores y acoplados que intervendrán en el proceso. También se deberá conocer y predecir el comportamiento de la cosechadora en relación a su capacidad de recolección y procesamiento del cultivo, sumando a ello las regulaciones, alistamiento o preparación que permitirán optimizar la labor para las condiciones imperantes.

Otro ejemplo, que resulta interesante de visualizar, es el del control de plagas y enfermedades en los cultivos. Los sistemas productivos, que incluyen a diferentes sistemas de labranza, inciden notablemente en el ambiente y por lo tanto la dinámica poblacional de las plagas y enfermedades. El aumento de la incidencia de éstas, en determinados sistemas productivos, los permanentes aumentos de costos de las labores mecanizadas y los riesgos sobre el ambiente, conllevan la necesidad de limitar al máximo el número de aplicaciones que el productor realiza. En dicho contexto, el monitoreo de plagas adquiere día a día mayor importancia, para establecer cuándo es el momento indicado, exacto en lo posible, para realizar la aplicación y lograr el control. Lamentablemente, cuando se dan las condiciones para el desarrollo del problema que se pretende atacar, no es un único productor el que tiene que aplicar sino que en toda la zona se produce un pico de demanda de trabajo. Si se cuenta con máquina propia las posibilidades de éxito son mayores, pero si se depende de conseguir una máquina en ese momento, las posibilidades de efectuar la labor mecanizada en el momento oportuno



disminuirán y seguramente la afectación del rendimiento del cultivo será mayor. Estas circunstancias, sistemas productivos imperantes, sistemas de labranza, condiciones climáticas, dinámicas poblacionales, tenencia de la tierra, actores productivos, condicionan el mercado características de diseño y capacidad de trabajo de las máquinas para realizar el trabajo.

Sin embargo, tener la máquina no asegura poder realizar la labor y alcanzar el nivel de control deseado. Las condiciones climáticas que existen el momento de aplicación pueden cambiar las características del trabajo que se debe efectuar. El viento, la humedad relativa, la temperatura cambian inclusive durante el día, por lo tanto en el mismo día habría que cambiar las características de la aplicación. A esto se suma que a veces, la plaga se ubica en el mismo día, en acuerdo con las condiciones climáticas en diferentes lugares o estratos del cultivo.

Por lo tanto, no alcanza con la decisión oportuna del momento de aplicación, ni siquiera de contar en ese preciso momento con la máquina en el lote. Es necesario controlar la aplicación, predecir su comportamiento y calificar y cuantificar sus resultados sobre el objeto de aplicación. También deberá poner en juego los conocimientos de química y de física para seleccionar adecuadamente los aditivos que permitirán a las gotas producidas prolongar su vida útil y o al llegar al objeto de aplicación mejorar su eficiencia. Además, en dicho instante, es imprescindible conocer las alternativas de órganos activos (pastillas de pulverización), principios o fundamentos de trabajo y operación, mecanismos de ajuste o control de la pulverización, cuestiones operativas relativas a la velocidad de desplazamiento y dirección de circulación que permitan mejorar la calidad del trabajo.

En función de lo expuesto es posible comprender que los procesos de mecanización agraria forman parte ineludible de la producción agropecuaria y su valoración y conocimiento inciden de manera significativa en el resultado económico de la actividad productiva. La intervención de productores y profesionales conlleva no solamente el conocimiento del proceso mecanizado sino también de la máquina que lo realiza, en sus aspectos fundamentales, principios de trabajo y parámetros de prestación para poder efectivamente interferir y mejorar el mismo.

Por último, también es conocido que las operaciones agrícolas son estacionales y la demanda laboral fluctuante. Más trabajo es necesario durante la siembra y la cosecha que durante otros períodos de crecimiento de las plantas. Esta fluctuación en la demanda de trabajo crea problemas de gestión del trabajo y de costos fijos y variables. Con la mecanización es posible reducir la demanda de trabajo máximo y mantener una fuerza de trabajo más estable, pero los costos de adquisición, mantenimiento y operación de las máquinas agrícolas resultan difíciles de afrontar por distintos actores productivos. Como consecuencia surgen distintas alternativas de asociación y prestación de servicios que nuevamente generan y modifican las características de los sistemas productivos y las máquinas utilizadas en los mismos.

EVOLUCIÓN DE LA MECANIZACIÓN AGRARIA

La producción agropecuaria presenta una evolución permanente en sus distintas variables que incrementan tanto la producción potencial de los cultivos, como también permiten abarcar mayores y diferentes regiones.



La energía utilizada para las operaciones agrícolas fue en un principio la mano de obra humana. Más tarde, la tracción animal constituyó la principal fuente de potencia. Los caballos, búfalos, bueyes, camellos e incluso elefantes fueron utilizados como fuentes de energía. La energía mecánica se convirtió lentamente en la fuente de potencia a partir del desarrollo de las máquinas de vapor en 1858, hasta que en 1889 el primer tractor con un motor de combustión interna fue construido y los tractores propulsados por los mismos, más livianos, rápidos y más potentes fueron desplazando a los anteriores. Sin embargo, recién en la década de 1930, con el advenimiento del rodado neumático y la adopción del motor diesel de alta compresión el tractor se hizo muy popular y desplazó la tracción animal.

El tractor moderno es hoy una máquina muy sofisticada, con transmisión hidrostática, múltiples sistemas de accionamiento electrohidráulico para controlar la fuerza de tiro y la profundidad de operación, con un diseño ergonómico, que lo constituye en una estación o central de trabajo con un ambiente controlado

Los avances en las tecnologías tales como sistemas de posicionamiento global (GPS) y los sistemas geoespaciales de información geográfica (SIG) han conducido al desarrollo de lo que se conoce comúnmente como la agricultura de precisión en que la variabilidad del suelo y datos de fertilidad se almacenan en un ordenador a bordo que controla la tasa de aplicación de semillas y productos químicos tales como fertilizantes, pesticidas y herbicidas.

Es necesario, sin embargo, señalar que en muchas partes del mundo, los animales y el trabajo humano siguen siendo la principal fuente de potencia para los trabajos agrícolas. El trabajo manual es todavía usado para el mercado fresco de frutas y vegetales y operaciones de cosecha, debido a la delicada naturaleza de los productos. El nivel de mecanización depende en parte de la disponibilidad del trabajo humano y el nivel de industrialización de cada país.

La mecanización de los trabajos en el medio rural fue un factor importante en la reducción de las demandas laborales para la agricultura y siempre su incorporación implica el desplazamiento de trabajadores hacia otras actividades, siendo deseable y necesaria la planificación por parte del estado que permita un adecuado balance de los beneficios y problemas socio-económicos que se generan, aunque ello no constituye una acción difundida mayormente a nivel mundial y menos aún en los países en vías de desarrollo.

A modo de ejemplo, vale recordar que a principios del siglo XIX, casi dos tercios de la población de EE.UU. se dedicaban a la agricultura. En la actualidad, sólo el 3% de la población norteamericana se dedica a la producción agrícola. En la República Argentina el proceso muestra una similar tendencia, con una reducción muy importante de la población rural, incrementada por la predominancia del contratismo y el aumento en la capacidad de trabajo de las máquinas, que aumenta la productividad de cada conjunto y reduce los requerimientos generales de operarios de máquinas. El sistema de labranza predominante en los sistemas productivos extensivos de la Argentina, sustentados en base a la siembra directa de cultivos ahonda la disminución de los operarios al reducirse el número de horas de trabajo del tractor y la cantidad de máquinas utilizadas hasta el momento de implantación del cultivo.

Por lo expuesto, la agricultura mecanizada es sin dudas sinónimo de un uso intensivo de energía y capital. Los costos de energía y la disponibilidad de capital para



comprar máquinas determinan habitualmente el nivel de mecanización de la sociedad. Por lo tanto, la producción agropecuaria se enfrenta a muchos desafíos. Los crecientes costos de la energía, una mayor competencia en el mercado mundial y la creciente preocupación por el medio ambiente plantean nuevos retos que deben enfrentar los Ingenieros Agrónomos para mantener la agricultura de manera productiva, rentable y sustentable.

El sector de las máquinas agrícolas ha sido profundamente dinámico en los últimos años y continuará evolucionando para satisfacer las necesidades cambiantes de la producción agrícola y la sociedad. Han acontecido numerosos cambios que parecen tener una frecuencia cada vez mayor, sucediéndose la presentación, año tras año, tanto a nivel nacional como internacional de nuevos modelos con soluciones tecnológicas que resuelven problemas, mejoran la calidad de trabajo y/o aumentan la eficiencia a través de los procesos de gestión de las máquinas.

A pesar de esos grandes cambios que han tenido lugar en el campo de la agricultura y las máquinas agrícolas, las operaciones básicas que deben realizarse son prácticamente las mismas desde los inicios de la agricultura: el suelo todavía tiene que roturarse para ser cultivado, las semillas todavía tienen que ser plantadas en el suelo, el cultivo en crecimiento tiene que ser cuidado y sanado y los cultivos aún tienen que ser cosechados y trillados.

Sin embargo, la manera en que estas operaciones son realizadas ha cambiado drásticamente en los últimos 100 años, principalmente asociados a los desarrollos tecnológicos acontecidos luego de las grandes guerras. Al visualizar una máquina actual, las diferencias resultan notables con respecto a las utilizadas durante la segunda mitad del siglo pasado. Pese a ello, los principios básicos de trabajo, de los elementos constitutivos que realizan las acciones principales sobre el suelo y las plantas, son prácticamente los mismos. ¿Qué cambia entonces? Cambian las características de los diseños que aplican esos principios básicos, cambian los mecanismos de gestión de las máquinas, su control y regulación, se modifica la especificidad o versatilidad de una máquina ante distintas condiciones agroecológicas, se aumenta la capacidad de trabajo y de procesamiento del material vegetal, se incorporan nuevos materiales, entre los diversos aspectos que es posible identificar.

En muchos casos, no siempre, los elementos de trabajo siguen siendo los mismos. Las cuchillas circulares que asisten al corte de los residuos de cosecha en las actuales máquinas sembradoras siguen presentando la misma forma de penetración en el suelo que las cuchillas de los arados de reja y vertedera de hace 100 años. La presión que ejerce la cuchilla contra el suelo es la que produce su penetración y el corte de los residuos se genera por el filo de dicha cuchilla contra el suelo que brinda el punto de apoyo y la resistencia que vence a la que pueden ofrecer las fibras vegetales. Dicha presión, al igual que antaño, se transmite generalmente al órgano de trabajo, la cuchilla, por medio de un elemento rígido, o por medio de un resorte que forma parte de la estructura de soporte y control del elemento que debe específicamente llevar a cabo la acción pretendida. Nuevamente cabe la pregunta ¿Qué cambió? Cambiaron los diámetros de las cuchillas, la forma del filo, las ondulaciones de las cuchillas, su número, disposición y ancho, los materiales utilizados, el peso requerido (la presión ejercida), el diseño de la pieza de soporte y en algunos casos el mecanismo de control. En la actualidad la transmisión de la presión para la penetración de la cuchilla, además de mecánica, puede ser hidráulica o neumática, lo que permite que se pueda efectuar más fácilmente el control de la presión que ejerce dicha cuchilla contra el suelo. Como consecuencia de dicho



Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA

cambio también resulta posible modificar en forma continua la presión efectuada, adecuarla a las condiciones del terreno y de los residuos presentes y hacer, en definitiva, un trabajo de mejor calidad, uniformidad y eficiencia que antes. No debe de todas formas perderse de vista que si no se conoce el principio de penetración, el peso, y el mismo no es priorizado en la selección de la máquina, no existirá proceso de mejora tecnológica de los procesos de control capaz de reemplazarlo y el costo tecnológico de la incorporación de los mismos se convertirá en un gasto inútil.

En acuerdo con lo expuesto en los párrafos precedentes, se pretende que el análisis y discusión de los procesos de mecanización permita:

Desarrollar una óptica sistémica de los procesos de mecanización y de las máquinas agrícolas.

Comprender los principios de trabajo y las características de operación de las máquinas.

Relacionar sistemas productivos, problemas, máquinas, mecanismos, regulaciones y prestación de distintas alternativas de mecanización de las labores agrícolas.

Valorar la conservación de los recursos naturales, renovables y no renovables e interpretar las consecuencias de los procesos de mecanización sobre los mismos.

ANÁLISIS FUNCIONAL DE LAS MÁQUINAS AGRÍCOLAS

Las máquinas agrícolas realizan diferentes acciones para alcanzar determinados objetivos de trabajo que las caracterizan y diferencian. Muchas veces, las máquinas realizan diferentes acciones y procesos estableciendo una secuencia lógica hasta alcanzar dichos objetivos. Estas características dificultan muchas veces el entendimiento de su funcionamiento dada la complejidad de órganos, mecanismos, sistemas y alternativas de diseño que las mismas presentan. Aquellas personas que poseen una experiencia de trabajo directo sobre las máquinas o un cierto tiempo de observación del trabajo que una máquina pueden habitualmente comprender en un corto tiempo las unidades de trabajo que la conforman. En cambio, aquellos que no han tenido ese tipo de acercamiento a los procesos de mecanización manifiestan dificultades para comprender las funciones, características, similitudes o diferencias entre máquinas diseñadas para cumplir con un fin específico.

No obstante lo expuesto anteriormente, es común que personas que cuentan con experiencia en el trabajo con las máquinas en el campo, también encuentren dificultades para el análisis y comparación de distintas alternativas tecnológicas de una misma máquina. A veces, todas las máquinas resultan excesivamente parecidas y cuesta encontrar en que residen las principales diferencias que, por ejemplo, justifiquen diferencias de costo en su adquisición.

Esta dificultad, de comprender qué mirar, por dónde empezar a analizar una máquina, que aspectos son importantes comparar, cuales resultan de menor jerarquía, qué cosas se deben relacionar, puede ser en parte solucionada con una cierta metodología de análisis, partiendo por supuesto de un conocimiento o estudio previo del trabajo que se pretende de la máquina, es decir de los objetivos de labor que se quieren alcanzar

Las máquinas agrícolas pueden ser analizadas como un sistema, el cual presenta diferentes órganos, elementos, mecanismos que funcionan juntos para cumplir con los objetivos de trabajo planteados. Las máquinas, por muy simple que parezcan pueden ser divididas en muchos subcomponentes. Por lo tanto, para entender cómo funciona una máquina, se debe tener en cuenta a la misma como un sistema con varios subsistemas constituidos por componentes y subcomponentes. En esta sección, se establecerán propuestas para aprender a identificar los distintos sistemas que se encuentran en una máquina agrícola moderna y las funciones realizadas por los subsistemas y órganos activos.

A menudo, al considerar una máquina compleja, tal como una máquina agrícola, es útil tratar en primera instancia incluir en el análisis al menos dos tipos de sistemas: los sistemas de trabajo y los sistemas de apoyo. Los sistemas de trabajo son los componentes de la máquina que realizan realmente la función o funciones para las que la máquina está diseñada o debe llevar a cabo. Los sistemas de apoyo en cambio son las partes que apoyan o ayudan a los sistemas de trabajo en el desempeño de sus funciones. Esto no implica que los sistemas no presenten interacciones complejas y que un sistema de soporte no colabore en alguna medida de un objetivo específico de la labor, participando de ambos sistemas mencionados.

Los sistemas de trabajo también pueden ser divididos o clasificados según diferentes lógicas, o identificados con la acción específica que ellos llevan a cabo. Algunos autores califican a los procesos de los sistemas de trabajo en reversibles o no reversibles, pero no pareciera que ayude la misma demasiado a la clarificación y estudio de las máquinas más que aquella que relaciona al sistema o al componente con su función.

Los sistemas de apoyo también pueden clasificarse en subsistemas. La división más sencilla comprende al sistema de soporte, el o los sistemas de control y los sistemas que proveen potencia, cuando son requeridos, en la misma máquina (figura 1).

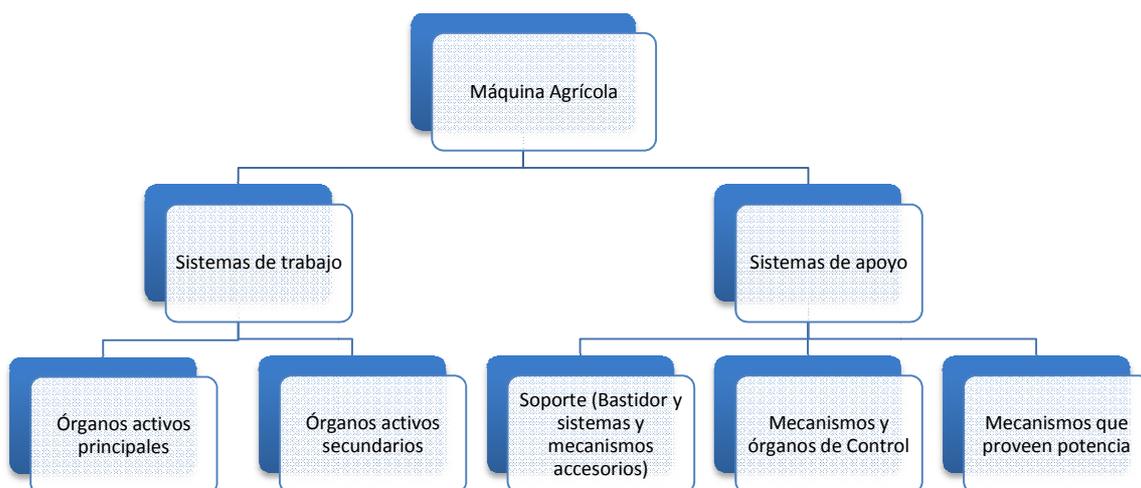


Figura 1. Sistemas presentes en las máquinas agrícolas



El sistema principal general de soporte de las máquinas agrícolas recibe el nombre de bastidor, pero forman parte de dicho sistema también el resto de las partes estructurales que mantienen, vinculan o asisten a las distintas piezas que realizan un trabajo específico u objetivo de labor (órganos activos). A dicha estructura general o bastidor se vinculan directa o indirectamente todos los sistemas de la máquina. Su diseño adquiere importancia en la resistencia estructural de la máquina, que incide sobre su duración, la capacidad de paso del conjunto, las posibilidades de regulación de distintos órganos activos a través de los mecanismos de control y el costo del implemento, entre otros factores.

El sistema o los correspondientes sub-sistemas de control actúan sobre el o los sistemas de trabajo. Los controles pueden ser automáticos o manuales, mecánicos, hidráulicos, neumáticos, eléctricos, electrónicos o combinación de algunos de ellos. En relación con los ajustes que permiten realizar sobre los órganos activos también pueden clasificarse en continuos o discontinuos. Estos sistemas son de una gran importancia en las máquinas actuales, ya que en gran medida, el correcto trabajo de los órganos activos depende del alistamiento, preparación previa, ajustes o regulaciones que se efectúan en forma previa o durante el trabajo a través de dichos mecanismos de control.

Los sistemas que proveen potencia se encuentran en prácticamente todas las máquinas agrícolas, como parte de la misma máquina o del conjunto tractor – implemento. Los sistemas de potencia suministran principalmente la energía a los sistemas de trabajo. Todas las máquinas que presentan elementos dotados de movimiento rotativo, requieren de una fuente de potencia (directa o indirecta) que les permita realizar un determinado nivel de esfuerzo a una cierta velocidad de giro. También se efectúan movimientos lineales en las máquinas que resuelven ajustes sencillos, asociados a mecanismos, como por ejemplo la variación de profundidad de trabajo de la máquina, la elevación para el transporte y el descenso para el trabajo. Por otra parte, aquellas máquinas que no presentan en su trabajo específico movimiento de sus órganos activos, habitualmente requieren del desplazamiento del equipo en su conjunto. Las máquinas que se denominan autopropulsadas contienen o poseen tanto la fuente de alimentación (el motor) como los dispositivos de transmisión de potencia (el tren de transmisión). Máquinas que dependen del tractor como fuente de energía contienen dispositivos de transmisión de la energía tales como cadenas, correas, engranajes, cardanes, etc. Las máquinas de labranza del suelo, no presentan los mecanismos mencionados anteriormente, pero requieren de la potencia del tractor para vencer la resistencia que le ofrece el suelo, ante el desplazamiento imprescindible para hacer su trabajo, el cual cesa indefectiblemente ante la detención del movimiento del tractor y por consecuencia de la máquina. En conjunto, estos dispositivos forman el sistema de energía, que acciona el sistema de trabajo.

De todas formas, muchas veces los sistemas de potencia y los sistemas de control suelen estar asociados y no siempre resulta sencilla su diferenciación, aunque siempre es conveniente para el entendimiento de su funcionamiento.

PROCESOS BÁSICOS DE LAS MÁQUINAS AGRÍCOLAS



Resulta importante, en función de lo analizado en los apartados anteriores, comprender que las posibilidades de interferir, modificar y mejorar los procesos de mecanización lleva implícito el conocimiento de los sistemas de trabajo y los principios de funcionamiento de sus órganos activos. Así también, es necesario identificar, reconocer y conocer los mecanismos de control o ajuste de los órganos activos. Por último, la estructura de soporte brindará elementos de valoración del diseño del equipo y su operatividad para el desempeño de los órganos activos y sus mecanismos de control.

Los objetivos explicitados para el estudio de los procesos de mecanización agraria tienen esa misma graduación. Se deberá partir del conocimiento de los objetivos de trabajo y, en primera instancia, se concentrarán los esfuerzos en los sistemas de trabajo de las máquinas agrícolas y sus órganos activos. En segunda instancia, el énfasis se pondrá en los sistemas, mecanismos y componentes de control de los órganos activos. Finalmente se espera alcanzar una visión general del diseño de la máquina, relacionando la estructura de soporte a los sistemas de trabajo, control y provisión de potencia. A partir de estos saberes se espera poder relacionar y predecir la prestación de las máquinas en distintas situaciones sociales, económicas y agroecológicas.

Los procesos de trabajo, en relación con los objetivos de una labor determinada pueden ser ordenados para comprender el funcionamiento de las máquinas agrícolas. Un ejercicio que puede ser útil es realizar un esquema o diagrama de los procesos de trabajo que ocurren en la máquina.

El diagrama se forma siguiendo el flujo de material a través de la máquina y se pueden enumerar los procesos en orden. Los procesos se pueden conectar con líneas para indicar el flujo de la material a través de la máquina. Cualquiera de los procesos puede ocurrir ya sea totalmente dentro de la máquina o a partir del movimiento de la máquina como parte del proceso. Por ejemplo, el movimiento de avance de una empacadora de heno de forma cilíndrica o enrolladora es esencial para recoger heno. Sin embargo, después que el heno se recogió, el trabajo de enrollado se ejecuta con independencia del movimiento hacia adelante de la máquina. Cuando la movilidad de la máquina es una parte del proceso, dicho proceso puede ser por ejemplo, encerrado en un cuadrado o un rectángulo. Un proceso que se produce totalmente dentro de la máquina se puede diferenciar con un círculo o un óvalo.

Un ejemplo simple es el de las máquinas de labranza y entre las mismas el arado de reja y vertedera, el cual puede ser útil para entender el concepto de proceso de diagramación.

Para la comprensión de este proceso de trabajo se requiere conocer los objetivos de trabajo de las máquinas de labranza en general y de las de labranza primaria en particular. Si se parte de que la labranza es el trabajo mecánico del suelo, se entenderá que la condición del suelo previa a la labranza y posterior a la misma no será similar. Si se trata de labrar para la implantación y desarrollo de un cultivo, la condición física - mecánica del mismo deberá brindar tanto condiciones para la semilla o el plantín como para el desarrollo del sistema radical. A ello se suma que:

La labranza primaria tiene por objetivo preparar el suelo para favorecer el desarrollo de las raíces del cultivo, a lo largo del ciclo productivo.

La denominación de arados se ajusta a todas aquellas máquinas que cortan e invierten parcialmente el terreno.

Entre los objetivos fundamentales de trabajo del arado se encuentra el control de malezas, por lo cual el corte, enterramiento y cubrimiento de los vegetales presentes al momento de efectuar la labor también es importante.

Con estos conocimientos básicos y la lectura (o estudio) de la bibliografía relacionada al tema se podrá comenzar con los procesos de análisis, conceptualización y síntesis del trabajo de los diferentes sistemas de la máquina.

El primer paso es determinar qué procesos se producen en la medida que el arado se mueve a través del suelo. Cuando el arado se desplaza, el suelo se corta, se desprende y eleva del resto del terreno y al mismo tiempo es posicionado (invertido parcialmente) para ser finalmente depositado nuevamente sobre el suelo, con un estado mecánico diferente.

El segundo paso es determinar si los procesos son dependientes del movimiento de avance del conjunto tractor arado. En el caso de un arado de reja y vertedera, todas las funciones cesarían tan pronto como el arado se detiene. Es posible, con estos conceptos elementales intentar esquematizar el proceso de trabajo de la máquina de la manera hecha en la figura 2..

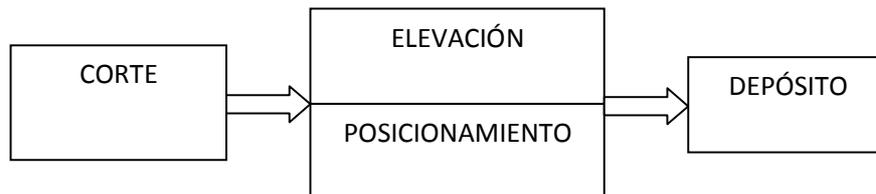


Figura 2. Esquema de los procesos de trabajo de un arado de reja y vertedera

La pregunta que corresponde efectuar es, a partir de este momento, qué sistema elemento u órgano activo es el encargado de realizar cada uno de esos procesos. Las fotos, esquemas, videos y bibliografía pertinente brindarán los elementos para contestar estos cuestionamientos, como así también los correspondientes a los procesos esquematizados.

En la foto 1 se visualiza el trabajo de un arado de reja y vertedera. Las diferencias entre el estado del terreno antes y después del pasaje del implemento son notables. Previo a la labor el suelo se encuentra cubierto con vegetación, prácticamente en su totalidad. Luego de la labor del arado, el suelo se visualiza prácticamente desnudo, sin vegetación que el suelo difiere de como se genera por cada cuerpo del

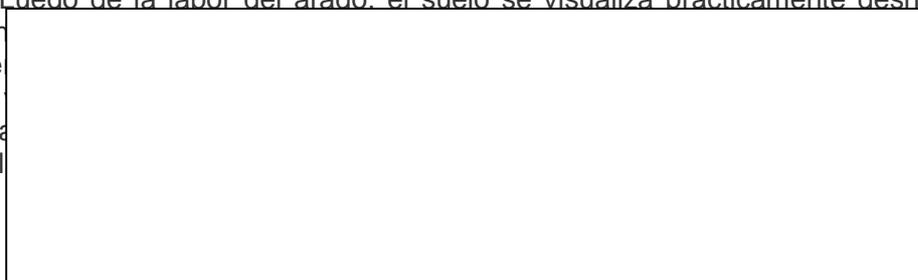




Foto 1. Labor característica de laboreo con arado de reja y vertedera

También es posible visualizar que entre los sectores trabajados por los cuerpos de arado aparecen algunos restos vegetales, permitiendo ver e inferir que la inversión del pan de tierra o gleba no sufre una inversión total, sino que el giro es parcial. El suelo, de coloración más oscura, producto de la humedad, corresponde a la pasada anterior a la presente en el mismo sentido y ya se encuentra depositado sobre el sustrato no trabajado. En la foto 2, se ve una aproximación del trabajo del arado.



Foto 2. Vista posterior de la labor con arado de reja y vertedera.

Nótese que el suelo se desplaza sobre el cuerpo de arado, elevándose y posicionándose para ser finalmente depositado sobre el sustrato, apoyándose sobre el sector de terreno trabajado inmediatamente antes por el cuerpo de arado que lo precede en la misma pasada o en el pasaje anterior.

A través de los conceptos básicos, objetivos de labor y fotos complementarias se han logrado identificar 3 de los procesos de trabajo esquematizados en el diagrama: Elevación – Posicionamiento – Depósito.

En la fotografía 3, se muestra el surco conformado por la última reja del arado, en la última pasada del apero o implemento. En el mismo se observa la pared del surco (vertical) y el fondo del surco (horizontal). La pared y el fondo del surco aparecen como consecuencia del corte del terreno por el arado, pero no se visualiza en la misma cuales son los órganos activos que realizan el corte del terreno.



Foto 3. Labor de arada con detalle del fondo y la pared del surco

De la lectura bibliográfica podrá aprender que el cuerpo de arado está conformado por la reja, la vertedera, la costanera y elementos de acople, sostén, regulación y refuerzo. También encontrará la información que el corte del sector de terreno trabajado por cada cuerpo es realizado en parte por diferentes elementos: La reja en el plano horizontal y la reja, parte de la vertedera y la cuchilla circular en el plano vertical.

La foto 4 muestra un arado montado lateralmente en el que usted, con el estudio previo podrá:

Identificar la reja del arado, comprender su ubicación, relacionando su función

Identificar la vertedera, su función e importancia en las características de volteo del pan de tierra que es cortado previamente por la reja y la cuchilla circular y al mismo tiempo, según la profundidad de trabajo por la propia vertedera

Visualizar a la cuchilla circular, su ubicación y su posicionamiento, los vínculos con el bastidor, mecanismos de ajuste o control y deducir o relacionar y comprender su función

Reconocer el timón o montante, como parte del sistema de soporte, que vincula el cuerpo de arado a la estructura básica del bastidor.

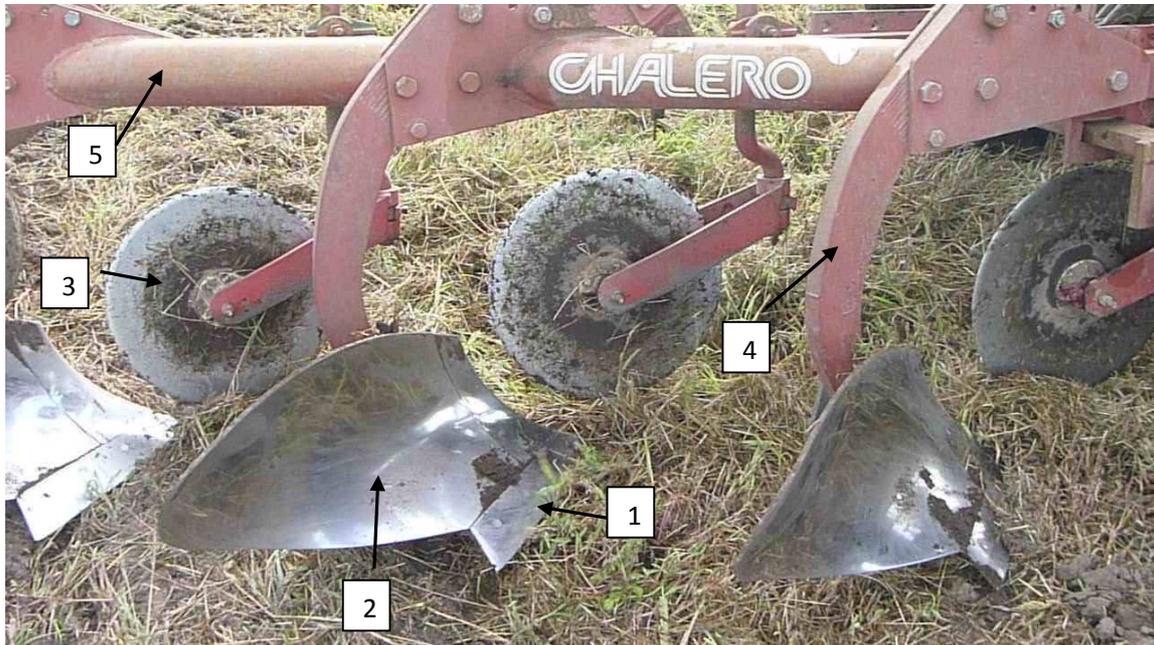


Foto 4. Vista lateral de un arado de reja y vertedera. 1) reja; 2) vertedera; 3) cuchilla circular; 4) montante o timón; 5) bastidor

El desarrollo conceptual precedente es una alternativa, jamás un único camino, para acercarse al estudio de las máquinas y a la comprensión de los procesos mecanizados. Lo segundo no puede claramente alcanzarse sin lo primero. El mejor camino, para cada uno, siempre es un descubrimiento que es necesario explorar.

Con lo analizado será posible avanzar y relacionar objetivos de trabajo y órganos activos que llevan adelante los distintos procesos, por ejemplo como se visualiza en la figura 3

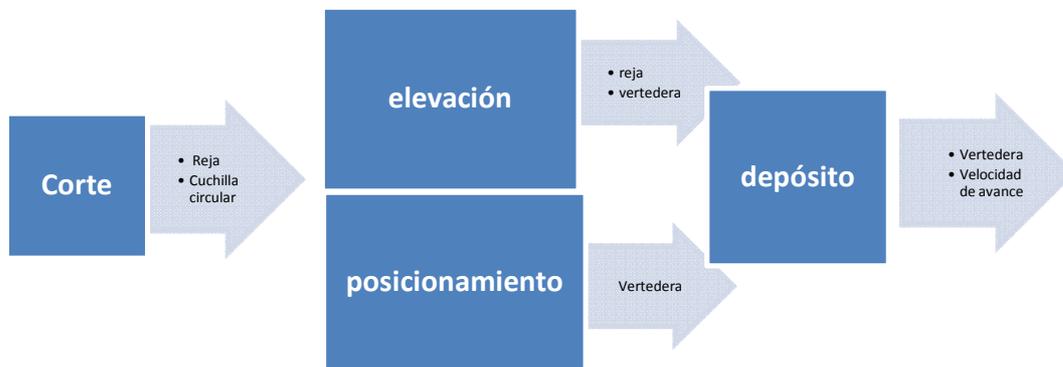


Figura 3. Esquema de procesos y órganos activos que llevan adelante los mismos

Esta primera etapa implica como se dijo anteriormente ahondar a continuación en los sistemas, de soporte, mecanismos y elementos del sistema de apoyo de los órganos activos, el sistema de control, el de provisión de energía y los básicos del sistema de soporte. Algunas de las preguntas que se pueden (debemos) realizar son:

¿Qué elemento, componente o sistema controla, modifica o ajusta el trabajo de cada órgano activo?

¿Con qué frecuencia es necesario efectuar su accionamiento?

¿Cómo es su accionamiento? ¿Directo o indirecto? ¿Continuo o discontinuo?

¿Se realiza previo al trabajo o durante el trabajo?

¿Es accesible?

¿Qué principio de accionamiento tiene?

Estas cuestiones vinculadas a los sistemas de control abren un sinnúmero de opciones y variantes que serán analizados y discutidos en sus aspectos básicos en cada una de las máquinas que intervienen en los sistemas mecanizados.

Algo similar corresponde llevar adelante con el resto de los sistemas de apoyo (energía y soporte) para poder luego relacionar las prestaciones que las máquinas ofrecen para un mejor cumplimiento de sus objetivos de labor en un determinado sistema productivo, en un problema planteado o para un caso específico.