

ANÁLISIS DE OPERACIONES AGRÍCOLAS MECANIZADAS

Elkin Alonso Cortés marín¹

Muchos factores han contribuido a la mecanización de la agricultura. Los hechos más significativos son las necesidades de reducir las demandas laborales, reducir el trabajo fatigante hecho por el hombre e incrementar la productividad, entre otras. El trabajo agrícola es agotador físicamente y las condiciones de trabajo son adversas. En términos generales la mecanización reduce el trabajo físico humano; es menos extenuante conducir un tractor que cultivar el campo todo el día con un azadón.

Un tractor tirando un arado puede cultivar un área más grande que un hombre con una herramienta manual en el mismo tiempo, con el consecuente incremento de la productividad y reducción en los tiempos de operación. Complementando ciertas operaciones agrícolas como sembrar y cosechar, oportunamente, aumentan, los rendimientos considerablemente.

La demanda de mano de obra, varía durante el cultivo. Es necesario mayor número de obreros durante la labranza y la cosecha, que durante otros períodos del crecimiento de las plantas. Esta fluctuación en la mano de obra crea problemas logísticos desde el punto de vista de la administración y programación del trabajo. Con la mecanización es posible reducir la demanda en los picos de demanda laboral y mantener una fuerza laboral estable.

La definición y análisis de la secuencia de operaciones mecánicas para la producción de cultivos son pertinentes, para la optimización del recurso máquina, tiempo y costos. En función de las condiciones del clima, suelo y del cultivo, son diferentes las operaciones, su secuencia y las características de los equipos. Por ello, la selección y planificación de las máquinas dentro de un proceso de mecanización debe estar soportada por el análisis de operaciones (labores mecánicas).

Son diversas las prácticas mecánicas ejecutadas en la producción de cultivos; igualmente existe una gran disponibilidad en el mercado de máquinas y equipos con significativas diferencias funcionales, constructivas y de capacidad. Lo anterior, conduce a un proceso riguroso de planificación de necesidades y de la programación de su utilización.

La administración de un parque de maquinaria, requiere un conjunto de conocimientos técnicos, económicos-financieros y comerciales que el ingeniero

¹ Profesor Titular. Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín. Facultad de Ciencias Agropecuarias.

debe abordar, para que combinándolos adecuadamente con los recursos humanos, pueda tomar decisiones acertadas.

MECANIZACIÓN AGRÍCOLA

El concepto de mecanización en su acepción más amplia, consiste en la utilización regular de máquinas y equipos en las actividades agrícolas, incluyendo las agroindustriales. Para el objeto de este documento, nos limitaremos a la introducción de máquinas agrícolas, en el proceso que va desde la preparación y adecuación de suelos hasta la recolección de la cosecha.

Todas las actividades mecánicas ejecutadas sobre un suelo y/o cultivo deben tener una justificación y una secuencia ordenada, para hacer un uso eficiente de los equipos y consecuentemente, obtener altos rendimientos a menores costos. La racionalidad de la mecanización agrícola y los desarrollos agropecuarios es un proceso que se desenvuelve a partir de responder las siguientes preguntas: ¿qué hacer?, ¿cómo hacerlo?, ¿cuándo hacerlo? ¿con qué hacerlo?

Responder a estas preguntas resulta de vital importancia en la programación y ejecución de labores mecanizadas, considerando que muchos conceptos, disciplinas están íntimamente relacionadas y condicionadas. Se podría indicar un esquema de componentes de decisión que contribuyan a dar respuestas a los anteriores interrogantes, ver figura 1.

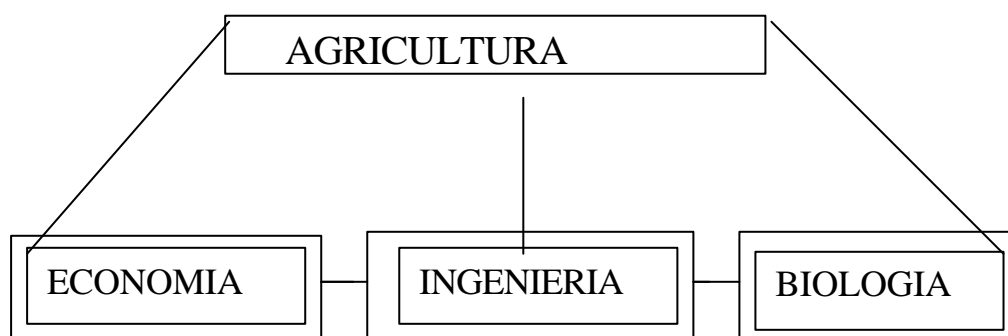


Figura 1. Esquema de disciplinas integradoras

La biología: responde a la pregunta qué se debe hacer. Las plantas y los animales se reproducen y transmiten herencia; se alimentan de diversas maneras; producen frutos, carne, leche y huevos son atacados por diversidad de plagas y enfermedades.

Definir qué se debe hacer con el propósito de obtener un determinado comportamiento de plantas o animales. Tal comportamiento se relaciona con

más producción, mayor resistencia a plagas y malezas, menores exigencias ambientales, mejor calidad de productos, etc.

La ingeniería: responde a la pregunta cómo se hace, con qué y cuándo hacerlo. Por eso resulta conveniente reseñar alguna de las conceptualizaciones sobre el alcance de la ingeniería.

Ingeniería: Arte o disciplina del empleo de materiales o fuerzas naturales en beneficio del hombre y de organizar y dirigir la actividad humana en su utilización. La Ingeniería estudia y desarrolla mejores técnicas de aplicación de materiales y fuerzas de la naturaleza a través de equipamientos, instalaciones, máquinas, implementos y herramientas. En síntesis, vuelve realidad lo que ha pregonado la biología.

La Ingeniería obra en aspectos directamente relacionados con la ejecución de operaciones agrícolas, como crear condiciones propicias ambientales para el desarrollo de plantas y animales; en el campo ejecutivo, dinámico, involucrando estudios de fuerzas y movimientos, de tiempos, materiales, de máquinas e implementos.

Ingeniería Agrícola: Constituye la aplicación de las ramas de la ingeniería en donde ella puede ser utilizada en la empresa agropecuaria - agroindustrial, en la vida rural; en el procesamiento de productos agrícolas; en las actividades correlacionadas, preparación y adecuación de terrenos, control de enfermedades, plagas y malezas; y en conservación de los recursos naturales.

La economía: cómo hacerlo eficientemente.

El componente costos y financiación de un proceso productivo, establece las directrices que conducen a optimizar el rendimiento neto con un menor costo, inclusive de tiempo. La viabilidad y vida útil de un proyecto están definidas por valoraciones de tipo económico.

Mecanización de operaciones de campo: Da respuesta a cómo, cuándo y con qué hacerlo. Mecanizar racionalmente las operaciones agrícolas, constituye un objetivo básico del estudio de procesos de mecanización agrícola. Entiéndase el empleo de un conjunto o sistemas de máquinas, inclusive la tracción animal, y las herramientas operadas manualmente, de forma técnica y económicamente organizadas en tareas exigidas por la actividad agrícola, buscando obtener el máximo rendimiento con el mínimo desperdicio de energía, tiempo y dinero. En las figuras 2 y 3 se ilustra respectivamente procesos de administración de parques de maquinaria agrícola y criterios de selección de los mismos.

La mecanización es un sistema de organización económica que debe provocar un crecimiento o el bienestar social, por la reducción de los precios, por el aumento de la cantidad y por el mejoramiento de la calidad de los productos.

La mecanización como proceso planificado, implica la selección de los recursos humanos y mecánicos necesarios (fuentes de potencia, implementos, herramientas, etc.).

Figura 2. Esquema de administración de parques de maquinaria.

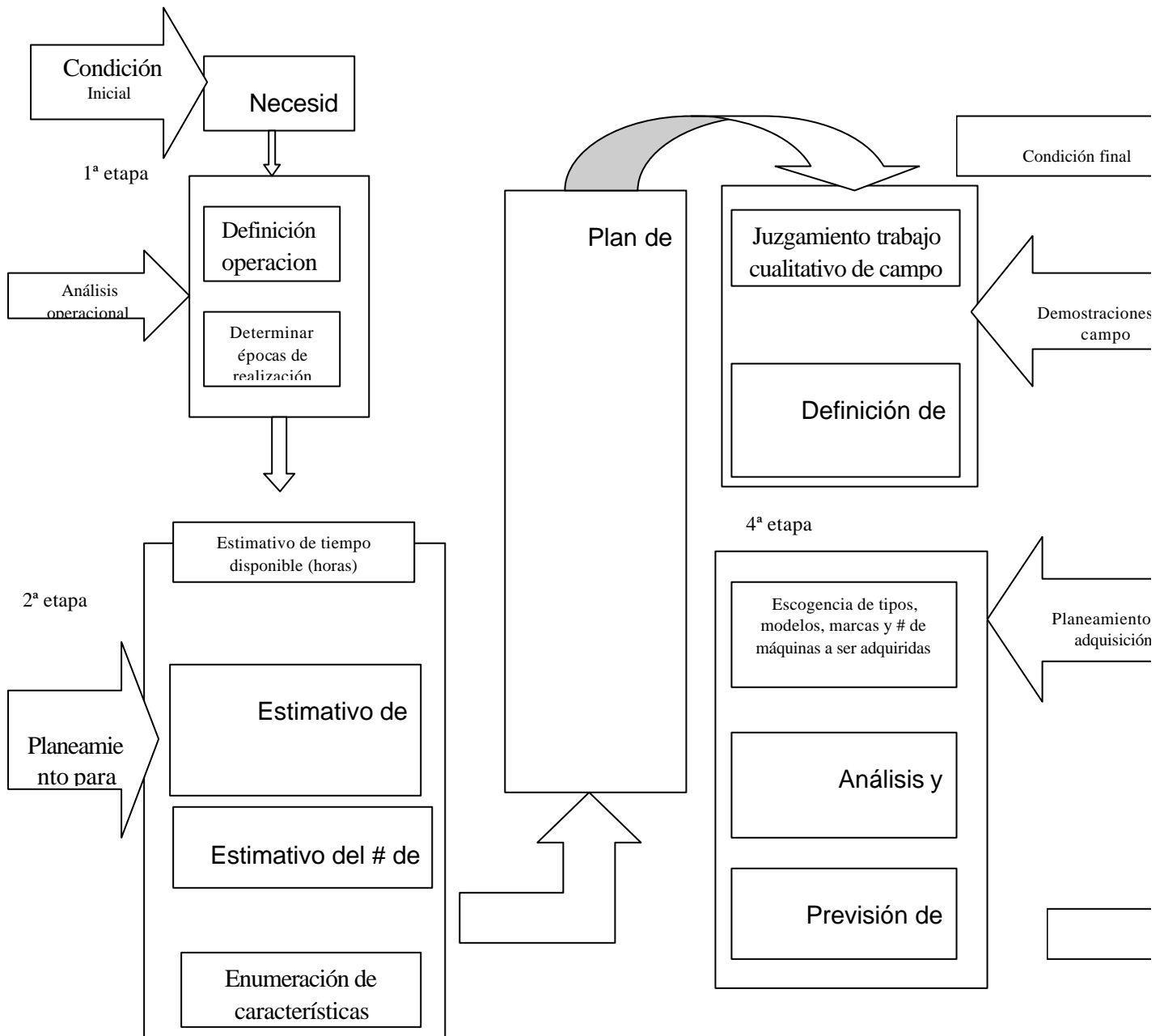


Figura 3. Diagrama de un proceso general para la selección de maquinaria agrícola.

ANALISIS FUNCIONAL DE LA MAQUINARIA AGRÍCOLA

Una máquina agrícola tiene muchos componentes que trabajan juntos como un sistema, para que la máquina desarrolle una tarea. Una máquina puede ser subdividida en muchas subcomponentes. En orden para entender como trabaja la máquina es esencial considerar la máquina como una colección de muchos subsistemas.

Una máquina agrícola puede dividirse en 2 subsistemas, los propios del proceso y los sistemas de apoyo. Los sistemas propios del proceso son aquellos componentes de la máquina que actualmente desarrollan las funciones para las cuales está diseñada la máquina cortar, separar, mezclar, etc. Los sistemas de apoyo son las partes que soportan o ayudan a los sistemas del proceso en realizar su función, los sistemas de apoyo pueden ser categorizados como sistemas de control y cubierta. Los de cubierta consisten de todas las partes estructurales de la máquina, su función principal es mantener todas las partes de la máquina juntas, para que ellas puedan actuar apropiadamente.

La energía para operar la máquina normalmente es suministrada por la unidad de potencia (MCI). Las máquinas autopropulsadas contienen la fuente de poder y un medio para transmitirlo, muchas otras dependen del tractor como fuente de potencia para transmitirla por cadenas, ruedas, etc.; juntos estos dispositivos forman el sistema de potencia y propulsión, el cual condiciona todo el proceso. La función del sistema de control es proveer la regulación sobre el todo el proceso; los controles pueden ser automáticos o manuales.

Como los sistemas de apoyo, los sistemas de procesos pueden ser divididos en tres (3) tipos. Estos son reversibles, no reversibles y direccionales. Los procesos reversibles son aquellos que pueden ser revertidos como la separación, la compactación; los no reversibles son los que no pueden ser revertidos, por ejemplo, cortado, los no direccionales son los que no tienen dirección, un ejemplo es el almacenamiento de materiales.

Procesos básicos de la maquinaria agrícola.

En este documento no concentraremos en el sistema de proceso de la máquina agrícola, el cual incluye todas las partes que desarrollan los procesos reversibles, no reversibles y no direccionales; estos procesos son las funciones, para las cuales la máquina fue diseñada, por ejemplo, la enfardadora

de pastos, la cual fue diseñada para empaquetar material. En orden, para realizar esta tarea, muchos procesos deben intervenir el material, entre estos hay no reversibles como cortado, reversible como levantado y compactado y no direccionales como transporte y empaquetado.

Diagramas de procesos: Una herramienta que puede ayudar en el entendimiento de los procesos que ocurren en una máquina es dibujar un diagrama de los procesos, que a lo largo de la operación que ejecutan. Un diagrama se hace a partir del seguimiento del flujo de un material, a través de una máquina, y listando los procesos en el orden que ocurren. Estos procesos pueden conectarse con líneas para indicar el flujo del material a través de la máquina.

Algunos de los procesos pueden ocurrir con la totalidad de la máquina o con alguna parte móvil; cuando una parte móvil participa en el proceso, este debería encerrarse en una caja, si participa toda la máquina debería encerrarse en un círculo o elipse.

Unos pocos ejemplos deberían ser útiles en el entendimiento del proceso de diagramado. Primero se debe determinar que procesos ocurren cuando el arado se mueve sobre la tierra. El segundo paso es determinar que procesos son dependientes del movimiento hacia adelante. Los conceptos de los sistemas de la máquina y la diagramación de procesos son introducidos acá como herramientas para ayudar a los estudiantes en el aprendizaje de construcción de la maquinaria agrícola. Es de esperar que éstos conceptos aporten nuevas y más interesantes visiones para estudiar las máquinas agrícolas.

ESTUDIO DE OPERACIONES AGRÍCOLAS

Todos los trabajos de producción agrícola se caracterizan por:

- Ser realizados por etapas.
- Las etapas se distinguen cronológicamente.
- Hechas en función de periodicidad de las condiciones edafo-climáticas y fases de desarrollo del cultivo o de los animales.

El estudio de las operaciones agrícolas involucra consideraciones sobre:

- **Aspectos técnicos:** Dosis a ser empleada, tipo de aplicación, máquina a ser usada.
- **Tiempo consumido:** Este dato, determinado por el inicio y final de la operación ejecutada.

- **Capacidad y eficiencia de campo** de las máquinas utilizadas: ha/h, h/ha, E (%), CM.
- **Costos de operación** (\$/h, \$/ha, \$/Kg, \$/m, \$/m³ \$, etc.): costo de la máquina empleada y el costo de los productos o insumos utilizados.
- **Balances de energía** incorporada por operación o cultivo (julios/ha, julios/kg).
- **Rendimiento de los cultivo** (t/ha, kg/ha).

Ejecución del análisis de operaciones.

En la evaluación de operaciones se deben distinguir tres (3) fases:

- División del trabajo en etapas.
- Estudio individual de las etapas.
- Planeamiento de las actividades en cada etapa.

Igualmente, se deben considerar las condiciones iniciales y finales de la actividad:

1. Condiciones iniciales:

- Cultivo en el campo.
- Máquinas en el galpón.
- Producto o insumos empacados o envasados.

2. Condiciones finales:

- Total de insumos (semillas, agroquímicos, combustibles, aceites repuestos, etc.) utilizados.
- Máquina limpia en el galpón.
- Registro de operaciones y control administrativo. Operación contabilizada.

En la Figura 4, de manera esquemática se podría señalar el proceso de realización de una operación cualquiera.

Ejemplo ilustrativo: Según el flujo anterior, el procedimiento para llevar a cabo una labor con un determinado equipo y tomando como ejemplo una operación de siembra, podría ser el siguiente:

1^a. Etapa. Preparar máquinas y equipos:

- Acoplamiento de la sembradora al tractor.
- Pruebas preliminares para verificar las condiciones de funcionamiento.
- Eliminación de residuos y/o obstrucciones.
- Ejecución de ajustes y pequeñas reparaciones.

2ª. Etapa. Regular máquina:

- Determinación de espaciamento entre tolvas y/o chorros y su respectivo posicionamiento. Definición de pauta.
- Selección de la velocidad de desplazamiento. Cálculo, simulación y dosificación de siembra.

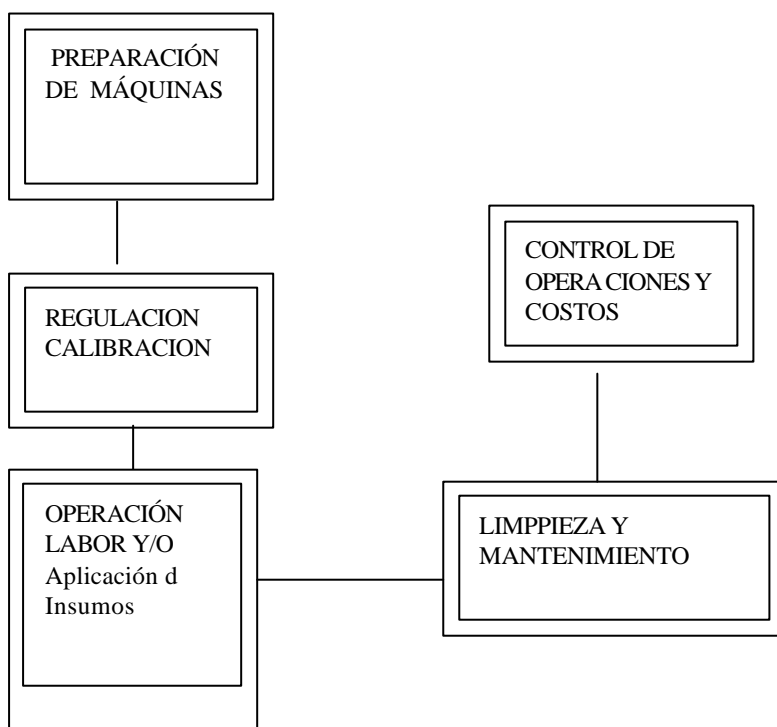


Figura 4. Diagrama de flujo de operaciones agrícolas.

3ª. Etapa. Aplicación en el campo:

- Área a ser sembrada.
- Verificar condiciones de funcionamiento de la máquina (velocidad, distancias, altura).
- Registro de tiempos preparación, regulación, transporte, reabastecimiento y aplicaciones. Anotar tiempos muertos y trabajo efectivo.
- Evaluar cantidad de producto aplicado.
- Evaluar calidad de la labor.

4ª. Etapa. Limpieza y mantenimiento de la maquinaria:

- Lavar máquina y/o descontaminarla.
- Desacoplar o desenganchar equipos
- Hacer mantenimiento diario.
- Anotar en registros de control de mantenimiento.

5ª. Etapa. Control de operaciones y costos:

- Registro y control de operaciones.
- Contabilidad de operaciones.

En resumen, la producción agrícola, desde la instalación del cultivo hasta la obtención del producto en condiciones de ser comercializados, involucra siempre la ejecución de las siguientes operaciones generales:

- Adecuación y preparación del suelo. Inicial y/o periódico.
- Siembra o trasplante.
- Fertilización o correctivos.
- Mantenimiento, riegos, aplicación defensivos y control de malezas.
- Cosecha (corte), cargue y transporte.
- Secamiento y beneficio.
- Almacenamiento y conservación.

BIBLIOGRAFÍA

CORTÉS, Elkin. Mecanización agrícola: relación máquina-suelo. Palmira: U. Nacional. 1994. 115 p.

_____ Acople del conjunto tractor implemento. Palmira: Universidad Nacional, 1993. 94 p.

_____ La planificación de la mecanización en la empresa agrícola. En: Boletín Técnico, Vol.2. (1991); p.133 - 145.

_____ Aspectos generales sobre la problemática de la mecanización en Colombia. En: Boletín Técnico, Vol.3, NO. 1 (1992); p.74-97.

_____ Generalidades sobre preparación de suelos. En: Boletín Técnico. Vol. 4, No.2 (1993).

_____ Mecánica del tractor: condiciones de equilibrio y transferencia de peso. Palmira: Universidad Nacional, 1992. 87 p.

HERRERA, Oscar. Notas para el curso de mecanización agrícola. Palmira: Universidad Nacional, 1991.80 p.

_____ Conferencias de mecanización agrícola. Parte 2. Palmira: Universidad Nacional, 1994. 74 p.

_____ Algunos temas sobre mecanización agrícola. Palmira Universidad Nacional. 1993, 26 p.

RODRIGUEZ Arnoby. Potencia en motores y tractores. Palmira: Universidad Nacional, 1989. 36 p.

URIBE R. Simplificación del mantenimiento de modernización de maquinaria. En: Ingeniería de mantenimiento, No.3 (Abril-Mayo, 1991).P.30-35.