

Sistemas de labranza

Máquinas para la labranza del suelo

Objetivos

- **Identificar los distintos sistemas de labranza**
- **Conocer los principales diseños de las distintas máquinas agrícolas**
- **Caracterizar la labor de las distintas máquinas e implementos**
- **Valorar la importancia de la adecuada selección y uso de los implementos agrícolas para la conservación del suelo**
- **Relacionar mecanismos, regulaciones y prestación de las distintas máquinas agrícolas**
- **Conformar conjuntos armónicos**

- **Labranza:**
- **Trabajo mecánico del suelo con cualquier objetivo**

OBJETIVOS DE LA LABRANZA

(Kepner, Bainer , Barger, 1982)

- Desarrollar una estructura deseable de la cama de siembra y de raíces
 - Controlar malezas
 - Manejar residuos de cosecha
 - Minimizar la erosión del suelo
 - Incorporar fertilizantes, pesticidas y enmiendas al suelo
 - Remoción de capas compactadas y otros impedimentos
- otros autores incorporan la nivelación del terreno

Sistemas de labranza

(ASAE Engineering Practice 291.2, 1993)

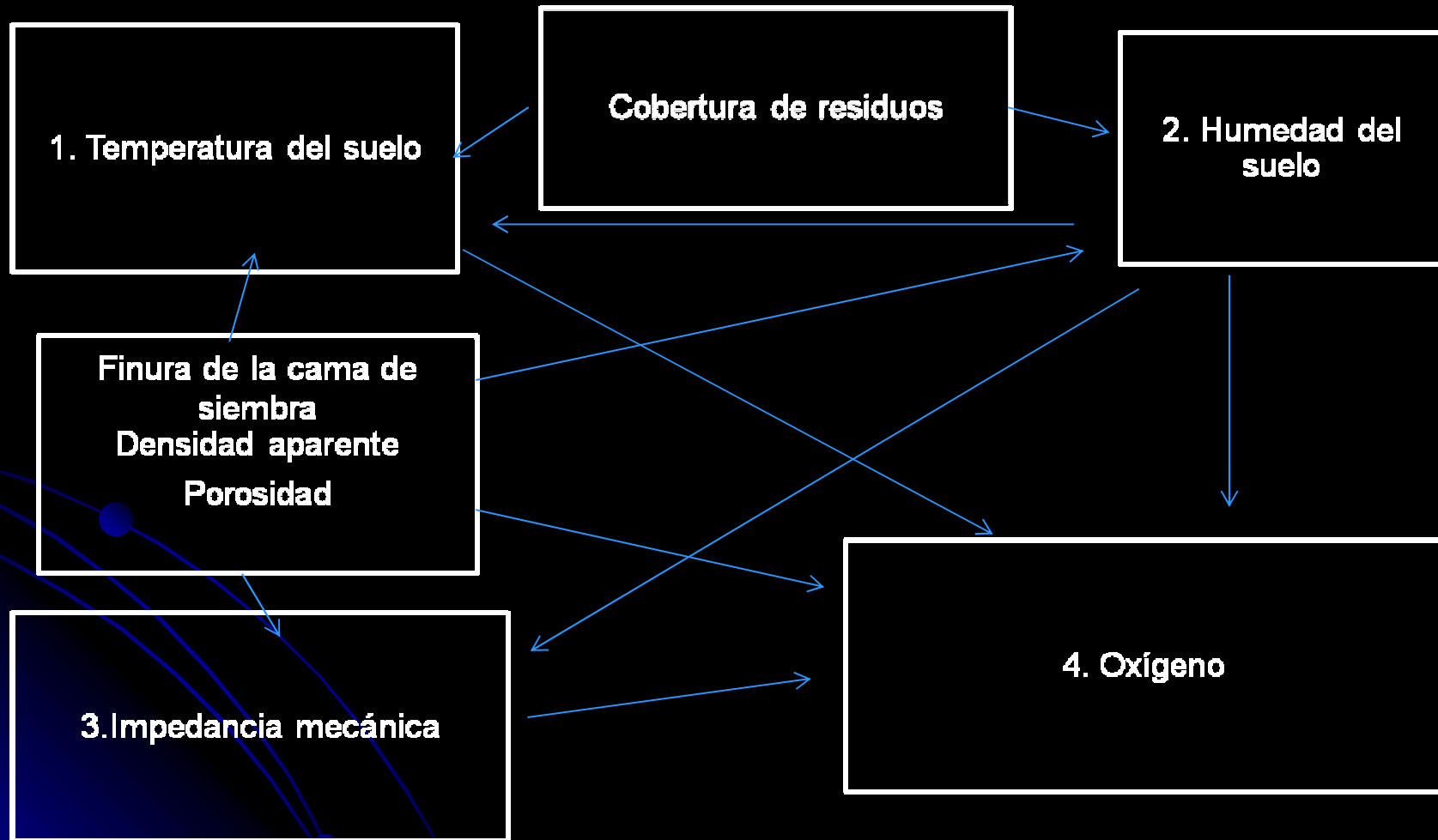
- **Labranza Convencional:** Operaciones de labranza tradicionalmente efectuadas en la preparación de la cama de siembra para un determinado cultivo en un área geográfica dada
- ***Labranza Reducida:*** Sistema consistente en reducir la cantidad o la energía de las operaciones en comparación con la labranza convencional

- **Labranza Mínima:** La mínima manipulación del suelo necesaria para la producción o para requerimientos estacionales de cultivos bajo las condiciones de suelo dadas
- **Labranza Conservacionista:** Cualquier sistema de labranza o siembra que mantiene un mínimo de 30% de residuos en superficie después de la siembra o que mantiene al menos el equivalente a 1100 kg/ha de residuos de grano fino en superficie durante el período crítico de erosión
- **No till No Laboreo (“siembra directa”)**
Siembra directa en suelo sin disturbar

Qué problemas se generan por desconocimiento del trabajo de las máquinas?

- Definir a un sistema por el uso de las máquinas agrícolas
- No visualizar las interacciones del sistema y las máquinas
- No comprender la importancia de las variables operativas, la preparación, ajuste o alistamiento de la máquinas
- Desconocer el trabajo de los distintos órganos activos

El crecimiento de las plantas depende de 4 factores físicos del suelo



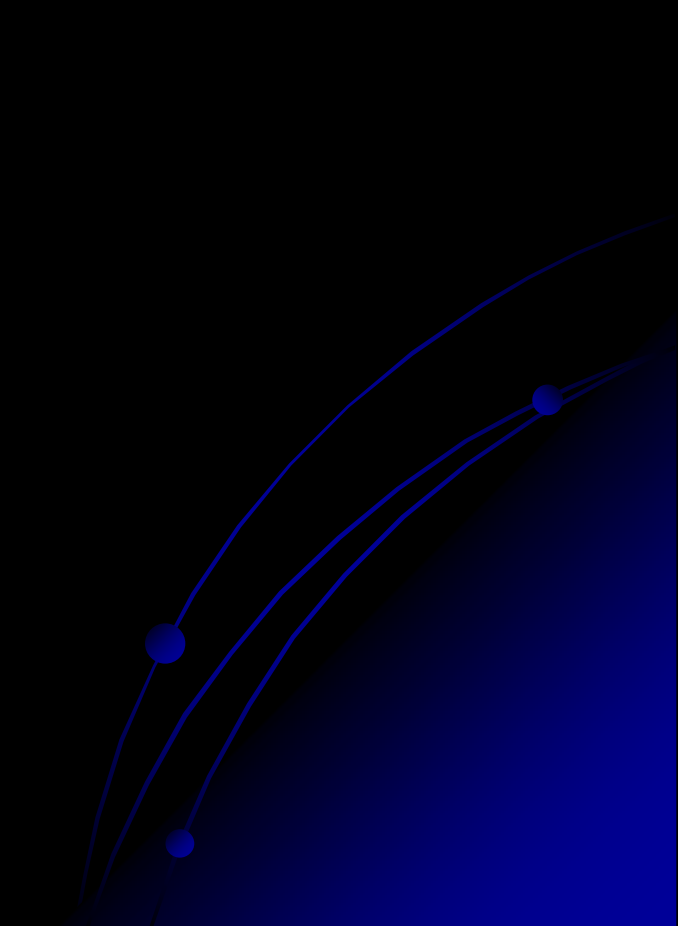
Con labranza

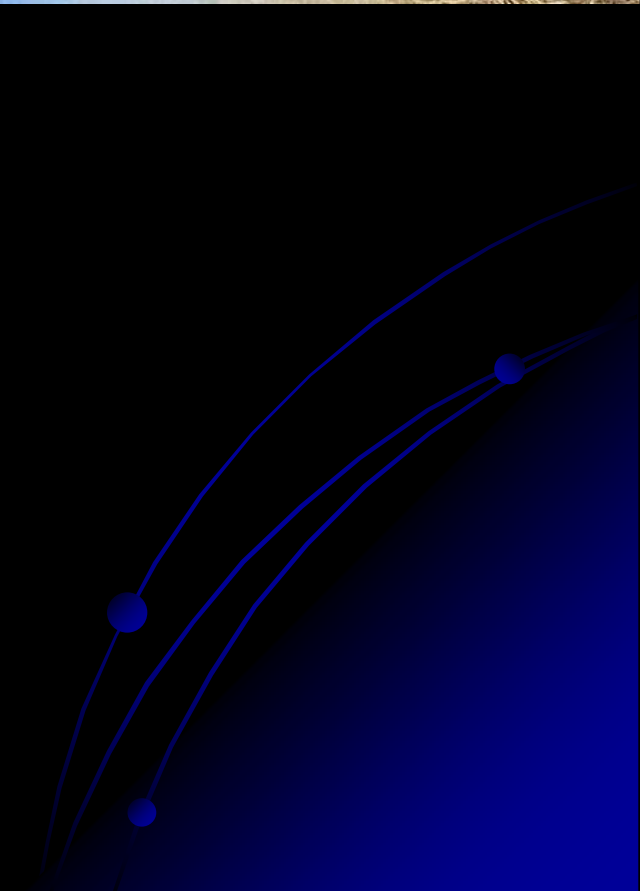
- la cama de siembra
- lecho de raíces
- -Controlar malezas
- -Manejar residuos de cosecha
- -Minimizar la erosión
- -Incorporar fertilizantes, pesticidas
- -Remoción de capas compactadas
- nivelación

Sin laboreo

- Sembradora
- humectación desecación, congelamiento, raíces
- herbicidas, pulverizadoras
- Rotación, cosechadora y sembradora
- manejo de residuos
- sembradora, fertilizadora, pulverizadora
- ---- cultivos, raíces, insectos?
- rastras de discos, sembradora







Implantación de cultivos con roturación previa del suelo

- **Esfuerzo de Tracción**
 - **La labranza primaria es la que demanda los mayores esfuerzos de tracción**
 - **Existe una disminución del esfuerzo de tracción desde la labor primaria hasta la siembra.**
- **Propiedades Físicas**
 - **El suelo disminuye drásticamente su resistencia mecánica y su densidad aparente, como consecuencia de la labor primaria.**
- **A partir de la misma comienza un proceso de refinamiento de los agregados, nivelación, consolidación y compactación del terreno**

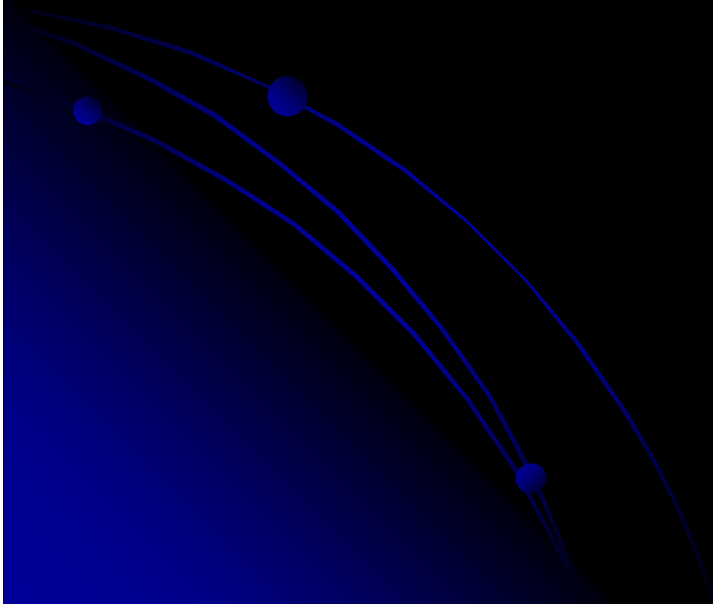
La demanda de potencia depende de:

- Ancho de labor
- Profundidad de trabajo
- Coeficiente de labranza
- Velocidad de trabajo

Superficie labrada

Tiro

$$Nb = T \times Vra$$



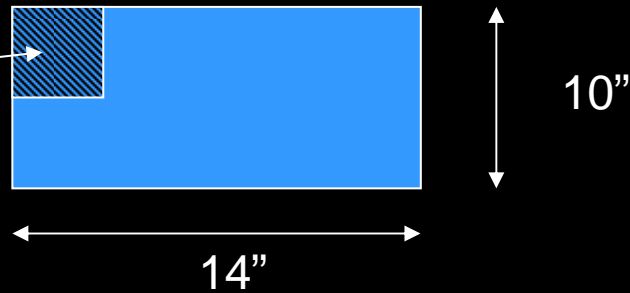


$$CL = 80\text{kg/dm}^2$$

$$T = a \times p \times CL$$

$$T = 35,5\text{cm} \times 25,4\text{cm} \times 0,8\text{kg/cm}^2$$

$$T = 723\text{kg}$$



Coeficientes de labranza para diferentes estados del suelo

Tipo de suelo	kg/dm ²
Muy suelto	Hasta 30
Suelto	30-40
Medio	40-60
Firme	60-80
Muy firme	80-100
Compactado	Más de 100

Coeficientes de labranza para diferentes herramientas

Herramienta	kg/dm ²
Arado de rejas y vertederas	85-95
Arado de discos	75-85
Arado de cinceles	35-45

Suelo arcilloso, 20% de humedad, a 6 km/h

Características de la labranza primaria

- Es la encargada de brindar condiciones para el desarrollo del cultivo
- Requiere altos esfuerzos de tracción
- La principal pérdida de potencia es el patinamiento del tractor
- Es necesario disminuir los requerimientos de esfuerzo de tracción del equipo

Características del tractor para la labranza primaria

- Capacidad de tracción
- Alta relación peso/potencia
- Alta reserva de par
- Posibilidad de contar con adecuado escalonamiento de marchas
- bajo consumo cercano al régimen nominal

Máquinas de laboreo primario

- Arado de reja y vertedera
- Escarificadores
 - cinceles flexibles
 - cinceles rígidos
 - descompactadores de subsuelo
- Implementos de casquetes (discos)
 - rastras de tiro centrado o excéntrico
 - arado rastra
 - arado de discos

¿Qué diferencia a las distintas máquinas?

- Los objetivos de labor que pueden cumplir.
- El diseño de los órganos activos
- El “principio de penetración”
 - Peso (casquetes)
 - Succión (reja y vertedera, escarificadores)
- La simetría de los órganos activos en forma individual y / o de la máquina en su conjunto
- la versatilidad

- Los objetivos de labor se relacionan íntimamente con el diseño de los implementos
- El diseño incide sobre el esfuerzo de tracción y las características del trabajo
- El principio de penetración afecta al costo del implemento, el diseño del apero
- La simetría de los cuerpos afecta al sistema de enganche, la facilidad de trabajo y regulación
- La versatilidad aumenta la oportunidad de trabajo, la adaptación a diferentes condiciones, la realización de diferentes tareas

Conjuntos: arrastrar y ser arrastrado

- El tractor tira desde el “centro de potencia”
 - Se corresponde con la ubicación del centro de gravedad del tractor cuando el equipo se encuentra realizando esfuerzo de tracción
- El equipo debe ser “tirado” desde el centro de resistencia
 - Es el lugar por donde pasa la resultante de las fuerzas que actúan sobre el equipo

- **Centro de Potencia**

- Se encuentra en el plano medio longitudinal del tractor
- Se desplaza hacia delante o atrás en función de las cargas estáticas y dinámicas del tractor

- **Centro de resistencia:**

- No siempre resulta coincidente con el centro de gravedad ni con el medio del equipo
- Su ubicación en el plano horizontal depende de la geometría de los órganos activos y de las fuerzas que se aplican a los mismos
- Su ubicación en el plano vertical es función de la profundidad de labor, el diseño del equipo, el peso, el sistema de rodado, la posición de las ruedas, las características del enganche y su regulación

El conjunto debe desplazarse sin desvíos laterales

- Fácil de resolver

- implementos simétricos

- Escarificadores
- rastras de discos de doble acción de tiro centrado
- Extirpadores (cultivadores, escardillos)
- Sembradoras, Pulverizadoras, Abonadoras, Enrolladoras, Tolvas

- Difíciles de resolver

- Implementos asimétricos

- Arado de reja y vertedera
- Rastras de doble acción de tiro excéntrico
- Arado de discos y arado rastra
- Paraplow

Implementos asimétricos



Paraplow



Arado de reja y vertedera

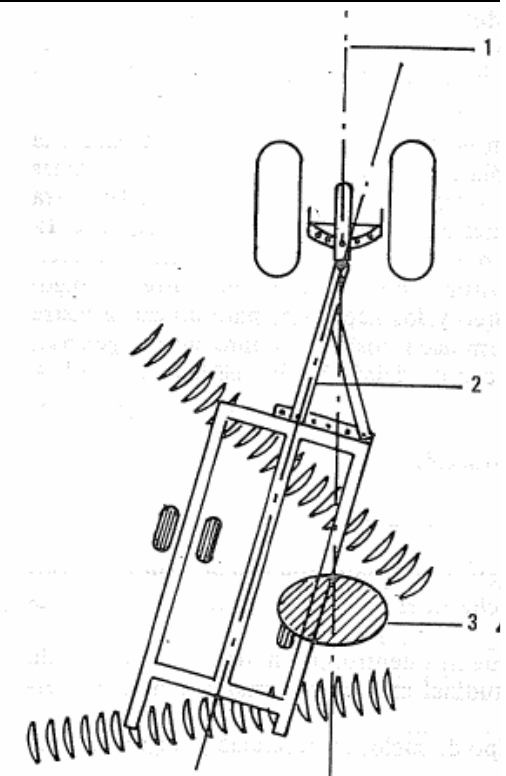


Arado de discos



Rastra de discos de tiro excéntrico

Rastra de tiro excéntrico



Implementos simétricos



Cultivador



Paratill



Cinzel de arcos flexibles



Sembradora



Tolva



Enrolladora

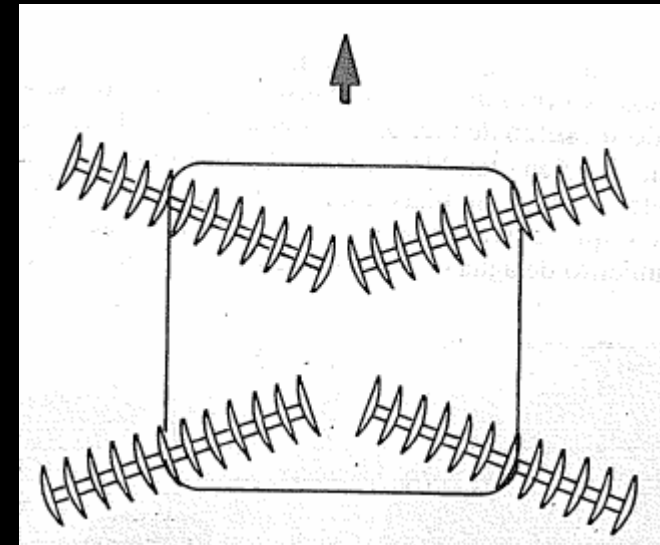


Pulverizadora

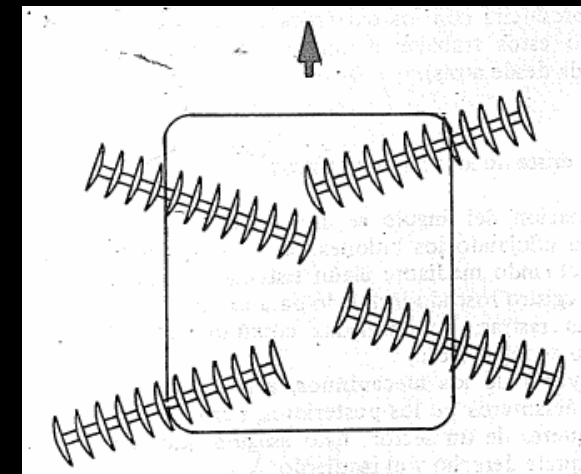


Fertilizadora

Rastras doble acción



Paquetes encontrados



Paquetes desencontrados

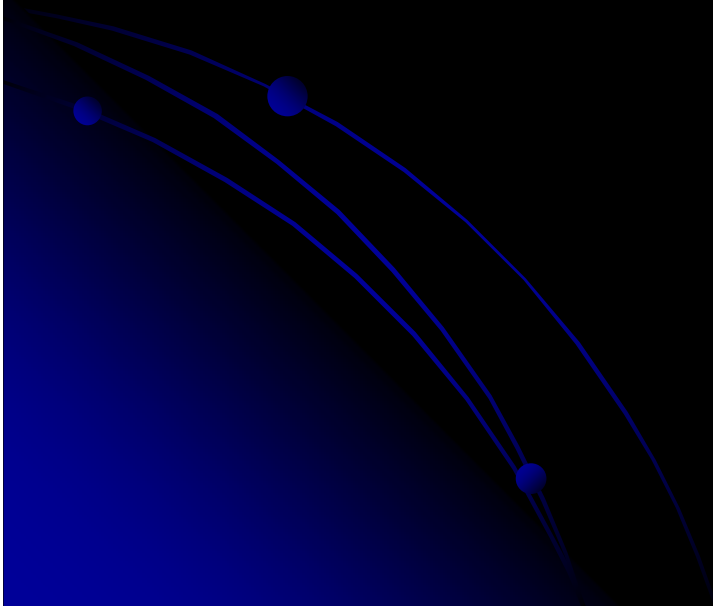
Los órganos activos pueden o no ser simétricos

- Cuando existe simetría lateral no se generan componentes laterales o las mismas se compensan
- El tipo de enganche en la máquina es del tipo lanza o lanza articulada
- Las regulaciones en el enganche se limitan generalmente a permitir la nivelación del equipo a partir de una regulación en el plano vertical de la boca de enganche

Cuando existe asimetría lateral o los órganos son asimétricos

- El sistema de enganche es del tipo barra de enganche
- Presenta regulaciones en el plano horizontal y vertical
- **La regulación en el plano horizontal** trata de equilibrar las componentes del esfuerzo de tiro que producirían un desplazamiento lateral o momento sobre el conjunto y aparición de esfuerzos no deseados
- **Las regulaciones en el plano vertical** tratan de nivelar el equipo, balancear el peso que recaen sobre las ruedas o los órganos activos y generar cargas dinámicas que favorezcan un mayor rendimiento del tractor

Enganche de aperos



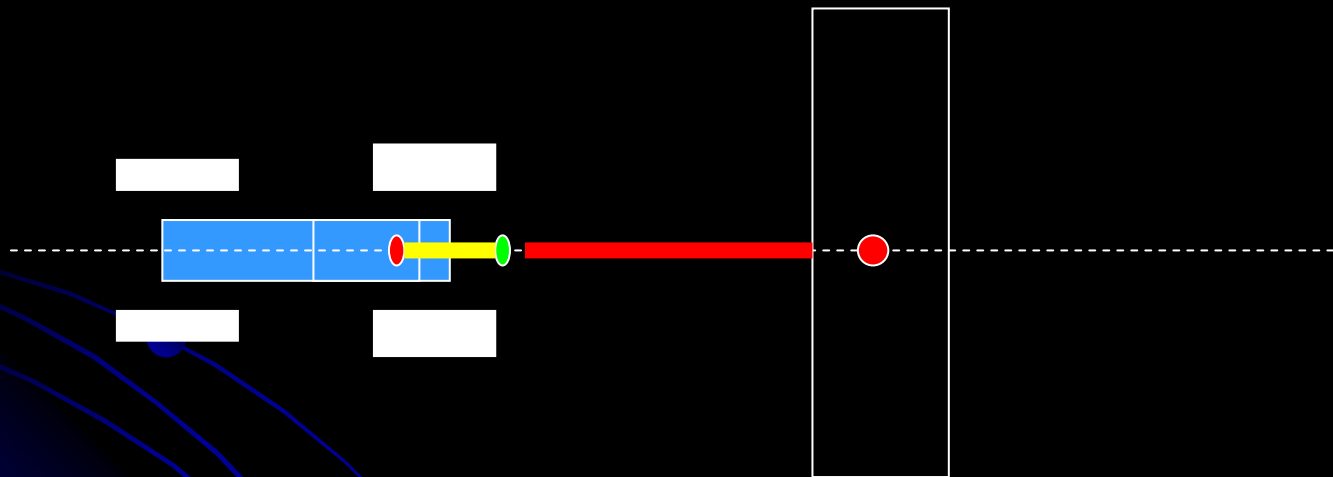
Enganche tractor apero

- Según el tipo de vínculo
 - Montados o integrales
 - Semimontados
 - Arrastre
- Según la posición de la línea de tracción
 - Centrado
 - Descentrado

Sistemas de enganche. Equipos de arrastre

- Lanza
 - Sembradoras
 - Cinceles
 - subsoladores
- Lanza articulada
 - Rastras de discos centradas (paquetes encontrados o desencontrados)
 - Cinceles
 - Subsoladores
 - sembradoras
- Barra de enganche
 - Arados de reja y vertedera
 - Arados de discos
 - Arados rastra
 - Rastras doble acción de tiro excéntrico

Enganche de equipos



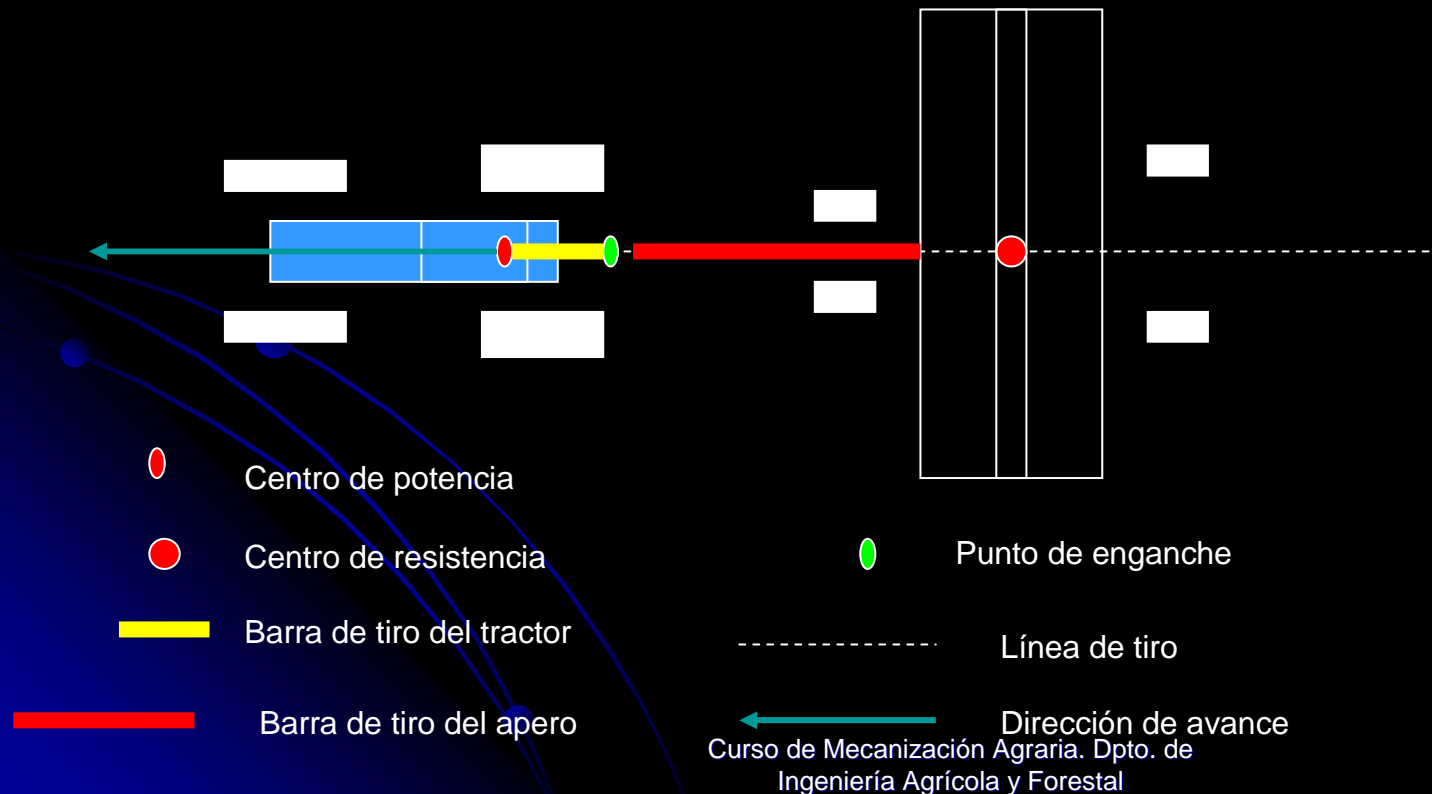


Curso de Mecanización Agraria. Dpto. de
Ingeniería Agrícola y Forestal

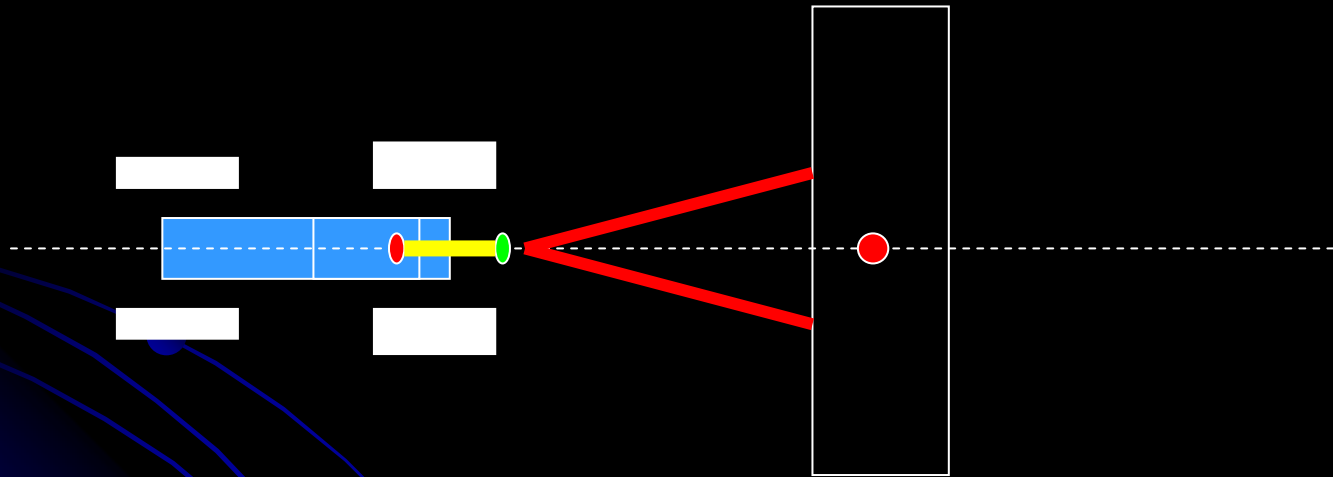
Enganche de equipos

Enganche centrado

El centro de potencia y el centro de resistencia determinan una recta (línea de tracción) y la misma es coincidente con la dirección de avance. Sobre ella debe ubicarse el punto de enganche



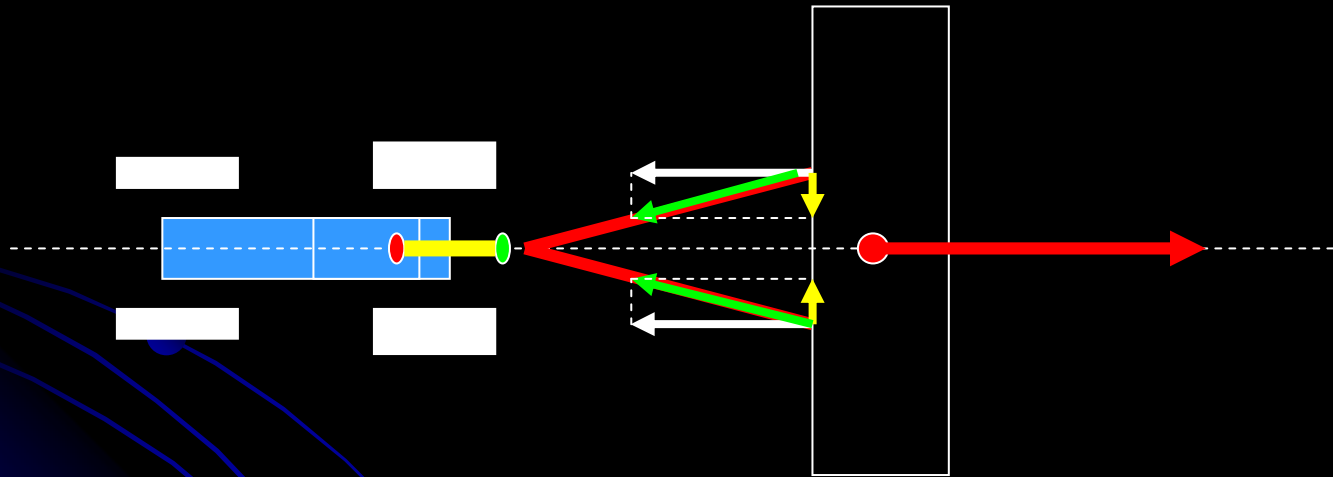
Enganche de equipos



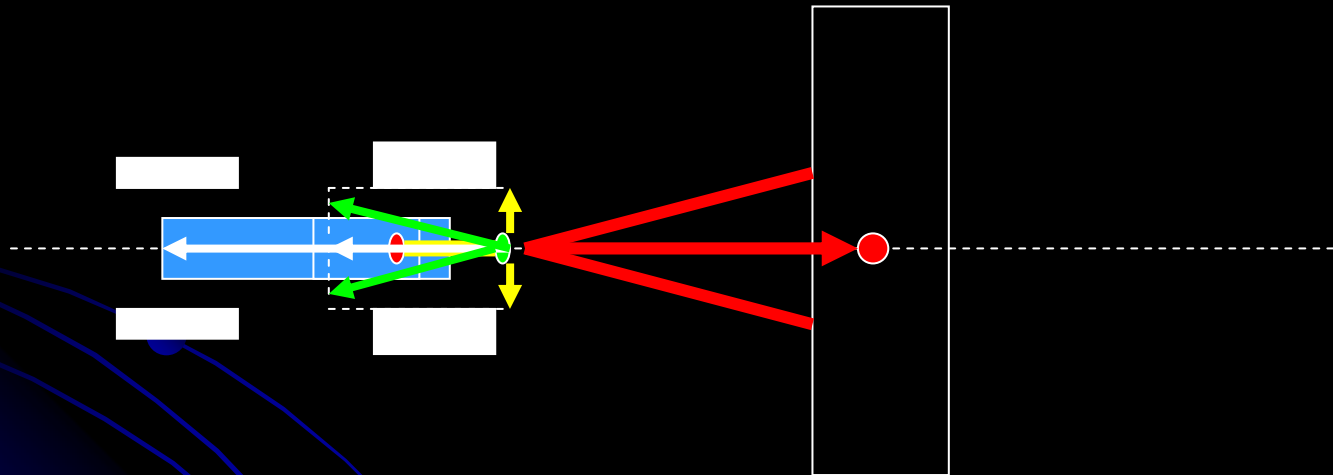


Curso de Mecanización Agraria. Dpto. de
Ingeniería Agrícola y Forestal

Enganche de equipos

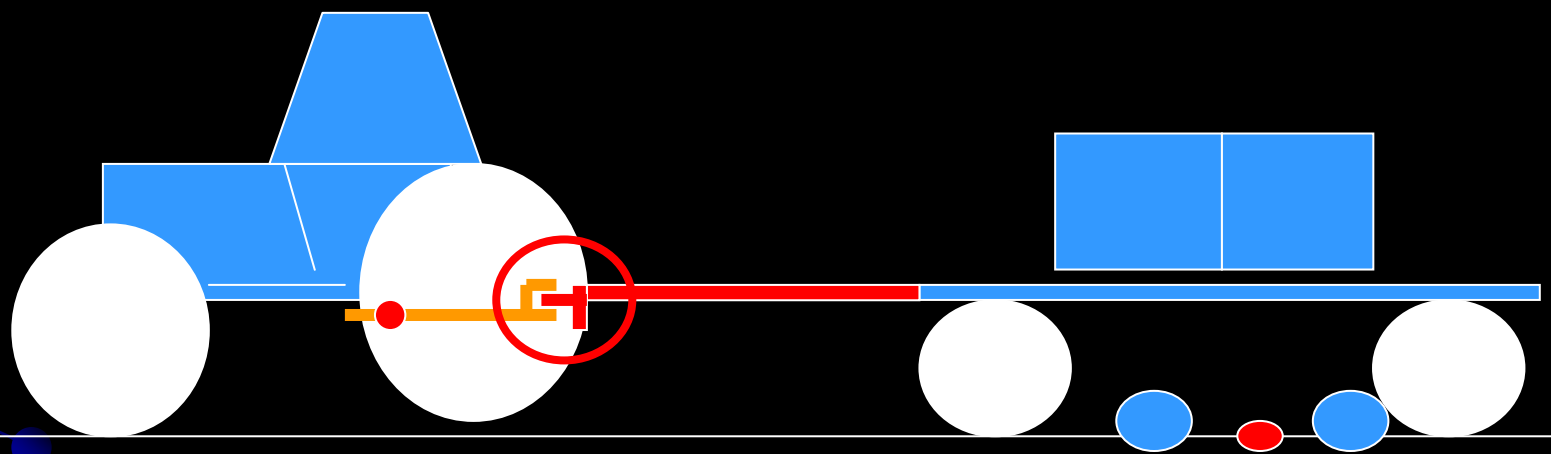


Enganche de equipos

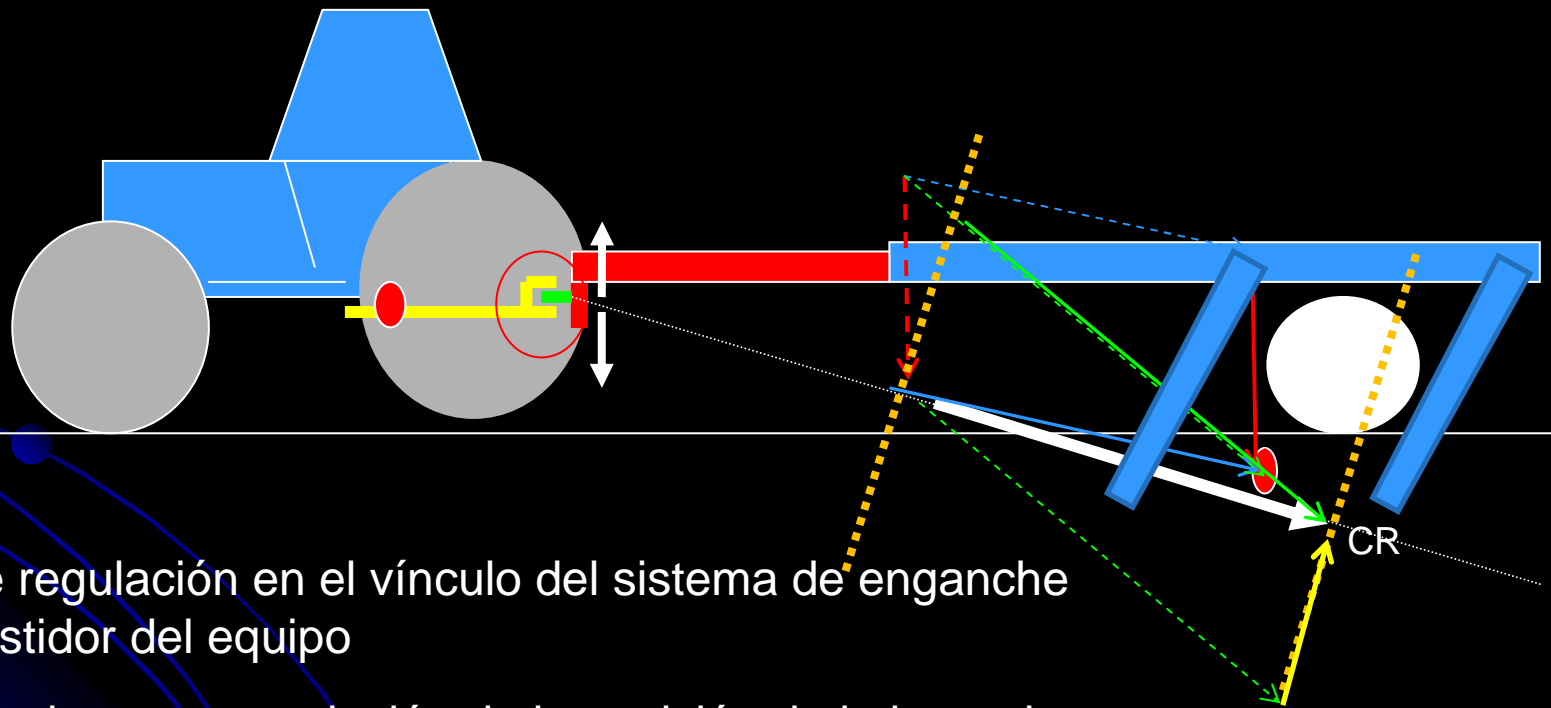




Curso de Mecanización Agraria. Dpto. de
Ingeniería Agrícola y Forestal



Enganche tipo lanza



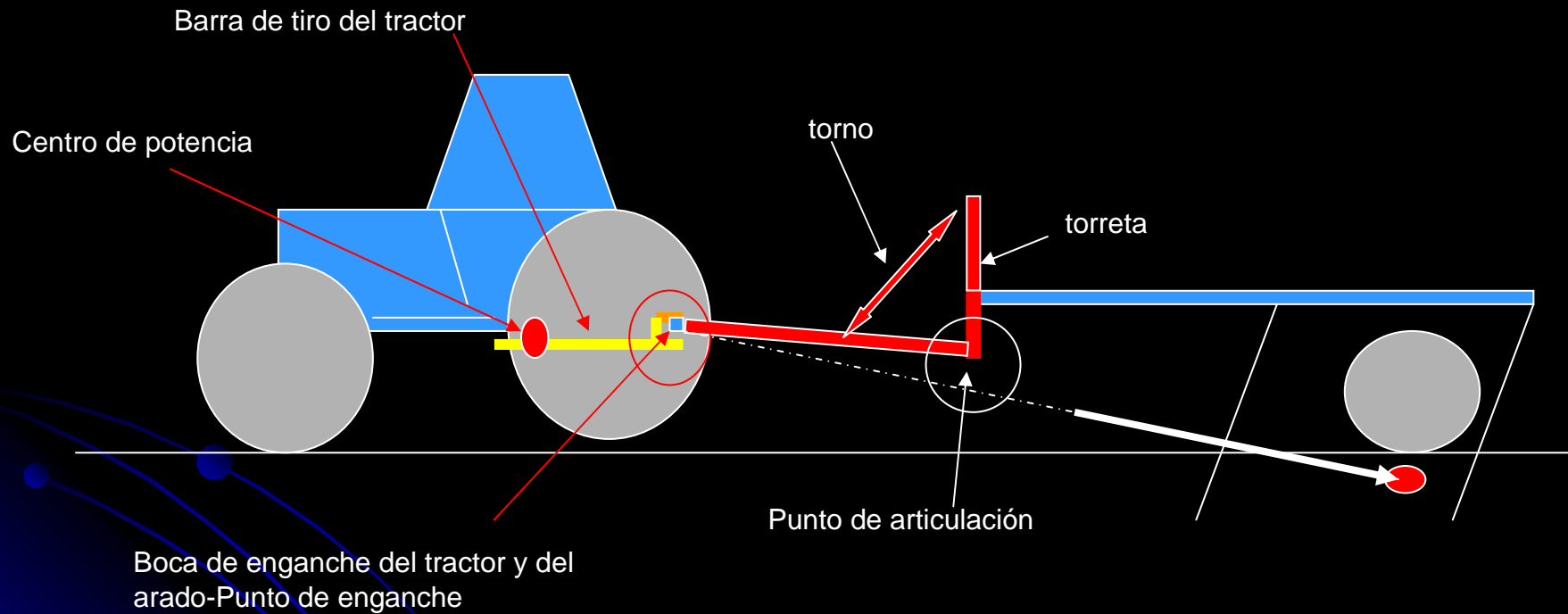
No existe regulación en el vínculo del sistema de enganche con el bastidor del equipo

Solamente hay una regulación de la posición de la boca de enganche (verde) en un clavijero vertical

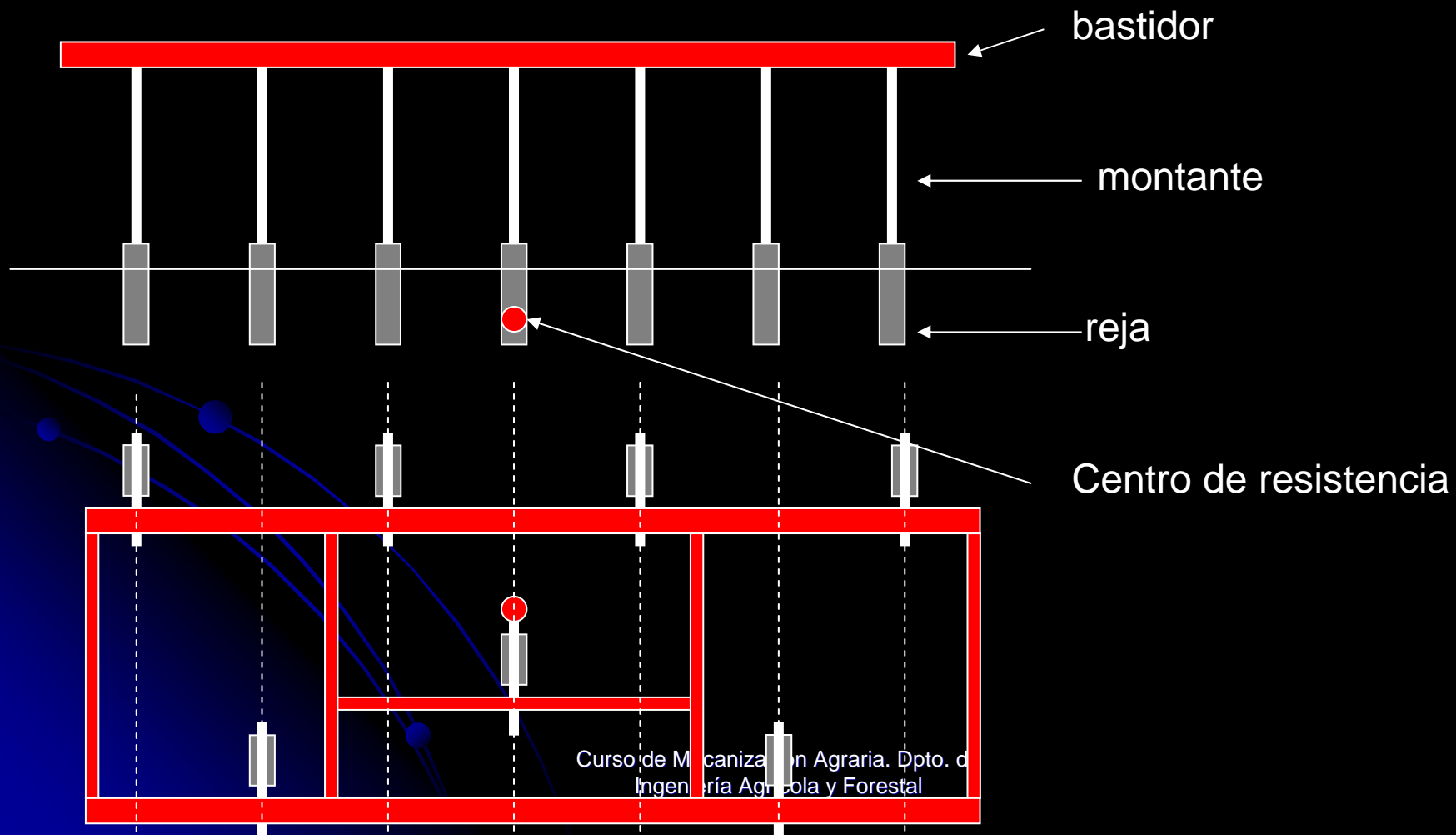


Curso de Mecanización Agraria. Dpto. de
Ingeniería Agrícola y Forestal

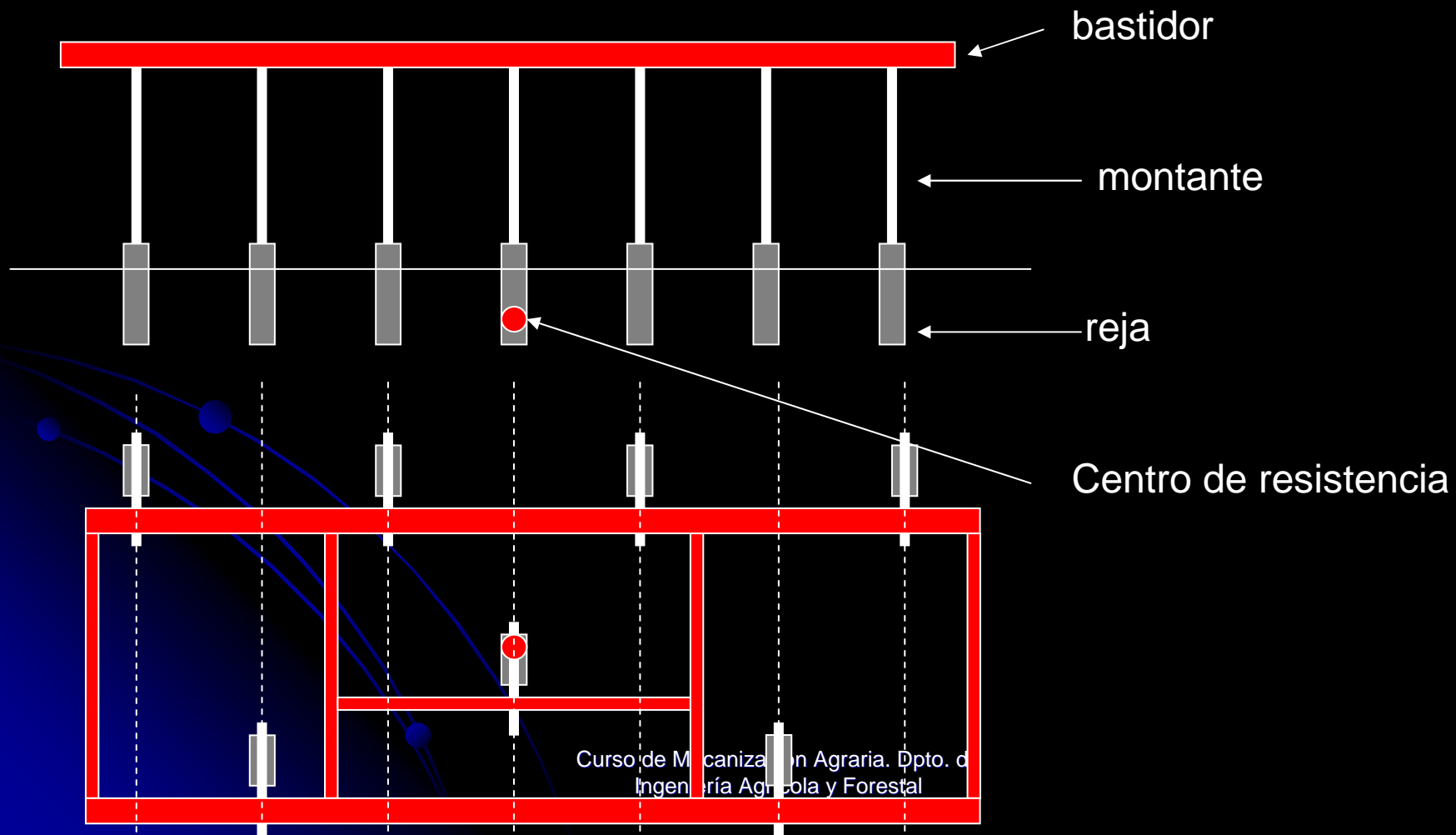
Enganche tipo lanza articulada



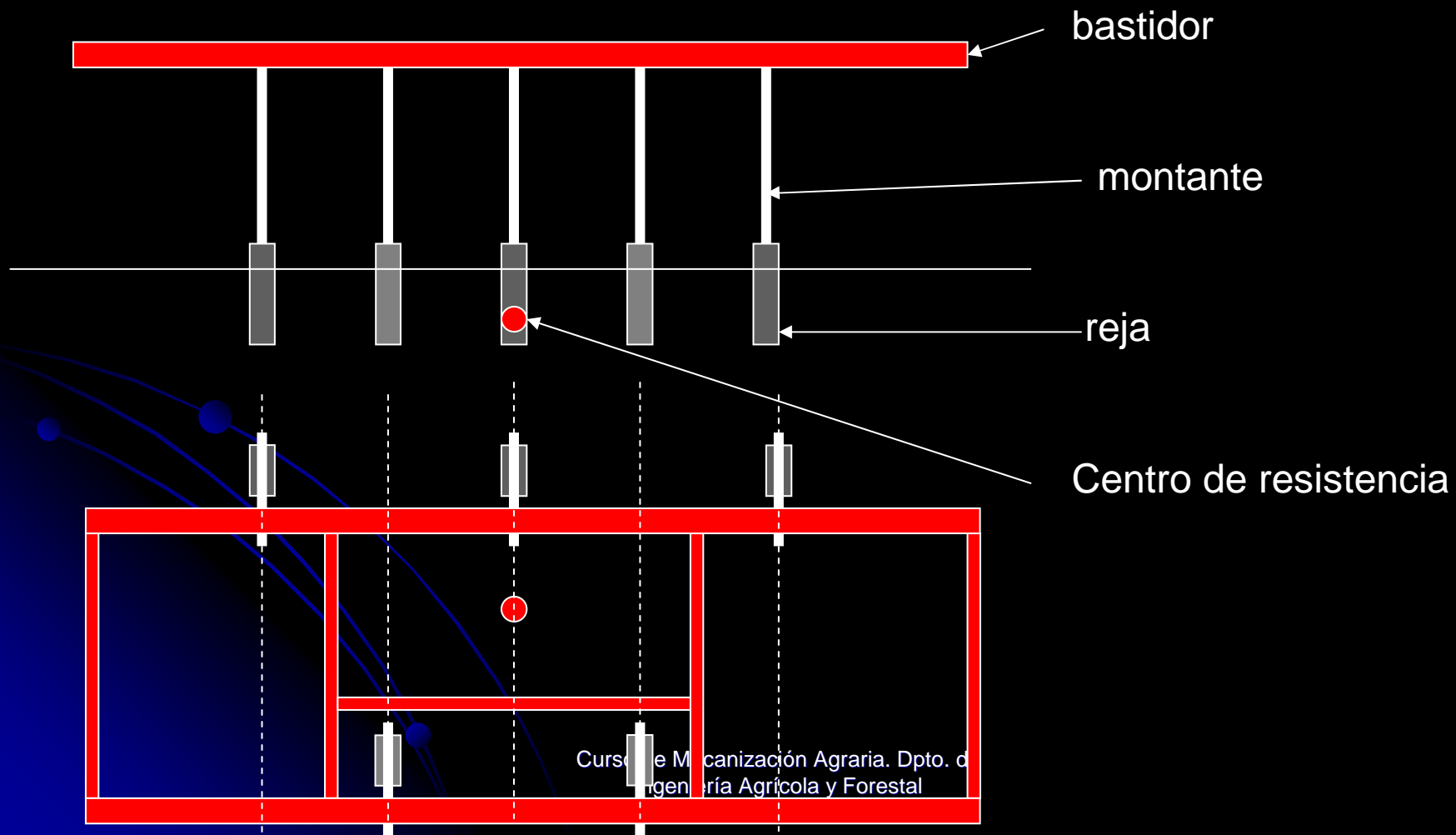
Aperos simétricos, con cuerpos simétricos

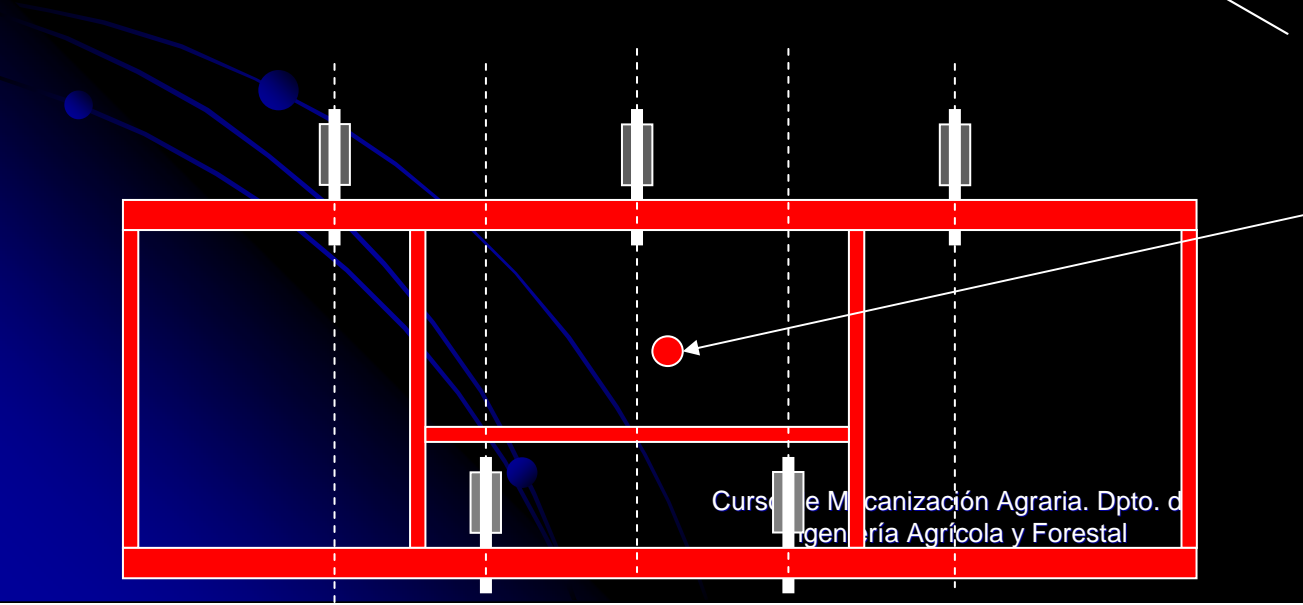
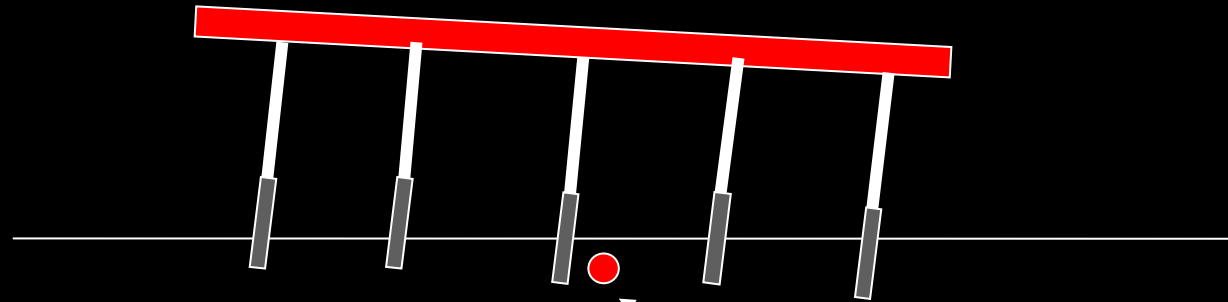


Aperos simétricos, con cuerpos simétricos



Aperos simétricos, con cuerpos simétricos





Centro de resistencia

Curso de Mecanización Agraria. Dpto. de Ingeniería Agrícola y Forestal

Hacer coincidir en lo posible en el plano horizontal el CR real con la ubicación teórica

- Que todos los cuerpos demanden el mismo esfuerzo
- Que todos trabajen a la misma profundidad
- Que todos trabajen el mismo ancho de labor
 - Que todos tengan el mismo ángulo de ataque
 - Que todas las partes del cuerpo se encuentren a la misma distancia
 - Que todos presenten el mismo ángulo de corte

Equipos montados

- Enganche tripuntal
 - Pernos de enganche inferiores:
 - Dos (derecho e izquierdo) para la vinculación por medio de rótulas a los brazos inferiores del tractor
 - Torreta
 - para ubicación del tercer punto (con distintas posiciones en el plano vertical)
 - Eje acodado, cigüeña, cigüeñal o spin
 - Tomado por grampas, tornillos y tuercas al bastidor, permite el desplazamiento lateral para la regulación del ancho de corte del equipo.
 - Por movimiento de rotación, sirve para desplazar en el plano horizontal y vertical al equipo en su conjunto



En los equipos simétricos no es necesario contar con un eje acodado, encontrándose los puntos de enganche inferiores en una misma posición tanto en el plano horizontal como vertical



Curso de Mecanización Agraria. Dpto. de
Ingeniería Agrícola y Forestal



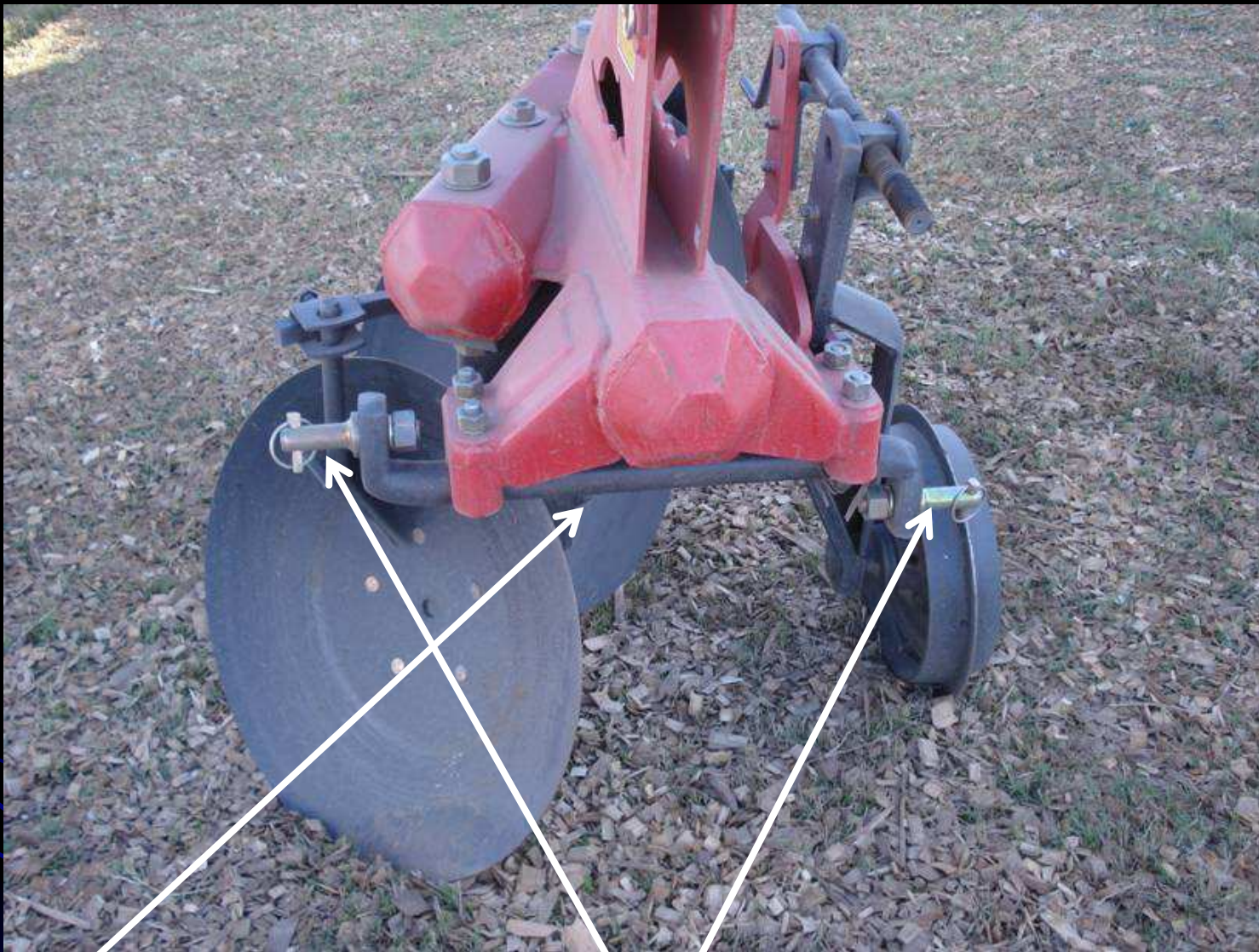
Todos los escarificadores montados presentan este mismo sistema de enganche

Arado montado



Los equipos asimétricos, presentan siempre el eje acodado o spin como sistema de control de la posición del equipo durante el trabajo

Curso de Mecanización Agraria. Dpto. de
Ingeniería Agrícola y Forestal



Eje acodado o spin, con los puntos de acoplamiento descentrados con respecto al eje y ubicados a 180° uno con respecto al otro

Eje acodado - spin

Brazos inferiores del
enganche de 3 puntos

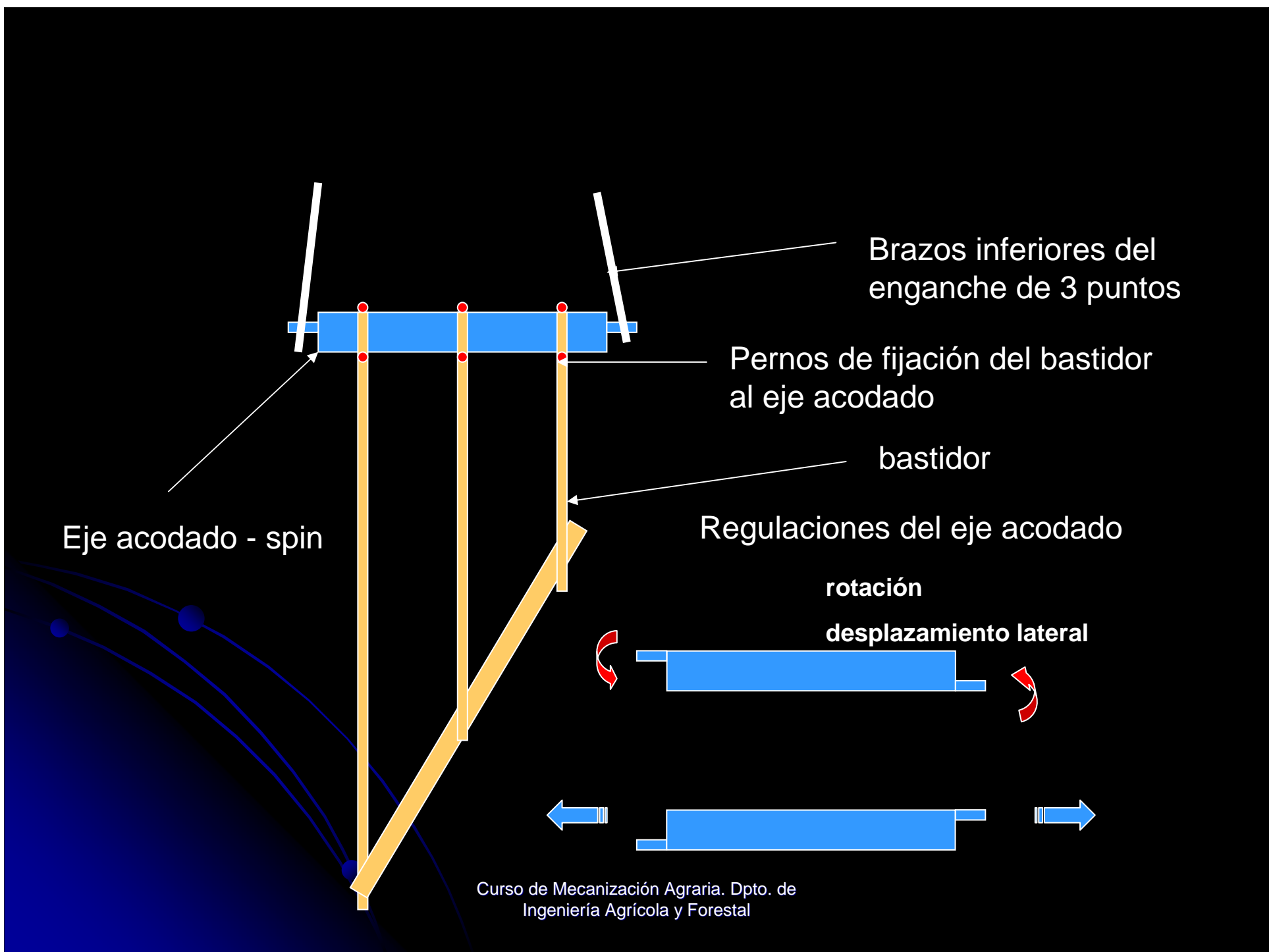
Pernos de fijación del bastidor
al eje acodado

bastidor

Regulaciones del eje acodado

rotación

desplazamiento lateral





Aflojar las grampas

Desplazar el eje acodado en forma contraria al desplazamiento que se quiere lograr en el equipo

bastidor

Eje acodado - spin

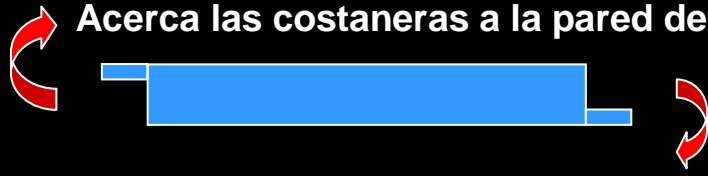
Disminuye el ancho de corte



Aumenta el ancho de corte

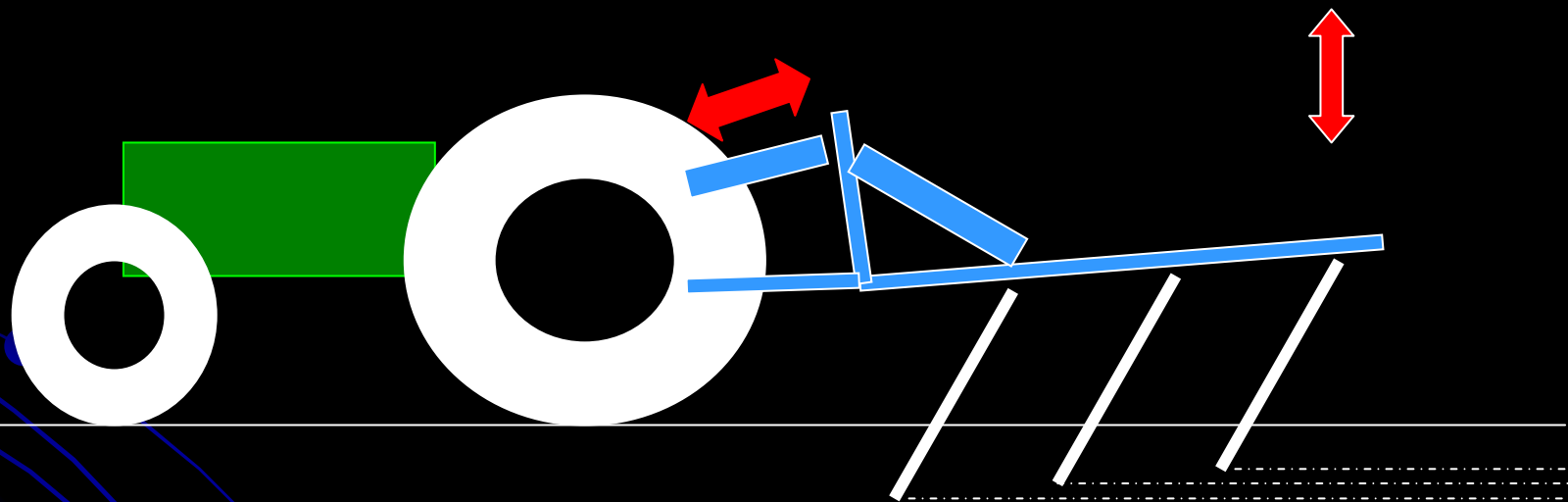


Acerca las costaneras a la pared del surco



Aleja las costaneras de la pared del surco

Acortar o alargar el tercer punto del tractor modifica la nivelación del equipo en sentido longitudinal, paralelo a la dirección de avance



Elementos de los sistemas de enganche de equipos de arrastre con barra de enganche

- Barra de enganche
 - Barra de tiro o enganche del apero
 - Es el elemento que soporta principalmente el esfuerzo de tracción del apero. En su extremo se encuentra la boca de enganche para el vínculo con la barra de tiro del tractor
 - Barra transversal
 - Presenta algún tipo de sistema para la ubicación y desplazamiento de la barra de tiro (por medio de grampas o un torno - continuo – o perforaciones – discontinuo). En conjunto con la barra diagonal permite la correcta ubicación del sistema de enganche en el plano horizontal (vista en planta)
 - Barra diagonal
 - Es la encargada de fijar el sistema de enganche para permitir el giro y lograr distintas posiciones - intermedias - de la barra de enganche
 - Clavijero vertical de regulación
 - Sobre el mismo se ubica habitualmente la barra transversal y su regulación permite la correcta ubicación de la boca de enganche y la barra de tiro en el plano vertical (vista lateral)

Regulación vertical
del enganche

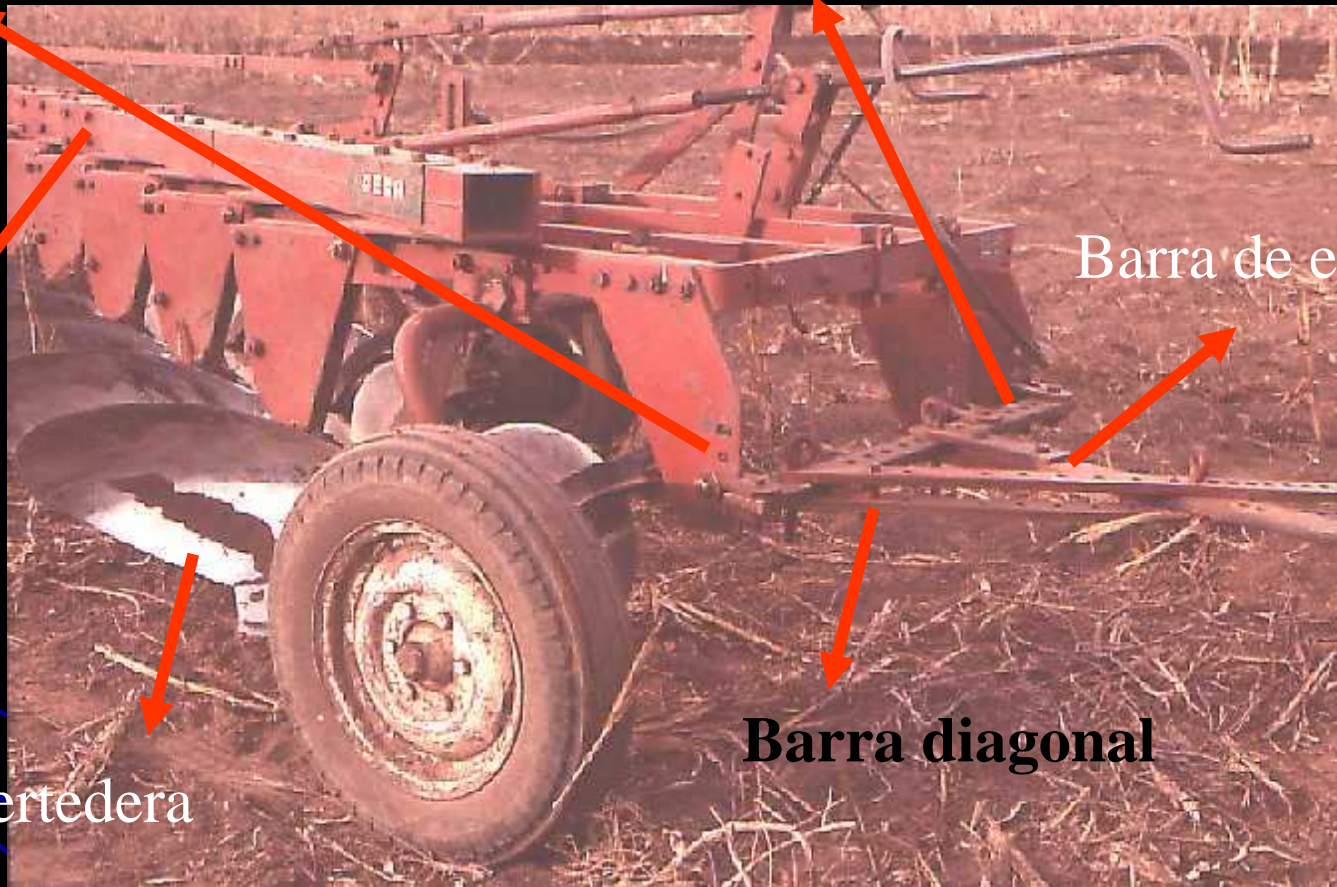
Barra transversal

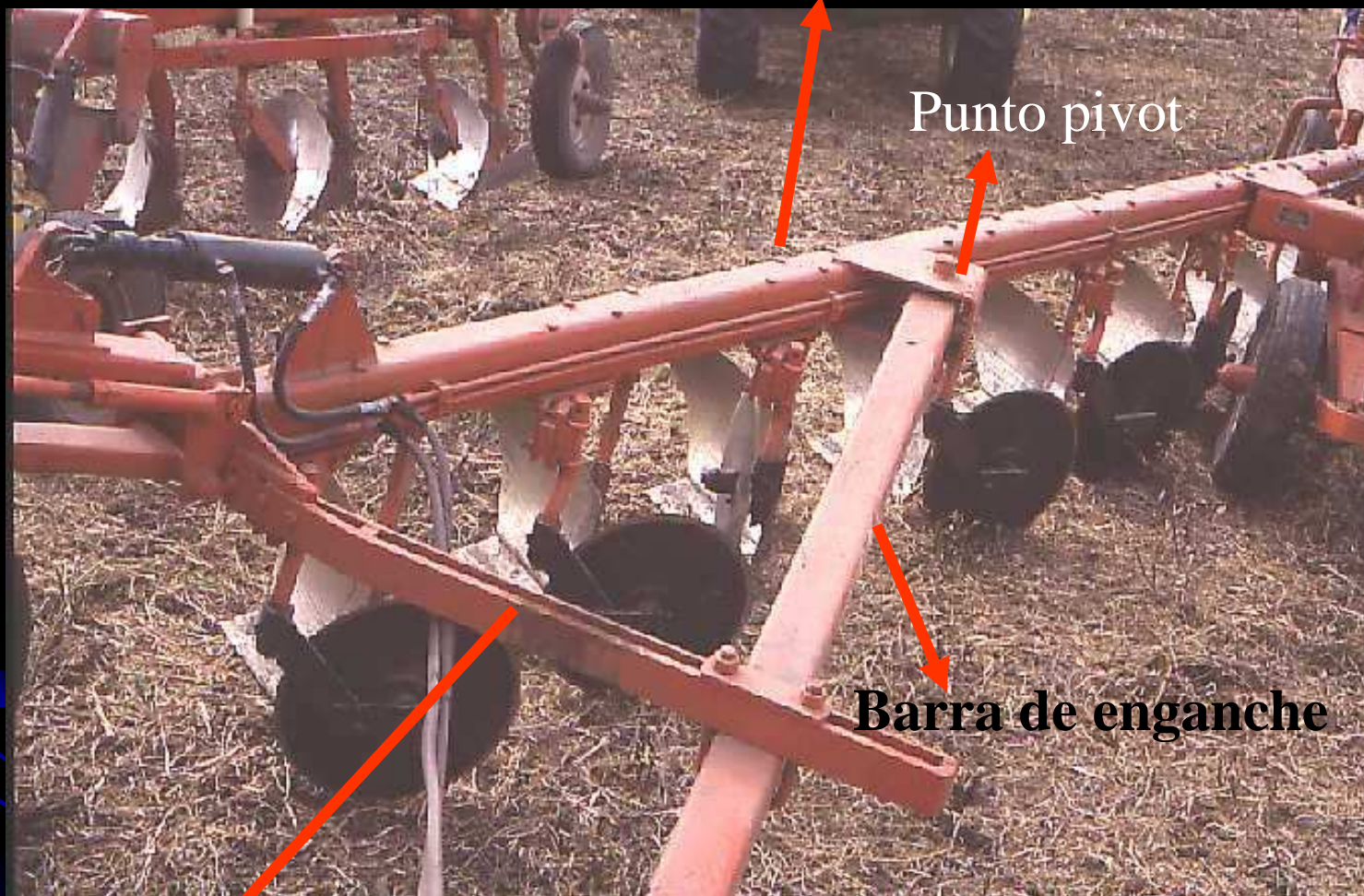
Barra de enganche

bastidor

Barra diagonal

vertedera





bastidor

Punto pivot

Barra de enganche

Barra transversal de
regulación continua

Curso de Mecanización Agraria. Dpto. de
Ingeniería Agrícola y Forestal

Barra transversal de regulación

Barra de enganche

Rueda de surco

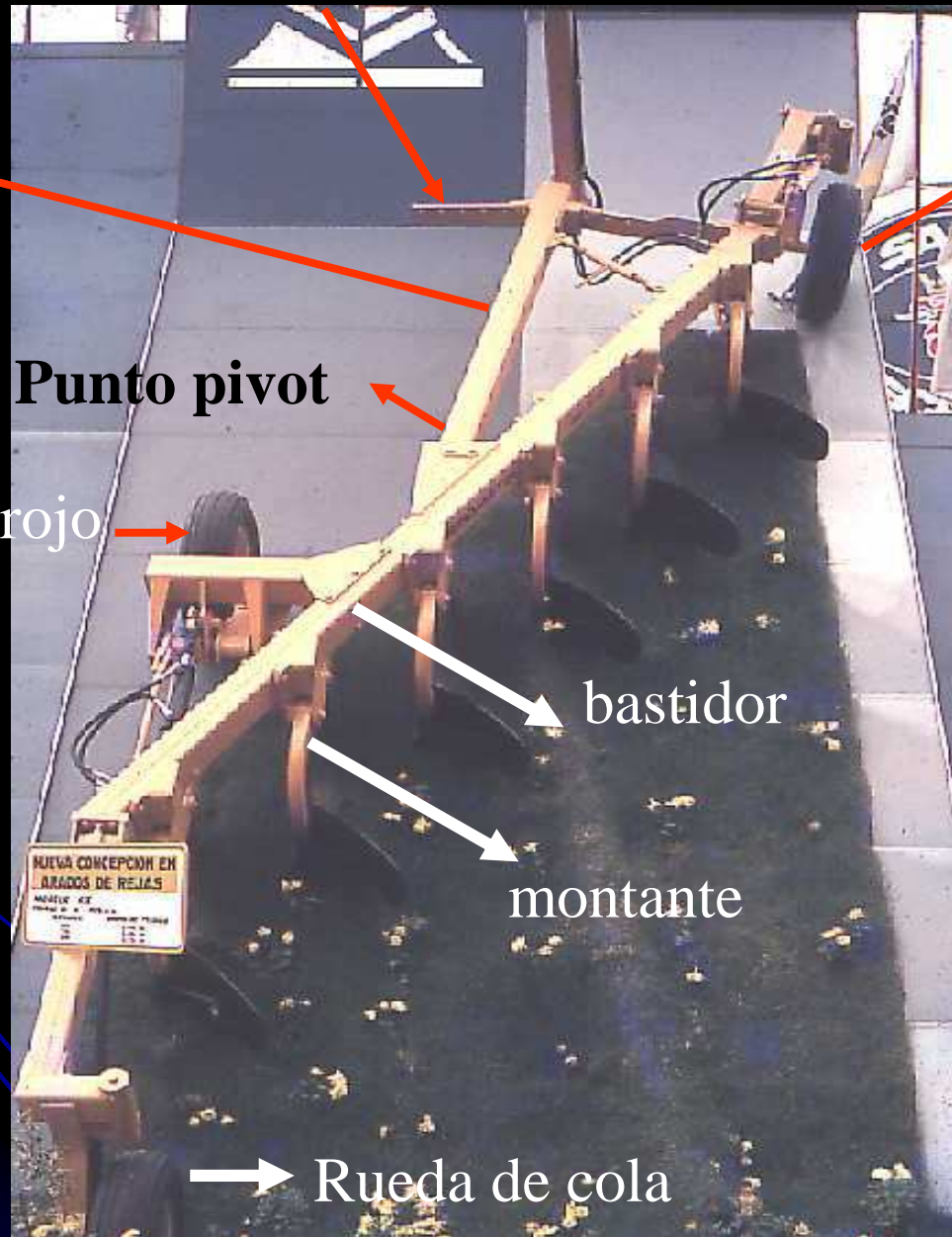
Punto pivot

Rueda de rastrojo

bastidor

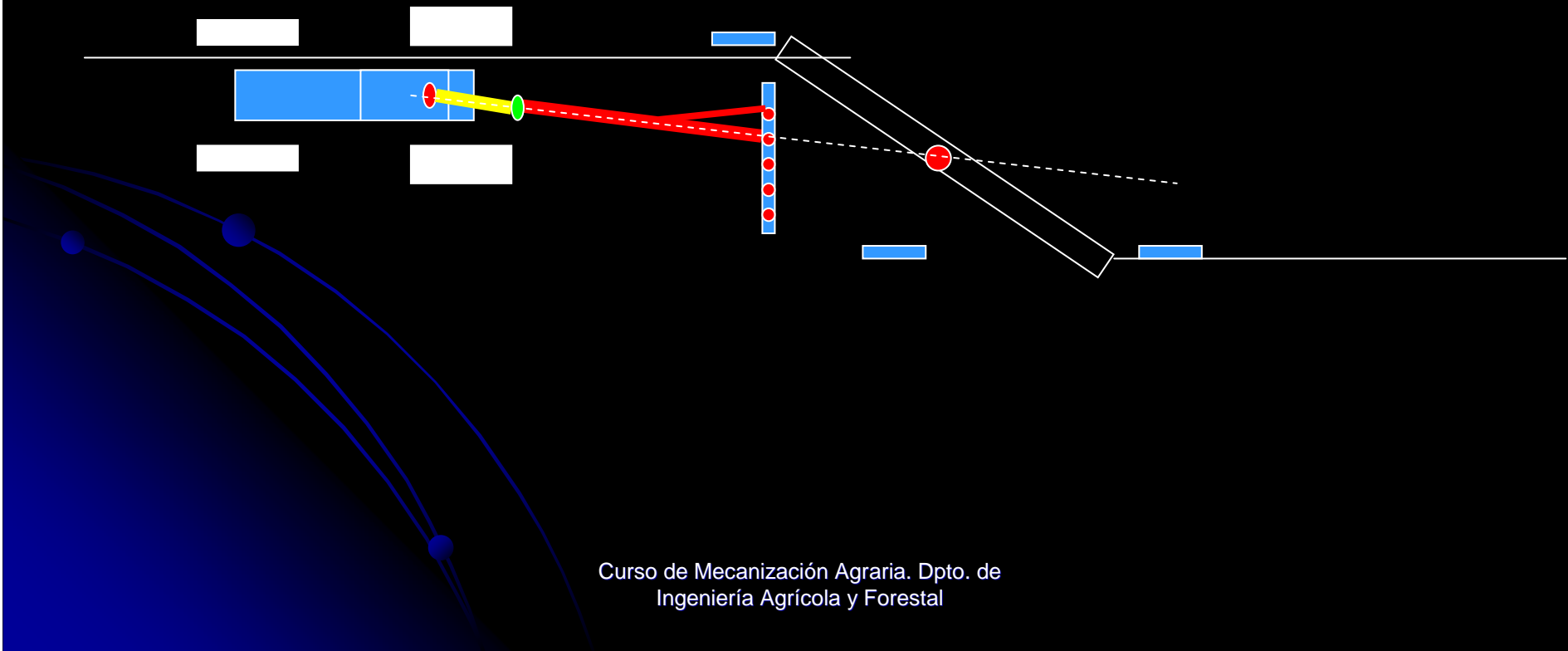
montante

Rueda de cola



Enganche de equipos

Tiro descentrado

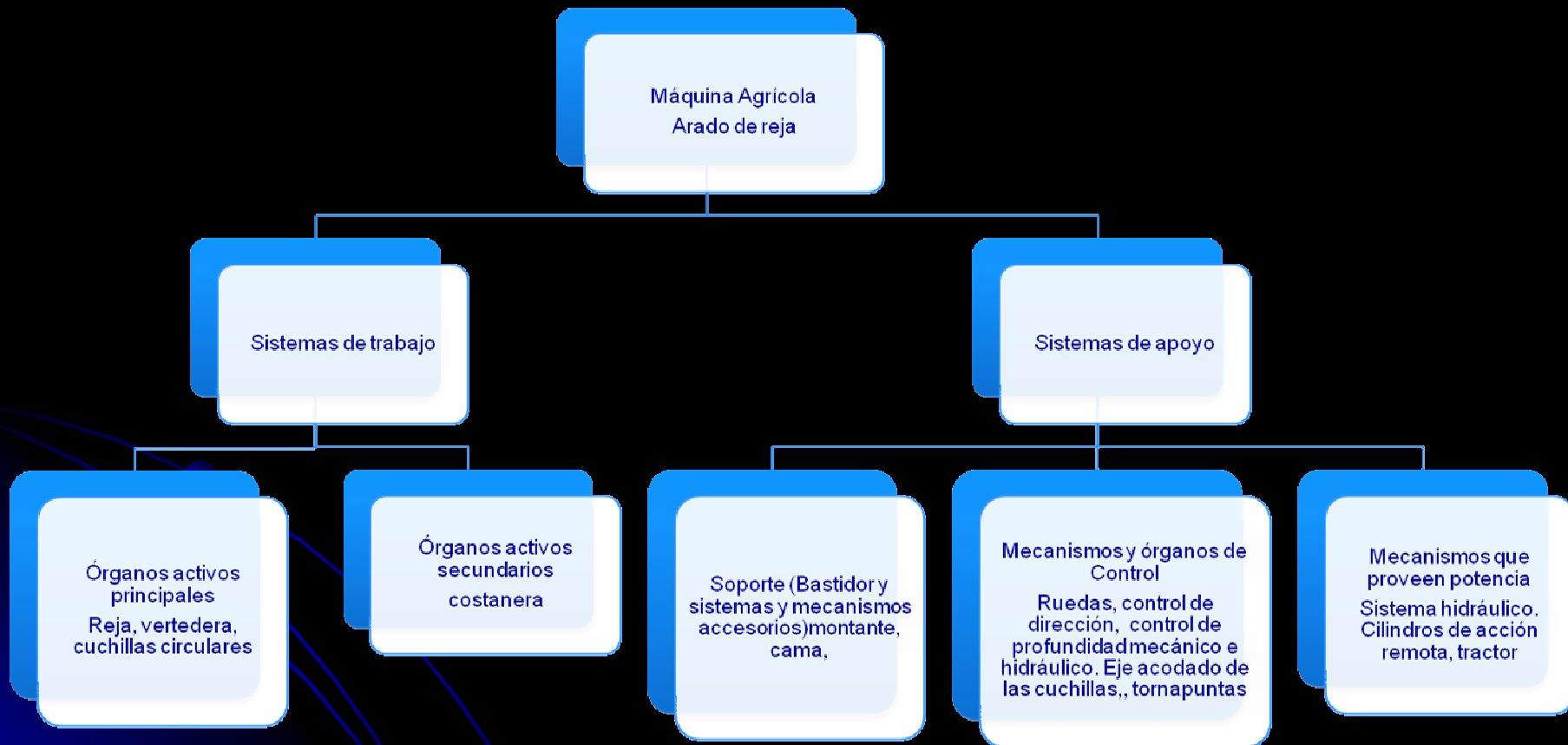


Curso de Mecanización Agraria. Dpto. de
Ingeniería Agrícola y Forestal

Objetivos de la labranza con arado de reja y vertedera

- Disminuir la densidad aparente
- incrementar el espacio poroso
- acumular agua
- combatir plagas y malezas
- favorecer el desarrollo de microflora y microfauna del suelo
- nivelar el terreno
- aumentar la temperatura del suelo

Identificación de sistemas en el arado de reja y vertedera de arrastre



Sistema de trabajo

- En el cuerpo de arado :
- Órganos activos:
 - Reja (principal):
 - Corte horizontal y elevación del pan de tierra
 - Parte del corte vertical
 - vertedera (principal):
 - elevación y volteo del pan de tierra
 - Parte del corte vertical del pan de tierra
 - costanera (secundario):
 - Compensación de esfuerzos laterales
- Cuchilla circular
 - Corte de residuos vegetales
 - Corte vertical (parcial) del pan de tierra

Sistemas de Apoyo

Sistema de control

- De la cuchilla
- Profundidad
 - Eje acodado o rígido:
 - Subir o bajar
 - giro de carracas
 - Regulación de tensión de resortes
- Ubicación anteroposterior
 - Desplazamiento del eje
 - Giro de la carraca
- Ubicación lateral
 - Desplazamiento del eje
 - Giro del eje
- Dirección
 - Topes laterales

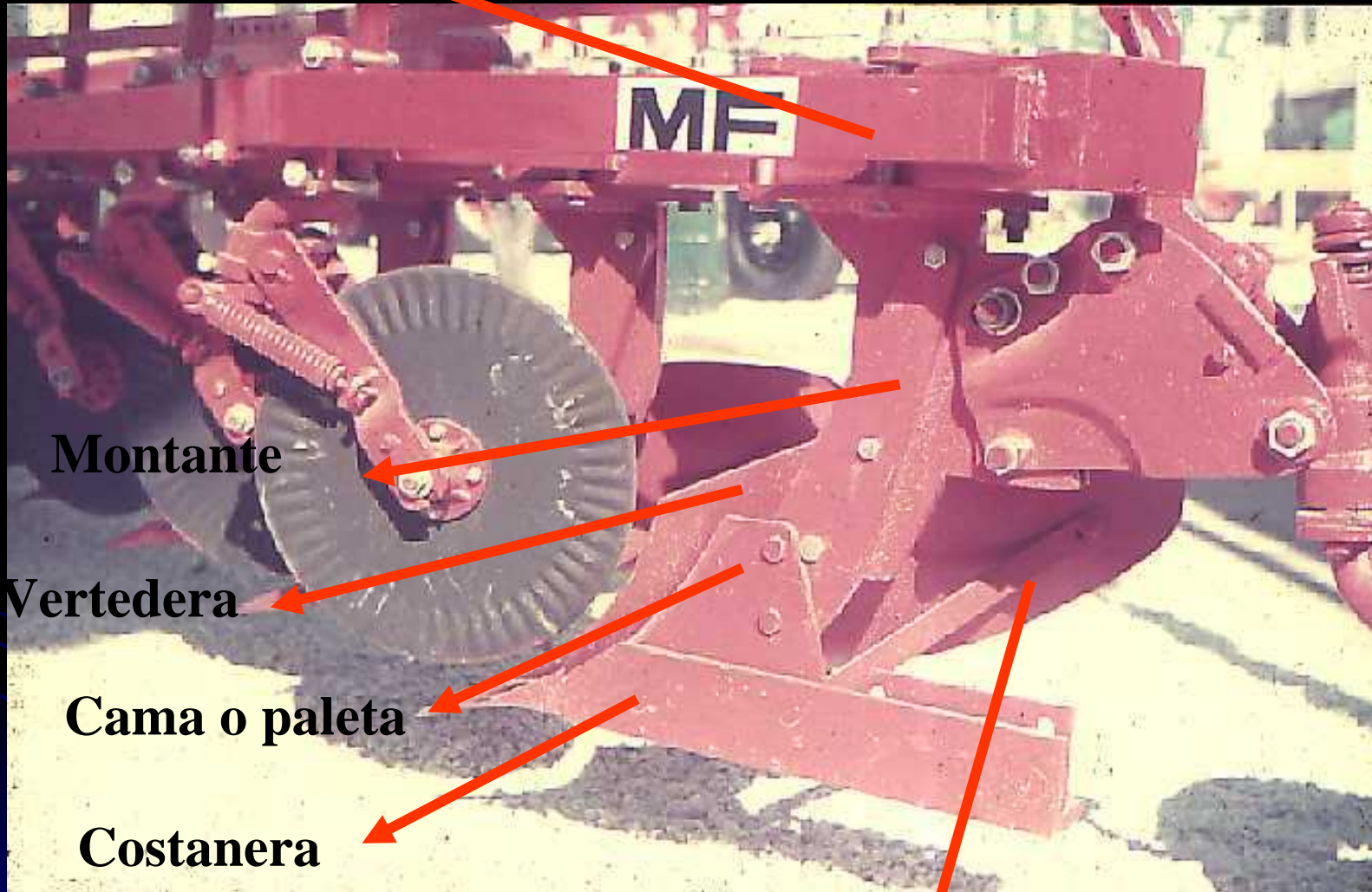
Sistema de soporte

- Bastidor: soporte del conjunto de órganos
- Montante: vinculación del cuerpo al bastidor
- Sistema de enganche:
 - Torreta para el 3º punto
 - Pernos del spin para los brazos inferiores
- **Sistema de control del conjunto tractor - implemento**
 - Profundidad
 - Por medio del sistema hidráulico del tractor
 - Nivelación del equipo
 - transversal con el brazo derecho
 - Longitudinal con el 3º punto
 - **Sistema de Energía o Potencia**
 - Proveniente del tractor

Sistema de control

- Del cuerpo de arado o arado en su conjunto
 - Posición
 - Desplazamiento lateral del spin (ancho de corte)
 - Movimiento de rotación del spin Separación de costaneras del surco
 - Profundidad
 - Con ruedas en el equipo:
 - rueda de control sobre el rastrojo
 - Rueda de control sobre el fondo del surco (surco y cola)
 - Del esfuerzo de tracción:
 - Pernos fusibles en el vínculo del montante y el bastidor
 - Del vuelco:
 - tornapunta

Bastidor



Montante

Vertedera

Cama o paleta

Costanera

tornapunta

Curso de Mecanización Agraria. Dpto. de
Ingeniería Agrícola y Forestal

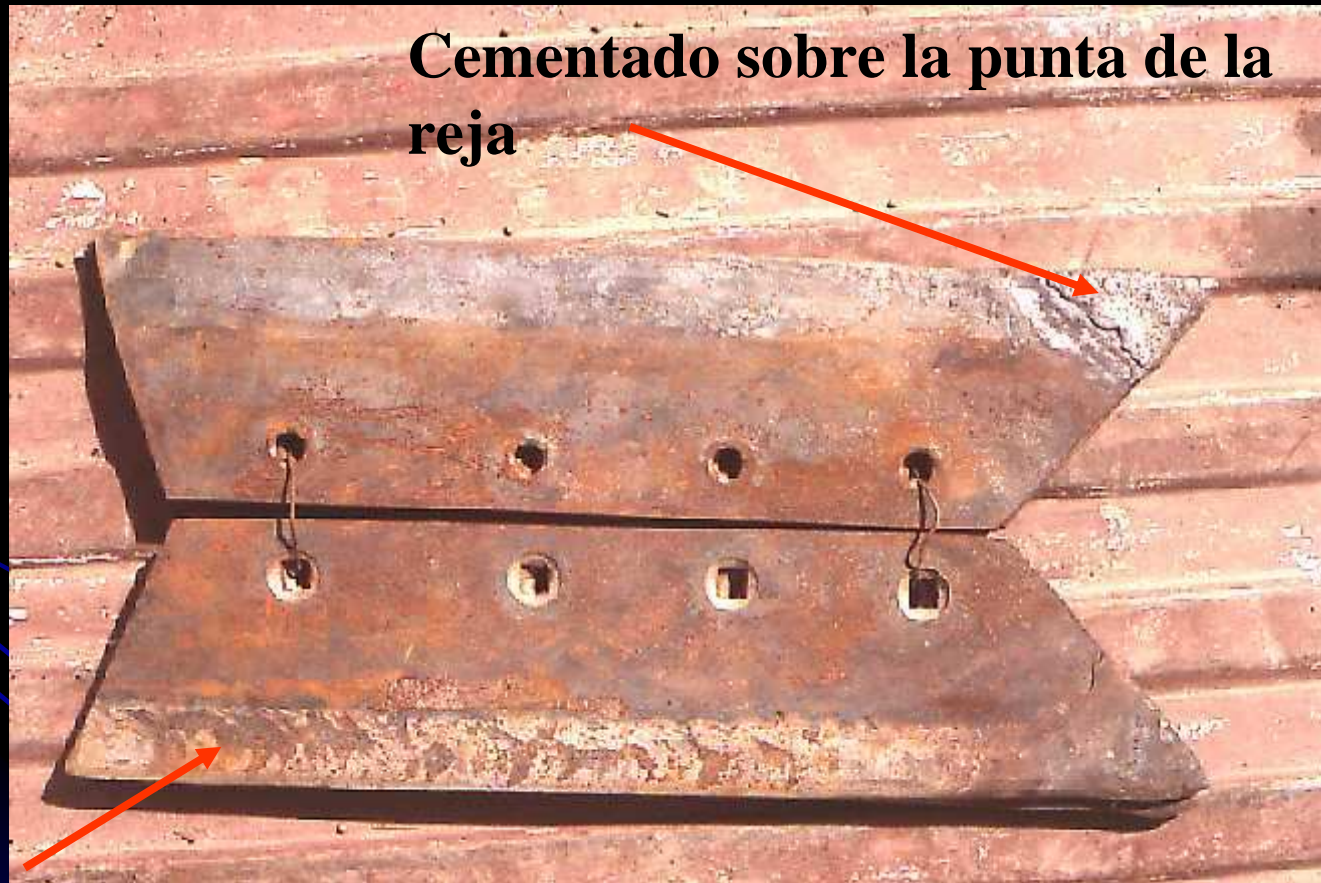
Vista superior del cuerpo

vertedera

Reja gastada



Filo de la reja

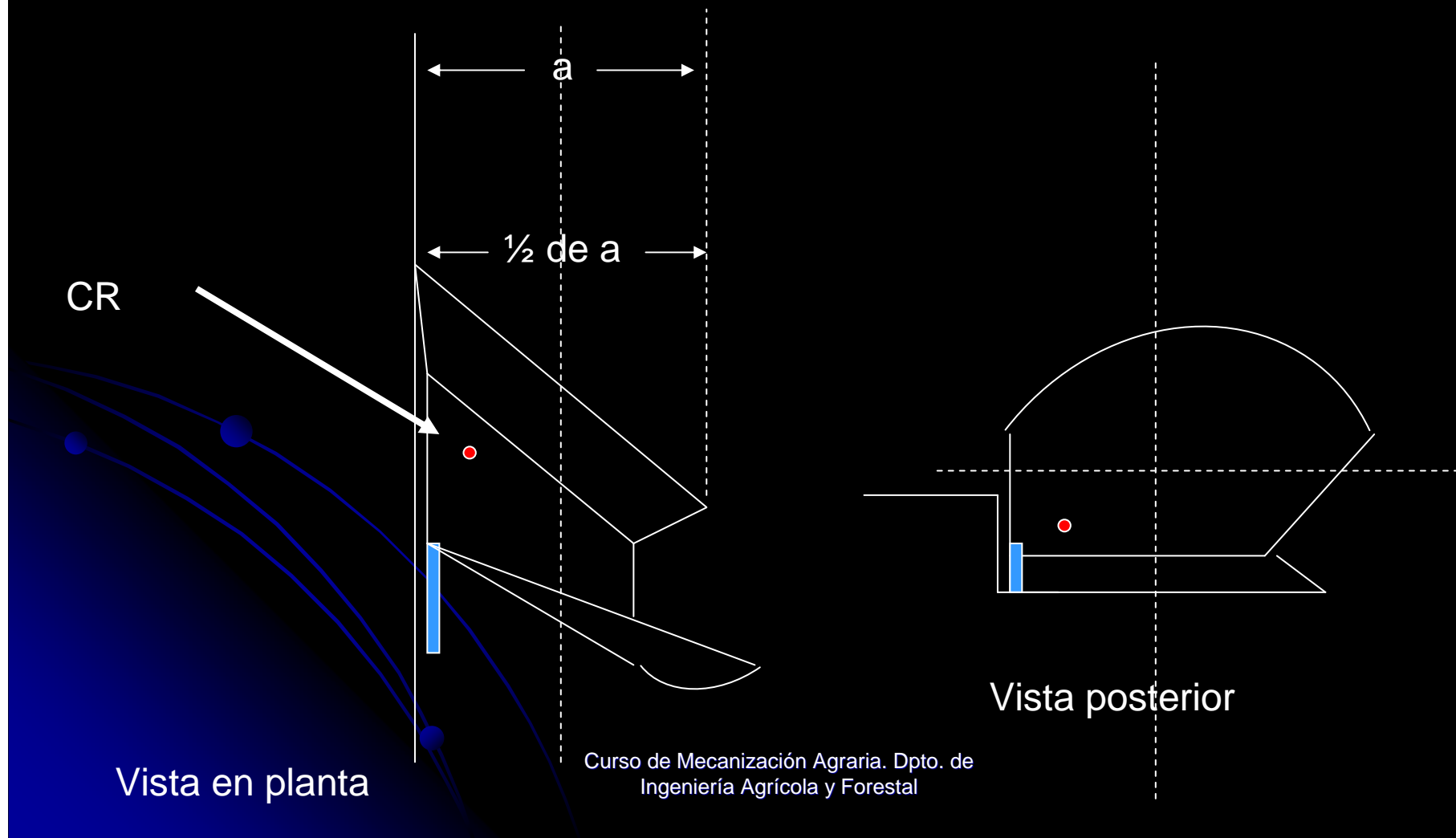


Cementado sobre la punta de la reja

Cementado sobre el filo de la reja

Curso de Mecanización Agraria. Dpto. de
Ingeniería Agrícola y Forestal

Ubicación del centro de resistencia en cuerpos de arado de reja y vertedera

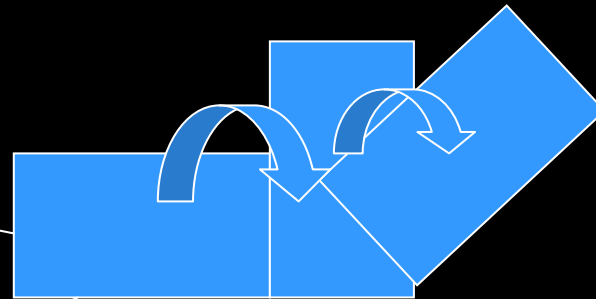


Consideraciones básicas

- Es necesario cortar, elevar e invertir un pan de tierra o gleba
- El corte horizontal lo realiza la reja
- el corte vertical lo realiza la cuchilla circular, la reja y en parte la vertedera
- la reja inicia la elevación
- la vertedera completa la elevación y el volteo del pan de tierra

Teoría de la aradura

Reja y el pecho
de la vertedera

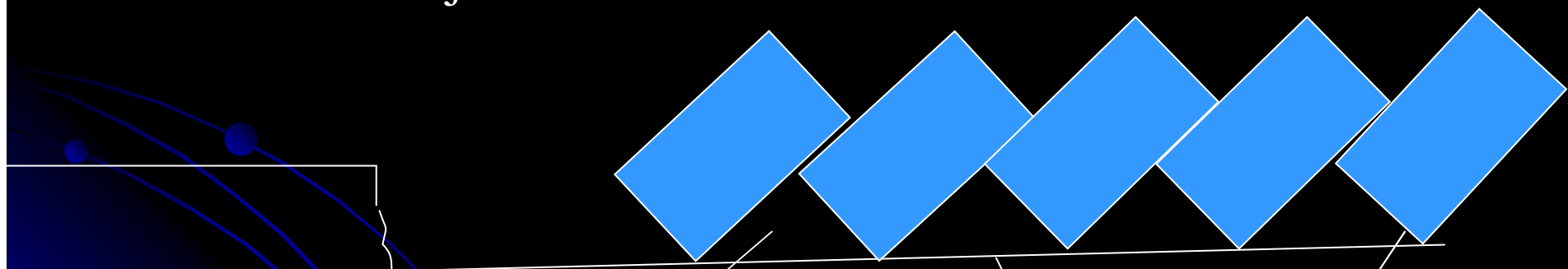


Giro de 135°

Relación óptima

$$a = 1,4142 p$$

Reja



Triángulo teórico de
acumulación de aire y agua

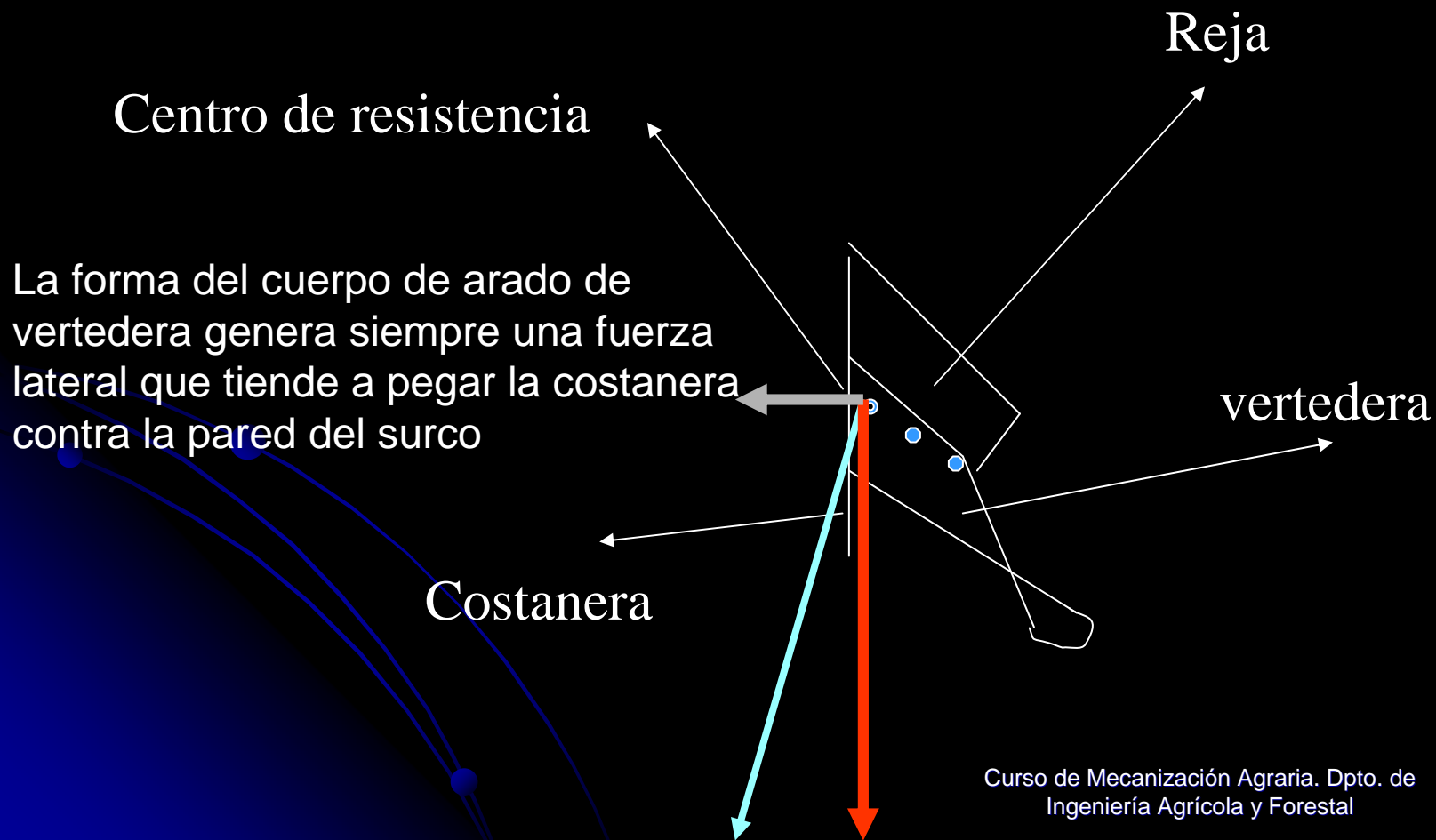
ancho

Profundidad

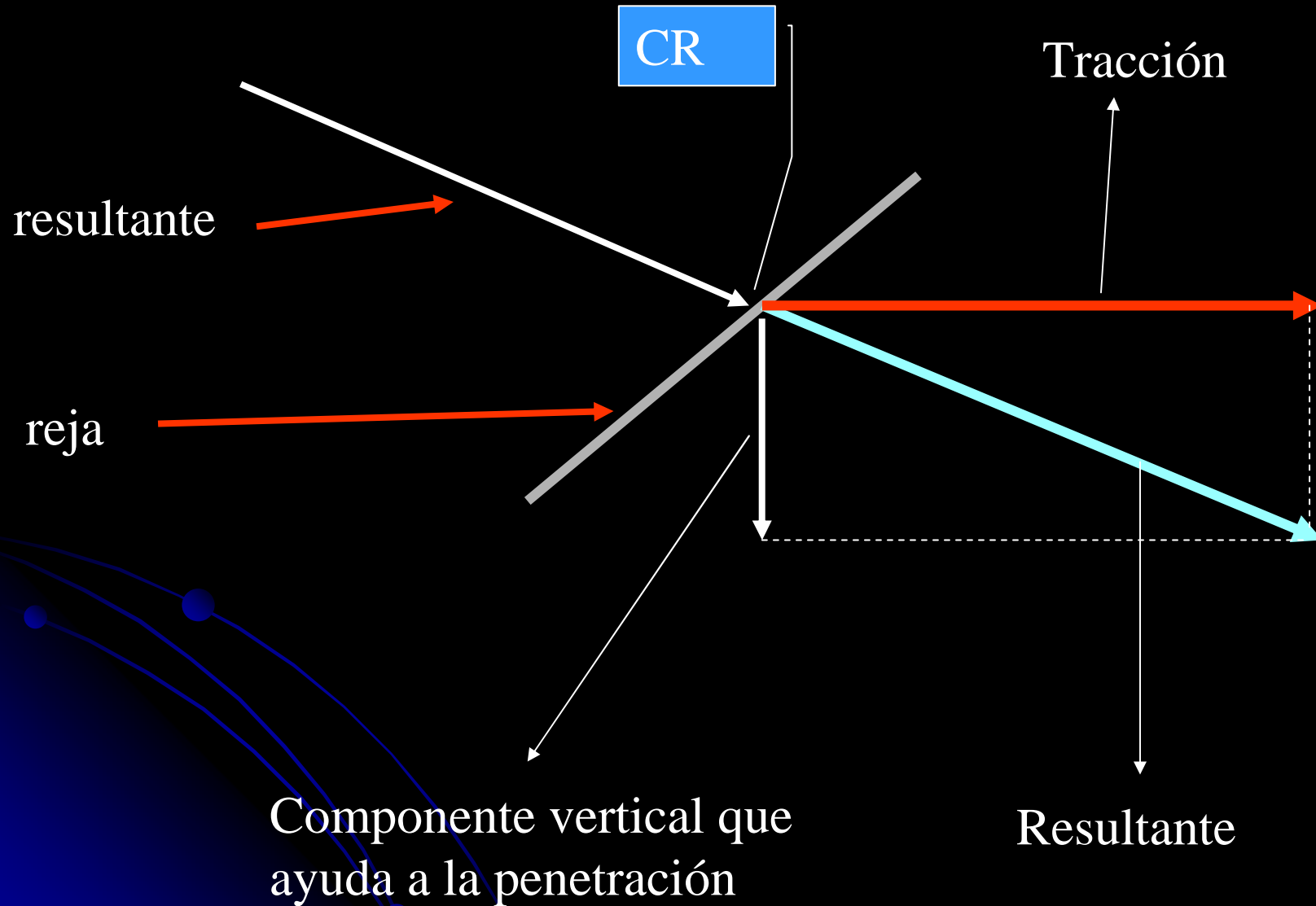


Curso de Mecanización Agraria. Dpto. de
Ingeniería Agrícola y Forestal

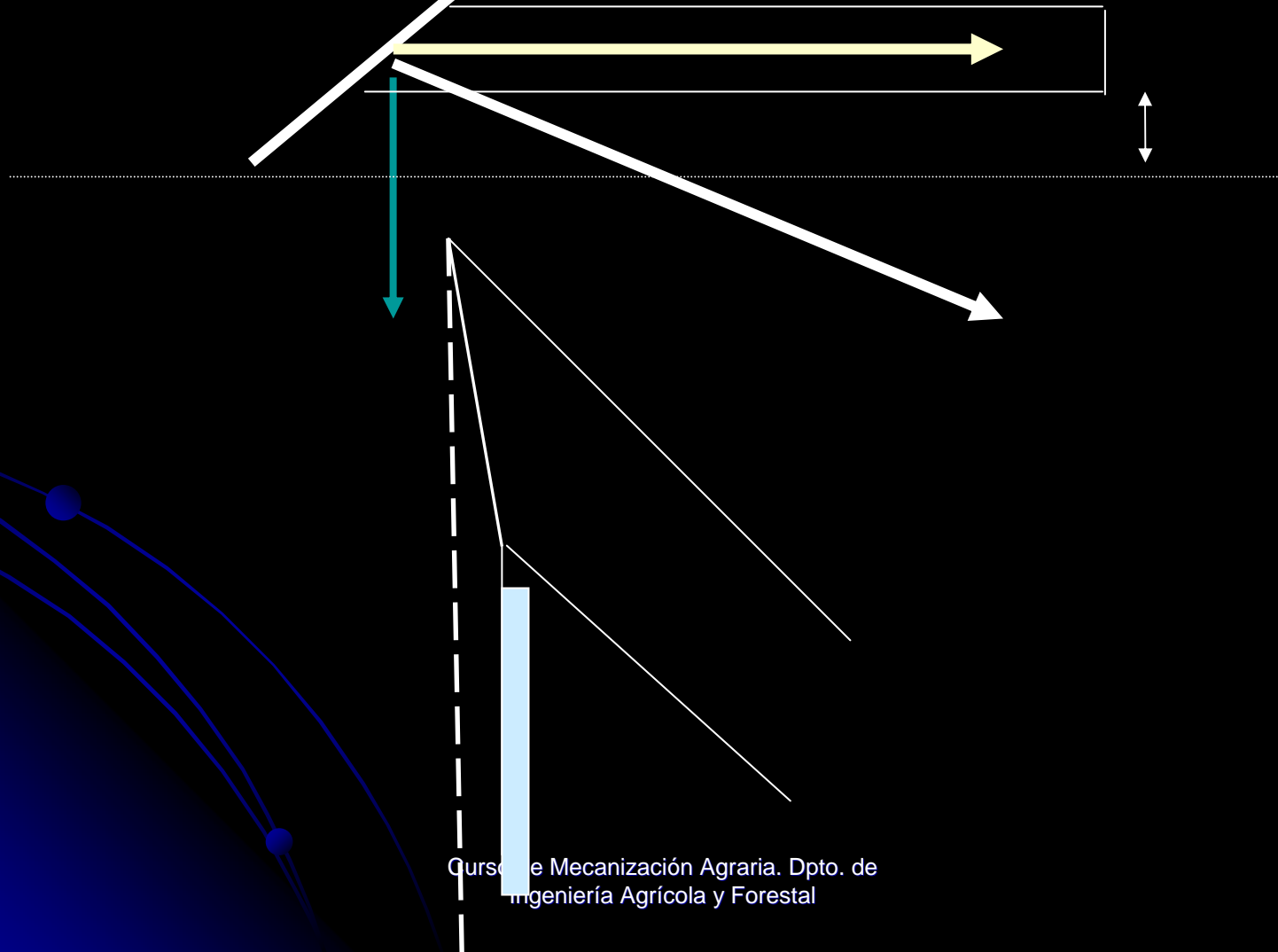
Fuerzas actuantes sobre el cuerpo de arado en el plano horizontal



Fuerzas en el plano vertical



Posicionamiento adecuado



Defectos de regulación

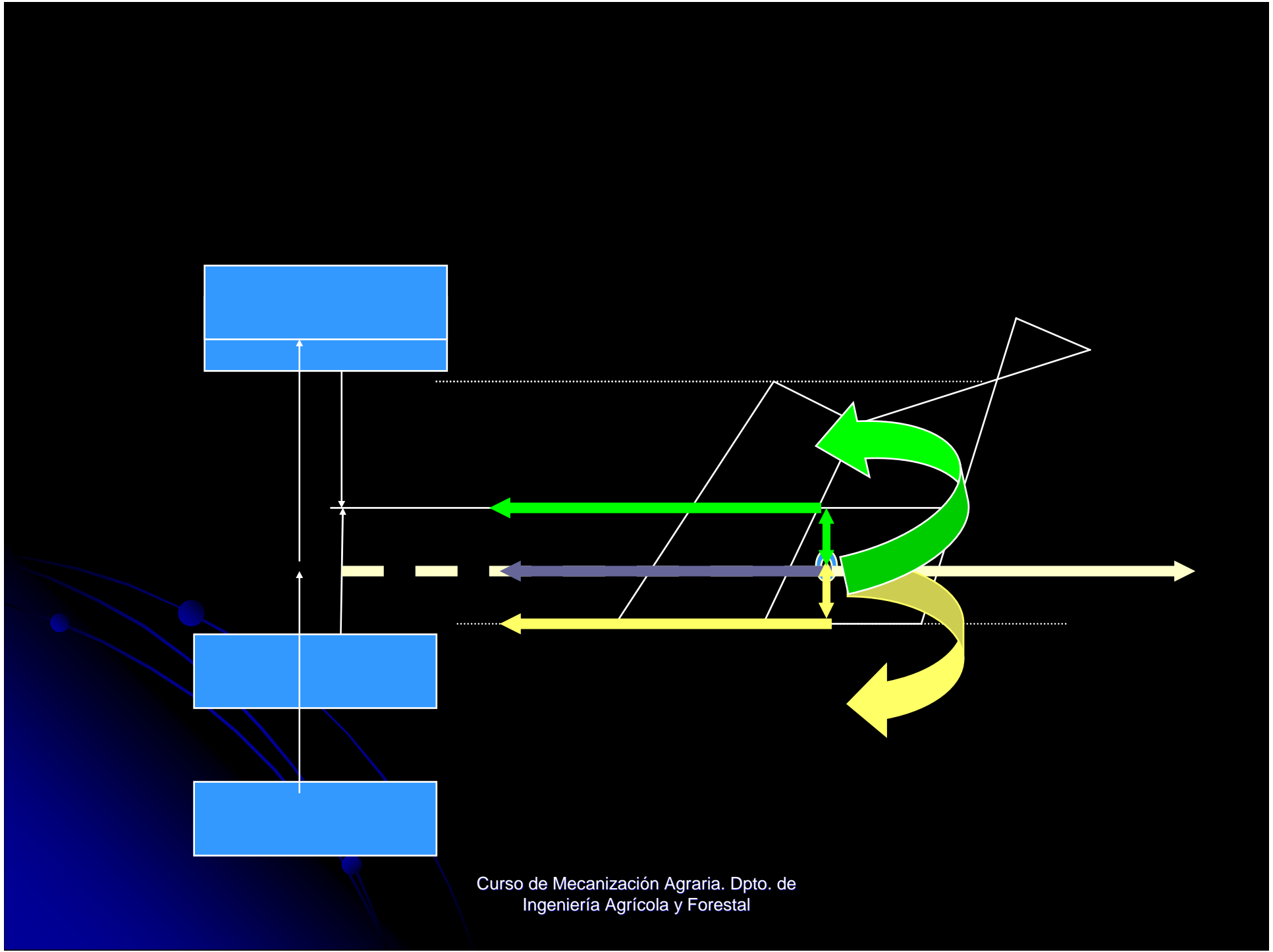
Cuerpo caído de atrás causa rozamiento, aumento de esfuerzo, desgaste de costanera y dificultades de penetración

Rejas gastadas causa pérdida de succión vertical y horizontal, aumentando los esfuerzos de tracción y dificultando la penetración y el desplazamiento rectilíneo del equipo

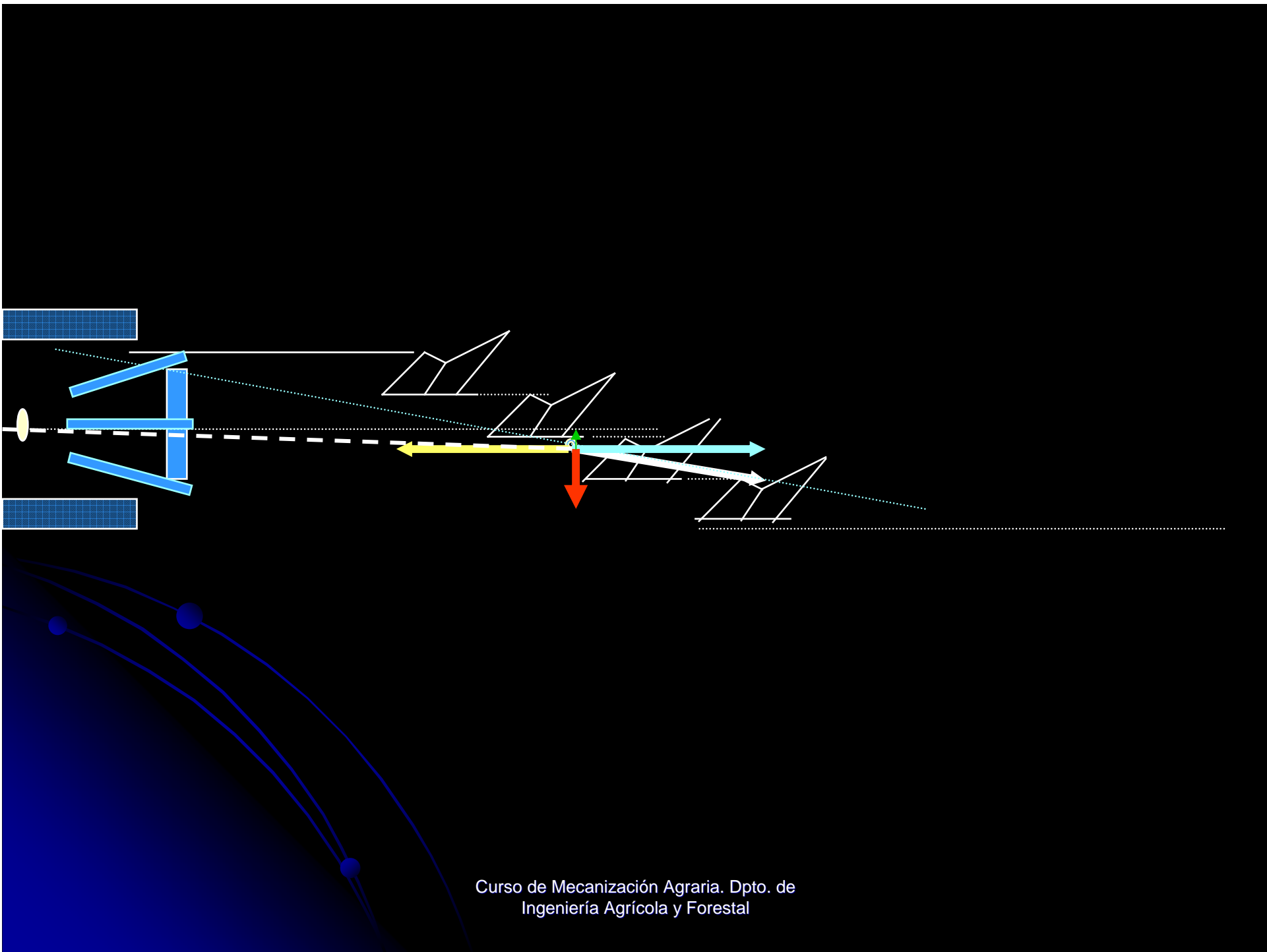
Fuerzas laterales no compensadas causan rozamiento, aumento de esfuerzo y desgaste de costanera

¿Cómo disminuir el esfuerzo?

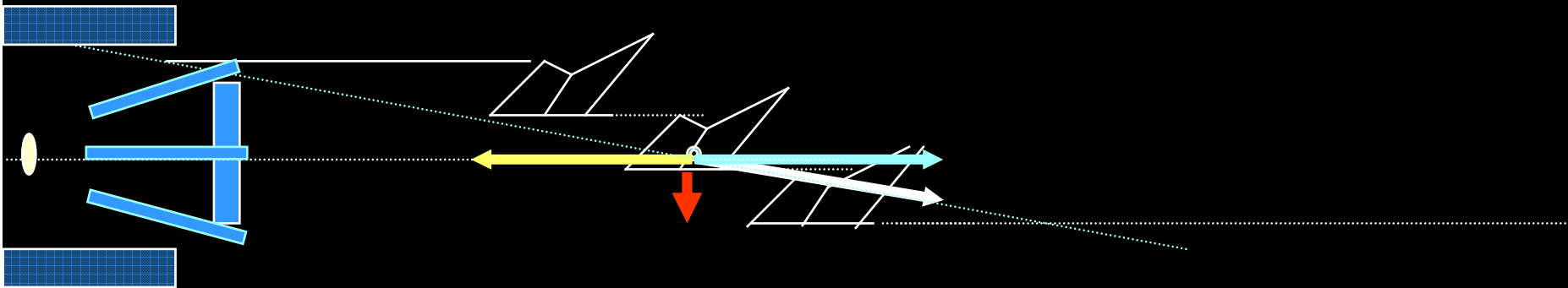
- Mantenimiento del equipo en sus partes activas y mecanismos de regulación
- Realizar un correcto enganche
- Reja: mantenimiento del filo de la reja y la succión de la misma
- vertedera: limpieza, desgaste y diseño



Curso de Mecanización Agraria. Dpto. de
Ingeniería Agrícola y Forestal



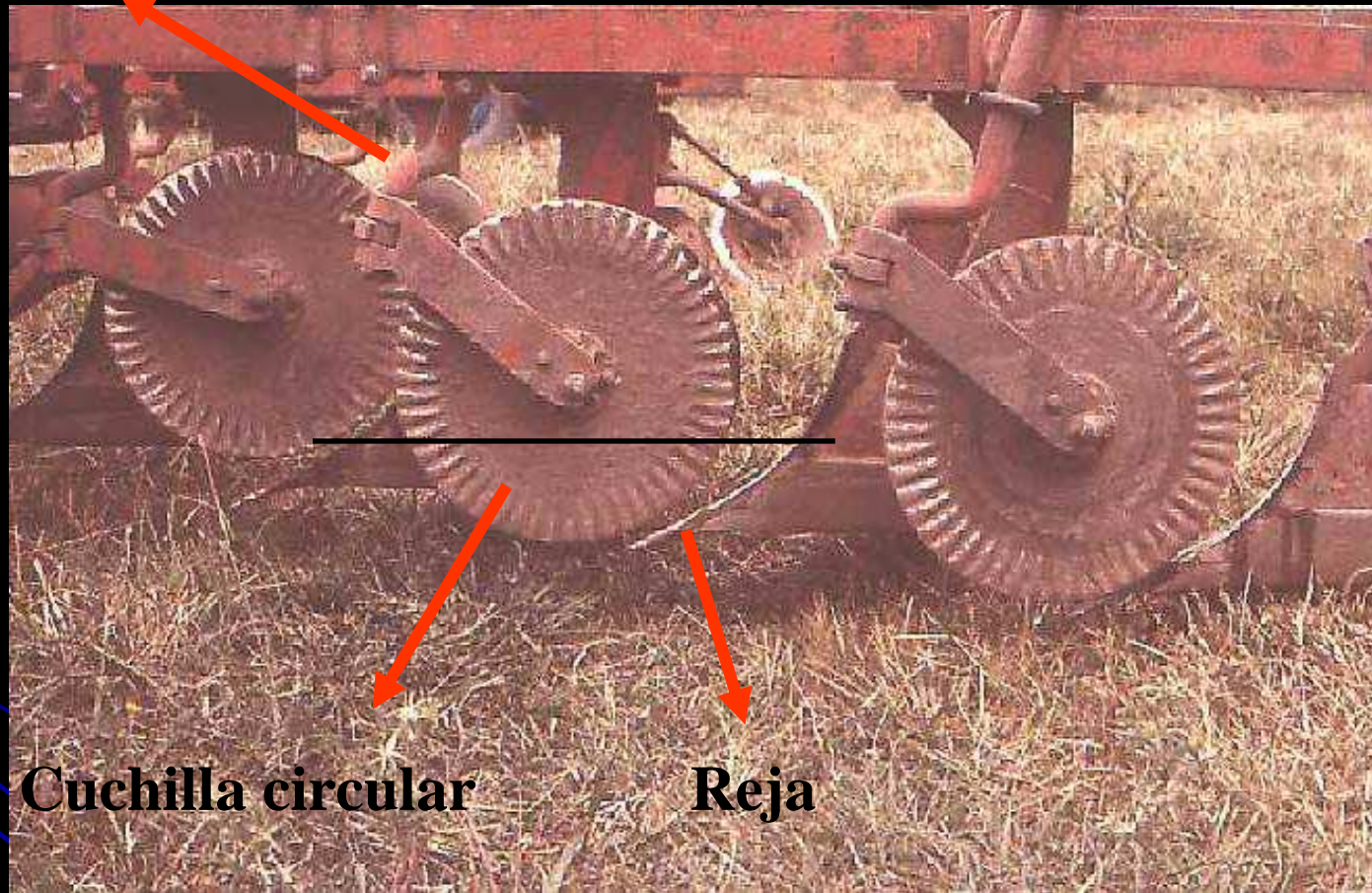
¿Cómo se compensan las fuerzas laterales en equipos montados centrados?



- 1) Con ruedas que trabajan en el surco
- 2) Apoyando las costaneras contra la pared del surco
- 3) Si las costaneras no apoyan, por regulación del spin, generalmente se corrige con la dirección



Eje acodado de vinculación al bastidor y regulación



Cuchilla circular

Reja

La cuchilla circular se encuentra muy profunda en este equipo, ya que la misma trabaja prácticamente a la misma profundidad que la reja. Se dificulta la penetración, el giro de la cuchilla, el corte de residuos y se aumenta el esfuerzo de dicho elemento

La cuchilla circular

- La principal función es cortar el rastrojo
- Profundidad $\frac{1}{3}$ del diámetro ó $\frac{1}{2}$ del radio
- Lateral: 1 a 2 cm a la izquierda del plano de la costanera (vista en planta) coincidiendo con la posición de la punta de la reja
- Regulación anteroposterior: en función del estado del terreno (blando: hacia adelante y hacia abajo; duro: hacia atrás y hacia arriba)

< diámetro o
> profundidad

El ángulo de corte de la cuchilla (tangente en el punto de contacto con la superficie del suelo) debe ser agudo para cortar los residuos con facilidad

> diámetro o
< profundidad

Regulaciones de la cuchilla

