

Escarificadores



05/11/2013

Dpto. Ing Agrícola y Forestal

Objetivos

- Comprender los principios de trabajo de los escarificadores
- Identificar los aspectos de diseño y preparación del implemento que impactan sobre la eficiencia tractiva y la conservación del suelo

¿Cómo trabajan los escarificadores?

- Es el trabajo del suelo con órganos activos estrechos que producen la rotura del suelo por la tensión a la que el mismo es sometido
- El suelo reacciona al paso de los órganos activos de distinta manera en acuerdo con el estado del suelo, las características propias del diseño de la máquina y distintas variables operativas

Principales características

De la labor

- Escasa inversión del suelo
- Cobertura de residuos vegetales variable de acuerdo al diseño, configuración y operación del implemento
- Versatilidad
- Facilidad de operación

Del implemento

- Máquinas simples
- Estructuras poco complejas
- Órganos activos simétricos o con simetría lateral
- Enganche tipo lanza o lanza articulada
- Facilidad de alistamiento, regulación y mantenimiento

Implementos de Laboreo primario

Arcos o montantes Flexibles

u Cinceles

n Arcos o montantes Rígidos

u Montante recto

n Escarificadores

n Subsoladores

u Montante inclinado

F Angulado

• Paratill, Paraplow

F Curvo

• Cultivie, Ecoltier

Arcos flexibles



05/11/2013

Dpto. Ing Agrícola y Forestal



Montantes rígidos rectos - Escarificadores



05/11/2013

Dpto. Ing Agrícola y Forestal

Montantes rígidos rectos - subsoladores



05/11/2013

Dpto. Ing Agrícola y Forestal



Montante rígido inclinado lateral angulado Paratill



05/11/2013

Dpto. Ing Agrícola y Forestal

Montante rígido inclinado lateral curvo



05/11/2013

Dpto. Ing Agrícola y Forestal

Dificultades frecuentes en el trabajo con implementos de labranza vertical

- **Reducida capacidad de paso (atoraduras)**
- **Altos valores de resistencia específica (T/área removida)**
- **Gran variabilidad del esfuerzo de tracción**
- **Escaso grado de roturación entre órganos activos**
- **Generación de procesos de compactación en profundidad**
- **Desuniformidad en la profundidad de labor**
- **Disminución de residuos de cosecha**

Atoraduras



05/11/2013

Dpto. Ing Agrícola y Forestal

Características importantes en máquinas para laboreo conservacionista

- Adecuación de la estructura del bastidor y órganos activos para el trabajo con altos esfuerzos de tracción
- Sistema de rodado
 - doble, con balancín
 - Simple, de gran diámetro
 - Ubicación que no interfiera con los órganos de trabajo
- Despeje acorde con la profundidad habitual de labor
- Órganos activos dispuestos en varios planos de acción
- Amplia distancia entre planos de acción
- Presencia de elementos de corte de residuos vegetales

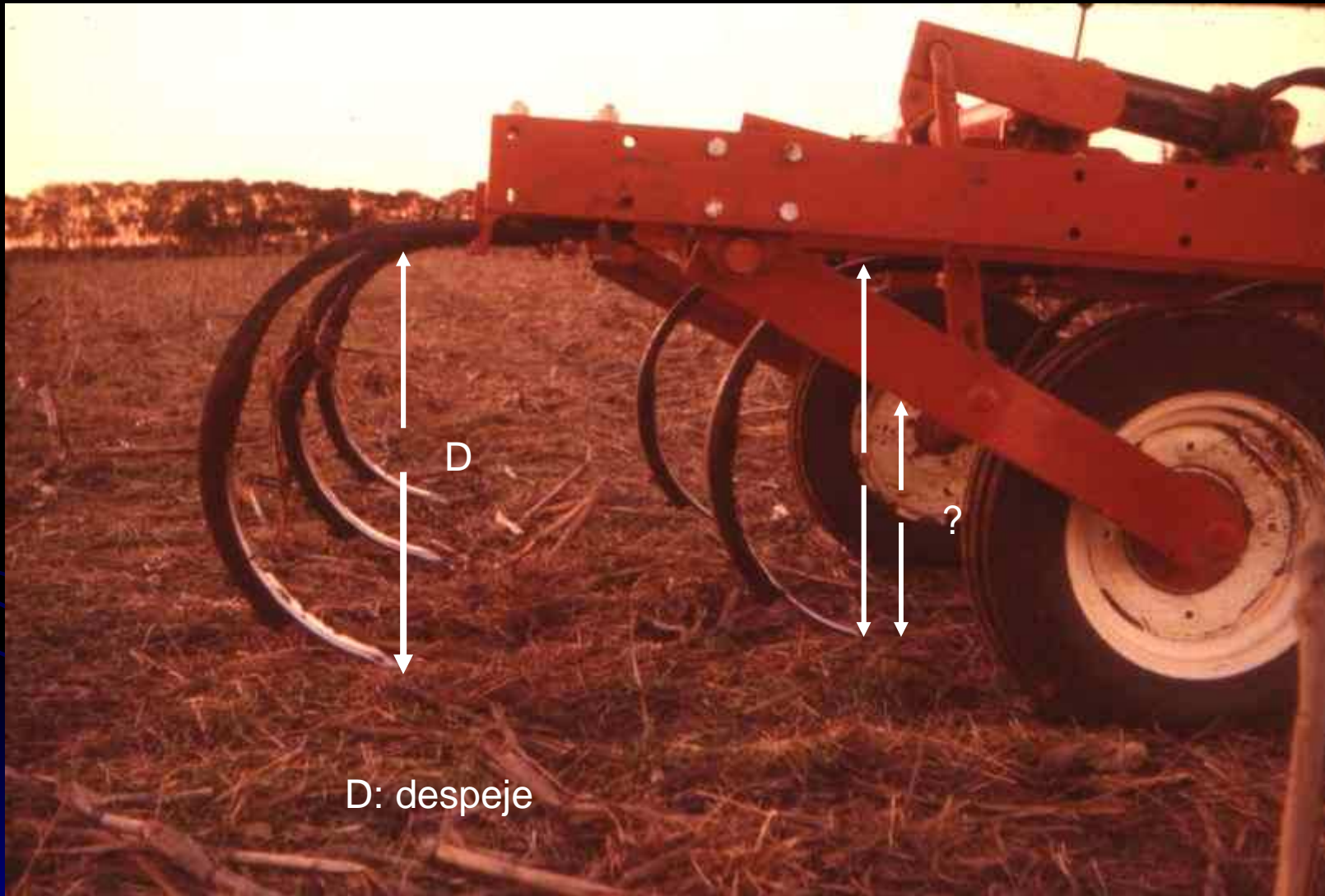
Arcos o montantes Flexibles

- **Cinceles**

- fueron los implementos más difundidos en los sistemas productivos de la Argentina
- Arcos de 1" ó 1,25" de espesor y 2" de ancho
- Despeje entre 0,60 m y 0,75 m
- Rejas reversibles convencionales
- 1, 2 ó 3 radios de curvatura

DESPEJE

- El despeje del implemento estará relacionado a la profundidad de trabajo habitual
- Cuando mayor es el despeje mayores son los requerimientos de solidez estructural
- Muchas veces se ve limitado por los mecanismos de levante del equipo (eje de las ruedas), sistema de enganche



D: despeje



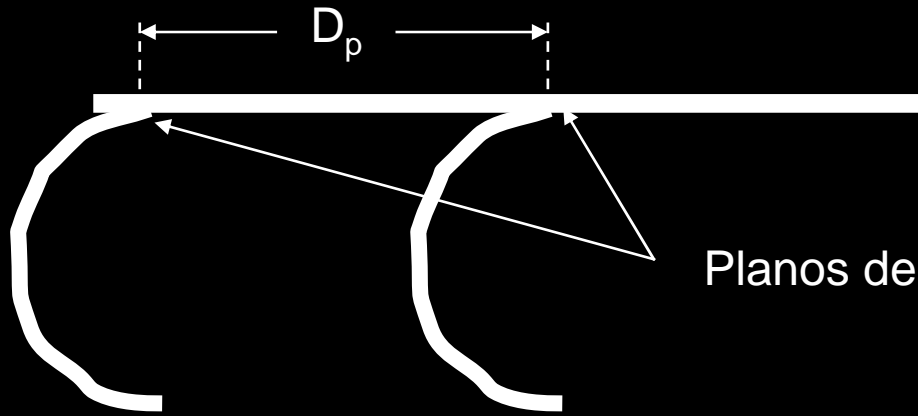
Sistema de rodado y ubicación de las ruedas en relación a los órganos activos

Número de planos y distancia entre planos de acción

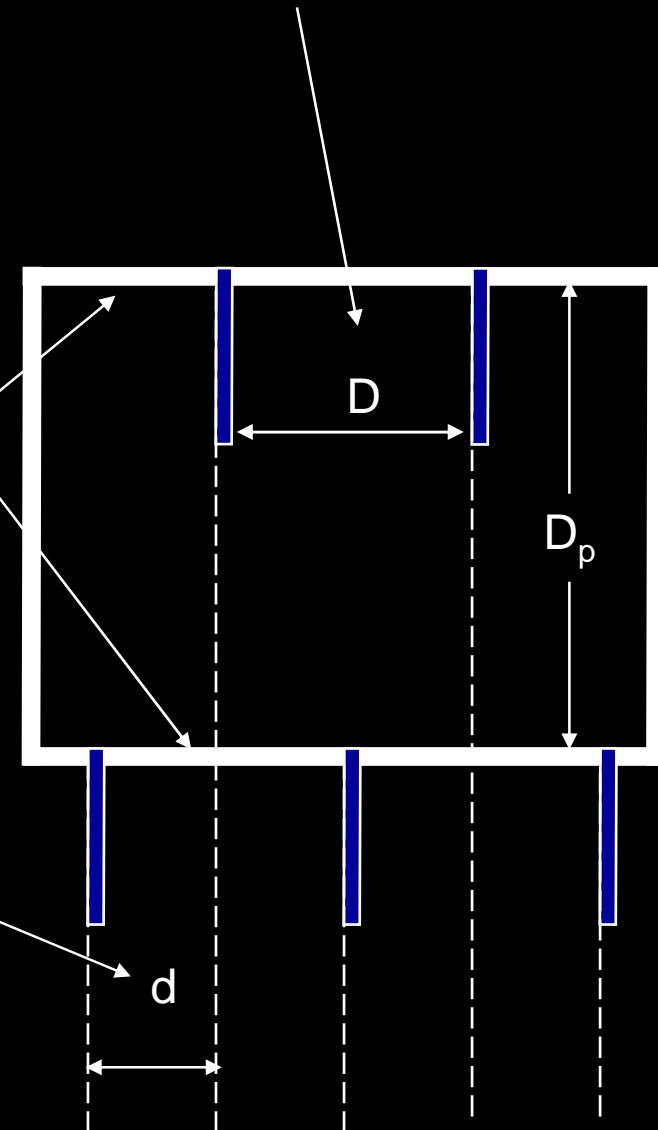
- Resulta uno de los factores más importantes, cuando el número de órganos activos es elevado
- Cuanto mayor es el número de planos, mayores son las posibilidades de distanciamiento entre órganos activos en un mismo plano
- La distancia entre planos de acción no debería ser menor a un metro
- Implica siempre un costo adicional de importancia, al aumentar la longitud del bastidor del implemento

D= distancia entre arcos en un mismo plano

D_p : distancia entre planos



Planos de acción



d= distancia entre líneas de acción



Número de planos: 2

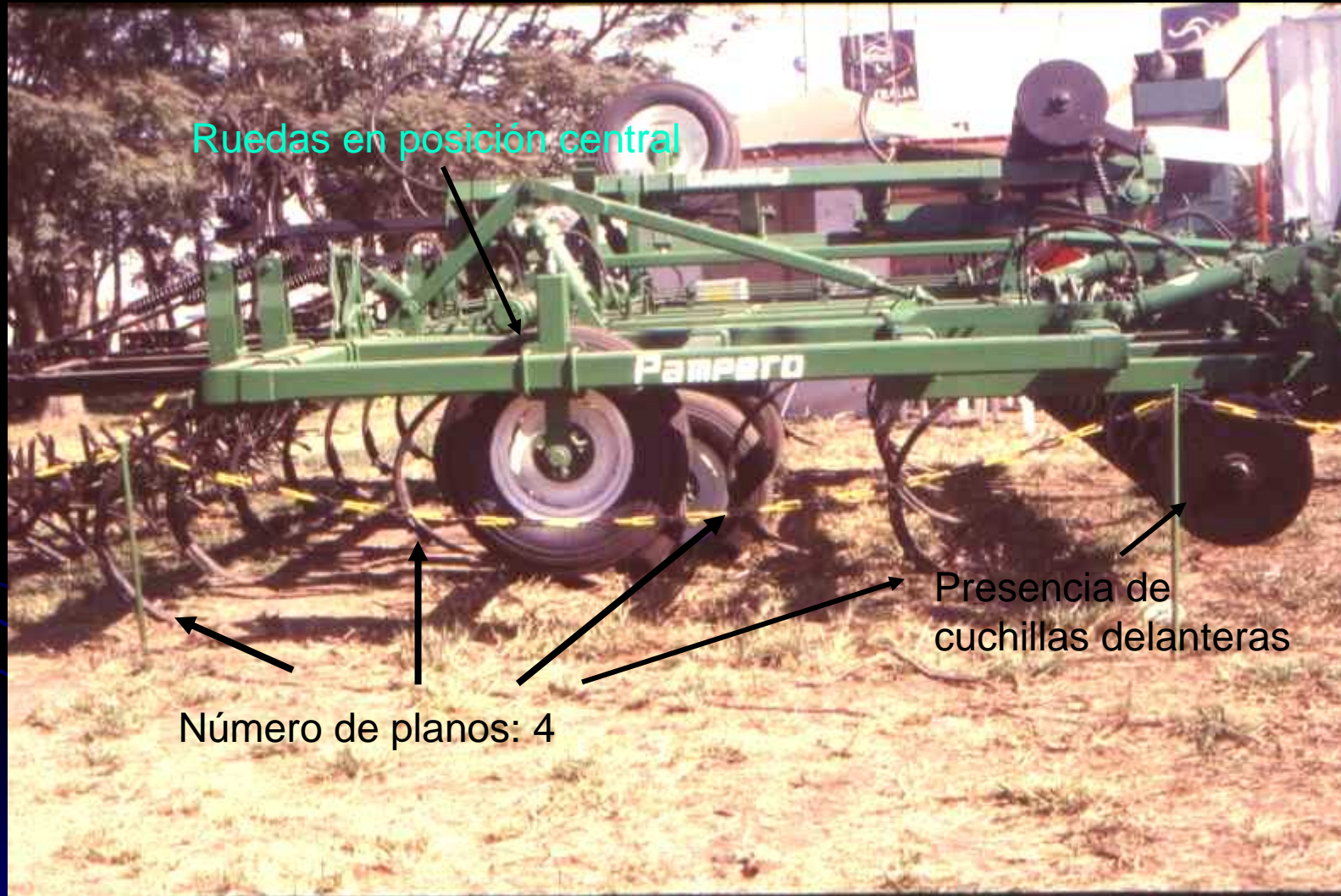
d: distancia entre planos



d: distancia entre planos
de acción



d: distancia entre montantes en un mismo plano

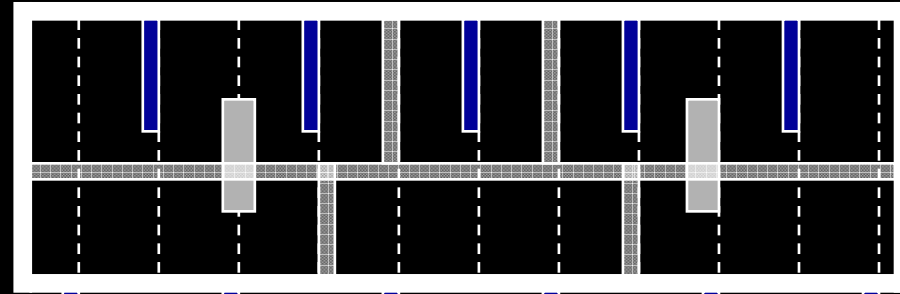


Ruedas en posición central

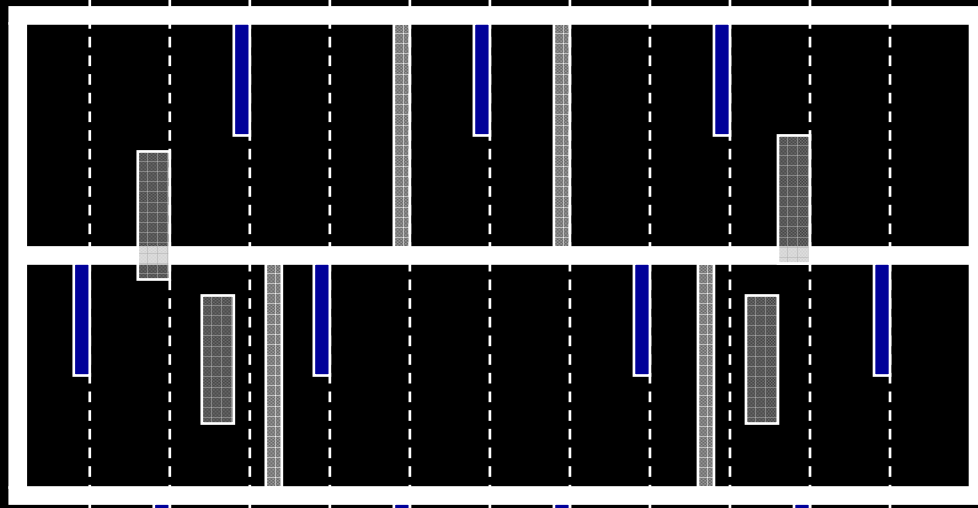
Presencia de
cuchillas delanteras

Número de planos: 4

2 planos



3 planos

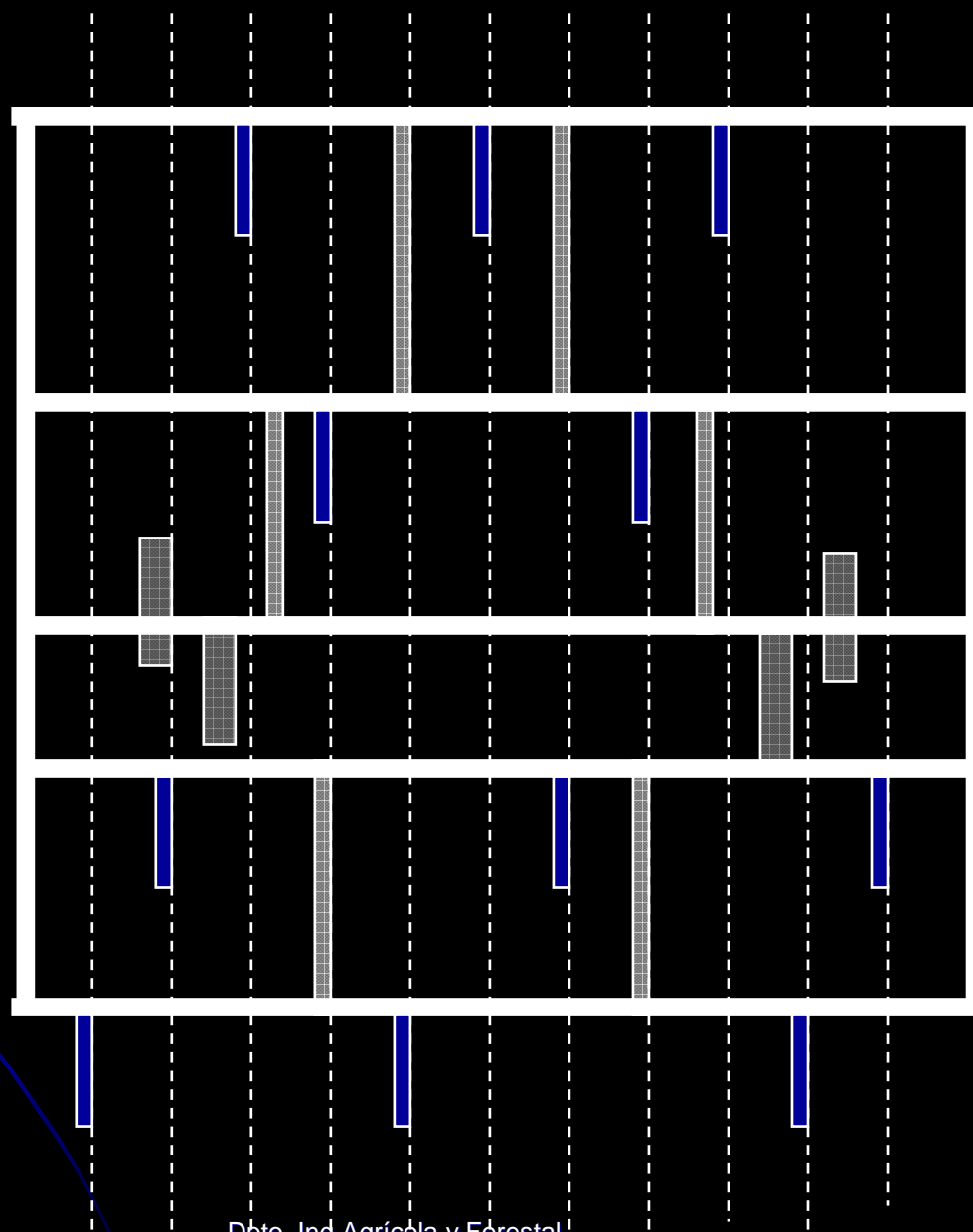


05/11/2013

Dpto. Ing Agrícola y Forestal

4 planos

Distancia entre arcos en un mismo plano
Número de planos
Distancia entre planos
Ubicación de ruedas
Costos



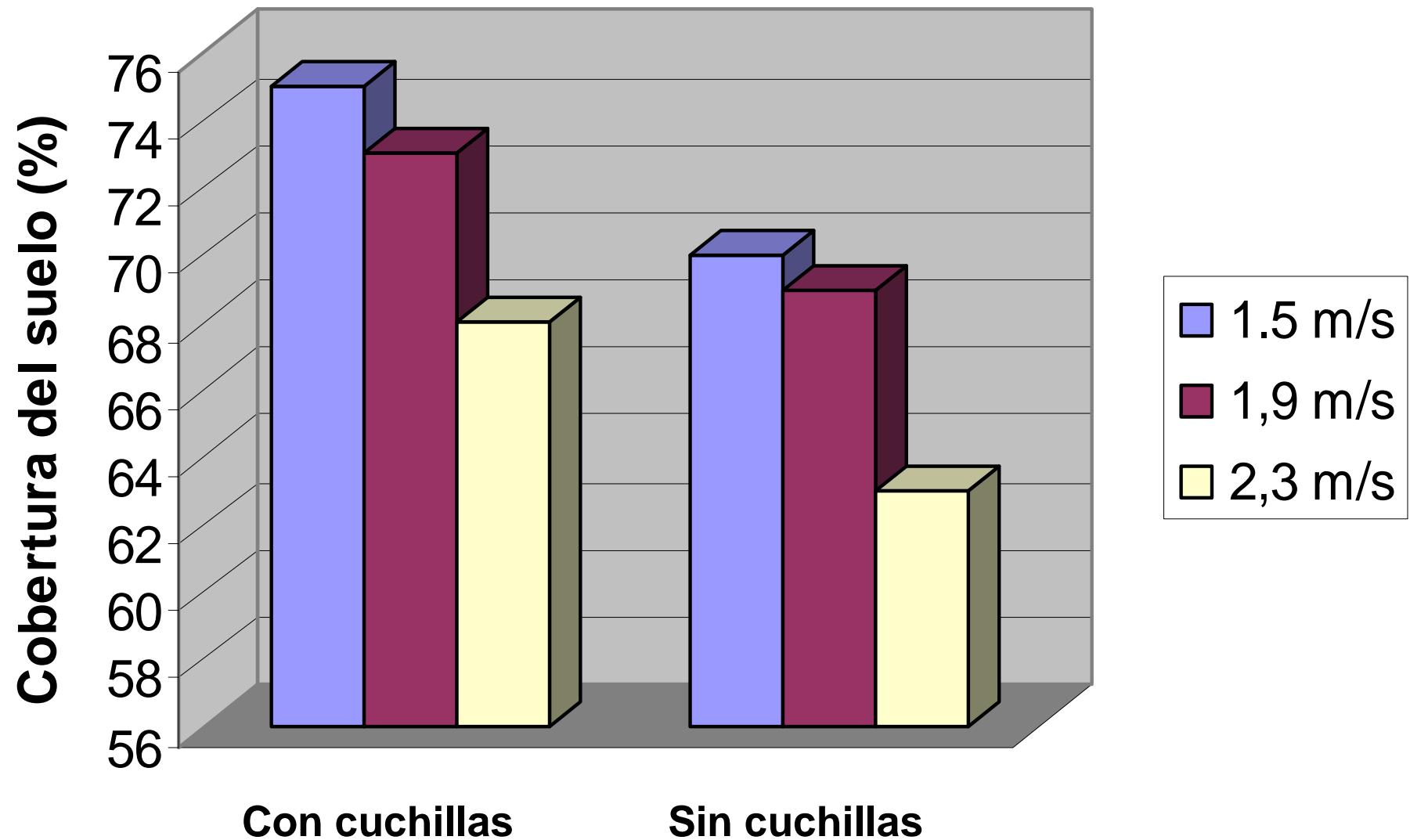
05/11/2013

Dpto. Ing Agrícola y Forestal

PRESENCIA DE ÓRGANOS DE CORTE

- **La colocación de cuchillas circulares es determinante de la capacidad de paso de los escarificadores**
- **Influye notoriamente sobre los esfuerzos de tracción del implemento**
- **Incide sobre el área roturada**
- **Es un costo adicional**
- **Resulta conveniente su colocación alejada de los arcos, con resortes y con sistemas de fácil regulación**

Efecto de la adición de cuchillas de corte y la velocidad de trabajo en los restos vegetales



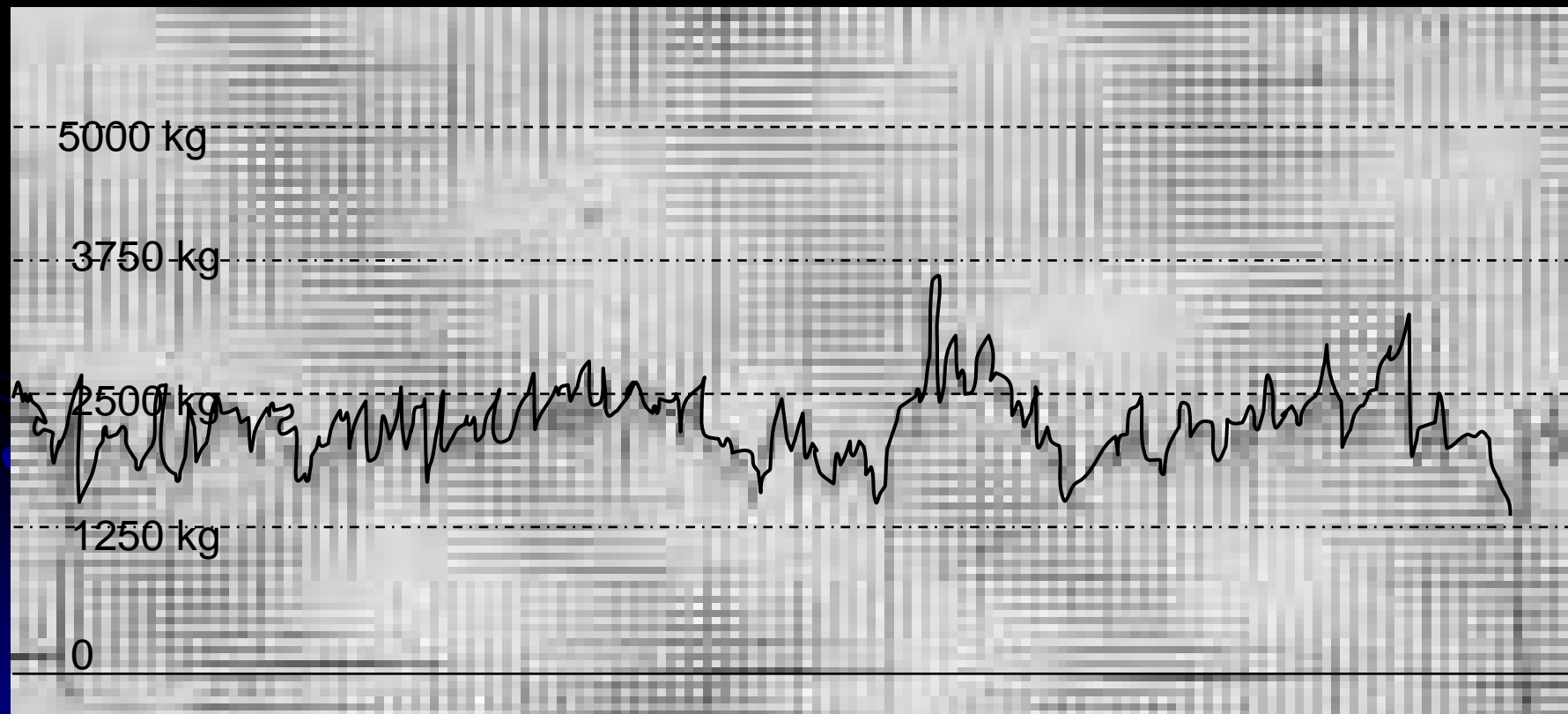


Cuchillas individuales delanteras



Conjunto de montante y cuchilla circular lisa

Resistencia específica y variabilidad de los esfuerzo de tracción

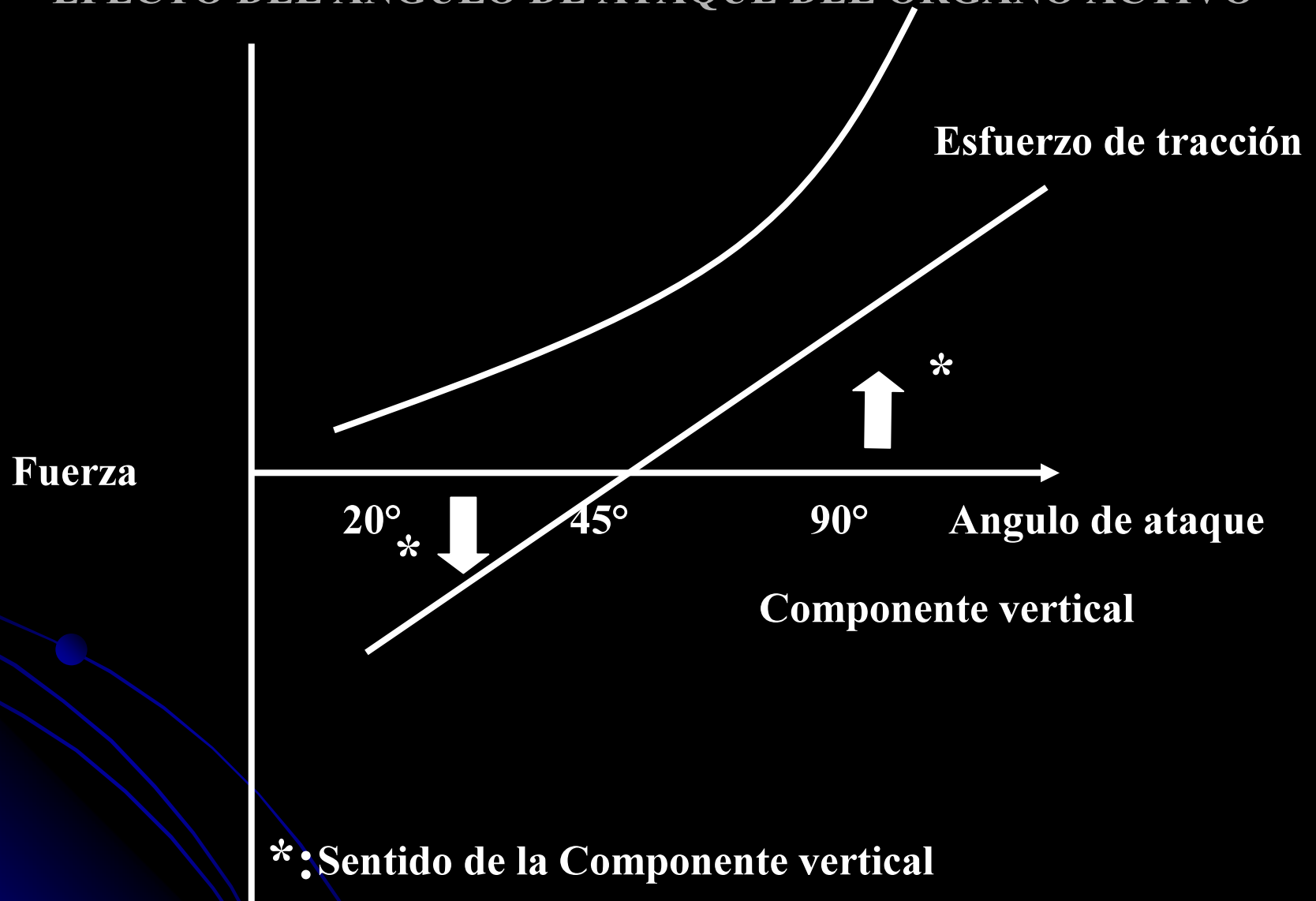


- El suelo se trabaja con contenidos de humedad medios y bajos
- Las labores suelen ser profundas
- El principio de roturación se basa en someter el suelo a tensión para que el mismo se fracture
- El suelo es variable en su resistencia específica al laboreo

Aspectos relevantes de diseño y operación de escarificadores

- Ángulo de ataque de la reja
- Ancho de la reja
- Profundidad crítica
 - Patrones característicos de roturación
- Interacción entre órganos activos
 - Uniformidad de roturación y energía requerida para la roturación

EFFECTO DEL ANGULO DE ATAQUE DEL ÓRGANO ACTIVO



EFFECTO DE LA PROFUNDIDAD DE TRABAJO

Payne y Tanner (1956)

Fuerza

Esfuerzo de tracción

Profundidad

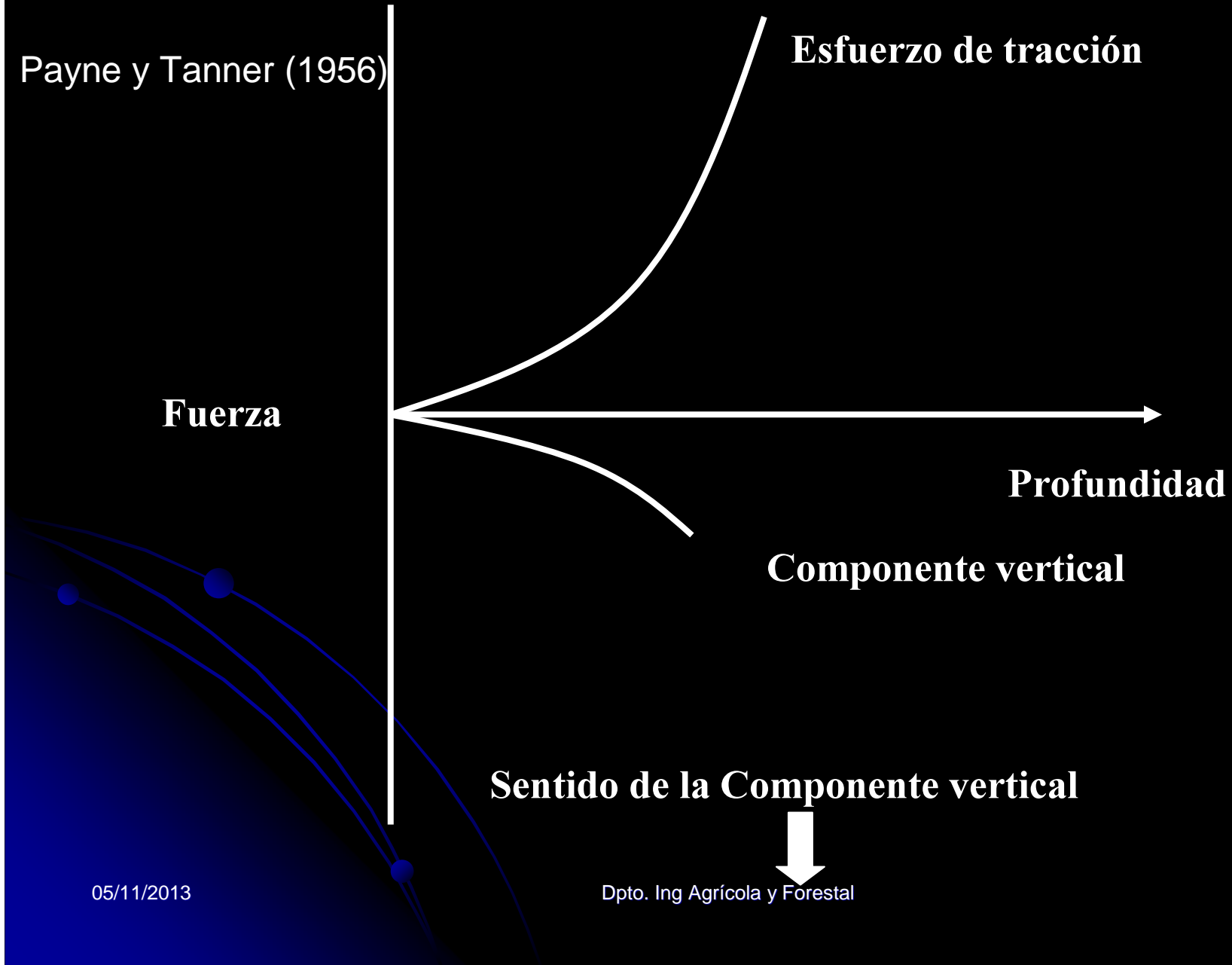
Componente vertical

Sentido de la Componente vertical

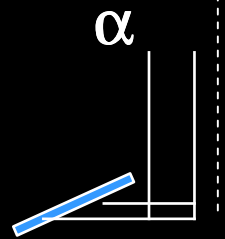
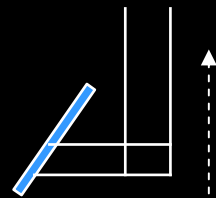
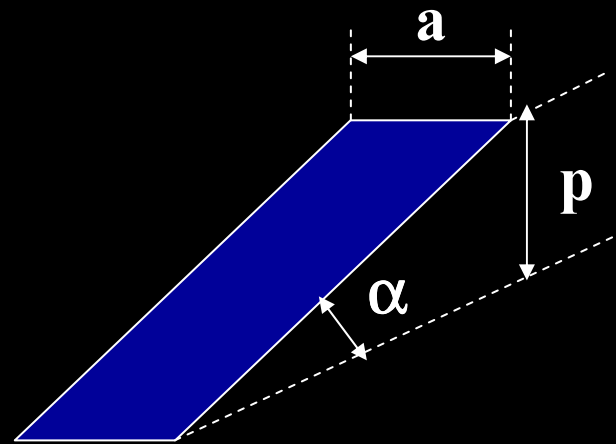


Dpto. Ing Agrícola y Forestal

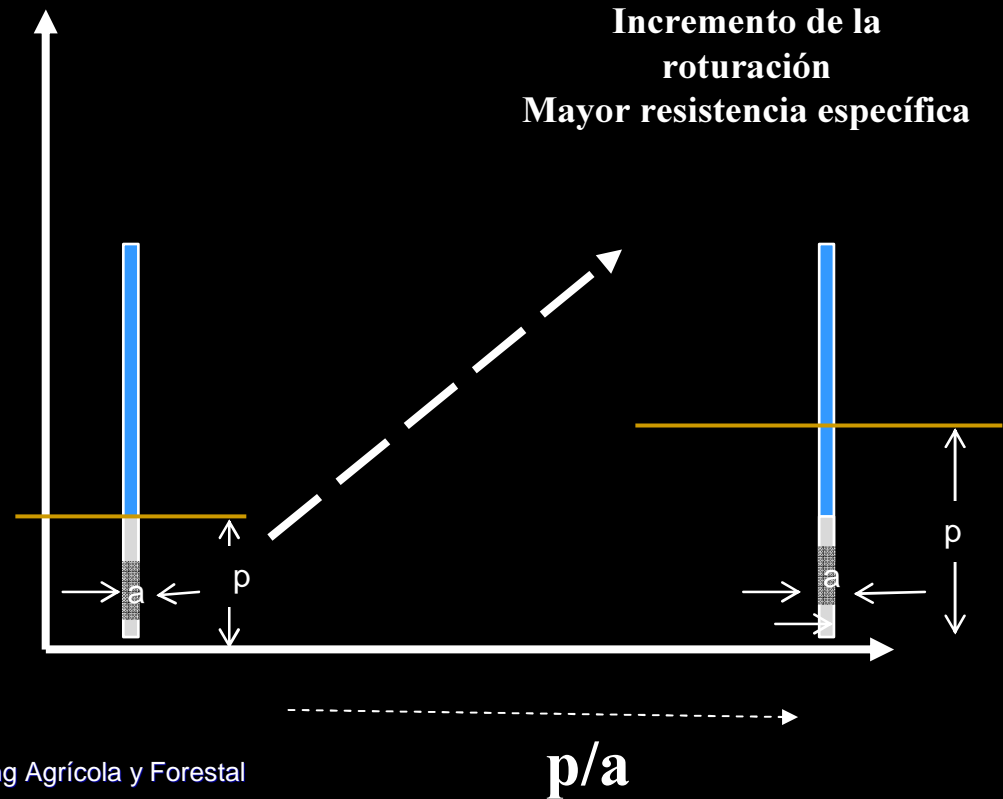
05/11/2013



Mc Kyes (1985)



Menor resistencia específica
Mayor eficiencia energética



Características del filo

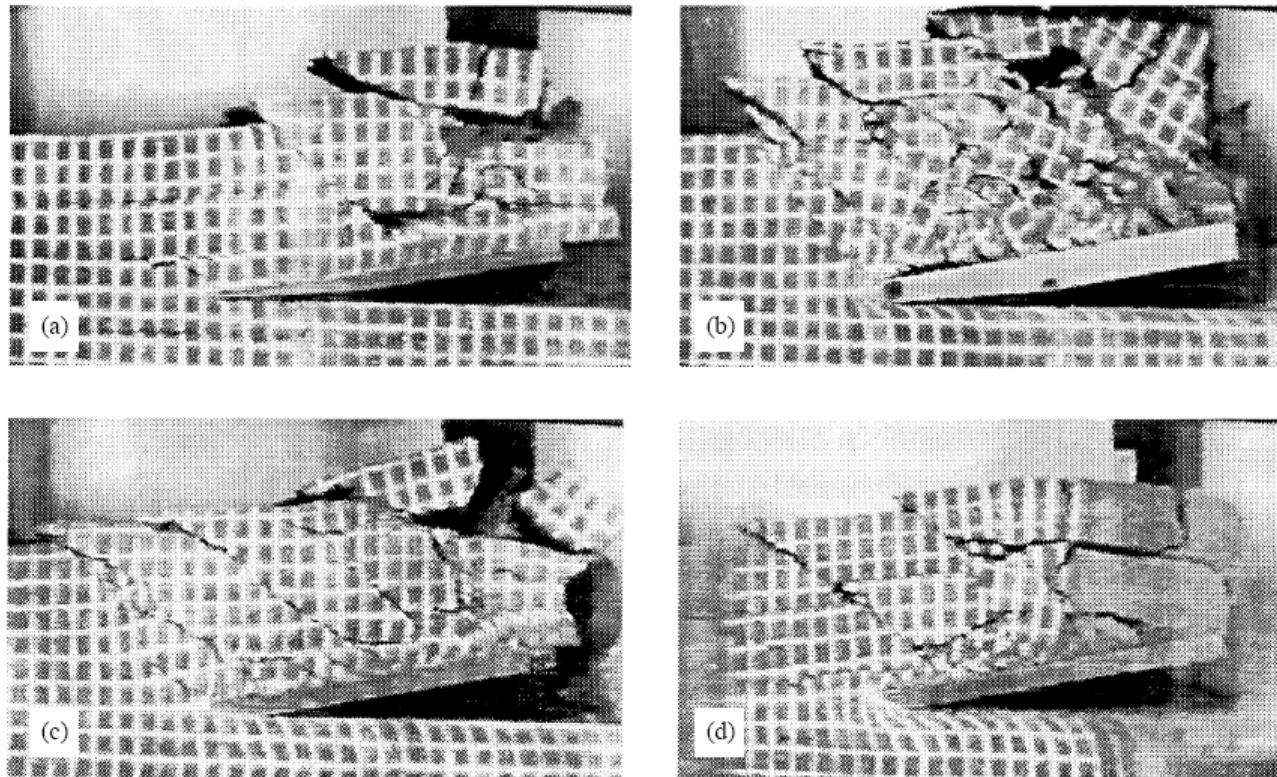
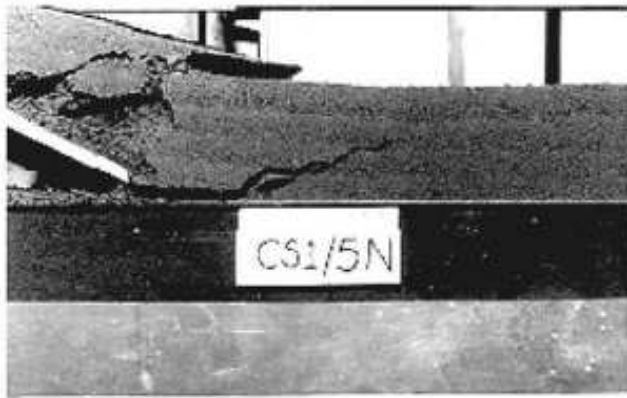


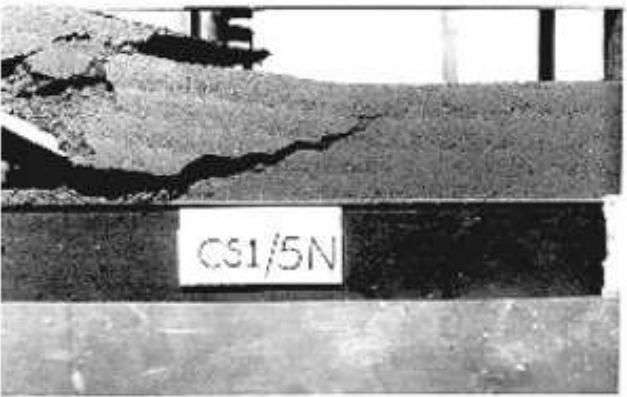
Fig. 10. Digitized video images from the glass-sided soil bin tests using the tillage test track soil with a 5% m.c. Depth of tillage 70 mm with each square 11×11 mm. Note the varying amount for forward movement of the soil below the tillage depth. (a) $h = 1$ mm; $L = 0$ mm; $\beta = 10^\circ$; (b) $h = 1$ mm; $L = 0$ mm; $\beta = 10^\circ$; (c) $h = 3$ mm; $L = 27$ mm; $\beta = -5^\circ$; (d) $h = 3$ mm; $L = 14$ mm; $\beta = -20^\circ$



c) $\alpha = 25^\circ$, $x = 156$ mm



g) $\alpha = 40^\circ$, $x = 230$ mm



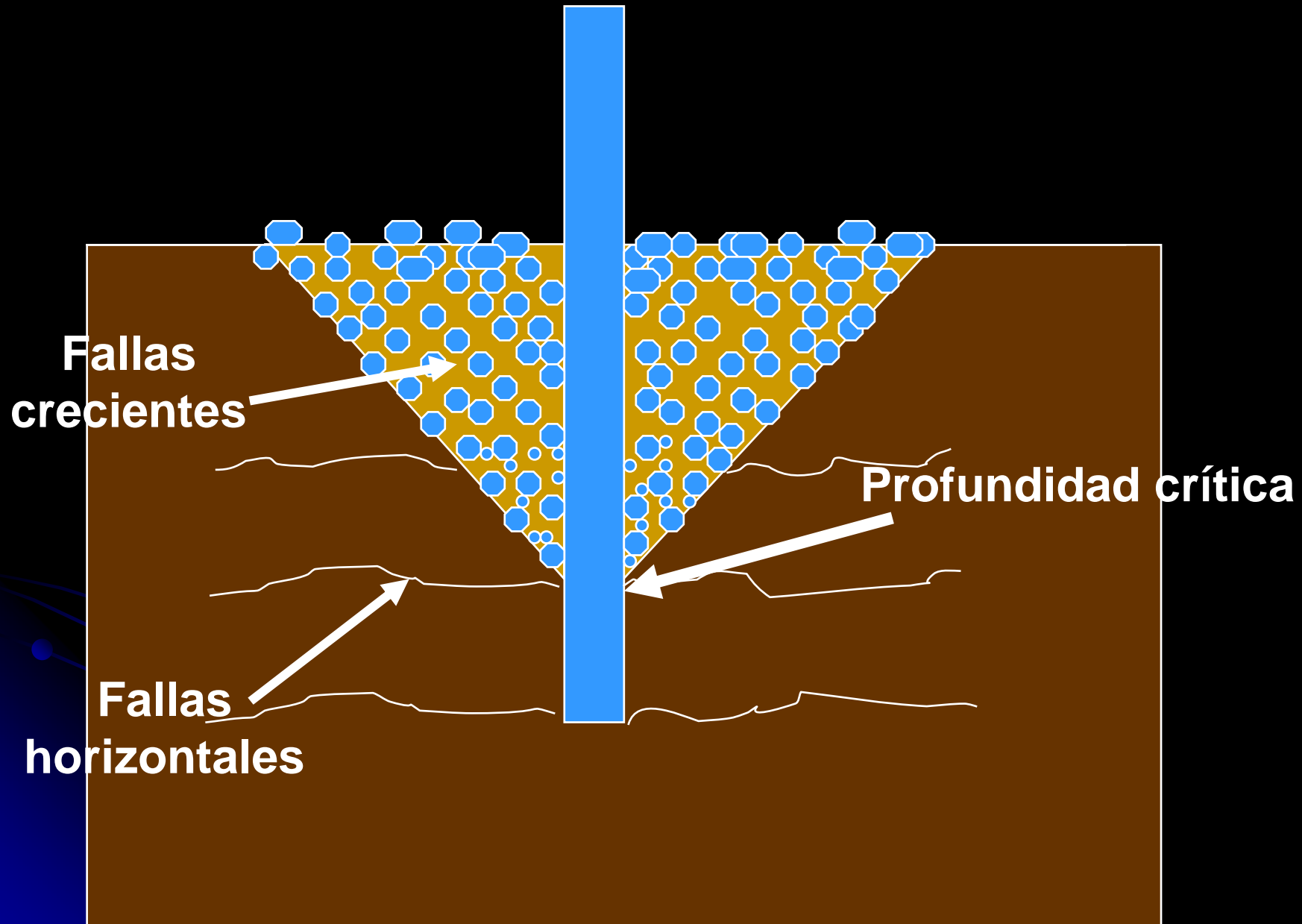
d) $\alpha = 25^\circ$, $x = 172$ mm



h) $\alpha = 40^\circ$, $x = 255$ mm

$\alpha = \text{rake angle } (^\circ)$

$x = \text{displacement (mm)}$



Factores que inciden sobre la profundidad crítica

- Estado del suelo
 - Humedad
 - Resistencia mecánica
- Ángulo de ataque
- Relaciones profundidad / ancho del órgano activo
- Presencia de capas compactadas
- Distancia entre órganos activos

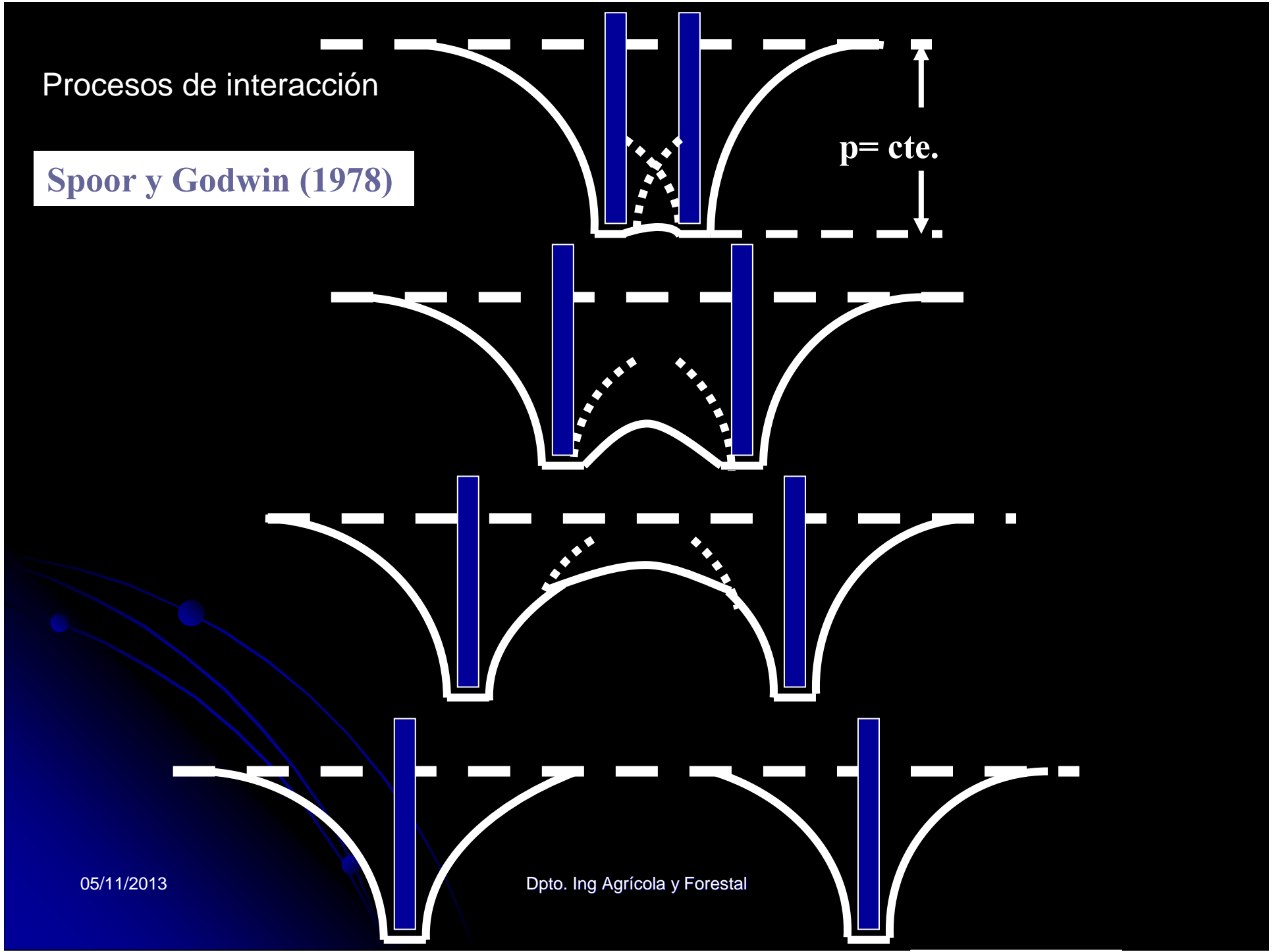
Procesos de interacción

Spoor y Godwin (1978)

$p = \text{cte.}$

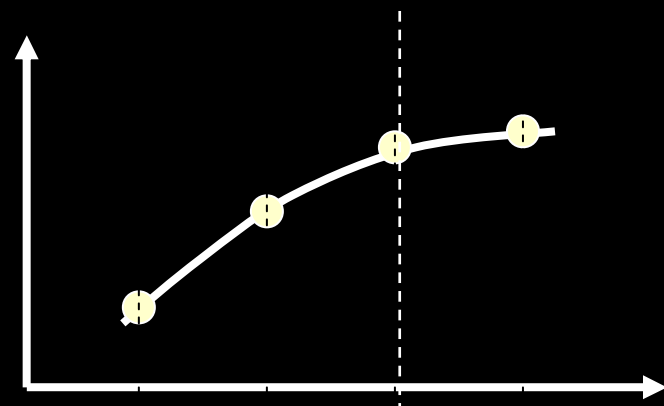
05/11/2013

Dpto. Ing Agrícola y Forestal



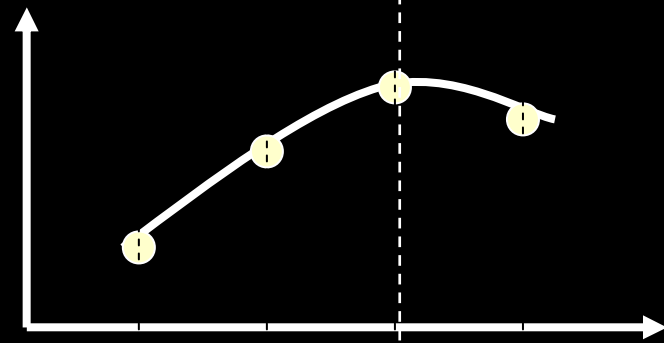
Esfuerzo de tracción
[kN]

2.6
2.4
2.2
2.0
1.8
1.6



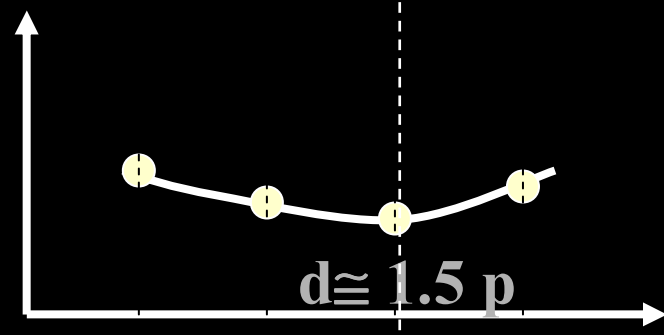
Area removida
[m²]

0.05
0.04
0.03
0.02
0.01



Resistencia específica
[kN/ m²]

70
60
50
40
30



Distanciamiento entre líneas de acción [mm]

Alternativas de configuración de montantes y rejas

- Trabajos en un estrato
 - Rejas convencionales
 - Rejas aladas
 - Combinación de rejas convencionales y aladas
- Trabajos en 2 o más estratos
 - Rejas convencionales
 - Rejas convencionales delanteras y aladas traseras



05/11/2013

Dpto. Ing Agrícola y Forestal

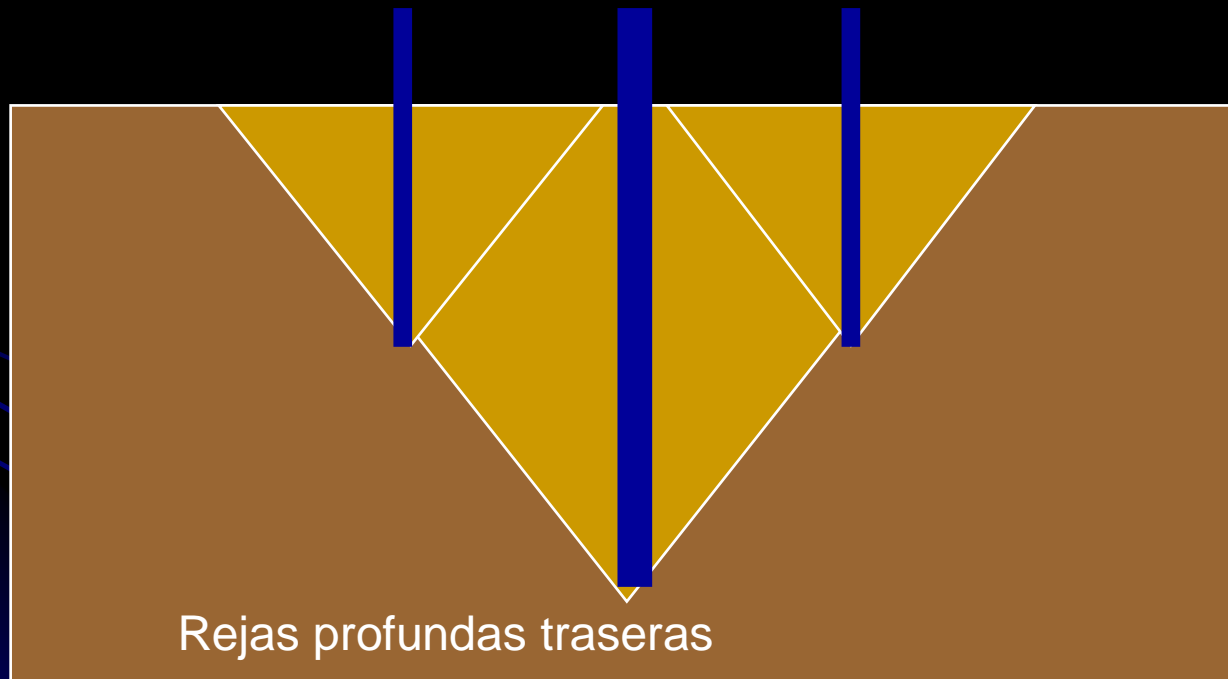


05/11/2013

Dpto. Ing Agrícola y Forestal

Trabajo en 2 estratos

Rejas superficiales delanteras



Implementos combinados



Implementos combinados



Casquetes (discos)
delanteros desencontrados

Descompactador rígido
trasero

Implementos combinados



Trabajo en múltiples estratos



Fig. 3. A new generation ripper (Agrowplow[®]) applying the shallow leading tine concept where tines are aligned behind each other to rip consecutive soil depths. The first tine rips the first 10 cm of the soil, the second tine rips the next 10 cm, the third and the fourth tines each rip the next 10 cm. The total depth ripped by the four tines is 40 cm.

Rejas convencionales y aladas



05/11/2013

Dpto. Ing Agrícola y Forestal

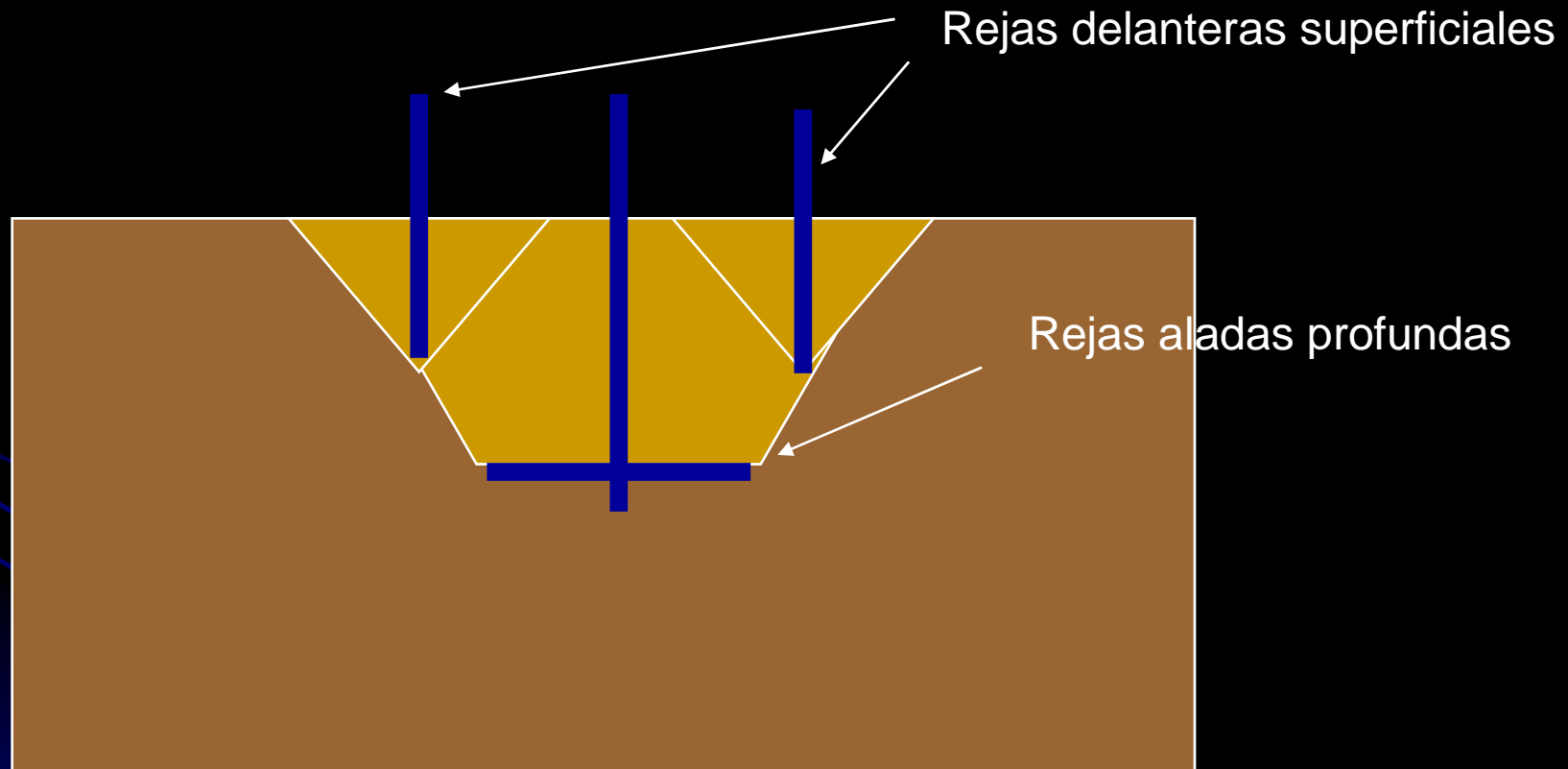
Rejas aladas





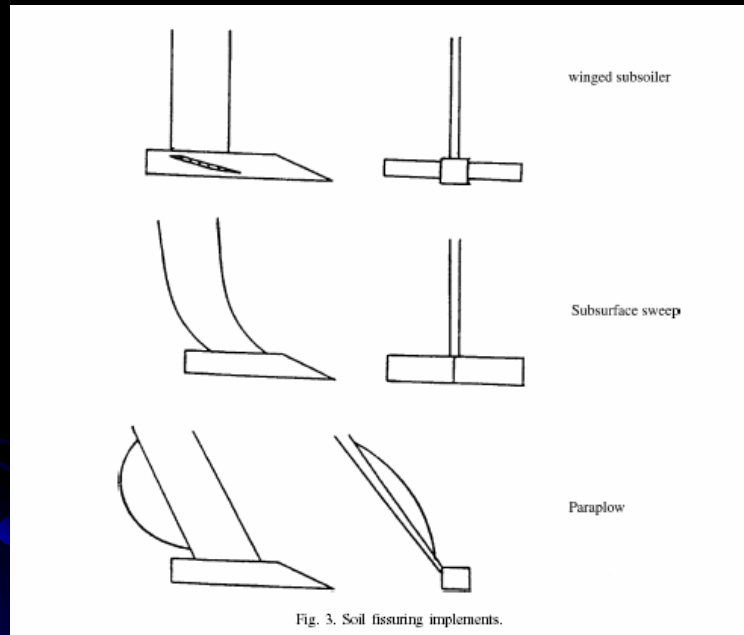


Trabajos en 2 estratos en un solo pasaje combinando tipos de rejas



Implementos para fisurar el suelo

G. Spoor et al. / Soil & Tillage Research 73 (2003) 175–182



Subsolador con rejas aladas

Escardillos subsuperficiales

Subsoladores de montantes angulados lateralmente

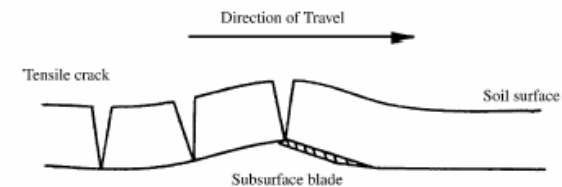


Fig. 2. Tensile soil failure with subsurface blade.

Escarificador con rejas
aladas soldadas al montante



05/11/2013

Dpto.



05/11/2013

Dpto. Ing Agrícola y Forestal

Escardillos subsuperficiales



05/11/2013

Dpto. Ing Agrícola y Forestal

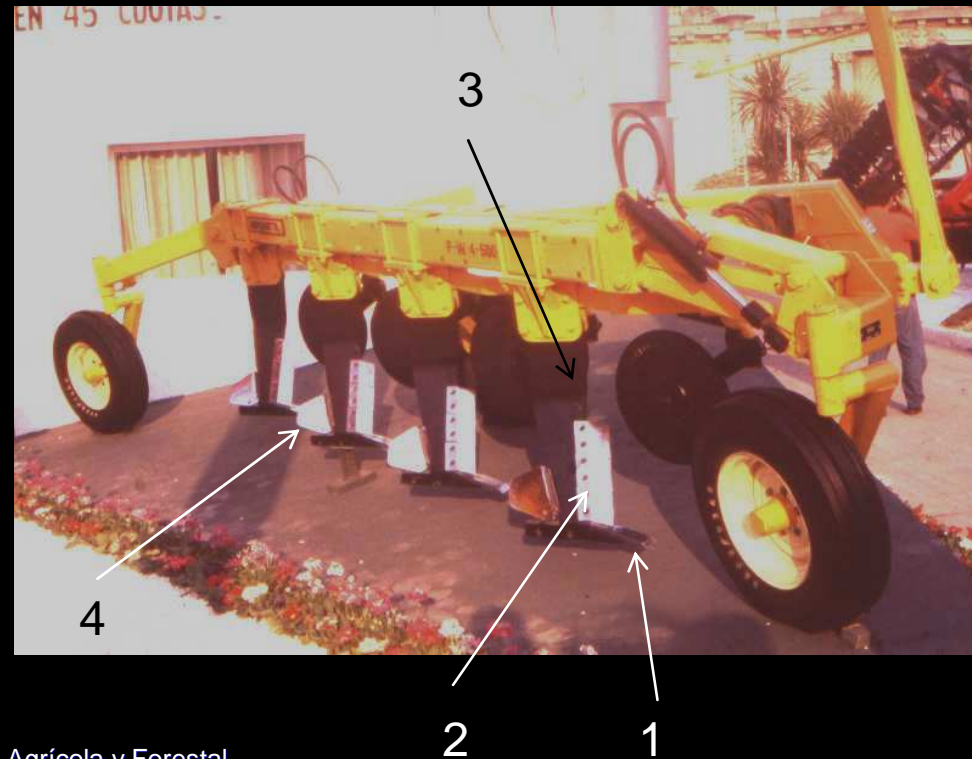


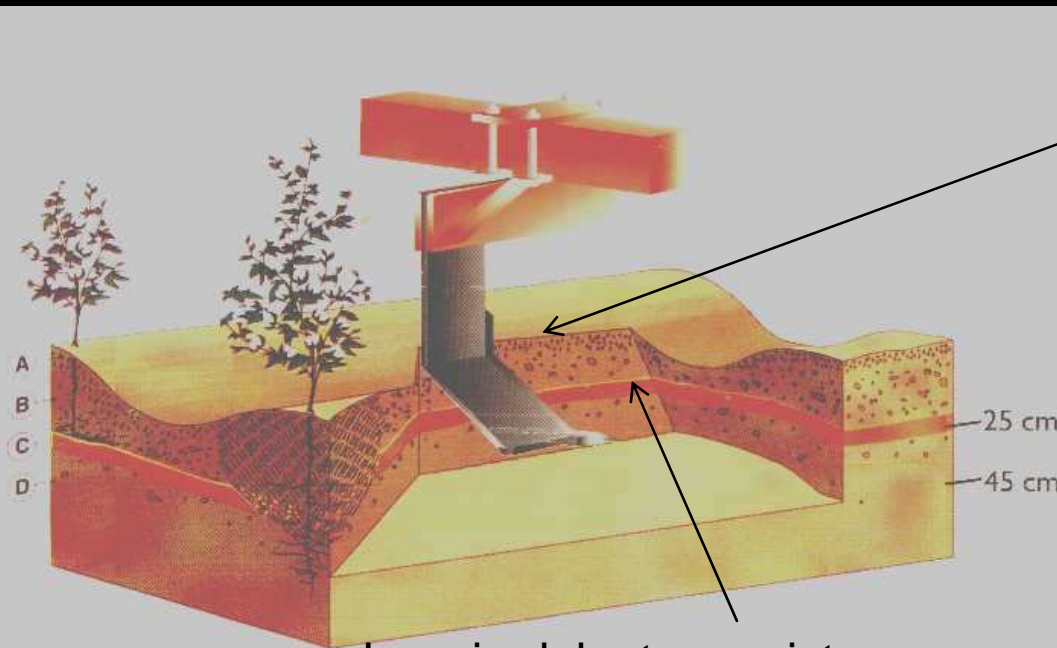
Montantes angulados laterales

Órganos activos

1. Reja ubicada o soldada a una zapata en el extremo del montante
2. Reja ubicada sobre el sector del montante angulado con respecto a la vertical
3. Reja ubicada sobre el sector recto del montante
4. Aleta regulable ubicada en el extremo inferior y posterior del montante

Componentes del cuerpo de Paraplow o Paratill





La reja delantera asiste principalmente a la penetración

- A COSTRA:**
Suelo interno hasta 5 cm. del perfil, que puede compactarse debido a lluvias intensas, granizos y sequías contribuyendo a formar capa dura en la superficie del suelo.
- B SUELO MEDIO PARCIALMENTE COMPACTADO**
Esta zona trabajada del suelo desde 3 cm. a 25 cm. de profundidad puede tornarse compactada o parcialmente compactada debido a excesivas pasadas y practicas de trabajo.
- C CAPA DURA:**
En la mayoría de los casos, esta barrera a subsolar es encontrada desde los 15 cm. a 30 cm. debajo de la superficie.
- D SUBSUELO:**
La capa de suelo suelto por debajo de la capa dura agregará humedad y el sistema de raíces penetrarán en el subsuelo.

La reja ubicada sobre el sector angulado del montante es la encargada de romper la capa compactada





- 1 Reja delantera ubicada en la zapata
- 2 Reja ubicada en el sector angulado
- 3 Reja ubicada en el sector recto del montante
- 4 Aleta regulable
- 5 Cuchilla circular



- La angulación del montante es de 30° , 45° ó 60°
- Con 30°
 - Se alcanzan al menos los mismos efectos de roturación y esfuerzos que con 45°
 - Se podrían utilizar menor cantidad de órganos
 - Se podría ver limitada la capacidad de roturación en profundidad
- Con 60°
 - Se dificulta el movimiento del suelo al paso del implemento

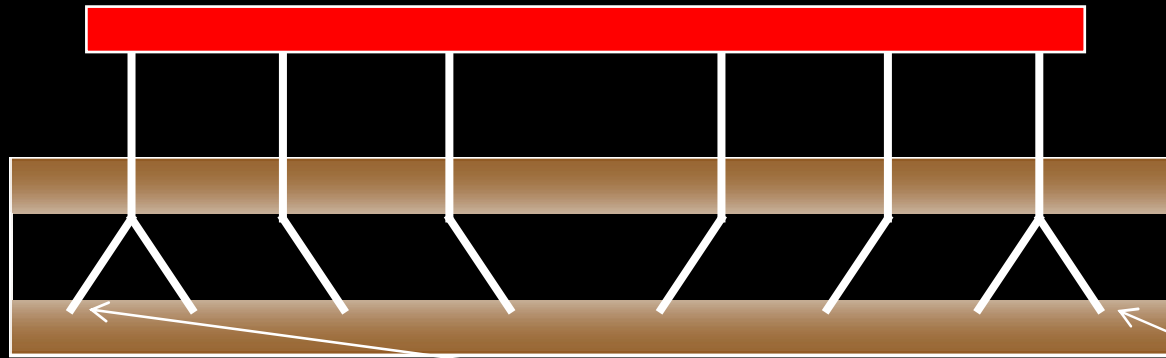
Montantes curvos



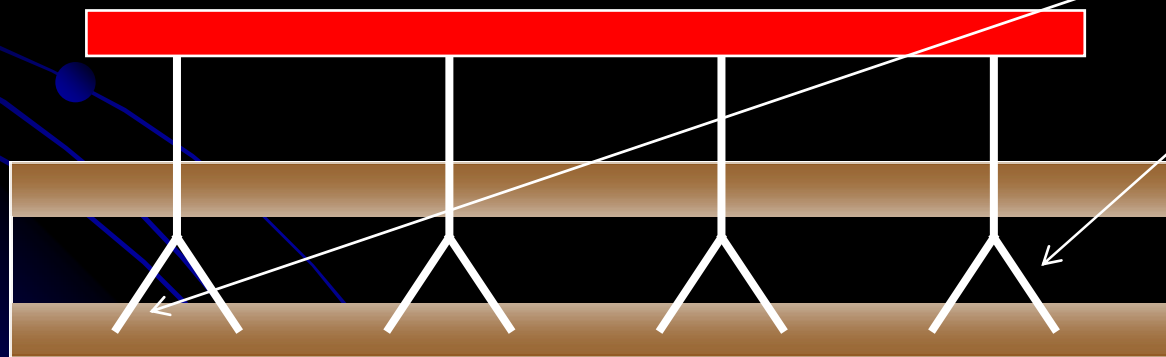
05/11/2013

Dpto. Ing Agrícola y Forestal

Convergentes hacia el centro

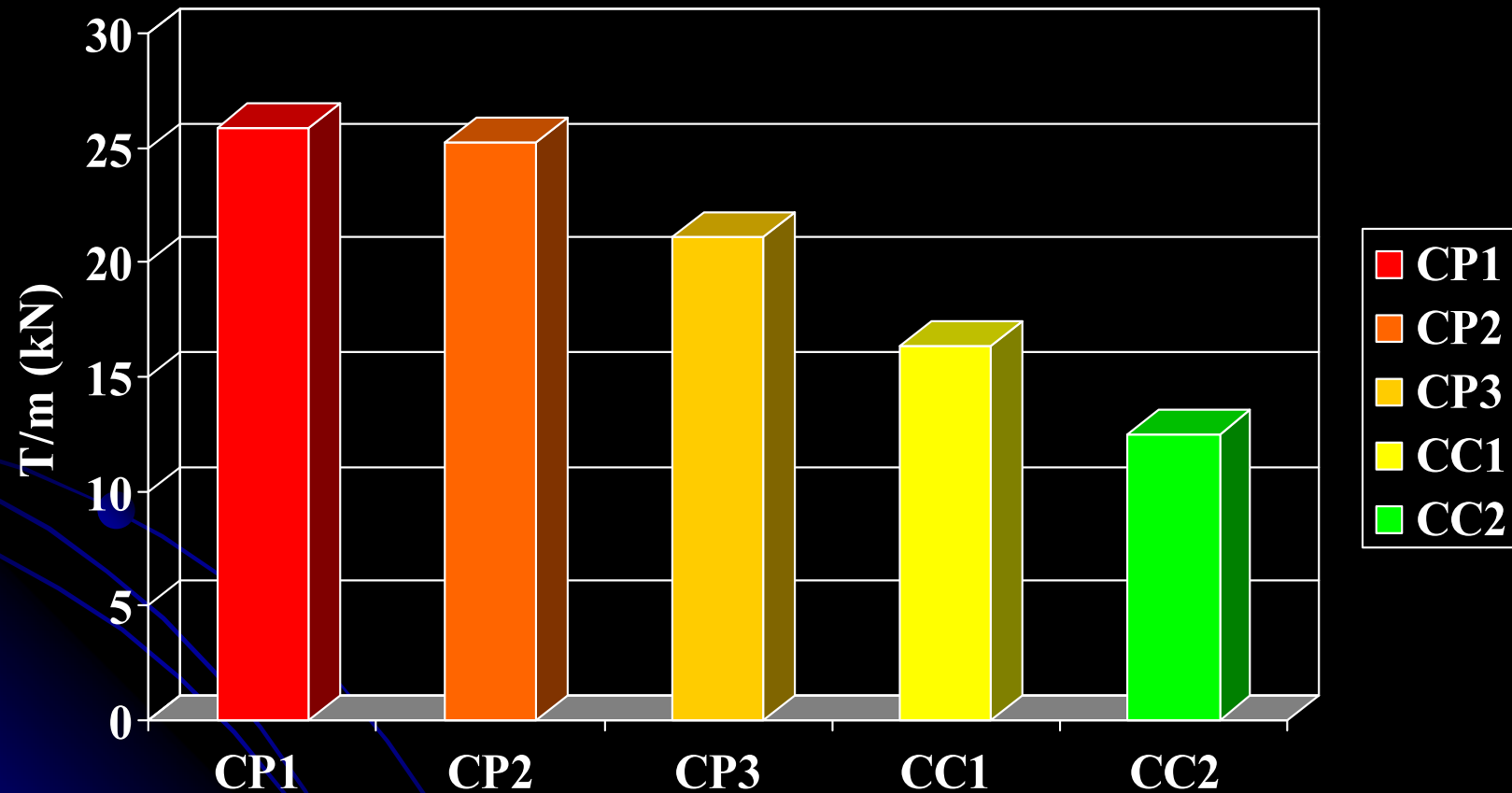


Convergentes por pares



Los arcos externos hacia afuera pueden o no estar

Esfuerzo de tracción/m de ancho de labor



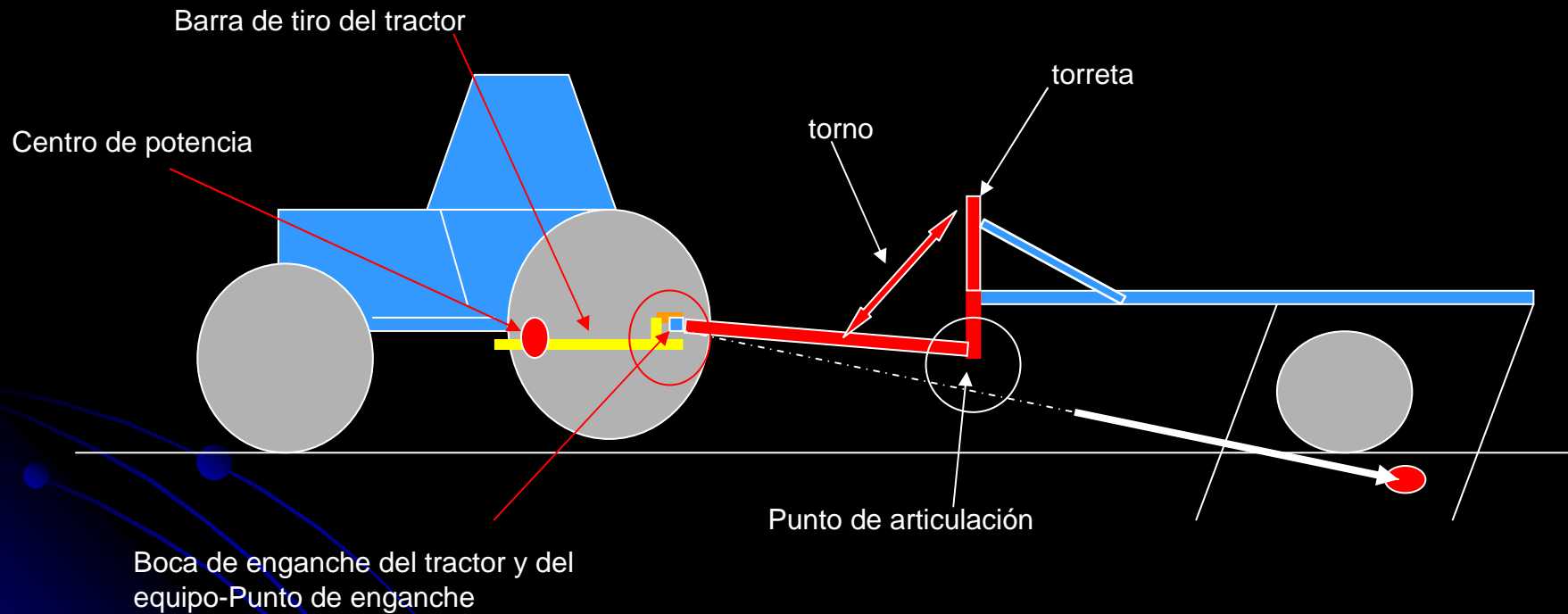
Comportamiento dinámico

- Sistema de enganche
 - Lanza
 - Lanza articulada
- Sistema de rodado
 - En un único eje
 - Single
 - Doble en balancín
- Ubicación relativa de ruedas y órganos activos
 - Delantera
 - Media
 - Trasera

- El sistema de rodado en cuanto a su diseño y ubicación determina que los equipos se comporten dinámicamente como **semi-montados**, pese a su vinculación a través de la barra de tiro del tractor



Enganche tipo lanza articulada

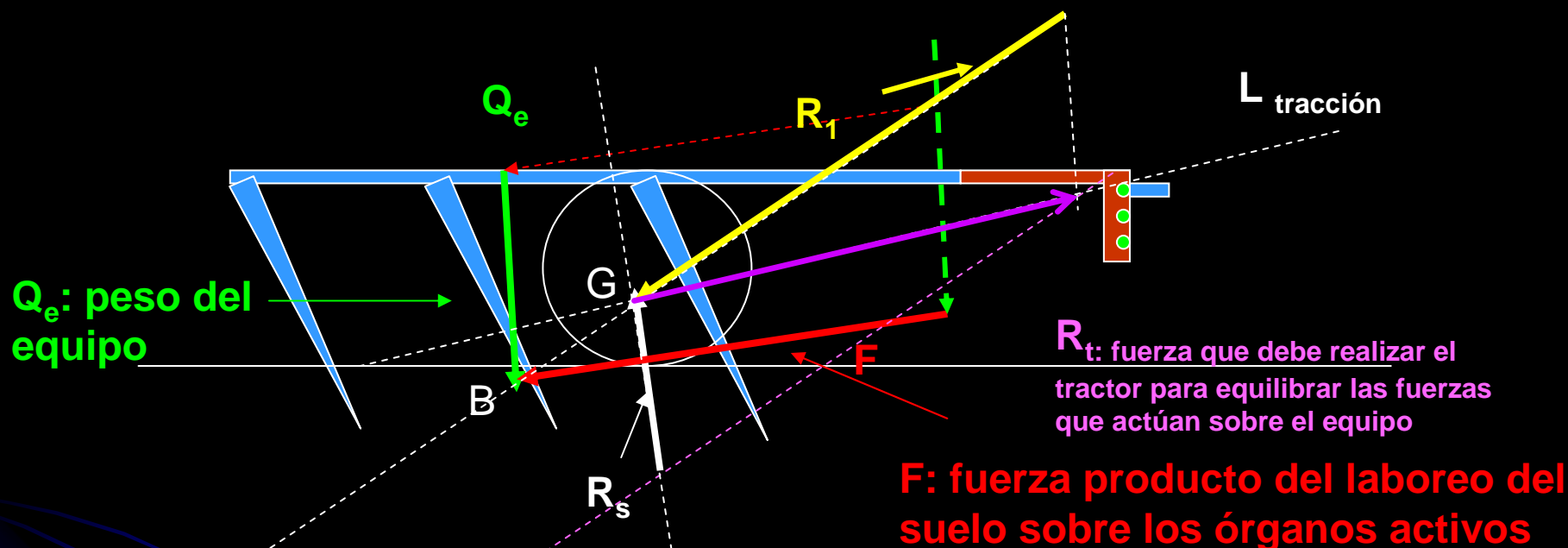




Sistema de fuerzas en el plano vertical

- la pendiente de la fuerza resultante del conjunto, las cargas dinámicas que se producen sobre el tractor y las ruedas propias del equipo son función de:
 - la magnitud de las fuerzas producto de la labor del suelo
 - la ubicación de las ruedas en el plano longitudinal
 - la altura del enganche
 - la longitud de la lanza
 - el peso del equipo

Ruedas adelante. Barra de tiro corta



La fuerza F que realiza el suelo sobre los órganos activos y el peso Q_e del equipo determinan el punto B y dan como resultado a R_1 . R_s es la fuerza de soporte del suelo que pasa ligeramente por detrás del eje de la rueda. R_1 y R_s determinan el punto G y a partir del mismo la línea de tracción L en función de la posición de la boca de enganche del equipo y la altura de la barra de tiro del tractor, resultando R_t la fuerza que realizará el tractor