Tecmaquina S.A®

Seminario internacional: Producción y optimización de la sacarosa en el proceso agroindustrial.

ATACORI- Puntarenas, 10- 12 de octubre de 2017

Ing. Agr. Roberto Mayorga C. Consultor.
Puntarenas, C. R. octubre 11 de 2017

La compactación de los suelos cultivados de caña de azúcar y la correcta labranza.

El suelo y la agricultura

- Los suelos sostienen la biodiversidad del planeta y albergan una cuarta parte de la misma. http://www.fao.org/soils-2015

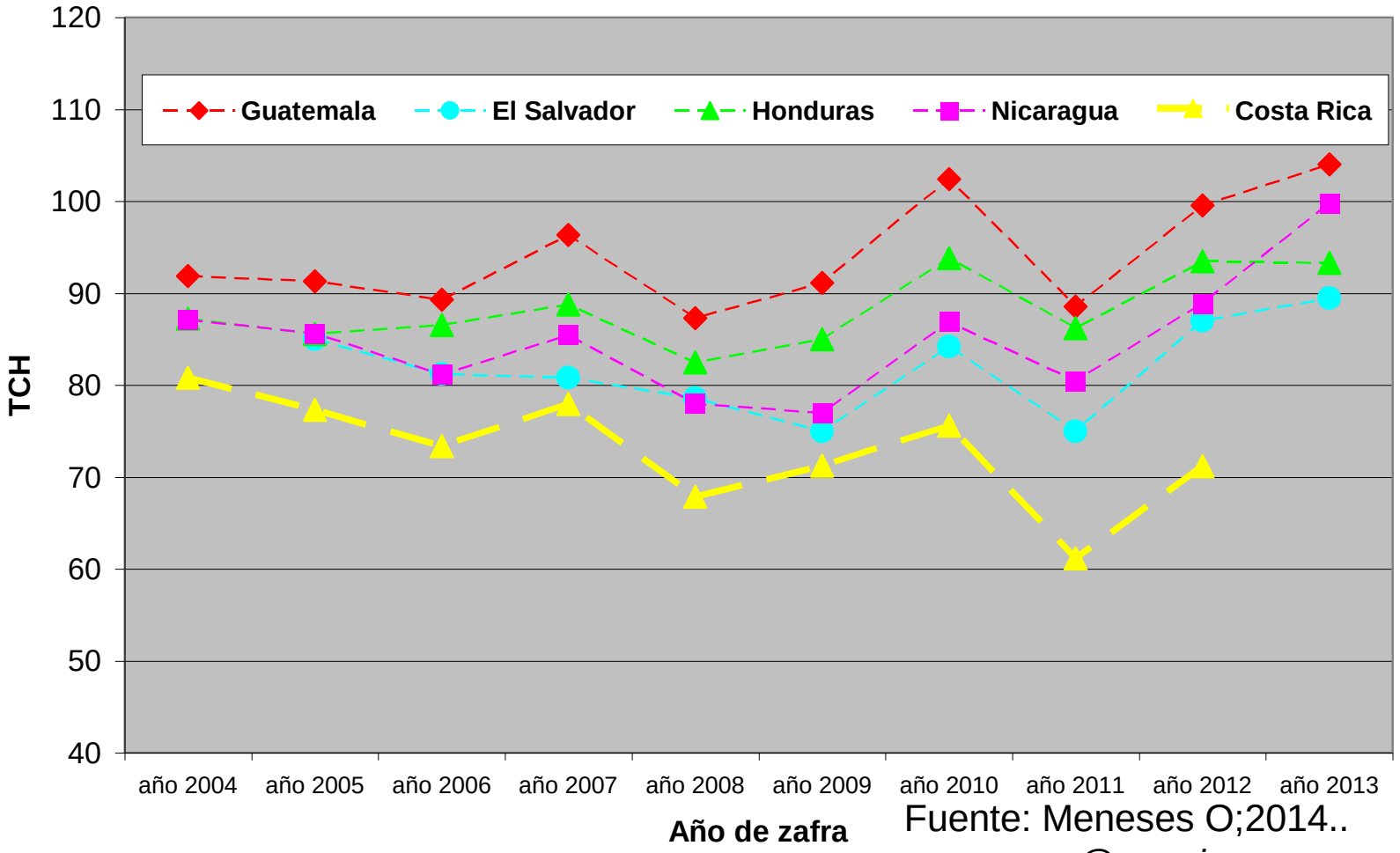
- El suelo es un recurso no renovable su conservación es esencial para la seguridad alimentaria y nuestro futuro sostenible. http://www.fao.org/ fao.org/soils-2015

Protección del suelo. Evitemos la compactación.

Compactar el suelo es muy fácil. Recuperar suelos compactados es difícil y de un elevado costo

Dato de producción de Centro América y situación *preocupante de Costa Rica*

Producción de caña de azúcar en TCH de Centro América, década del 2004-2013



Fuente: Meneses O;2014..
ameneses@cengicana.org

¿En Costa Rica se tiene 40 años de sembrar caña cada vez más mecanizada…y la compactación del suelo?

- Antes de los años 1960, la cosecha era manual y el acarreo en rollos con bueyes.
- Para los años 1960- 1970 se cosecha manualmente e inicia el acarreo en carretas de 4- 7 ton. tiradas con tractores de no más de 75 hp.
- Ya para la década de 1970- 1980, se nota la reducción de mano de obra e inicia el uso de las cargadoras autopropulsadas y la entrada de camiones al campo. Las cargas de esos camiones y cabezales son de 7- 20 ton, con llantas de carretera. Normalmente pasando cada 5 o 6 surcos. **Mucho pisoteo de la cepa**

Incremento del tamaño de tractores, carretas y camiones, mayor presión sobre el suelo

¿En Costa Rica se tiene 40 años de sembrar caña cada vez más mecanizada…y la compactación del suelo?

- Luego vienen las cosechadoras combinadas que sustituyen los corteros y aceleran el proceso de corta, pero que deben pasar surco por surco con una gran masa de más de 20 ton, en oruga o en llantas y acarreo en camiones y carretas con llantas de carretera.
- Finalmente se usa cosechadoras combinadas y auto volteos de menor peso total y con llantas agrícolas de alta flotación.
- Sin embargo no siempre se aprovecha las cualidades de diseño de estos equipos, al usar llantas no agrícolas o bien llantas agrícolas de alta flotación pero con presión de inflado incorrecto.

¿En Costa Rica se tiene 40 años de sembrar caña cada vez más mecanizada…y la compactación del suelo?

- En el manejo de la plantación se olvida la importancia del **suelo** y no se controla el uso de máquinas, tractores, vehículos y aperos.
- Se olvida que la caña se renueva cada 5 y hasta 10 años. Existe plantaciones de hasta 24 años. *(Villalobos, F. comunicación personal 2011).*
- **La labranza no siempre corrige el daño.**
- **Además por desconocimiento o deseos de avanzar rápidamente se realiza una labranza incorrecta o en condiciones inadecuadas**.

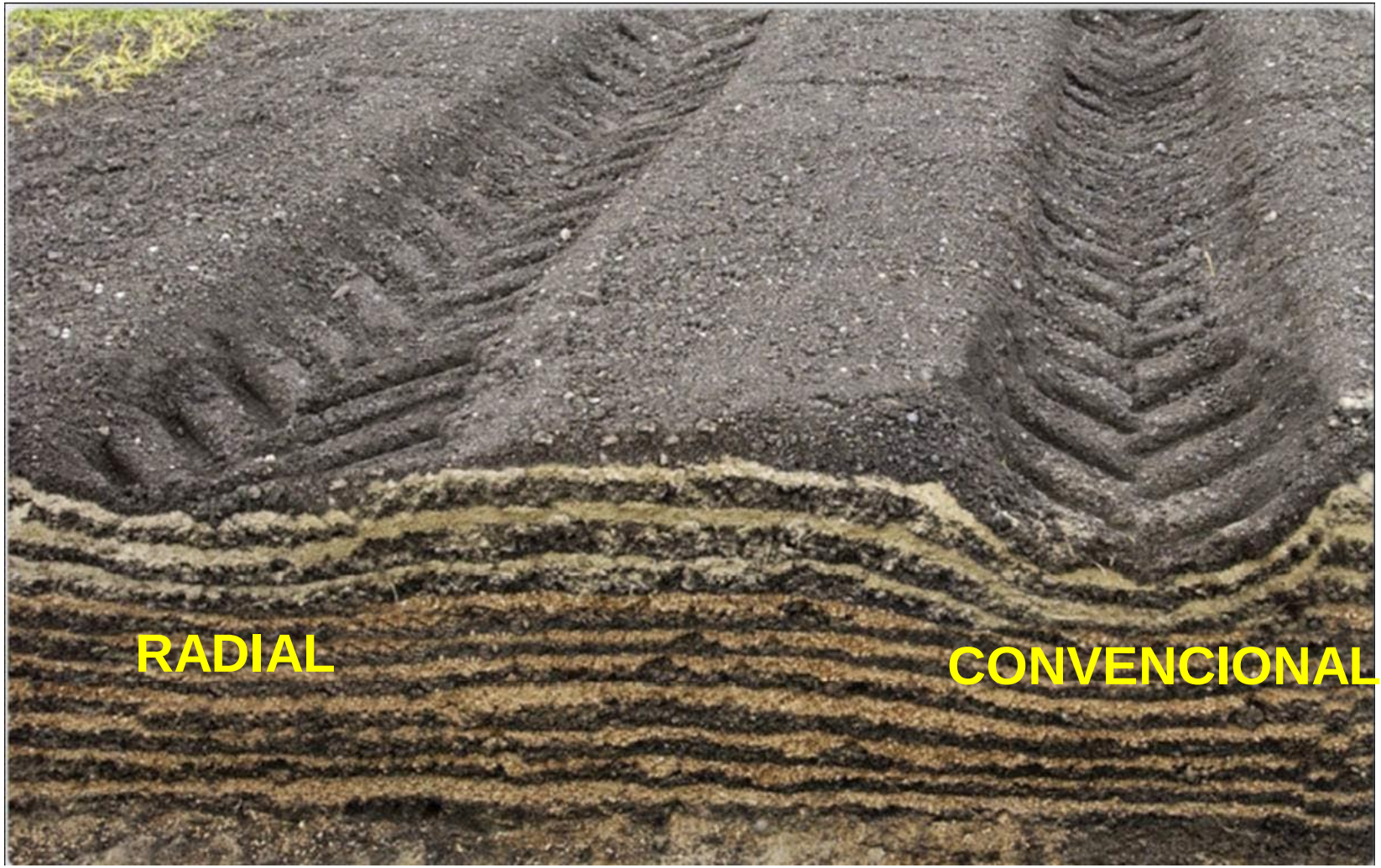
Prácticas que inducen compactación en caña de azúcar

- Las tecnologías de manejo de la producción de caña de azúcar han evolucionado en lo referente a máquinas, implementos y capacidad de carga de los transportes (Laia *et al. 2006), lo* que provoca compactación del suelo.
- Barzegar et al (2000) indican que la compactación del suelo con el cultivo de caña de azúcar aumenta durante la preparación del suelo, siembra del cultivo, practicas culturales y principalmente durante la cosecha. Además Souza *et al (*2005) también enfatizan que la mecanización de la cosecha afecta la producción, duración del cultivo y propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos
- Monitorear la compactación del suelo es de fundamental importancia para poder mantener la longevidad de los cañales (Braunbeck y Oliveira, 2006), lo que significa regular las cantidades de presión aplicadas por las maquinarias y así definir estrategias de manejo basadas en la predicción de los impactos de las operaciones sobre la estructura del suelo y el momento adecuado para la realización de las operaciones mecanizadas. (Severiano et al, 2010)

Fuente: tomado de Rojas Downing, M. 2011. Proyecto de graduación, U.C.R.

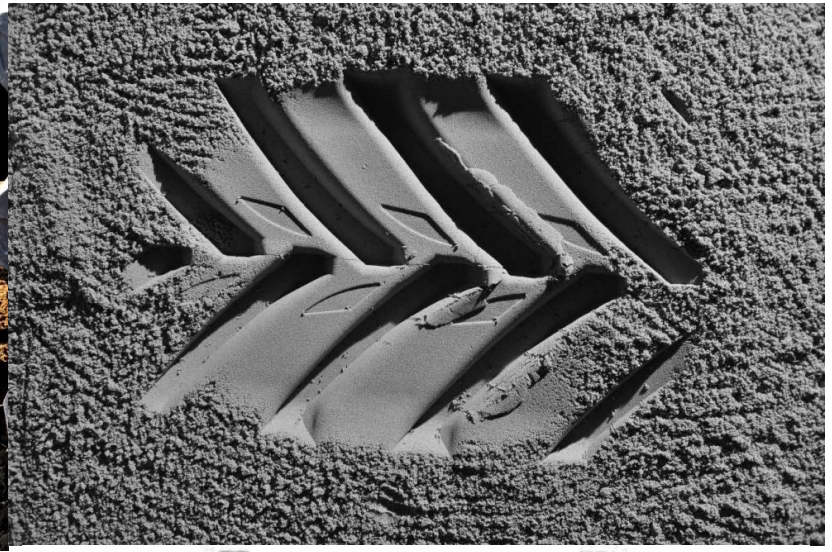
Nunca entrar al lote con equipo incorrecto

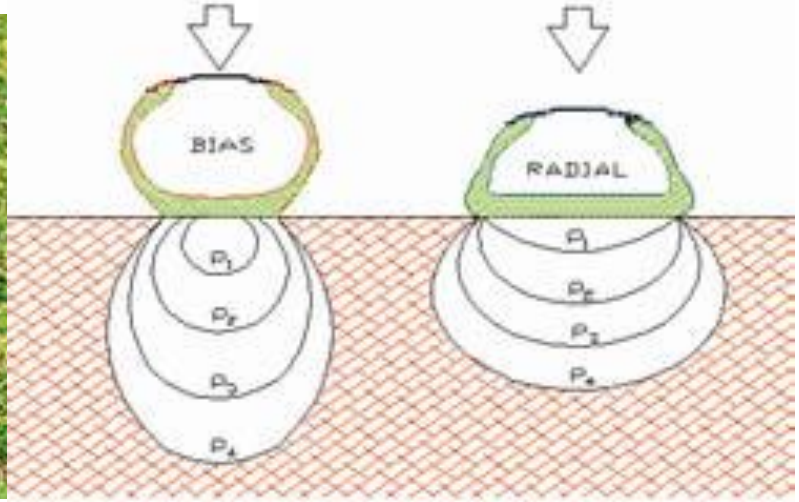
Profundidad de la huella según tipo de llanta y compactación profunda del suelo



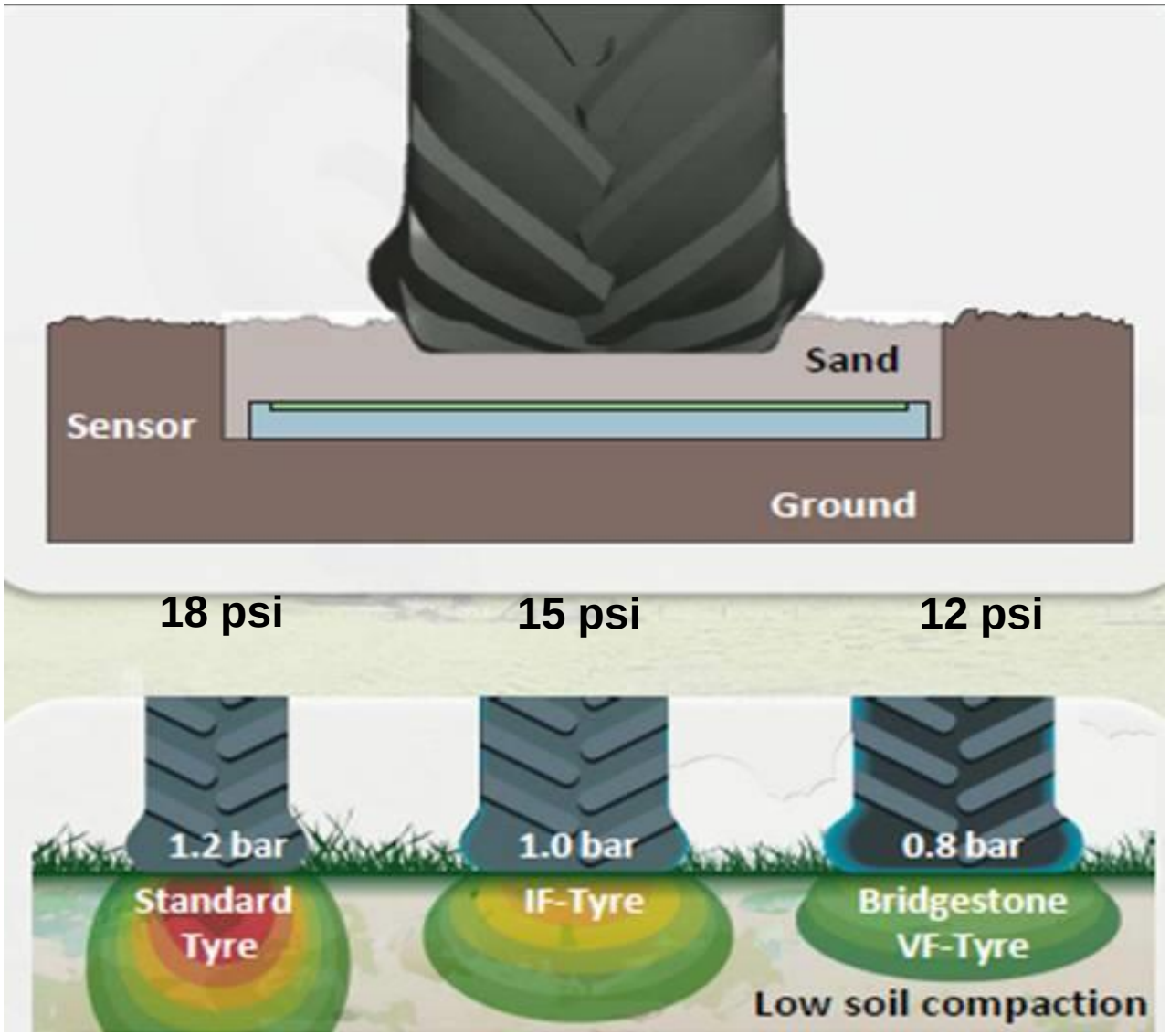
Nunca pase con maquinaria sobre el surco de caña

Inflado incorrecto de las llantas del tractor y equipos, causa de compactación profunda





Llantas convencionales vs. radiales



Prueba práctica del inflado correcto.

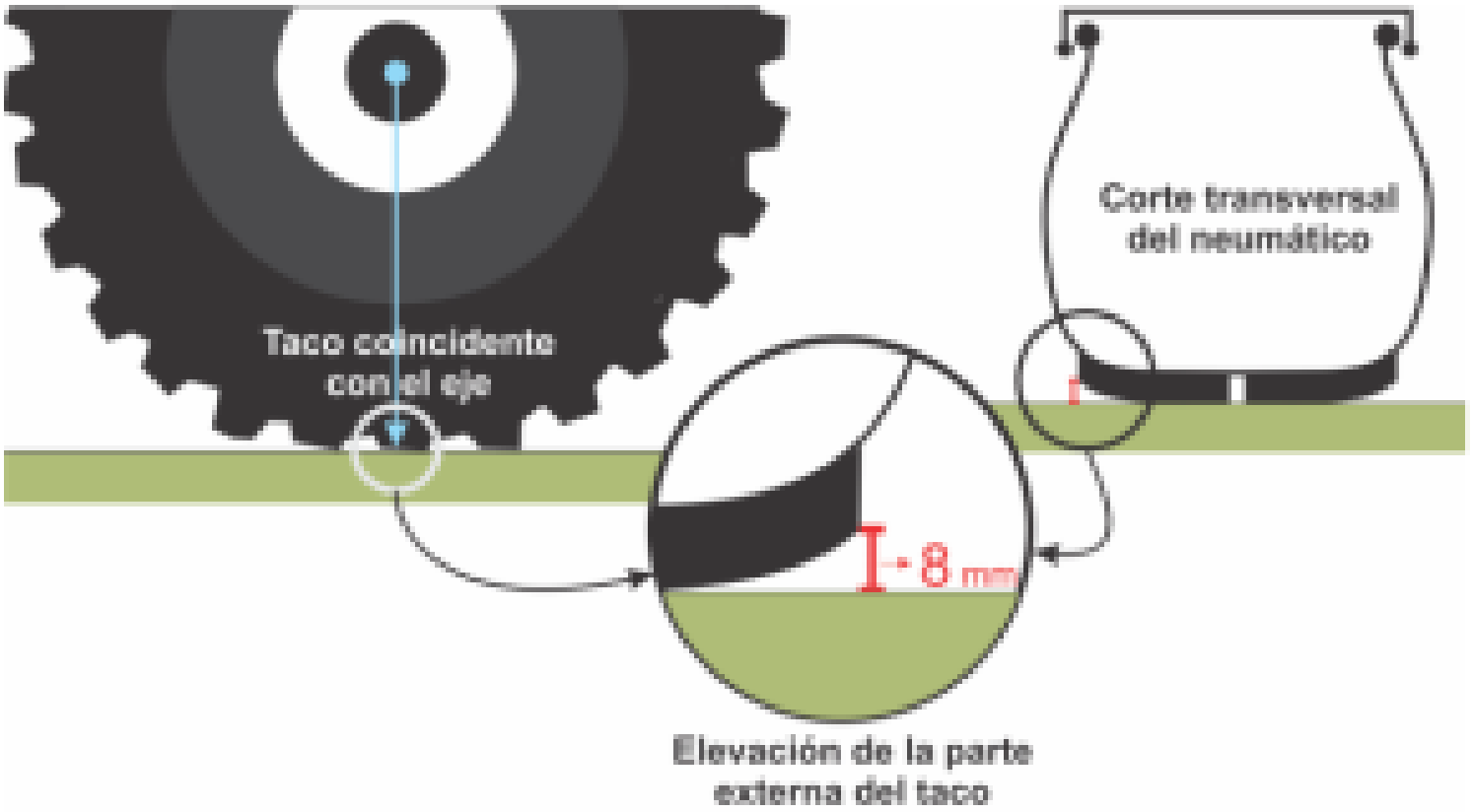
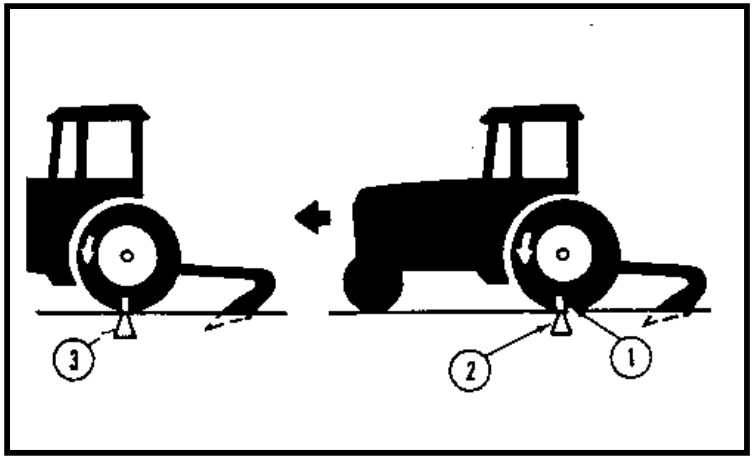


Figura 2. Elevación externa del taco central para lograr la presión de inflado ideal en neumático convencional.

Compactación de suelos de fincas de Cañas, Guanacaste. *Rojas Downing M. y Morales, M. 2011*.
Cosechadora combinada: 27 psi.
Autovolteo y tractor: 23 psi.
Suelo pre-compactado: 7,5 psi

Datos de Colombia. *Isaac E, C. Cenicaña, 2014*
Cosechadora Combinada:
15- 45 psi a 10 cm.
30- 45 psi a 30 cm.
15- 22 psi a 50 cm.
Compactación significativa y limitante para raíces: 14- 20 psi.

Medición del patinaje



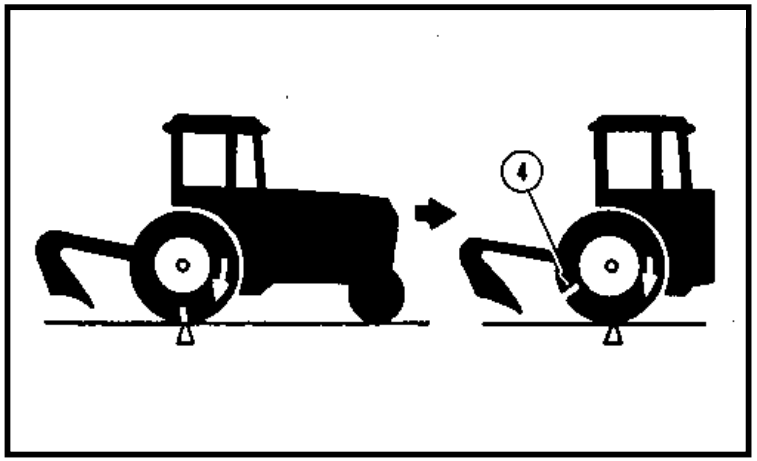
1. Marcar una rueda

2. Con el tractor en movimiento y con el implemento en posición de trabajo, hacer una marca en el suelo, en el punto en que la marca de la rueda pasa por el punto más bajo.

Continuar avanzando con el tractor con el implemento en posición de trabajo, hasta que la rueda trasera dé 10 vueltas completas.

3. Realizar una marca en el suelo en el punto donde se completaron las 10 vueltas.

Medición del patinaje



4. Levantar la herramienta y recorrer el mismo trayecto que fue marcado en el suelo, contando las vueltas que tiene que dar la rueda trasera para esa distancia.

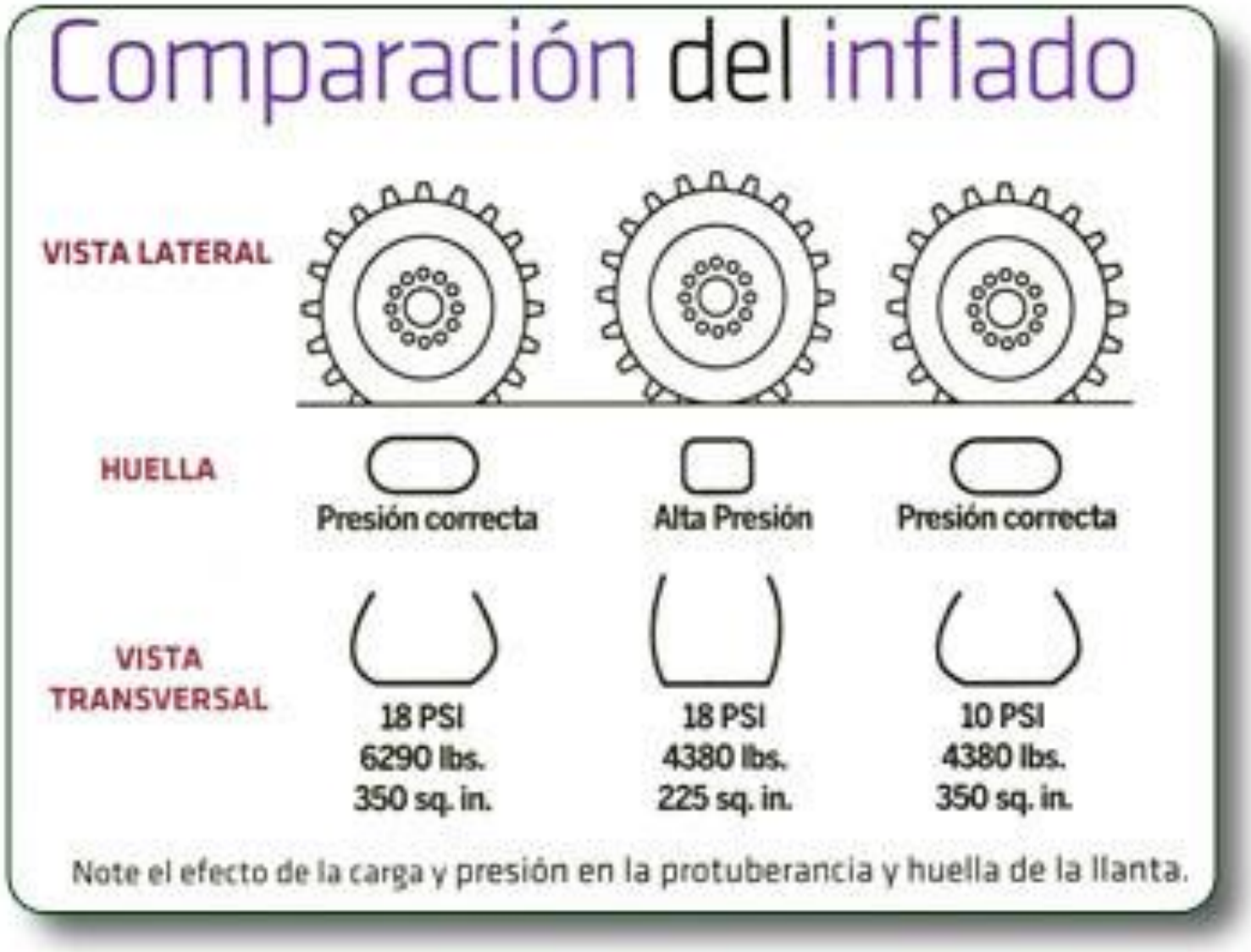
5. Aplicar la siguiente fórmula:

$$\text{Patinaje (\%)} = \frac{\text{(Vueltas trabajando - Vueltas en vacío)}}{\text{Vueltas trabajando}} \times 100$$

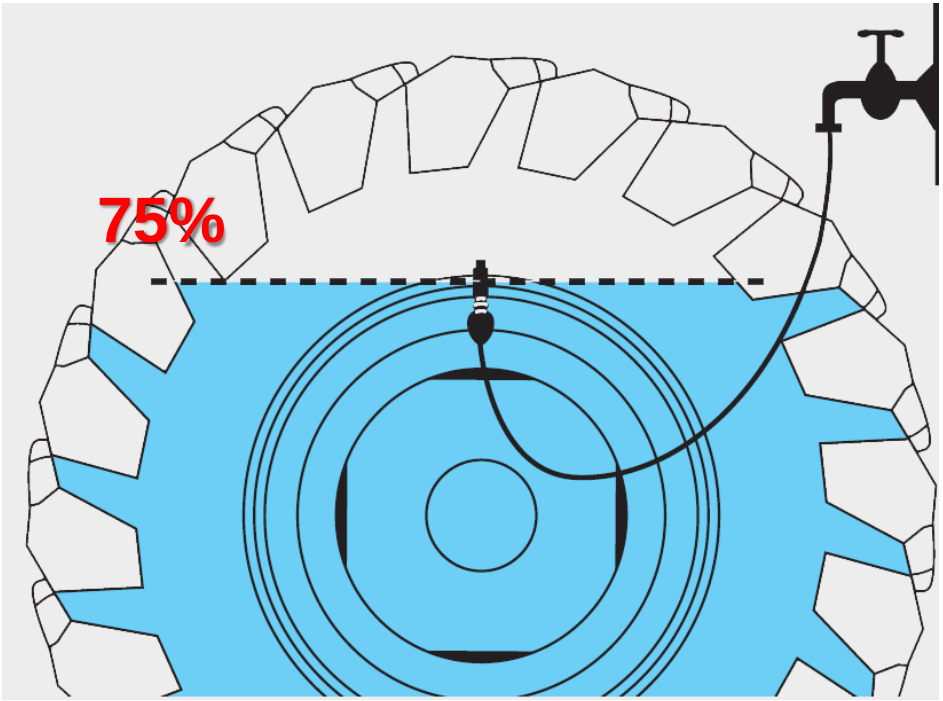
Patinaje admisible

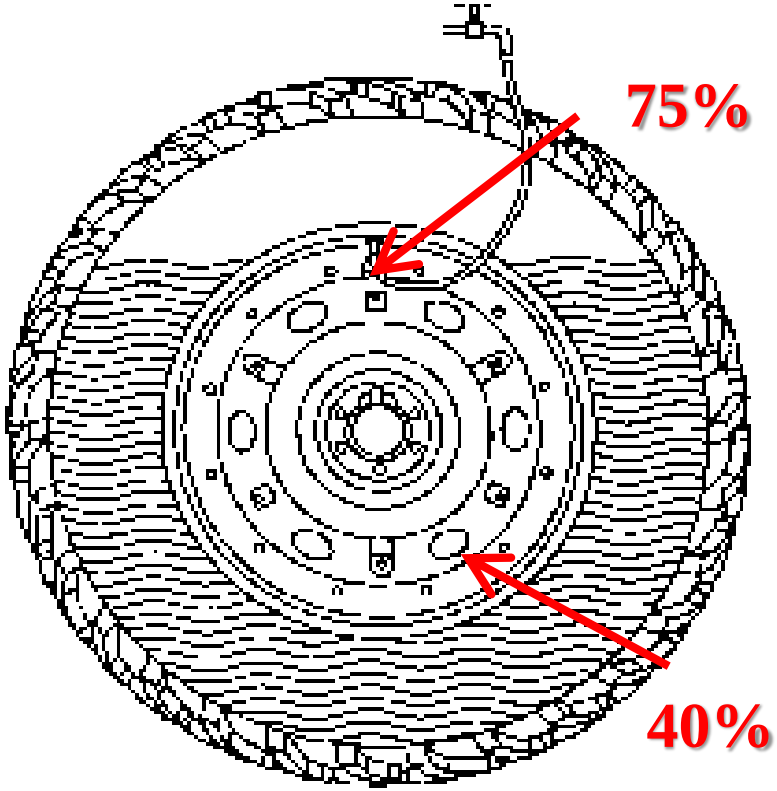
Tipo de tractor	Porcentaje de Patinaje
2WD	10 – 15 %
4WD	8 – 12 %

Inflado de la llanta agrícola y huella (área de contacto)



Lastrado con líquido del neumático; en clima tropical se usa agua limpia. Solamente si se comprueba que se requiere, no debe ser una regla.





Distribución del peso estático

Inflado de llantas radiales

Tractor LANDINI 125	
LLANTAS CONVENCIONALES	
Llantas 18.4-38	área de contacto pulg²
capas 08	315
Llantas 14.9-28	área de contacto pulg²
capas 08	175
Peso total en libras	13.636
Eje delantero 42.5%	5.795
Eje trasero 57.5%	7.841
Presión eje delantero	18 p.s.i.
Presión eje trasero	14 p.s.i.

58%

42%

Inflado de llantas radiales

58%

42%

Landini 125	
LLANTAS RADIALES	
Llantas 600/65R-38	área de contacto pulg²
	430
Llantas 540/65R-28	área de contacto pulg²
	295
Peso total en libras	13.636
Eje delantero 42.5%	5.795
Eje trasero 57.5%	7.841
Presión eje delantero	9 p.s.i.
Presión eje trasero	9 p.s.i.

Llanta convencional vs llanta radial

- Las llantas radiales pueden mejorar el desempeño entre un 15 - 40%.
- Reduce la compactación del suelo.
- Ajuste su presión conforme el peso del tractor y apero de labranza
- **Si no ajusta correctamente la presión la llanta RADIAL es una inversión errónea.**

Compactación de los suelos y labranza para corregir parte del problema.

¿Qué es preparación del suelo?

- En muchos cursos, días de campo y seminarios es común escuchar***: "para tener una buena germinación se debe hacer una buena preparación del suelo".***
- **¿Pero qué es una buena labranza del suelo?**
- ¿Cómo lograrlo para caña de azúcar?

Características físicas del suelo

Factores de compactación:

- Son factores físicos que generan impedimento mecánico para el desarrollo de las raíces.
- La compactación de la estructura del suelo disminuye la porosidad y aumenta la densidad de masa.
- Hinchamiento por cambio de humedad
- El tránsito de animales, máquinas, vehículos y de aperos de labranza no adecuados.

Preparación de suelos ó labranza.

Labranza primaria:

es la más importante y consiste en remover la capa agrícola e incorporar los residuos al sustrato.

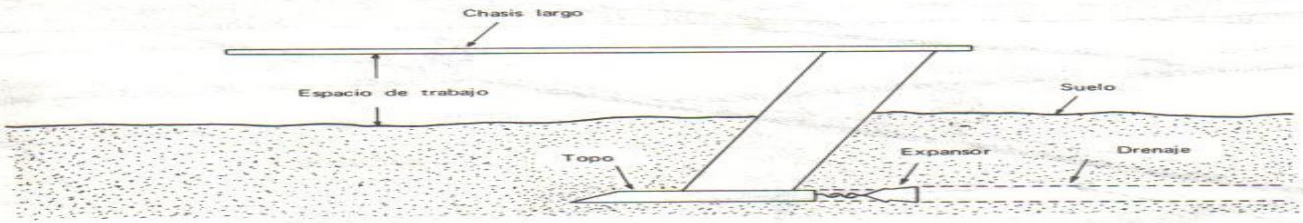
Labranza secundaria:

es la última labor de preparación de suelos antes de la siembra. Consiste en afinar el terreno para una adecuada cama de la semilla.

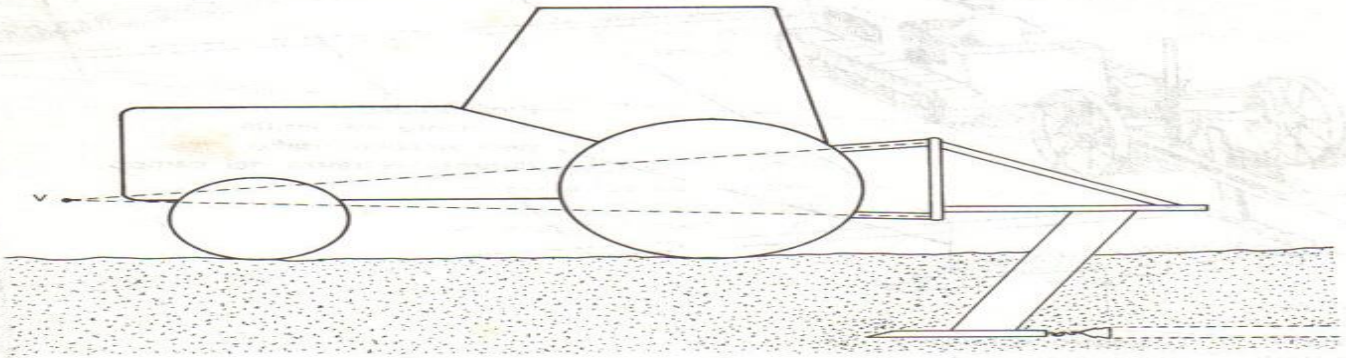
Cadena de labores para caña de azúcar.

- Limpieza de malezas o residuos.
- Subsolado.
- Arado (discos, vertedera, azadón mecánico o arado de cinceles).
- Afinamiento (rastra de discos o de cinceles vibradores).
- Surcado.

El diseño de la porta herramienta



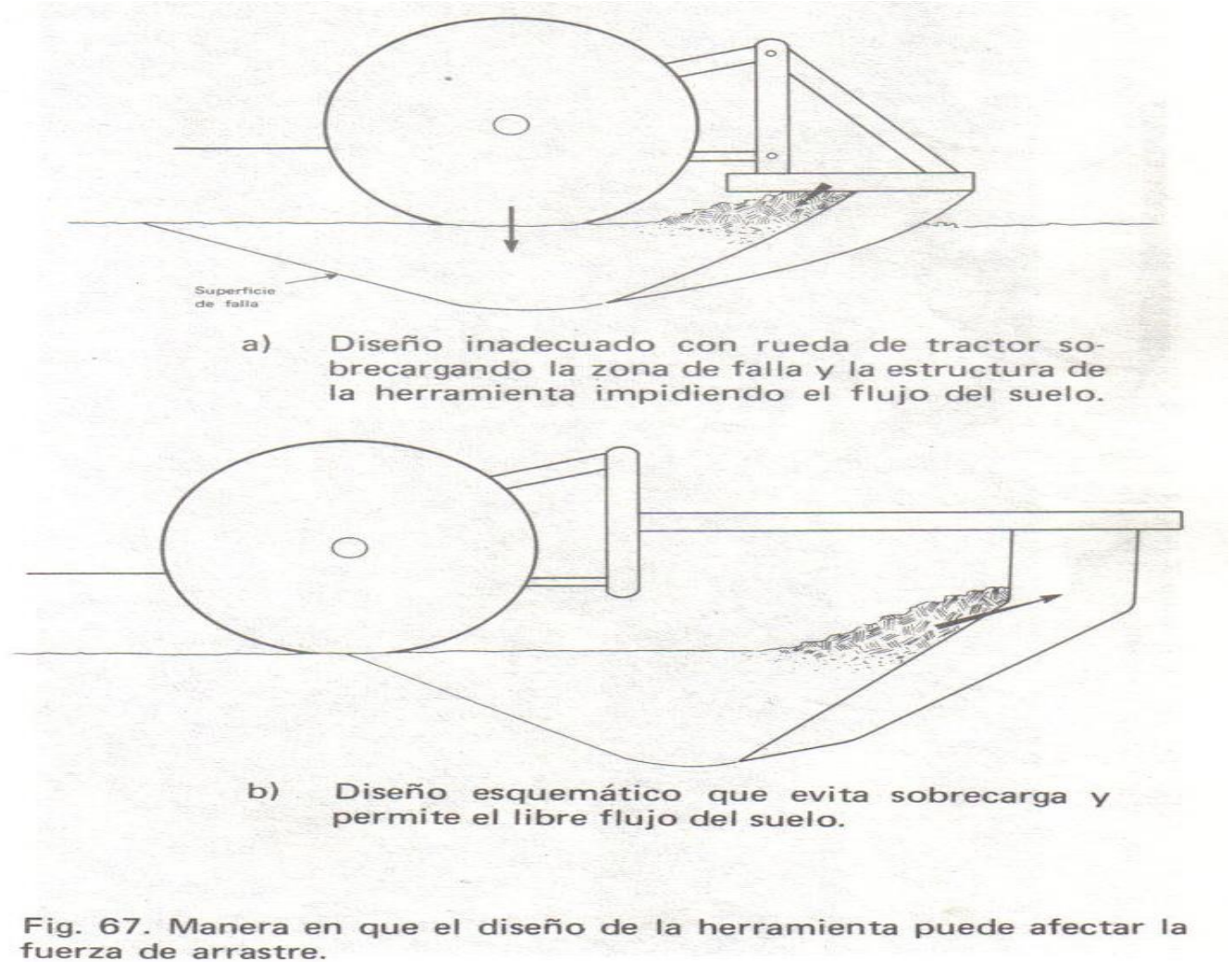
a) Con acople de tiro se necesita un chasis largo, para permitir construir un drenaje recto.



b) Con acople por los tres puntos se debe asegurar un punto de acople virtual V (véase el numeral 7.4.2) bien en adelante, que tiene el mismo efecto que un chasis largo.

Fig. 71. Diseño óptimo del arado de topo para acople de tiro o por los tres puntos del tractor[5,10,26].

Importancia del diseño de la porta-herramienta



a) Diseño inadecuado con rueda de tractor sobrecargando la zona de falla y la estructura de la herramienta impidiendo el flujo del suelo.

b) Diseño esquemático que evita sobrecarga y permite el libre flujo del suelo.

Fig. 67. Manera en que el diseño de la herramienta puede afectar la fuerza de arrastre.

Papel del ángulo de ataque del cincel

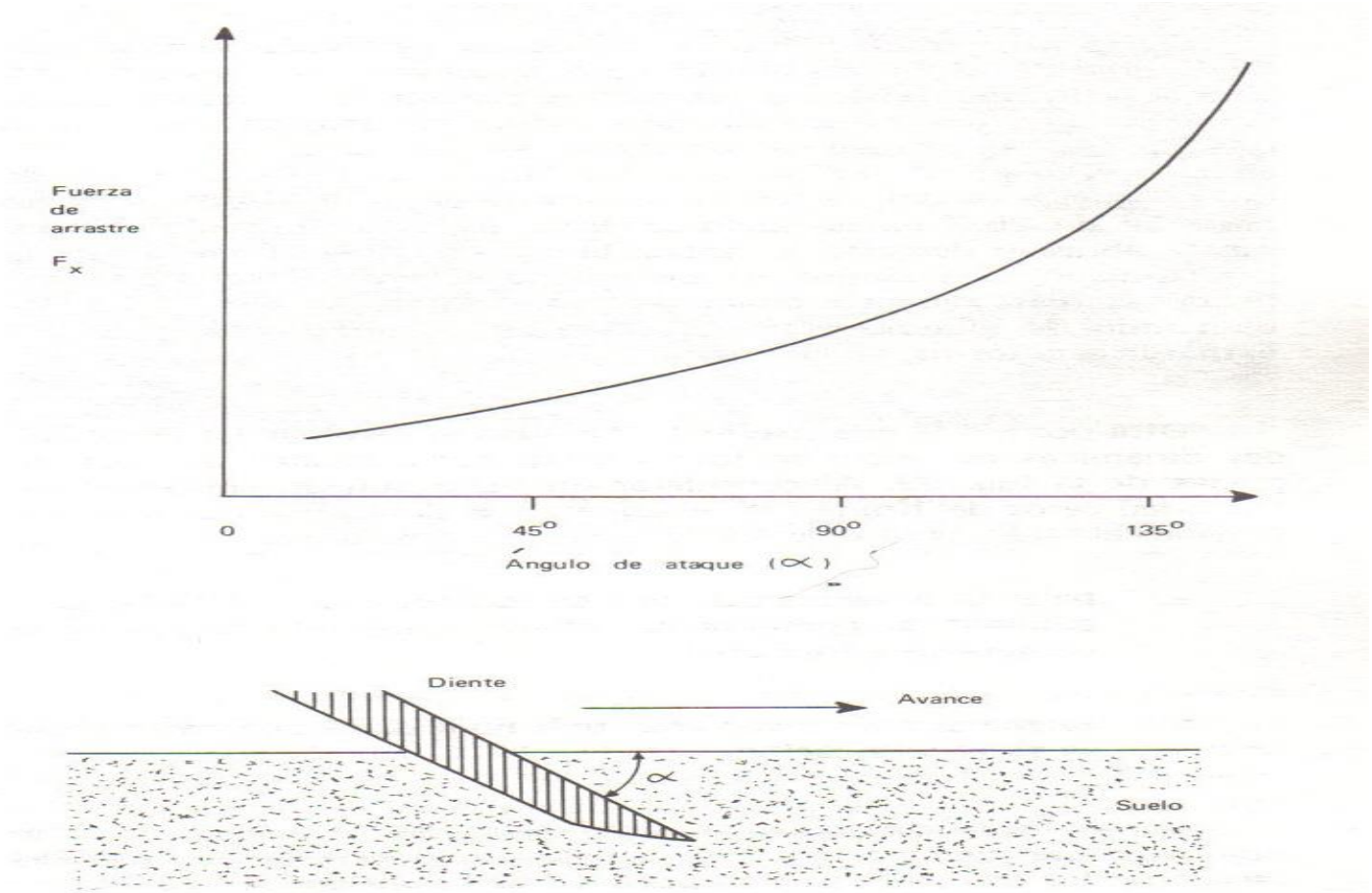


Fig. 35. Efecto del ángulo de ataque (α) sobre la fuerza de arrastre (F_x) de un diente.

¿QUÉ ES LA SUBSOLACIÓN ?

Es una práctica agrícola que se realiza para romper las capas endurecidas del subsuelo, buscando mejorar la penetración de las raíces y el drenaje del exceso de lluvia o riego, del suelo superficial.

Fuente: Cenicaña

¿POR QUÉ SUBSOLAR PARA LA SIEMBRA DE CAÑA?

- Una costumbre
- Como un seguro para obtener altas producciones
- Para facilitar la preparación y lograr una cama profunda para la semilla *(surcado)*
- **Romper capas endurecidas**

Fuente: Cenicaña.

RECOMENDACIÓN

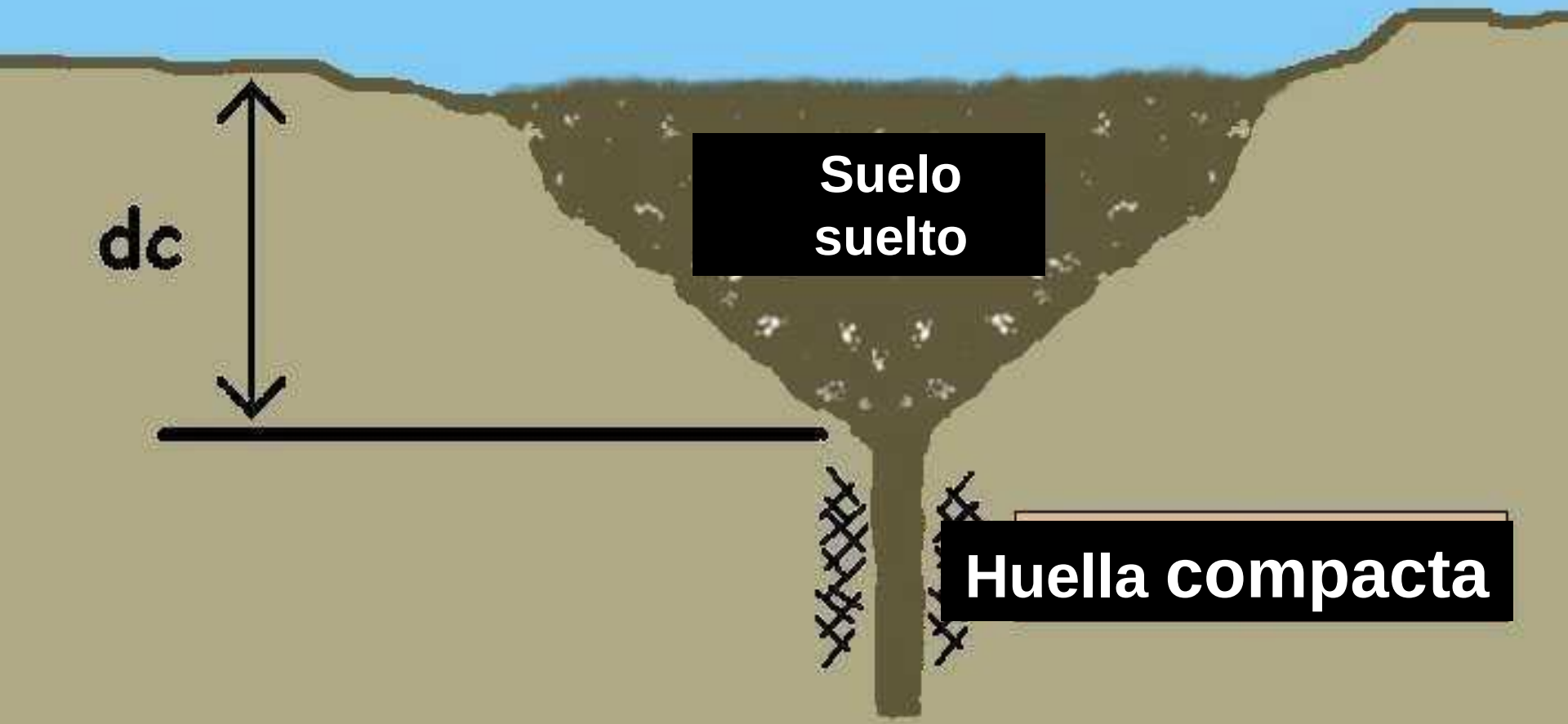
1. **Si la humedad del suelo es alta, la subsolación y otras labores pueden causar MÁS DAÑO que BENEFICIO.**

2. **OJO con la presión de las llantas del tractor y otros equipos**

3. **Luego de subsolar, NUNCA rastrear si hay alta humedad, DAÑO GRAVE.**

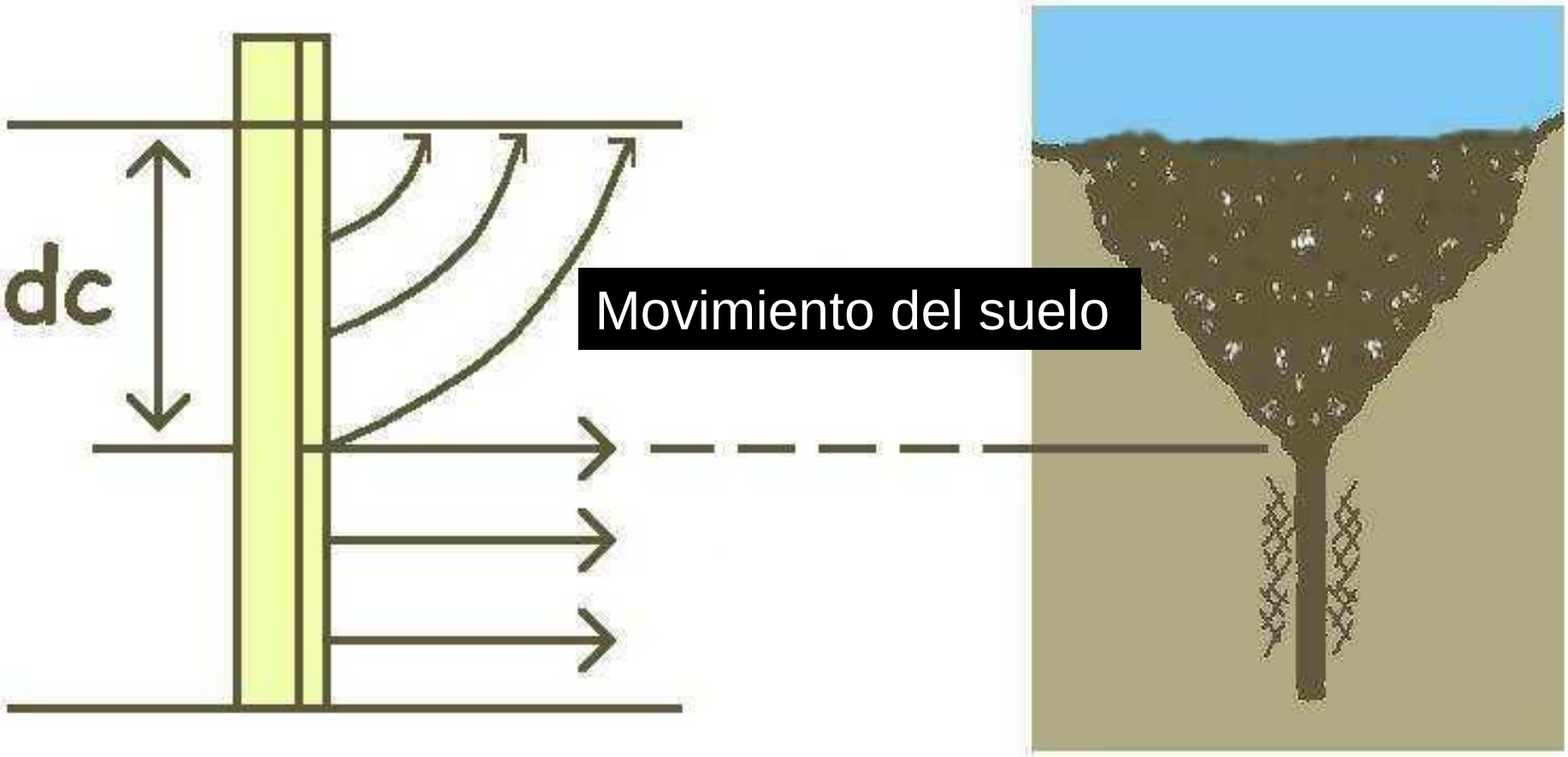
Fuente: Cenicaña

¿Cómo rotura el subsolador?



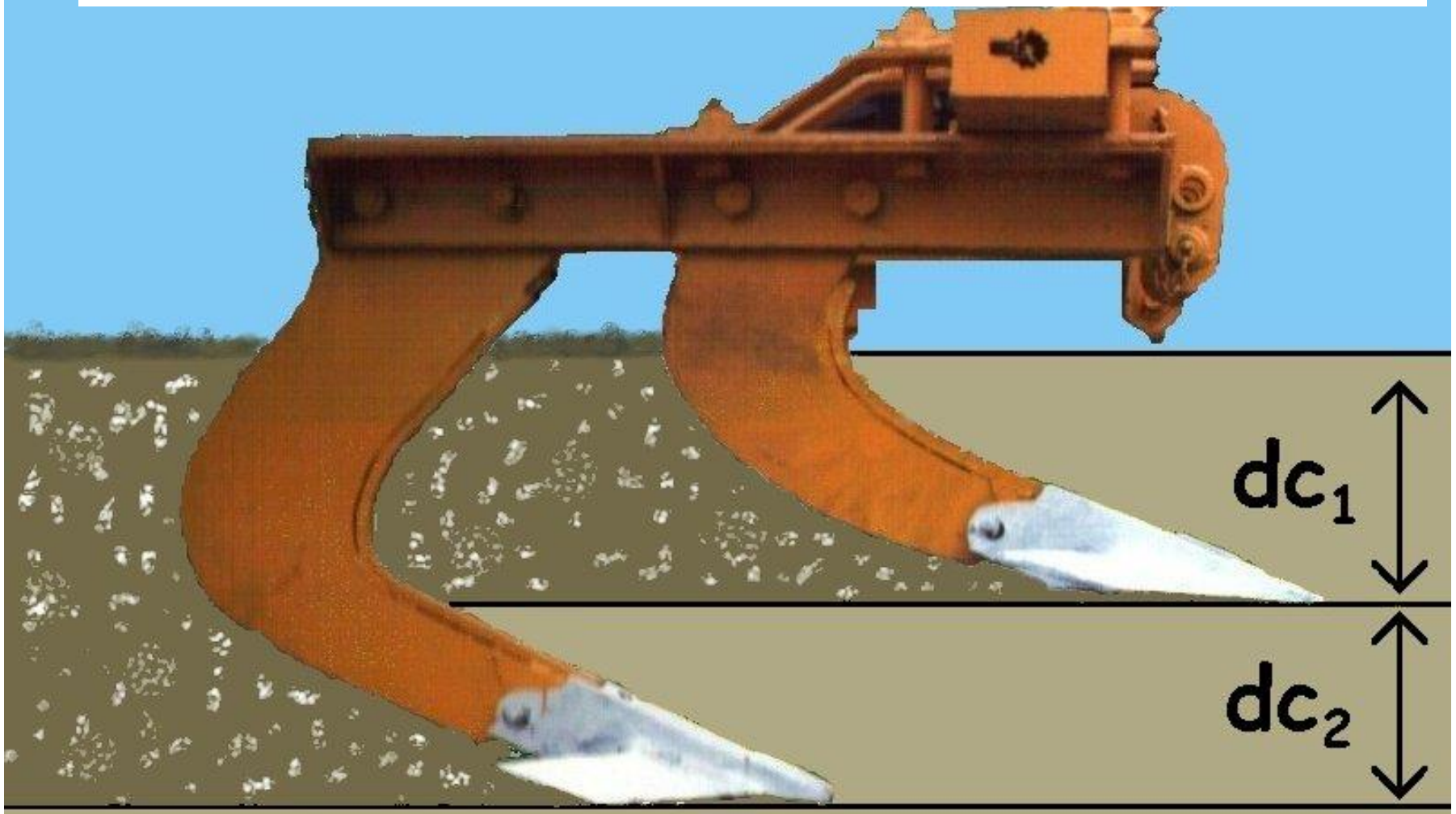
Fuente: Torres, J. Cenicaña, 2012

PROFUNDIDAD CRÍTICA:



Fuente: Torres, J. Cenicaña, 2001

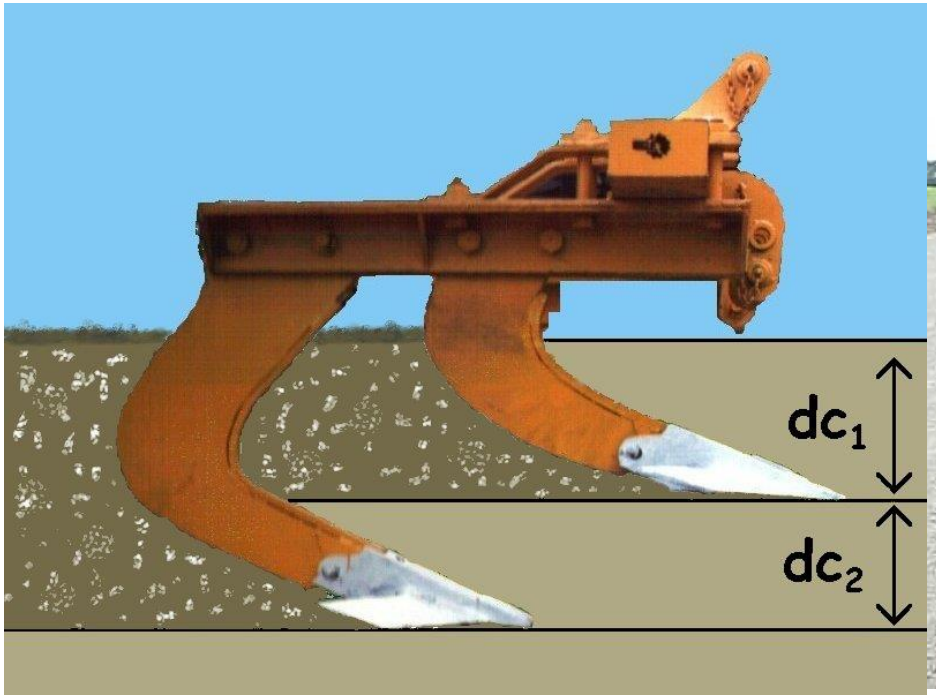
ESQUEMA DE TRABAJO DEL CENITANDEM



Fuente: Torres, J. Cenicaña, 2001

Equipo diseñado y usado en Colombia

SUBSOLADOR CENITANDEM	SUBSOLADOR SUBESCARIFICADOR



Fuente: Torres, J. Cenicaña, 2001

Modelo subsolador J.D. con cincel parabólico y Maschio con cincel parabólico y aletas.

Sub-escarificador, modificación de porta herramienta de alto despeje y cinceles. *R. Mayorga*

ARADO DE CINCELES EN PREPARACIÓN

Cinceles de 66 cm de profundidad, espaciamiento de 50 cm, ancho de trabajo 2,50 m. Potencia requerida suelos francos 125- 130 hp, suelos arcillosos > 150 hp.

Lote labrado con subsolador de 7 brazos semi parabólicos de 66 cm y espaciados 65 cm, ancho de corte 3,85 m. Suelo vertisol de rotación con arroz

LABOR DE AFINADO PARA CULTIVO DE CAÑA

Siempre en suelo seco,
no mullir o pulverizar en exceso.

Afinamiento para caña sin mullir excesivamente.

Surcadores para caña de azúcar

Surcado para siembra de caña de azúcar. Nótese que el surcador es un conformador, no hay terrones

Fuente: Fotos. Riggioni, 2010

Labranza reducida o mínima labranza en caña de azúcar

Labranza reducida para caña

- Consiste en sembrar ó renovar cañales con menor uso de maquinaria y eliminación del cultivo anterior con herbicidas.
- Para eliminar cepa de caña vieja, se requiere altas dosis de glifosato u otro graminicida.
- Si es una finca de pastos las moléculas pueden ser otras y dosis menores.

Labranza reducida para caña

Ventajas:

- Se aprecia en general un aumento de los rendimientos
- Reducción de costos: mano de obra, menos combustible y del desgaste de la maquinaria e implementos
- Mejora la retención del agua por el suelo, reduce la escorrentía, la cubierta vegetal evita la evaporación excesiva y los cambios de temperatura del suelo son menos dramáticos.

Labranza reducida para caña

Ventajas, sigue:

- Requiere tractores de menor potencia.
- Se evita retoño de cañas voluntarias de la plantación anterior.
- Se reduce pérdidas de humedad del suelo.
- Reducción del intervalo entre corta de la caña anterior y renovación. Enfasamiento de las siembras.
- **Finalmente, redunda en menor costo.**

Labranza reducida para caña

Algunos factores necesarios:

- Que no amerite cambio de diseño del lote.
- En lotes con riego por gravedad, que el canal regador no haya perdido su sección.
- Disponer de implemento adecuado: subsolador y preferible sub-escarificador o subsuelo tipo “cenitándem”.
- **No es fácil en suelo arcilloso.**
- Espaciar el surcado de 3 a 5 días después del subsuelo

Renovación mediante labranza reducida con sub-escarificador y surcado. Barahona, R. Dominicana

Surcador

Subescarificador

Labranza reducida para caña

Subsolador canterizador de fabricación brasileira. Ingenio C. R.

Gran opción para incrementar labranza mínima. Subsolador canterizador del Ingenio Costa Rica.

Cepa vieja tratada con Round up a 5.0 L/ha y lote surcado

Renovación mediante labranza reducida, con eliminación de cepa vieja luego de sembrado. Finca Coyolar, Liberia.

Cepa vieja muerta y germinación de la nueva plantación, 35 – 40 d.d.s.

Cañal renovado con mínima labranza 45 – 50 d.d.s.

Tecmaquina S.A®

Muchas Gracias