

MAQUINARIA PARA LA RECOLECCIÓN DE LA REMOLACHA

Parte 3.- Capacidad y calidad de trabajo

En la tercera parte de esta serie de artículos se analizan las capacidades de trabajo de las máquinas utilizadas en la recolección de la remolacha, así como el procedimiento para valorar las pérdidas que se producen en el proceso de recolección.



LUIS MÁRQUEZ

Aunque todas las combinaciones son posibles, en los equipos que actualmente se utilizan en Europa Centro-Occidental, y en España, tanto para la remolacha que se recoge en otoño como en la de verano (Zona Sur con siembra otoñal), sólo se utilizan algunas de éstas.

En función de las características técnicas de las máquinas

queda definida la velocidad a la que pueden trabajar con garantía de calidad para la cosecha recogida.

■ Capacidad de trabajo

La capacidad de trabajo en una máquina depende de la velocidad real de avance, de la anchura de trabajo, que para el caso de la remolacha se asocia al número de líneas, y de la eficiencia en parcela, relación entre el

tiempo útil y el tiempo total trabajado.

La capacidad de trabajo efectiva se mide en hectáreas/hora, o bien, por su inversa, el tiempo operativo, que es el tiempo necesario para cosechar una hectárea y se mide en horas/ha.

Cuando la recolección se realiza con equipos descompuestos la capacidad de trabajo se debe calcular sumando los tiempos operativos de cada una de las máquinas que intervienen en la recolección. Así, si cada

uno de los equipos utilizados (descoronadora, arrancadora y recogedor cargador) necesitan 1.2 h/ha, la capacidad de trabajo resultante será 3.6 h/ha (0.28 ha/h).

El tiempo necesario para trabajar una determinada superficie se calcula multiplicando dicha superficie por el tiempo operativo de la máquina utilizada. Así, para cosechar 20 ha con una cosechadora cuya capacidad de trabajo sea de 1.1 h/ha, el tiempo necesario para realizar el trabajo será de $20 \times 1.1 = 22$ horas.

Para incrementar la capacidad de trabajo se puede aumentar la velocidad de las máquinas que intervienen en la cadena de recolección, lo que no siempre es aconsejable, ya que a partir de una velocidad se incrementan considerablemente las pérdidas en la recolección. Otra alternativa es aumentar la eficiencia sistematizando el cultivo en parcelas grandes y de dimensiones regulares, así como ordenando las operaciones para que las pérdidas de tiempo sean mínimas.

Cuando el cultivo es uniforme y las condiciones de recolección son adecuadas (buen estado del suelo y del cultivo), la capacidad de trabajo de las máquinas de recolección aumenta. Las cosechadoras con mayor nivel de tecnología disponen de elementos que permiten la autorregulación de la máquina para adaptarse a las variaciones que se produce en el cultivo. En cualquier caso, la capacitación de los operadores es esencial para compatibilizar una elevada capacidad de trabajo con la calidad y bajo porcentaje de impurezas (tierra y hojas) de la remolacha cosechada.

Durante más de 10 años, se han venido realizando en España seguimientos y evaluaciones de equipos de recolección tanto para remolacha de siembra primavera (recolección en otoño) como de siembra otoñal (recolección en verano).



En los mismos se aprecia que la capacidad y la calidad del trabajo que realizan, está en gran medida relacionada con la capacitación del maquinista y con la velocidad de trabajo.

Los valores medios obtenidos, sobre la base de que la cali-

dad del trabajo realizado es buena, lo que pone de manifiesto que el descuento total medio en la azucarera para el total de la remolacha en España se encuentra alrededor del 11%, aunque el descoronado suele ser insuficiente, son los que se presentan en la Tabla 1.

TABLA 1.- CAPACIDADES DE TRABAJO MEDIAS OBTENIDAS EN LAS EVALUACIONES DE EQUIPOS REALIZADAS POR AIMCRA EN DIFERENTES REGIONES ESPAÑOLAS

Equipo	h/ha
Intervención manual (arrancadora 2 filas)	8.2
Cosechadora arrastrada 1 fila	7.8
Cosechadora autopropulsada 1 fila	4.7
Cosechadora autopropulsada 2 filas	3.0
Cosechadora autopropulsada 3 filas	2.0
Cosechadora autopropulsada 6 filas	0.9 – 1.1
Equipo descompuesto 6 filas	1.4

Notas:

- El tiempo operativo de los equipos descompuestos de 6 líneas no incluye la carga, por lo que hay que considerar para ellos un incremento de 2 a 2.5 h/ha.
- En los sistemas de recolección con intervención manual se necesita mano de obra complementaria, cuantificable en un jornal por cada 3 toneladas cuando se realiza manualmente la pela y la carga, y un jornal por cada 4.5 a 5.0 t cuando se hace solamente la carga manual.

Valoración de la calidad del trabajo

La valoración sistemática de los equipos de recolección puede realizarse siguiendo la metodología propuesta por el Instituto Internacional de Investigación Remolachera (IIRB), procedimiento que parte de una caracterización precisa del cultivo sobre el que se va a realizar la prueba.

Caracterización del cultivo

Según esta metodología, en primer lugar, se debe de caracterizar el cultivo sobre el que deben de trabajar las máquinas. Primero, el espaciamiento de las raíces sobre la línea, ya que la irregularidad en la distancia entre raíces contiguas incidirá negativamente, tanto sobre el trabajo del descoronador como del arrancador. También la altura media de las raíces sobre el suelo es importante, ya que afecta a

los mismos dispositivos, y, en el caso de irregularidad, obliga a un ajuste continuo de los elementos de descoronado y arranque.

Para completar la evaluación, es necesario establecer 'clases' para las raíces del campo, tomando como referencia los diámetros máximos de las mismas, que se pueden agrupar en las siguientes siete clases:

Clase	1	2	3	4	5	6	7
Diámetro (cm)	< 4.5	4.5-7	7-9	9-11	11-13	13-15	>15

Los límites de las clases se pueden ajustar al tamaño de la cosecha, y deben de establecerse sobre una muestra significativa que puede ser de 10 grupos de 10 raíces. Con esta muestra también se determina el peso medio de las raíces del campo.

Un ejemplo de los resultados que se obtienen con esta

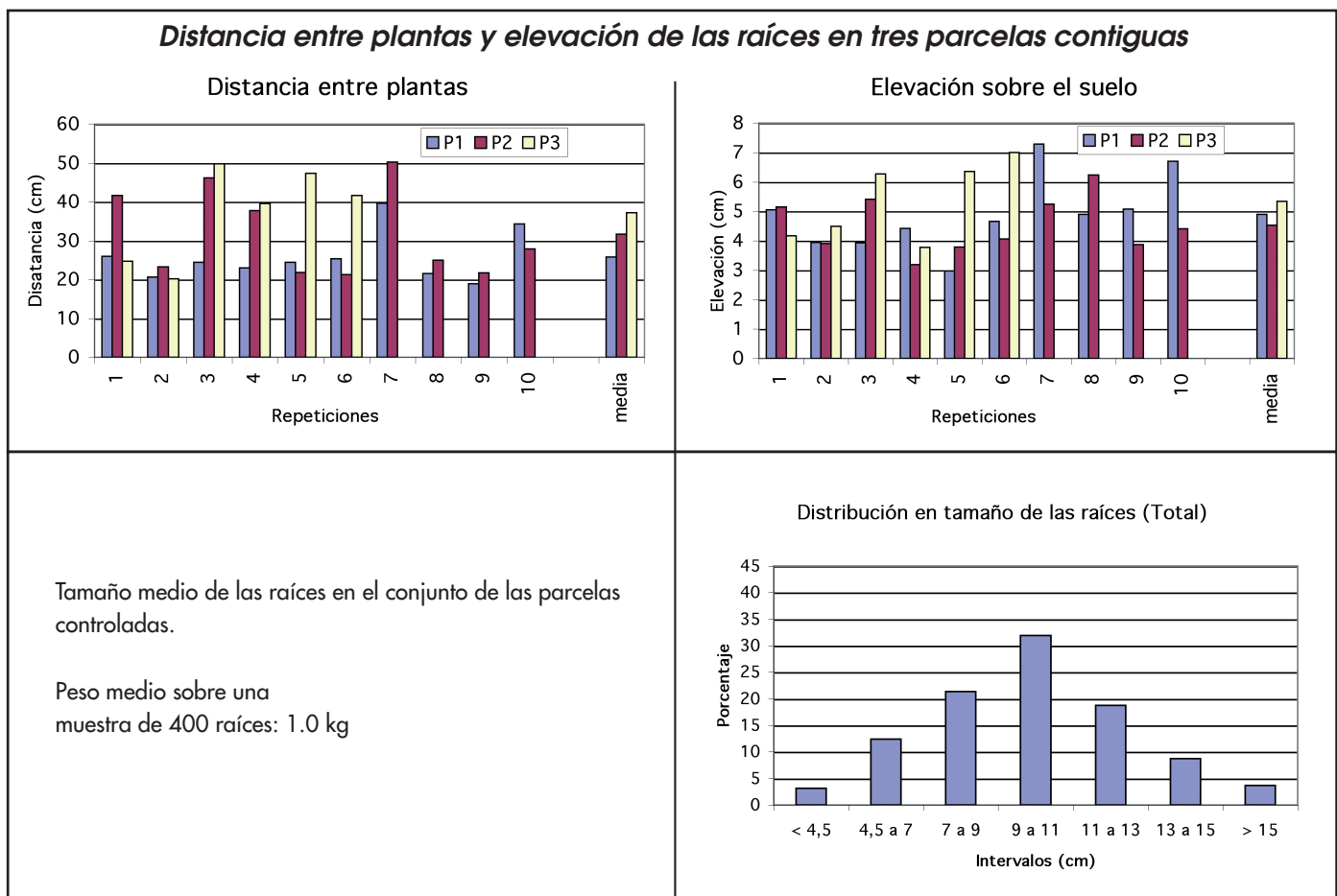
metodología se presentan en la Figura 1, correspondientes a los ensayos realizados sobre remolacha de siembra otoñal (recolección de verano) en Sevilla (España).

Estas evaluaciones se pueden completar con la caracterización mecánica del suelo: textura, humedad y resistencia a la penetración con punta cónica.



Determinación de las pérdidas

Una vez que las máquinas realizan su trabajo, se procede a la evaluación de las pérdidas. En primer lugar las raíces sin arrancar. Es importante verificar el tamaño de las raíces que quedan en el suelo, ya que las que son muy pequeñas es normal que queden fuera, puesto que su diámetro es inferior al de separa-

FIGURA 1.- CARACTERIZACIÓN DE UN CULTIVO DE REMOLACHA PREVIO AL ENSAYO DE COSECHADORAS



Ensayo realizado el 8 de julio de 1999.- Finca El Bufío - Lebrija (SE) - España.

 **LA VALORACIÓN SISTEMÁTICA DE LOS EQUIPOS DE RECOLECCIÓN PUEDE REALIZARSE SIGUIENDO LA METODOLOGÍA PROPUESTA POR EL INSTITUTO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN REMOLACHERA (IIRB)** 

ción de las rejas arrancadoras. Juntar las rejas para que estas raíces pequeñas no se queden en el suelo ocasiona la rotura de las raíces grandes y un aumento del contenido de tierra en la remolacha recogida.

Se puede tomar como referencia las raíces no arrancadas de más de 4.5 cm de diámetro máximo, realizando la evaluación en tramos de 100 m, con varias repeticiones sobre el campo cosechado.

Sobre las raíces cosechadas se determinan la rotura producida, la calidad del descoronado y la presencia de heridas en las raíces.



Para determinar las pérdidas por rotura de colas, a partir de una muestra significativa, que puede ser de 10 x 100 raíces, se procede a relacionar el diámetro de la raíz en su extremo inferior con 5 clases, que pueden ser:

Clase	1R	2R	3R	4R	5R
Diámetro rotura (cm)	<2	2-4	4-6	6-8	>8

Para valorar la calidad del descoronado se puede actuar de forma similar, y simultáneamente la valoración de las roturas de raíces, estableciéndose seis categorías:

Clase	1D	2D	3D	4D	5D	6D
Grado de descoronado	poco >2 cm	poco <2 cm	cuello	bien	mucho	oblicuo

Las categorías establecidas, tanto para la calidad del descoronado como para el arranque, se pueden cuantificar asignándole un valor de pérdida de cosecha, o bien una puntuación, para posibles comparaciones de tipo práctico.

En cuando a las heridas, se pueden establecer cuatro clases:

Clase	1H	2H	3H	4H
Tamaño (cm)	nulas	<5 x 5	>5 x 5	>10 x 10

Aplicación a una prueba real en campo

Un ejemplo de la aplicación de esta metodología para valorar la calidad del trabajo de diferentes equipos de recolección se presenta en la Figura 2.

La valoración del contenido de tierra puede hacerse tomando muestras mediante rurado sobre el montón en el propio campo, o bien en la entrega a la azucarera. Cuando la tierra se encuentra en forma de terrones,

la valoración de la tierra es más precisa si se realizan varias tomas de muestras sobre el camión o remolque con el que se realiza la entrega en la azucarera.

Merece un comentario especial la baja precisión en el descoronado, ya que se encuentra un gran porcentaje de raíces en las que el descoronado es insuficiente, lo que puede ser la causa del aumento de las impurezas (y los descuentos) en la entrega. En general, en España se da poca importancia relativa a la cali-

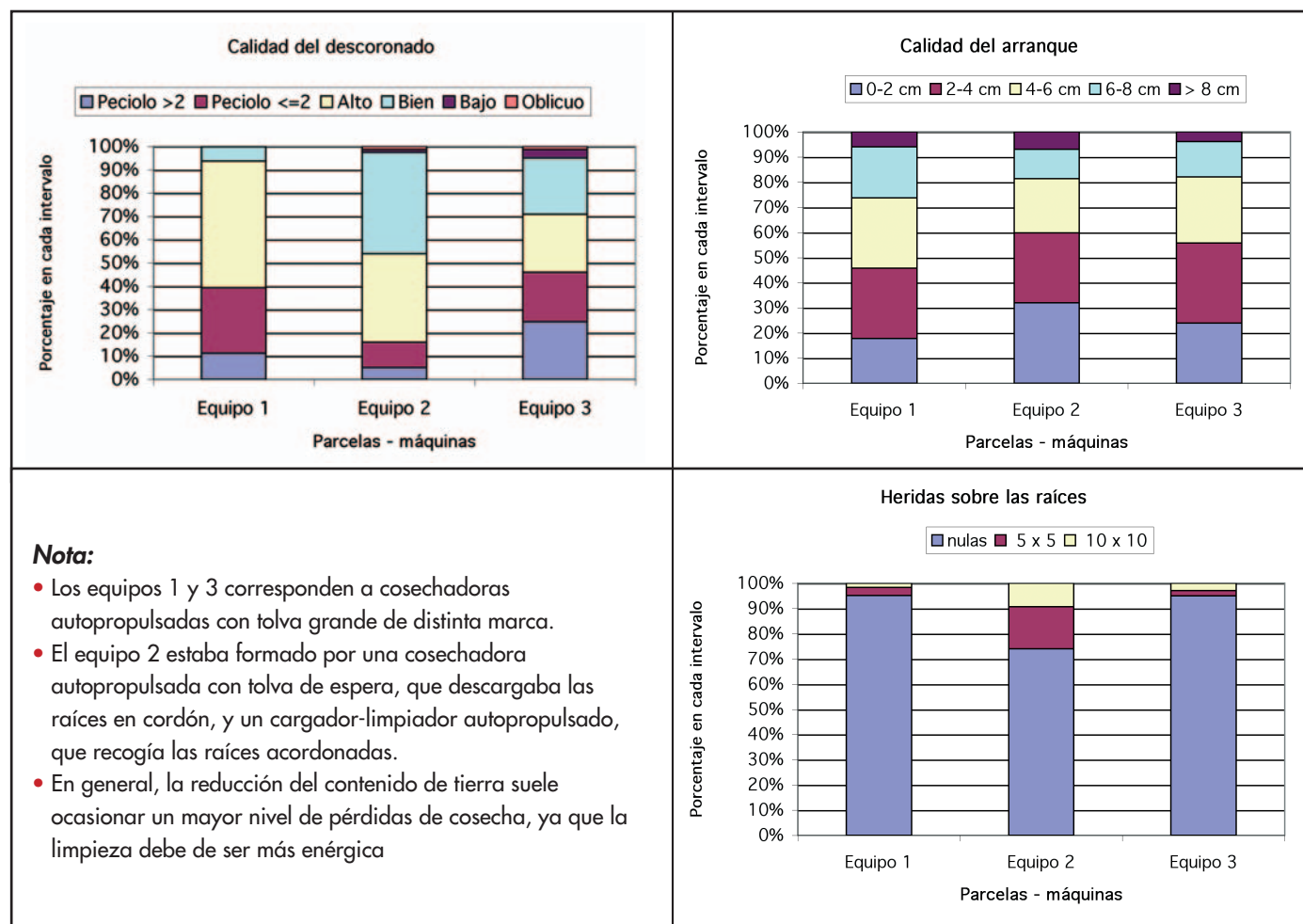
dad del descoronado respecto a lo que se aplica en otros países europeos.

También hay que resaltar la presencia de mayor número de raíces con daños superficiales en el equipo descompuesto, probablemente como consecuencia del doble recorrido de limpieza a que se someten: primero en la cosechadora y luego en el autocargador.

La verificación de la calidad del proceso de recolección debe de ir unida al de la capacidad de trabajo, ya que aumentando la velocidad de avance se suele reducir la calidad.

Se pueden cuantificar las pérdidas de cosecha a partir de las evaluaciones realizadas (Tabla 2). Este cálculo, que debe de considerarse solo como

FIGURA 2.- RESULTADOS DE LA CALIDAD DEL TRABAJO CON TRES EQUIPOS DE RECOLECCIÓN



Ensayo realizado el 8 de julio de 1999.- Finca El Bufío - Lebrija (SE) – España.

**LA VERIFICACIÓN
DE LA CALIDAD DEL
PROCESO DE
RECOLECCIÓN DEBE DE
IR UNIDA AL DE LA
CAPACIDAD DE
TRABAJO, YA QUE
AUMENTANDO LA
VELOCIDAD DE AVANCE
SE SUELE REDUCIR LA
CALIDAD**

orientativo, se ha realizado sobre la base de considerar las pérdidas de peso correspondiente a las colas rotas, sobre un diámetro de más de 2 cm, utilizando los porcentajes medidos correspondientes a cada equipo. Como punto de referencia se ha tomado el peso de las raíces recogidas en cada subparcela y cargadas directamente al camión, a la vez que el peso medio de las raíces medido por muestreo. Las pérdidas en el arranque oscilan alrededor del 5% en el conjunto de las máquinas evaluadas.

Para los ensayos cuya valoración se presenta en las figuras 1 y 2, las capacidades de trabajo obtenidas son las indicadas en la Tabla 3.

Hay que considerar que las capacidades de trabajo resultan-

tes son altas para lo que se obtiene cuando el trabajo de recolección se realiza de manera continuada, ya que en las pruebas no se han considerado otros tiempos muertos como son los que corresponden a parada para regulaciones de la máquina, así como las pérdidas que se producen en los desplazamientos cuando las parcelas no son tan regulares como las utilizadas en estas pruebas.

Esto indica que, sobre la base del trabajo diario, para las cosechadoras con tolva grande, la capacidad de trabajo se encuentra sobre 1 h/ha, mientras que en el equipo descompuesto puede ser de 1.2 ha/h (0.83 h/ha) para el descoronador-arrancador, si se encuentran ambos elementos integrados en la misma máquina (cosecha-

TABLA 2.- VALORACIÓN DE LAS PÉRDIDAS DE COSECHA CON LOS DIFERENTES EQUIPOS

	Equipo 1	Equipo 2	Equipo 3
Producción (kg/parcela)	20 760	20 460	21 360
Peso medio raíz (kg)	1.00	1.19	1.14
nº raíces (ud./parcela)	20 760	17 193	18 737
Pérdidas	kg/ud.		
0.000	0	0	0
0.023	133	110	137
0.060	350	223	295
0.130	546	261	345
0.230	286	273	165
Pérdidas (kg/parcela)	1 315	867	943
Producción total (kg)	22 075	21 327	22 303
Pérdidas arranque (%)	6.0	4.1	4.2



 **PARA LAS
COSECHADORAS CON
TOLVA GRANDE, LA
CAPACIDAD DE
TRABAJO SE
ENCUENTRA SOBRE
1 h/ha** 

TABLA 3.- CAPACIDADES DE TRABAJO EN LOS ENSAYOS REALIZADOS CON DIFERENTES EQUIPOS DE RECOLECCIÓN. (FINCA EL BUFÍO - LEBRIJA, ESPAÑA)

	velocidad real (km/h)	vuelta (s)	descarga (s)	eficiencia (*)	capacidad real (ha/h) (h/ha)	
Equipo 1	5.94	36	64	0.64	1.14	0.86
Equipo 2	7.16(**)	19	27	0.84	1.80	0.56
Equipo 3	5.76	30	68	0.68	1.17	0.87

Notas:

- (*) La eficiencia ha sido calculada utilizando los valores medios correspondientes a los tiempos utilizados en las vueltas, la descarga de la tolva y el desplazamiento hasta el montón. Se ha considerado que para recoger las 18 líneas correspondientes a un montón se han necesitado 3 vueltas en los cabeceros y 2 vaciados de tolva (tiempo de vaciado y de desplazamiento hasta el montón)
- (**) En el caso del equipo descompuesto los tiempos de descarga y de desplazamiento corresponden al cargador autopropulsado, que debe de realizar una descarga después de que finaliza el arranque; la descoronadora-arrancadora, en las condiciones de la prueba fue de 1.2 ha/h (0.83 h/ha).

dora con tolva de espera trabajando como descoronadora-arrancadora-hileradora, o tractor trabajando simultáneamente con descoronadora y arrancadora), sería de 0.7 h/ha, lo que indica que la capacidad de trabajo del conjunto de las dos máquinas, expresada en tiempo operativo, sería aproximadamente de 1.5 h/ha.

Resultados de pruebas comparativas sobre grandes equipos

Periódicamente, los institutos remolacheros europeos realizan ensayos de comparación entre diferentes equipos trabajando simultáneamente sobre la misma parcela, realizando



Tierra en forma de terrones.



Mezcla de terrones en el cordón de remolacha.



los controles de los mismos aplicando la metodología del IIRB.

Las condiciones son muy diferentes a las españolas, ya que con suelos mas húmedos es un gran desafío bajar del 20% de tara de tierra en la entrega, pero un análisis de los resultados proporciona información práctica aplicable a cualquier condición de trabajo.

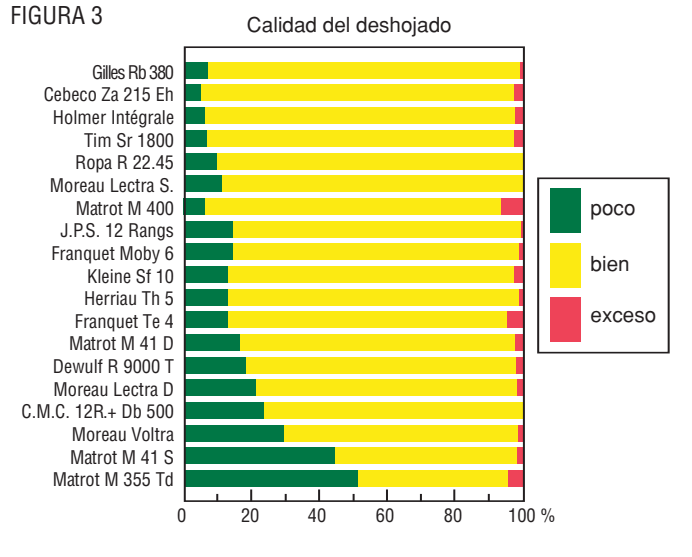
Se toma como ejemplo la demostración realizada por el ITB-Francia, durante los días 26 y 27 de octubre de 1994, en la que se hicieron trabajar 19 con-

juntos de recolección diferentes, en los que estaban representados prácticamente la totalidad de los fabricantes europeos con máquinas de elevadas prestaciones.

En la Figura 3 se presenta la calidad del deshojado. En la Figura 4, se han agrupado los gráficos correspondientes a las pérdidas de raíces enteras y las pérdidas por rotura.

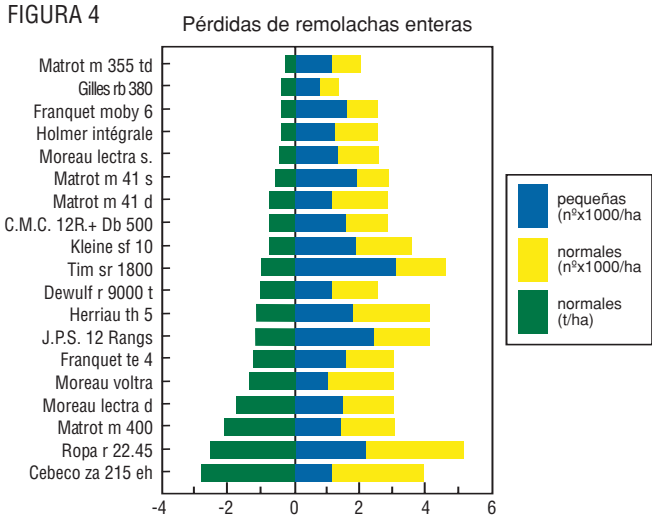
Por último, en la Figura 5 se presentan las pérdidas por rotura y la tara de tierra obtenida en cada uno de los días de la demostración, en la que se daban condiciones de humedad del suelo diferentes, y las máquinas se regularon para la nueva situación.

FIGURA 3



Fuente: ITB (Francia)

FIGURA 4



Fuente: ITB (Francia)

Pérdidas por rotura de raíces

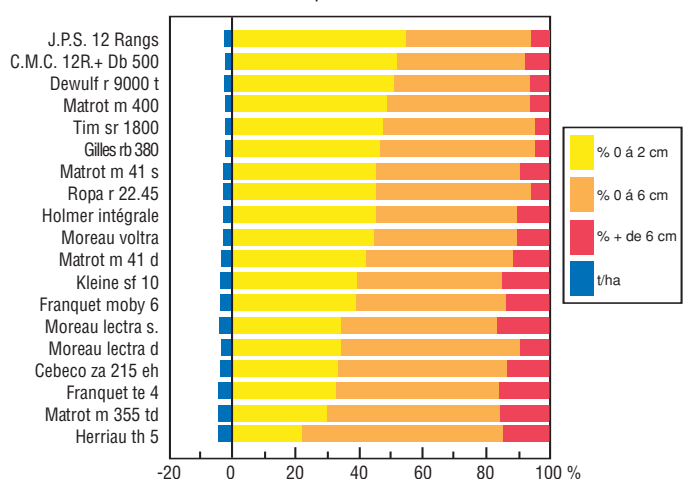
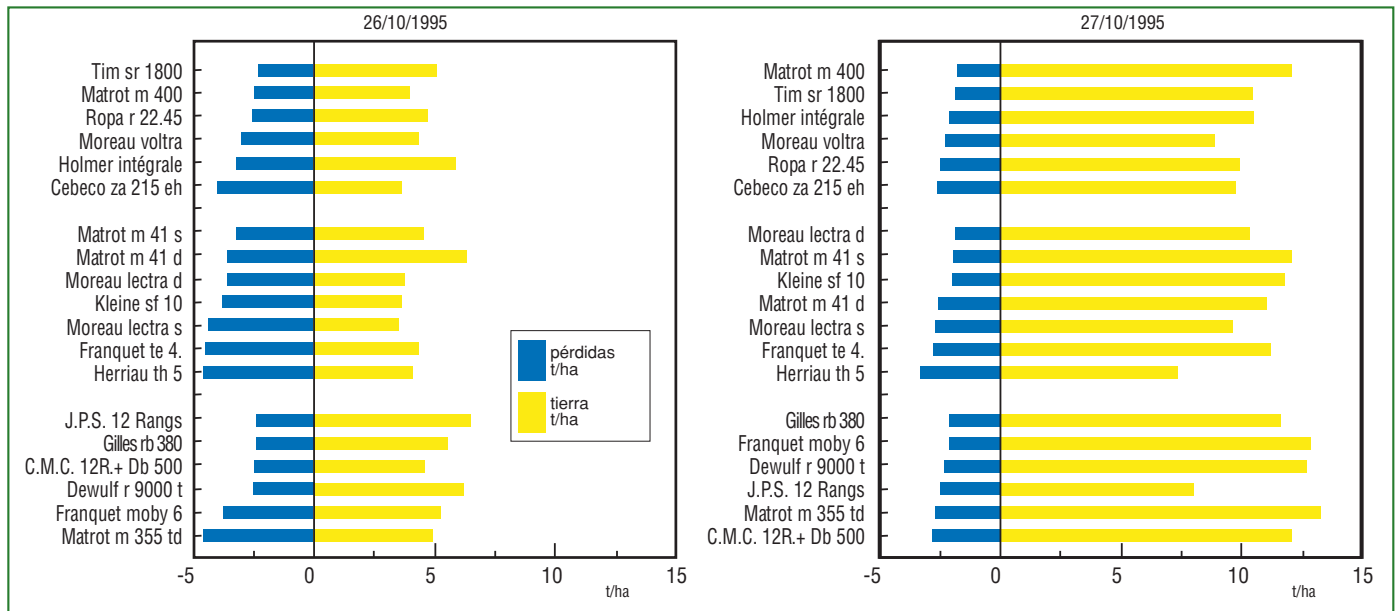


FIGURA 5.- RESULTADOS OBTENIDOS COMO CONSECUENCIA DE LA VARIACIÓN DE LAS CONDICIONES DE TRABAJO EN DOS DÍAS SUCEIVOS



Fuente: ITB (Francia)

LA EVALUACIÓN RÁPIDA DEL COMPORTAMIENTO DE UNA MÁQUINA EN CAMPO PUEDE HACERSE SOBRE LA BASE DE CONTROLAR LA VELOCIDAD REAL DE AVANCE, ASÍ COMO LA CALIDAD APARENTE DE LAS RAÍCES RECOGIDAS



Evaluación rápida de la calidad del trabajo en equipos de recolección

No está al alcance de un usuario la realización de un ensayo completo siguiendo la metodología del IIRB anteriormente descrita. Sin embargo si pue-

de hacer una valoración rápida del trabajo, para ver si las cosas van bien y la máquina se encuentra correctamente para las condiciones en las que debe de trabajar.

La evaluación rápida del comportamiento de una máquina en campo puede hacerse sobre la base de controlar la velocidad real de avance, así como la calidad aparente de las raíces recogidas. Así, se debe de verificar, para cualquiera que sea el sistema de recolección utilizado, que:

- El deshojado sea limpio y que las hojas queden esparcidas regularmente por el campo.
- El descoronado deje una mínima cantidad de hojas.
- El arranque se realice obligando a salir verticalmente la raíz.
- El arrancador se mantenga en la línea a profundidad constante.
- Todas las raíces arrancadas pasan al limpiador.
- Mueva en el arranque la menor cantidad de tierra.



- La limpieza se realice sin embozado-obstrucción de las turbinas (soles).
- No se produzcan choques violentos en las raíces.
- El cordón de raíces quede bien hilerado y limpio de tierra. ■