



IV CONGRESO PALMERO CPAL 2023

SANTO DOMINGO DEL CERRO

LA ANTIGUA GUATEMALA - 2023



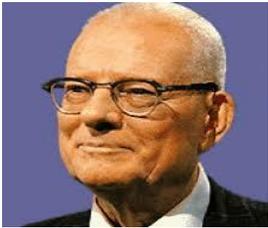


Control Del Proceso De Extraction De Aceite De Palma Utilizando RMN: Estudio De Caso De Reducción De Perdidas En Plantas De Beneficio

Eng. Lucas Topp – Fine Instrument Technology



Propuesta



William Edward Deming

Lo que no puede ser medido no se puede ser gestionado



**Era de la
Industria 4.0**



Propuesta de modificación:
" Lo que no puede ser medido **de manera rápido, precisa y digital** no se puede ser gestionado"



Complejidad de la materia prima

Palma



Soya



Complejidad de la materia prima

Diferentes frutos



dura
Sh/Sh



pisifera
sh/sh



tenera
Sh/sh

Soya



Complejidad de la extracción

Palma

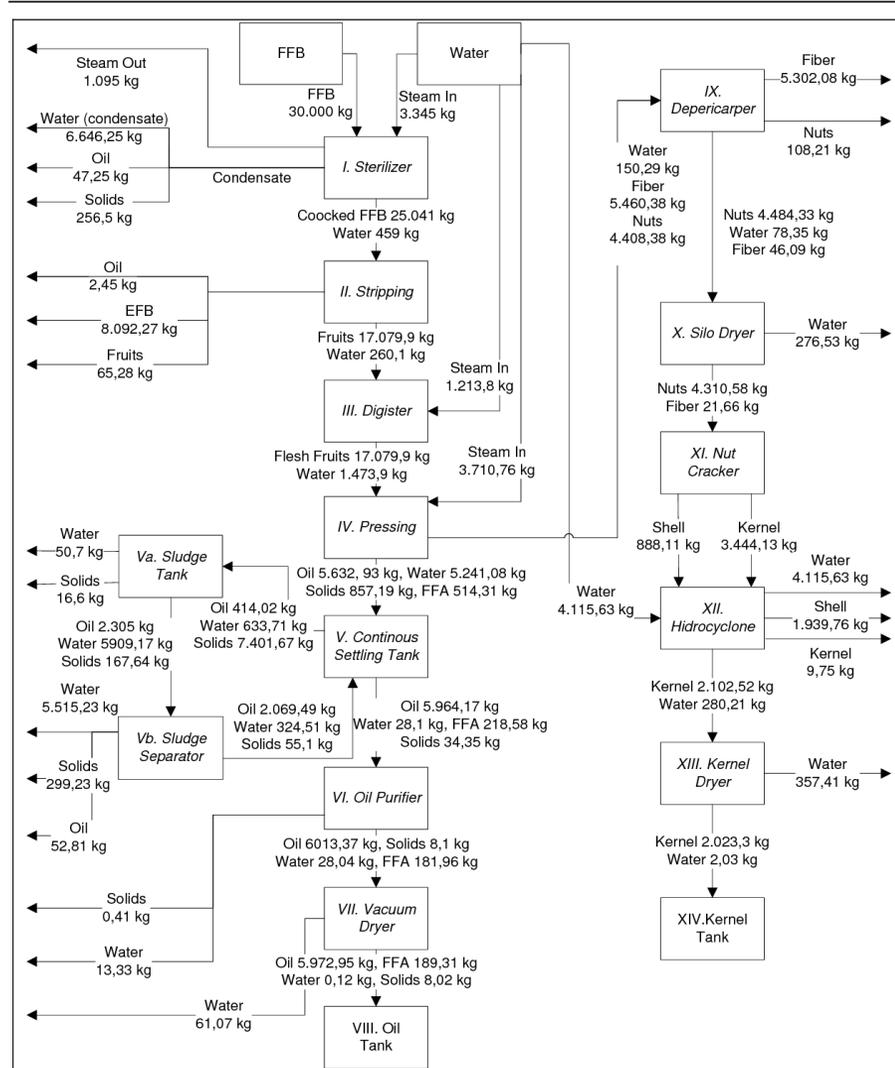
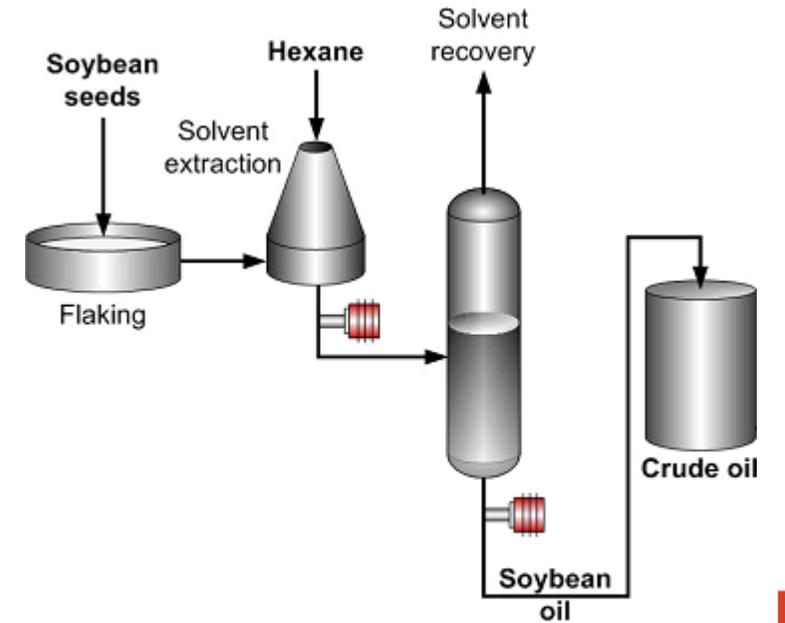


Figure 2. Detail Mass Balance of Palm Oil Mill

Soya



Monitoreo y Control son fundamentales

La complejidad de la extracción del aceite de palma hace que monitoreo y control sean fundamentales

- Monitoreo y Control de la materia prima: **Potencial**
 - Composición de RFF
 - Contenido de aceite en el fruto
- Monitoreo y Control del proceso: **taja (TEA/OER) y eficiencia de la extracción**
 - Medidas de pérdidas
 - Acciones de control

Monitoreo y Control

- Taja de extracción (TEA/OER)

$$TEA = \frac{\text{Volumen de aceite}}{\text{Fruto Total processado}} = \text{Potencial} - \text{Perdidas}$$

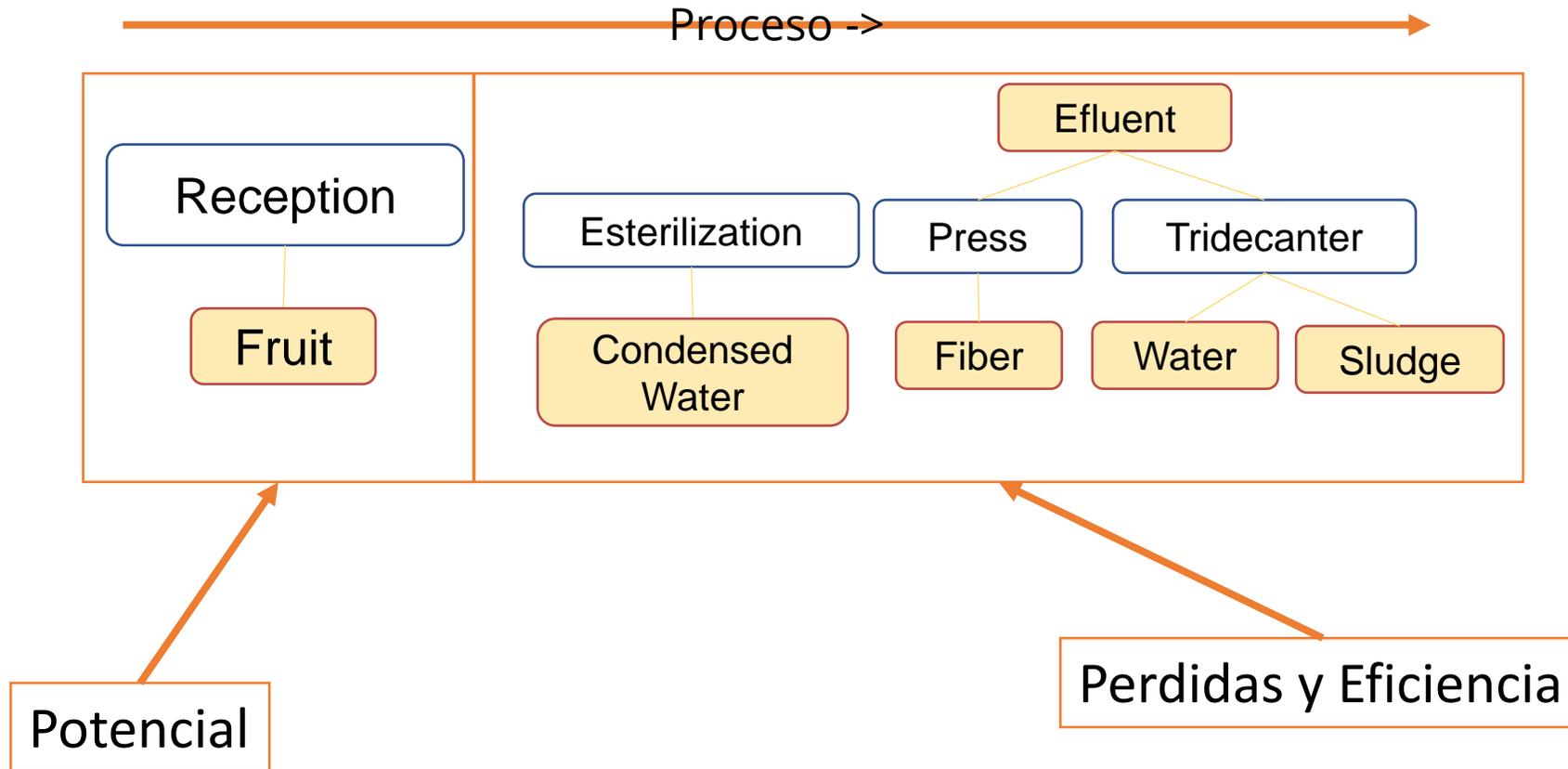
- Eficiencia de la extracción

Agrícola

Industria

Monitoreo y Control

Muestras analizadas (contenido de aceite):



Metodos ISO para contenido de aceite y calcular perdidas

Sohxlet: ISO 659



$$\text{Oil}(\%) = \frac{(\text{Balloon} + \text{Oil}) - \text{empty balloon}}{\text{Dry Sample}} \times 100$$

- Tiempo: 4 a 48 horas
- Solvente: si
- Repetibilidad: depende del analista
- Precisión: depende del analista
- Sensibilidad: alta

RMN: ISO 10632



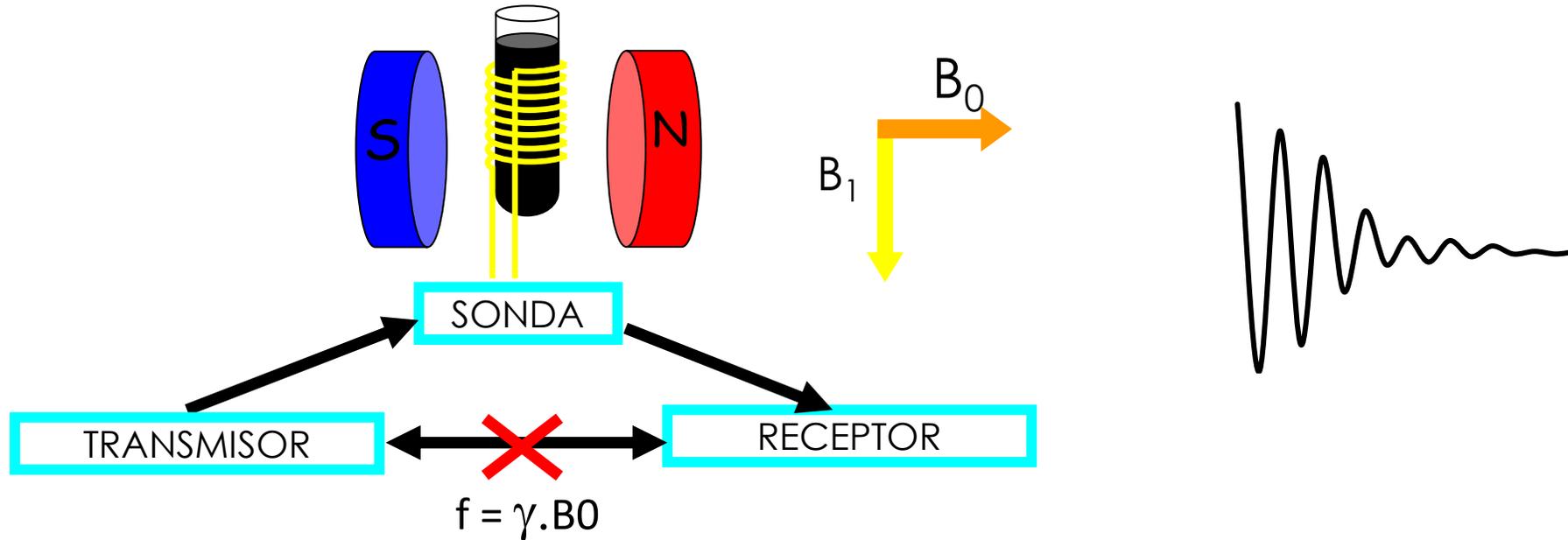
$$\text{Oil}(\%) = \frac{\text{NMR result}}{\text{Dry Sample}} \times 100$$

(automático en el software)

- Tiempo: 30 segundos
- Solvente: no
- Repetibilidad: alta (CV < 5%)
- Precisión: alta
- Sensibilidad: alta

RMN

Diagrama simplificado de un RMN

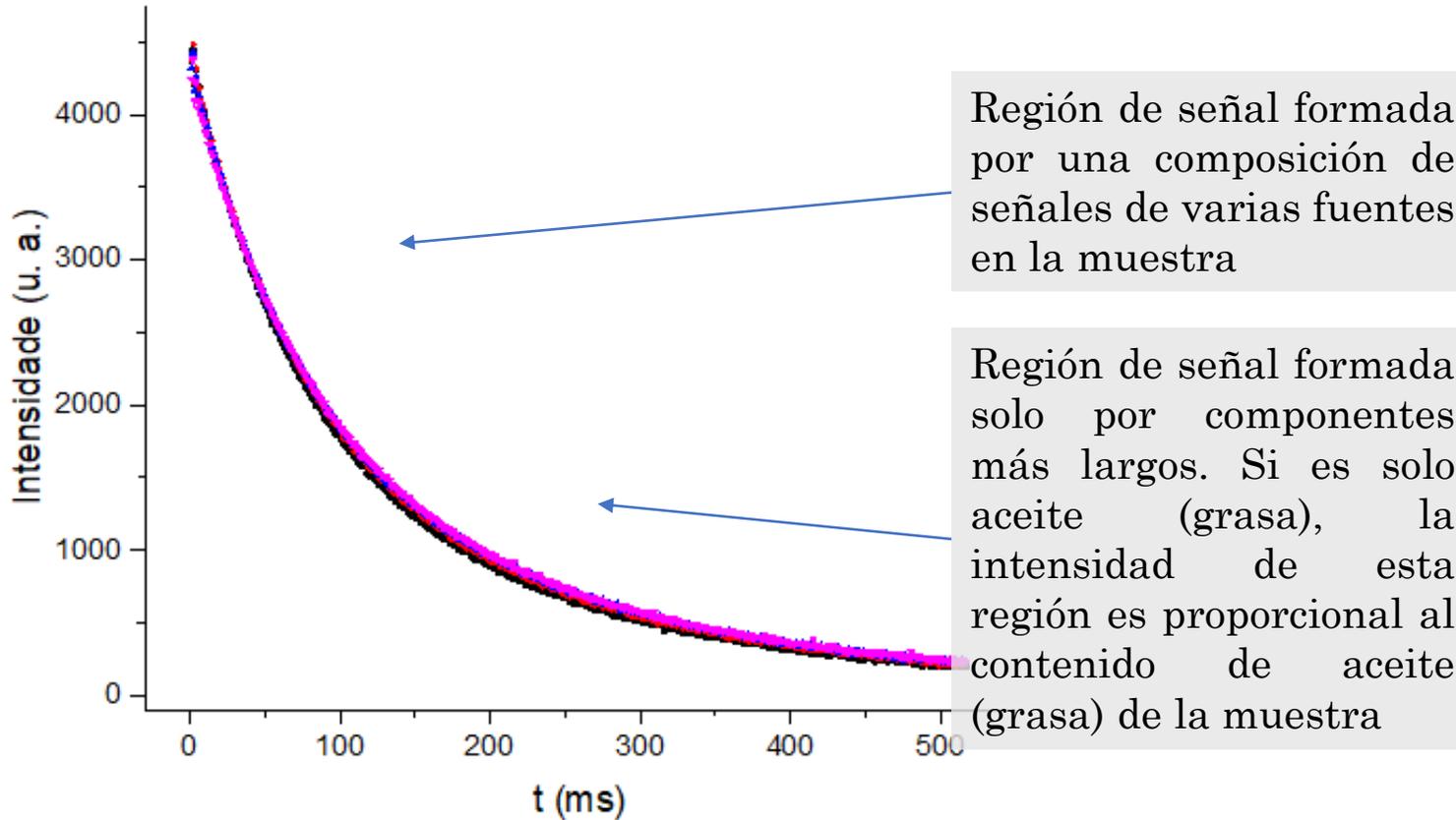


Ímán (B_0): promueve la polarización de los hidrógenos de la muestra.

Transmisor: emite el pulso de radiofrecuencia (B_1) hacia la muestra.

Receptor: detecta la señal de RMN emitida por la muestra excitada.

RMN

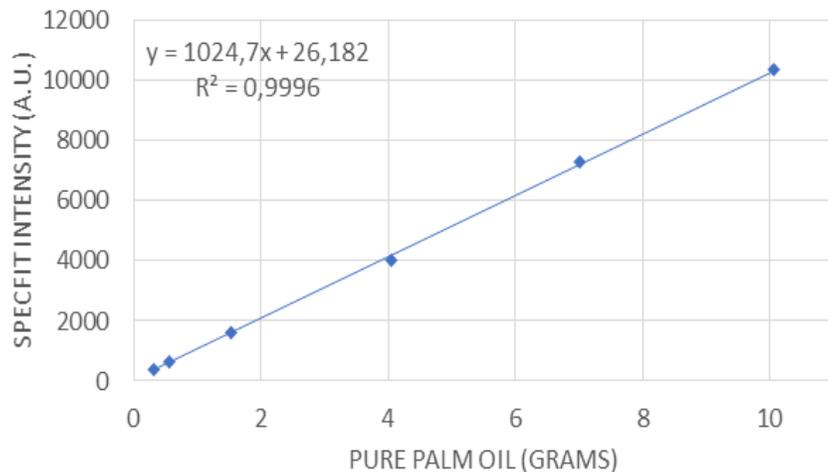


La aplicación se puede utilizar para:

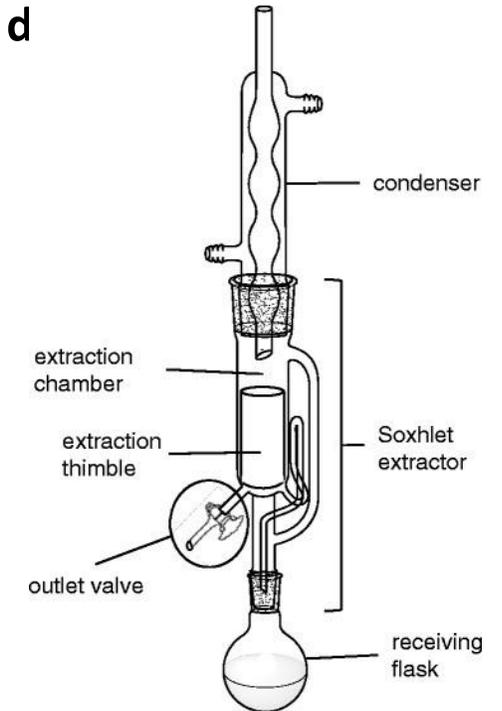
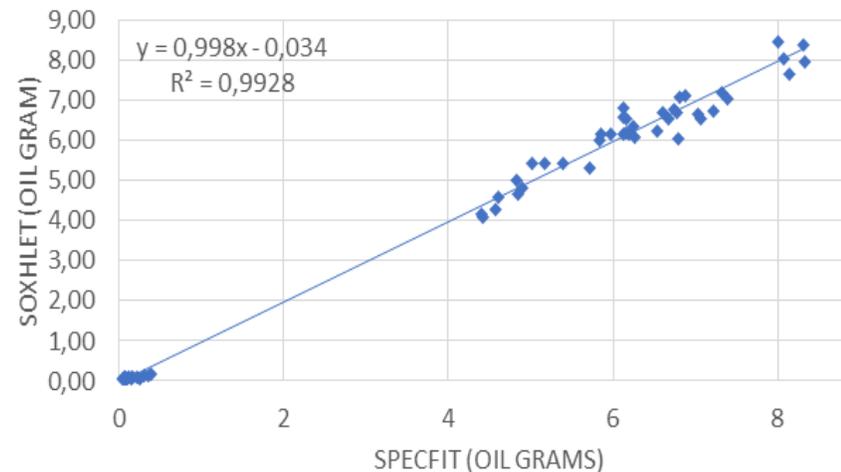
- Granos
- Almendras;
- Frutas
- Migas;
- Harina animal, despojos, etc.
- Efluentes;
- Comida en polvo;
- Alimentos fritos y pre-fritos;
- Comida para animales;
- Tratamiento de aguas residuales;
- Hilos sintéticos;
- Etc

A partir de la intensidad de la señal, es posible medir el contenido de aceite (extracto de éter) y la humedad en diferentes tipos de muestras.

A) PALM OIL CALIBRATION CURVE



B) DRY PALM FRUIT



- Calibración: ISO 10565 (semillas) y 10632 (resíduos)

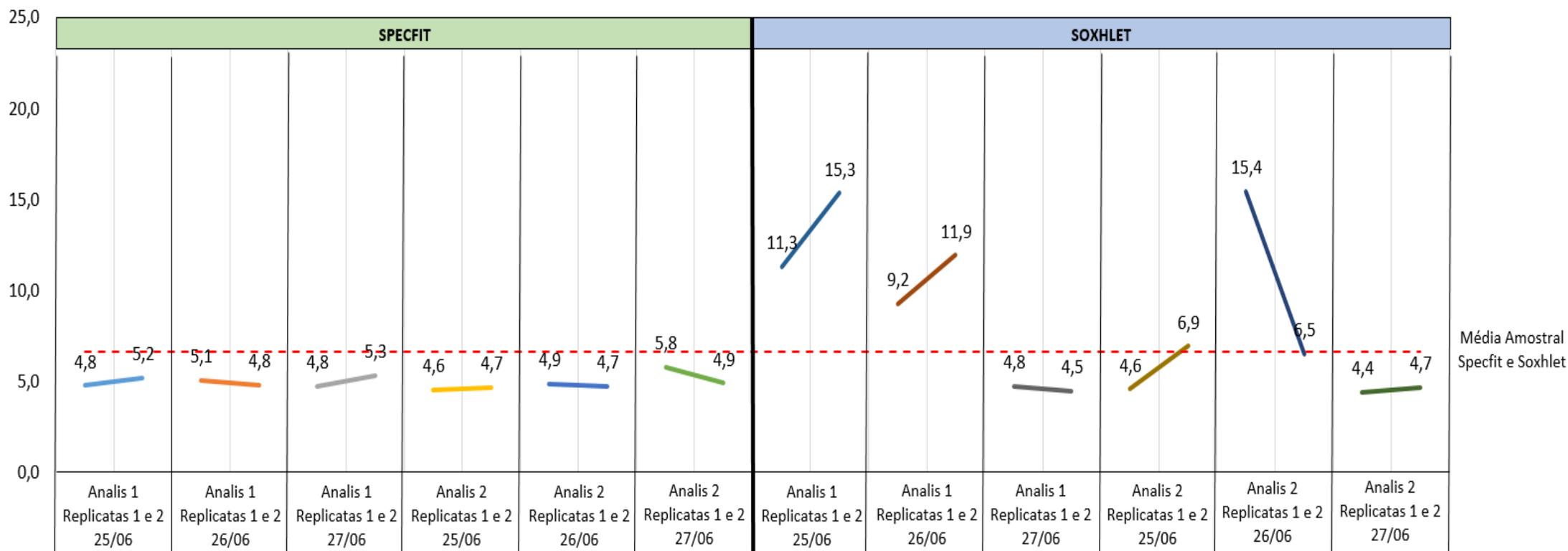
Curvas estable validadas con 3 a 30 muestras (rango de análisis)

RMN vs Soxhlet

- Del proceso se recolectó una gran cantidad de cada tipo de muestra;
- Se seleccionaron 2 analistas;
- Durante 3 días, simultáneamente, los analistas tomaron la misma cantidad de la misma muestra y midieron el contenido de aceite en SpecFIT y luego en Soxhlet por duplicado en los dos métodos (réplica 1 y 2) en diferentes momentos.
- Los datos fueron analizados por un estadístico para validar los métodos: Normalidad de los datos;
 - Evaluación de Repetibilidad y Reproducibilidad mediante el “Gage Run Chart”;
 - Evaluación de causas especiales de desviaciones mediante prueba t de Student con 95% de confianza;
 - Evaluación de los resultados promedio mediante ANOVA.

Fiabilidad

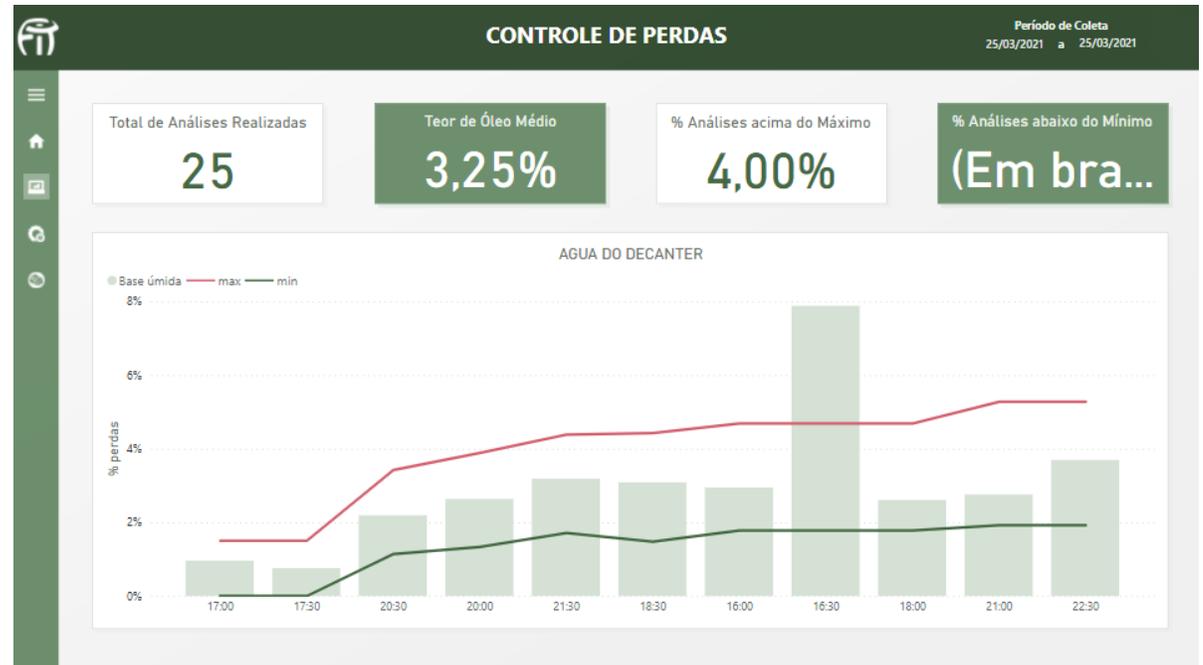
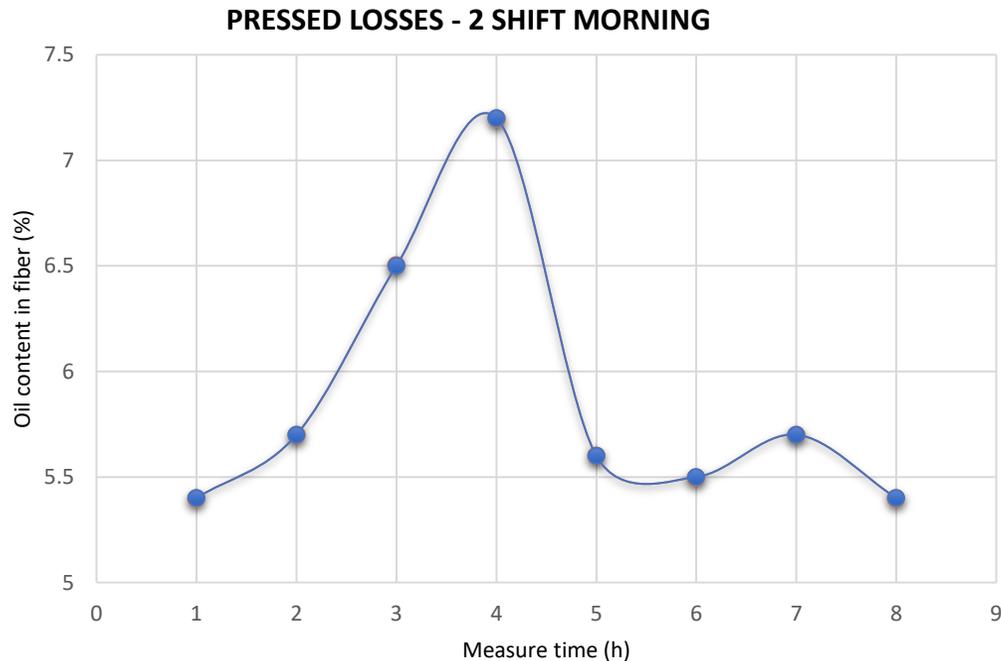
Fibra de prensa



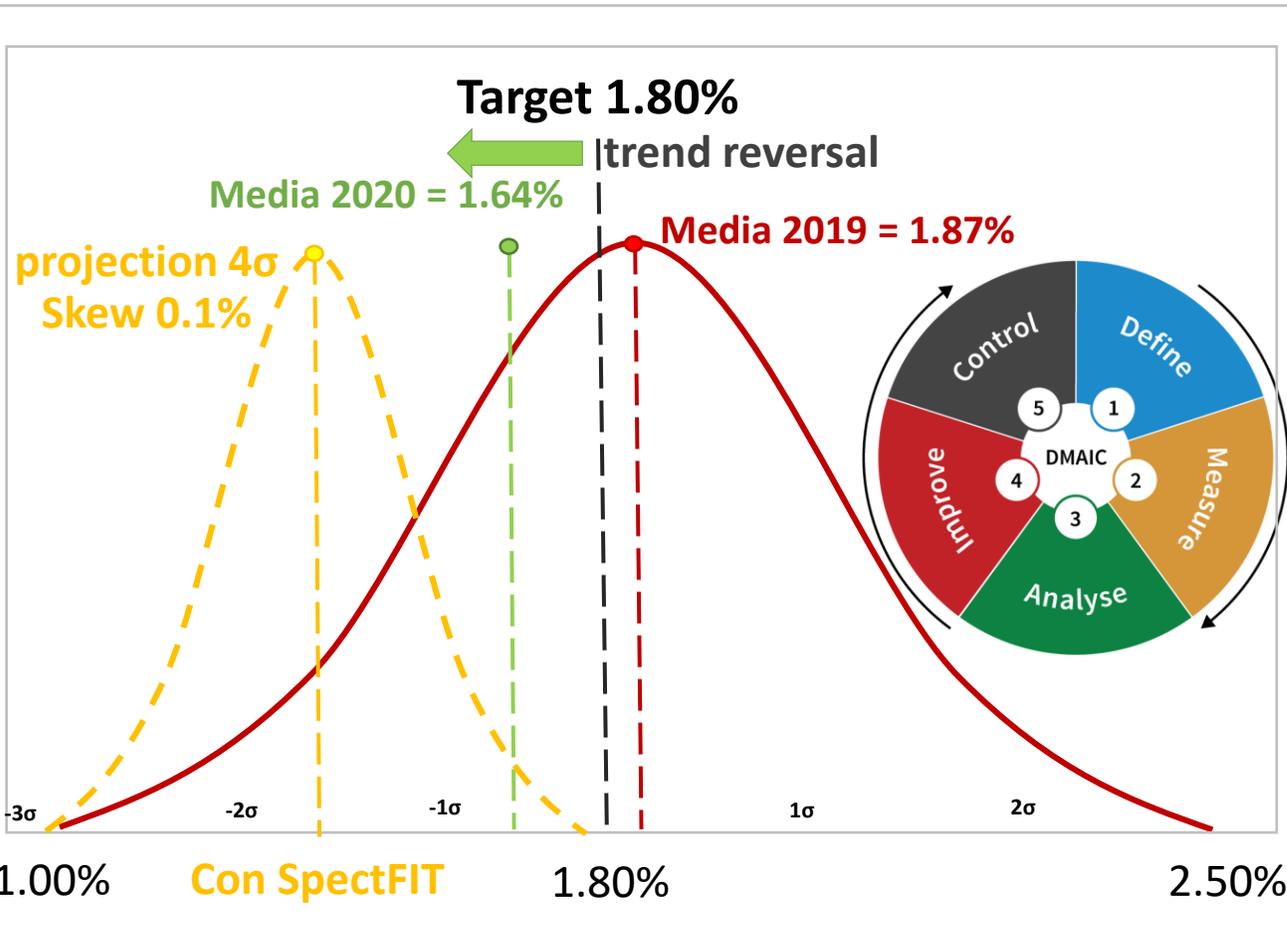
Representatividad

Un muestreo por turno no representa la pérdida real, debido principalmente al error del método Soxhlet.

Caso de ajuste en tiempo real de una prensa:

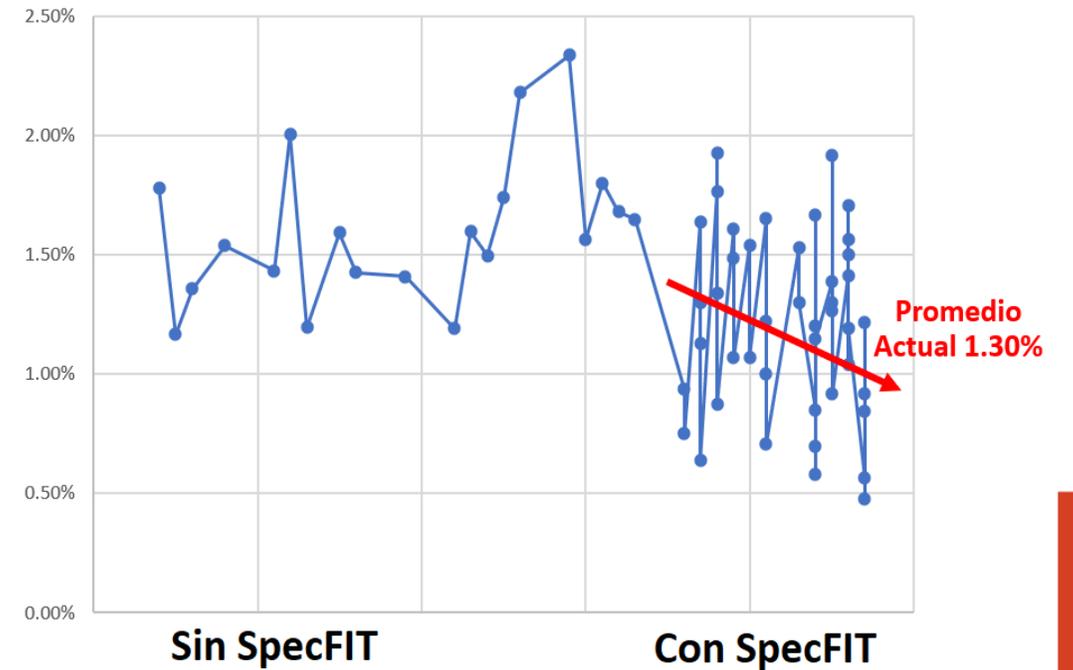


Control del proceso



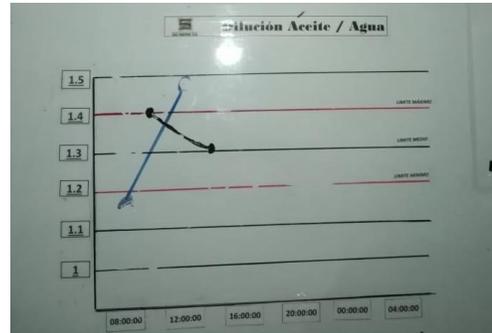
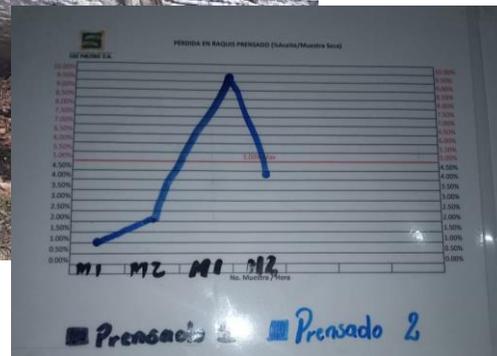
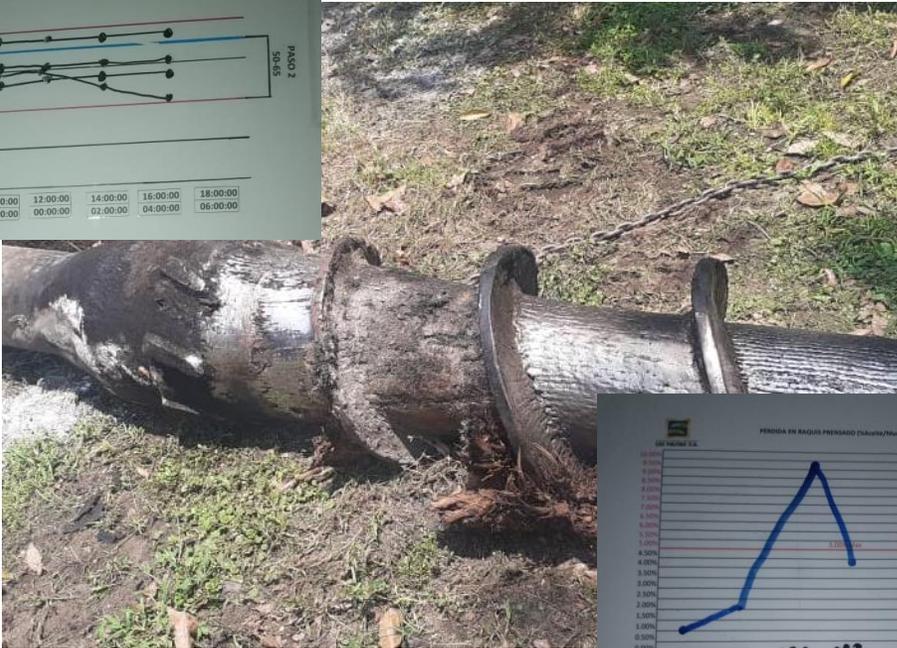
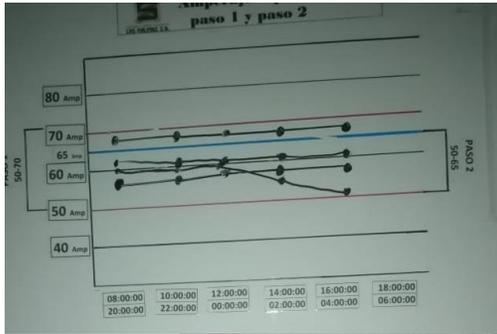
Método 6Sigma

La medición permite analizar, mejorar y controlar

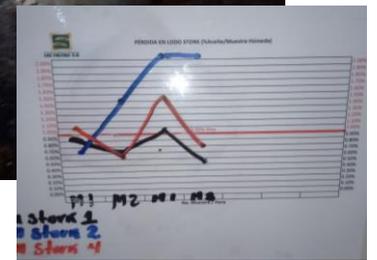


Control del proceso

Prensa de raquis



Efluentes



Resultados

TEA y Pérdidas (2020 - 2021)

Efectos favorables sobre la Tasa de Extracción de Petróleo (TEA):

- Mejora de los controles operativos (Reducción de pérdidas)
- Mejora de la calidad de la fruta (Independientes)

Pérdidas 2020: 1.64%

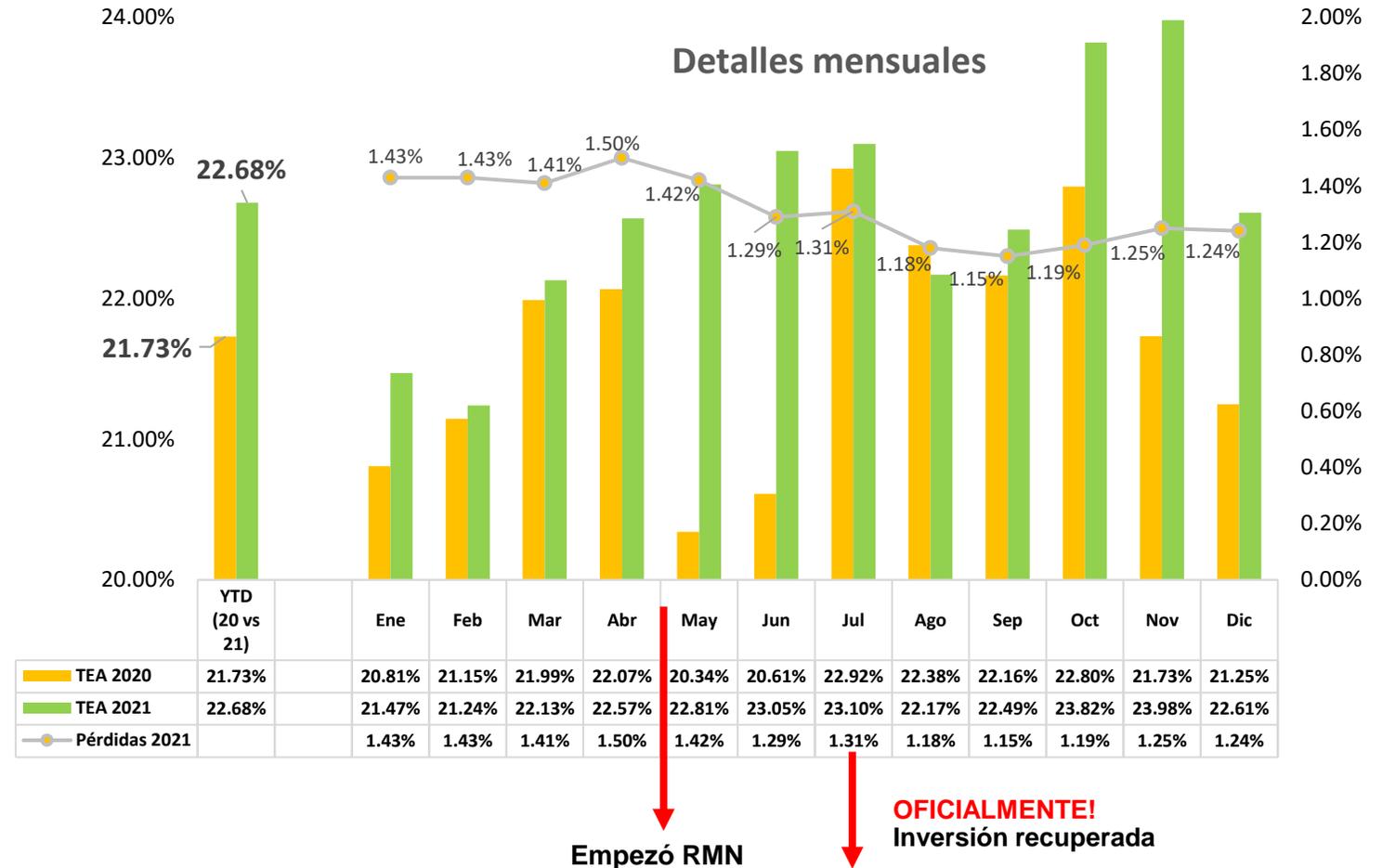
Pérdidas 2021: 1.32%

Δ Pérdidas: - 0.32%

TEA 2020: 21,73%

TEA 2021: 22,68%

Δ TEA = + 0.95%





Resultados

(Planta 20 Ton/h)

Exchange Rate (Q/\$)

7,72

	Results Loss	Processed Fruit (Year)	Lost Oil	Oil Price		Annual Loss
Antes del RMN	$1,64\% \frac{\text{Ton CPO}}{\text{Ton RFF}}$	$98.000,0 \text{ Ton RFF}$	$= 1.607,2 \text{ Ton CPO}$	$* 1.241,0 \frac{\text{USD}}{\text{Ton CPO}}$	$= 1.994.535,2 \text{ USD}$	$= \text{Q } 15.397.811,74$
Después de RMN	$1,40\% \frac{\text{Ton CPO}}{\text{Ton RFF}}$	$98.000,0 \text{ Ton RFF}$	$= 1.372,0 \text{ Ton CPO}$	$* 1.241,0 \frac{\text{USD}}{\text{Ton CPO}}$	$= 1.702.652,0 \text{ USD}$	$= \text{Q } 13.144.473,44$
					Difference (Annual Savings)	Q2.253.338,3



Conclusión

- El método ISO 10632 utilizando RMN para medir contenido de aceite se adaptó y validó con éxito en residuos de extracción de aceite de palma;
- El software fácil de usar y la calibración estable desde pocos puntos permitieron que el nuevo método fuera bien utilizado en las extractoras de aceite de palma;
- La velocidad, la precisión y la baja dependencia del usuario del nuevo método permitieron nuevos métodos de control de procesos;
- El control de procesos mediante RMN resultó en la inclusión de la industria 4.0 en POM y la optimización de la extracción y reducción de pérdidas, impactando en una mayor productividad con cero impactos ambientales.
- La manera rápida de medir aceite en fruto permite hacer pago de bonus a los productores agrícolas resultando en frutos recibidos en la planta con mejor calidad.
- Mejores frutos + menores pérdidas = aumento de TEA
- Otras aplicaciones de RMN ya en utilización: sólidos y yodo (muy importante donde se procesa híbrido)
- Otras aplicaciones de RMN en desarrollo: medida de potencial directo en el fruto, dobi, acidez etc.

¡Muchas Gracias!

Lucas.topp@fitinstrument.com

+5516991523197 





CALIFICA A NUESTRO CONFERENCISTA



Lucas Topp