



**XIX**

Conferencia  
Internacional sobre

**PALMA DE ACEITE**

19<sup>th</sup> International Oil Palm Conference

**INNOVACIÓN Y SOSTENIBILIDAD  
EN PALMA DE ACEITE**

*Nutriendo Personas y Protegiendo el Planeta*

26, 27 y 28 de septiembre de 2018

Centro de Convenciones Cartagena de Indias, Colombia



# Espectroscopía infrarroja para la palma de aceite: mejorando la eficiencia de los análisis de calidad de aceite y potencial de aceite

Leonardo **Ramirez-Lopez** [1]

Nathalia **Forero** [1, 2]

Cesar **Diaz** [2]

Jesus **Garcia** [2]

[1] BUCHI Labortechnik AG, Switzerland

[2] Colombian palm oil reserach centre – Cenipalma, Colombia

[Ramirez-Lopez.L@buchi.com](mailto:Ramirez-Lopez.L@buchi.com)



Algunos problemas actuales en el **monitoreo del aceite**

- Actualmente no es práctico monitorear con una frecuencia adecuada los parámetros de calidad del aceite. Por ahora, solo podemos llegar a tener una idea muy general de cómo estos parámetros varían en el tiempo.
- Ya que no podemos monitorear adecuadamente, es difícil estimar las tasas de extracción de aceite y las pérdidas.
- Los métodos empleados en los laboratorios son muy costosos (a largo plazo) y llevan mucho tiempo (frecuentemente ocurre que cuando nos llegan los análisis ya es demasiado tarde para hacer algo)
- No existe ningún método convencional y versátil para determinar potencial de aceite
- Solo se usan 4 racimos para inferir las propiedades de una carga de hasta 400 racimos

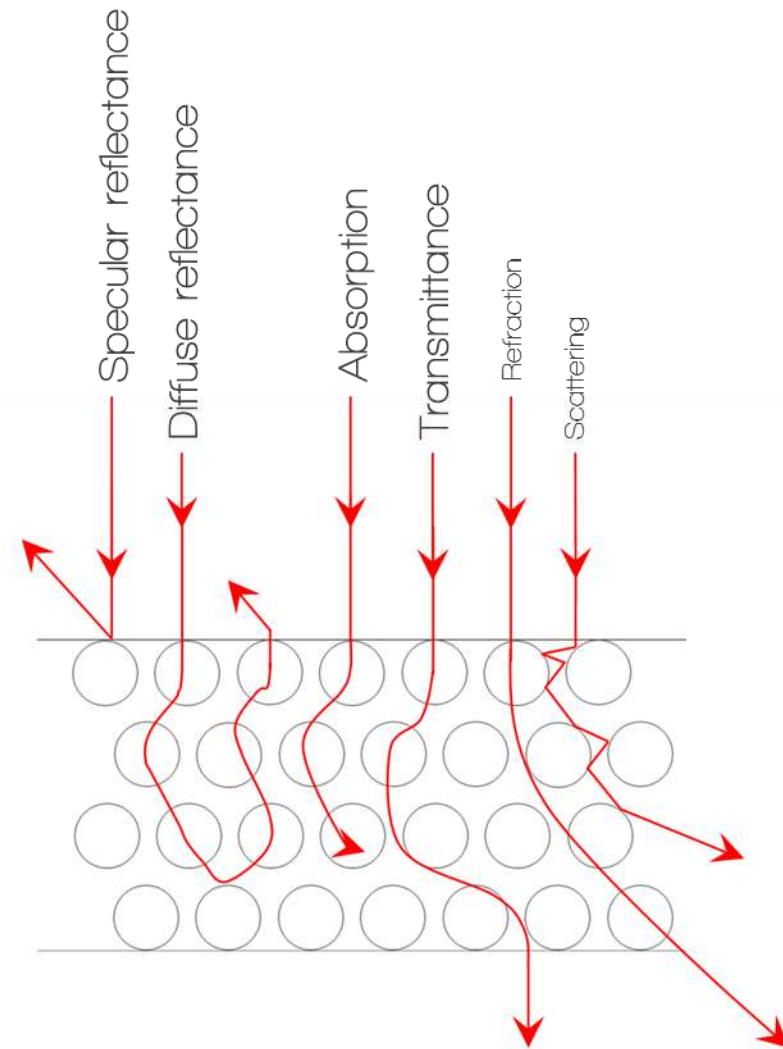
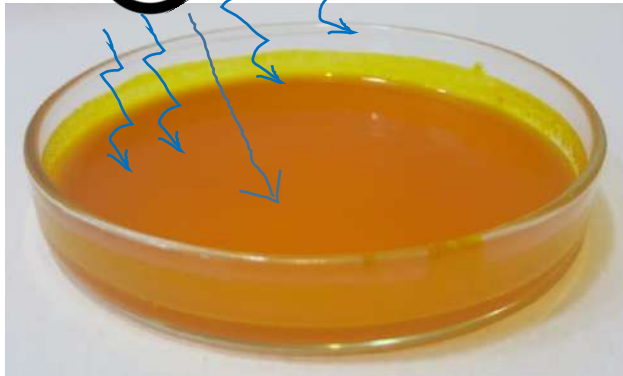


La espectroscopia del infrarrojo cercano (NIR) podría ayudar...



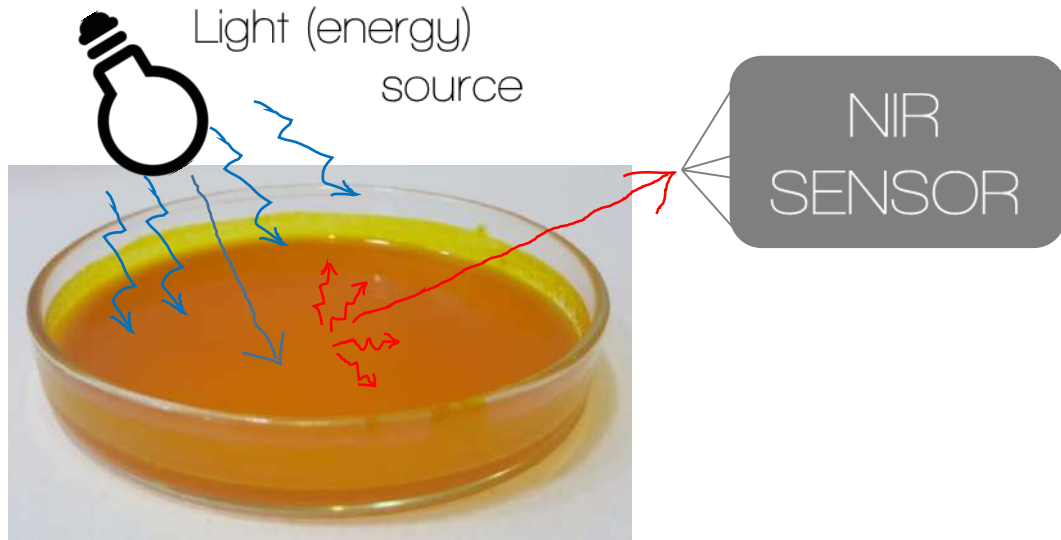
# Near-infrared (NIR) spectroscopy...

Light (energy) source



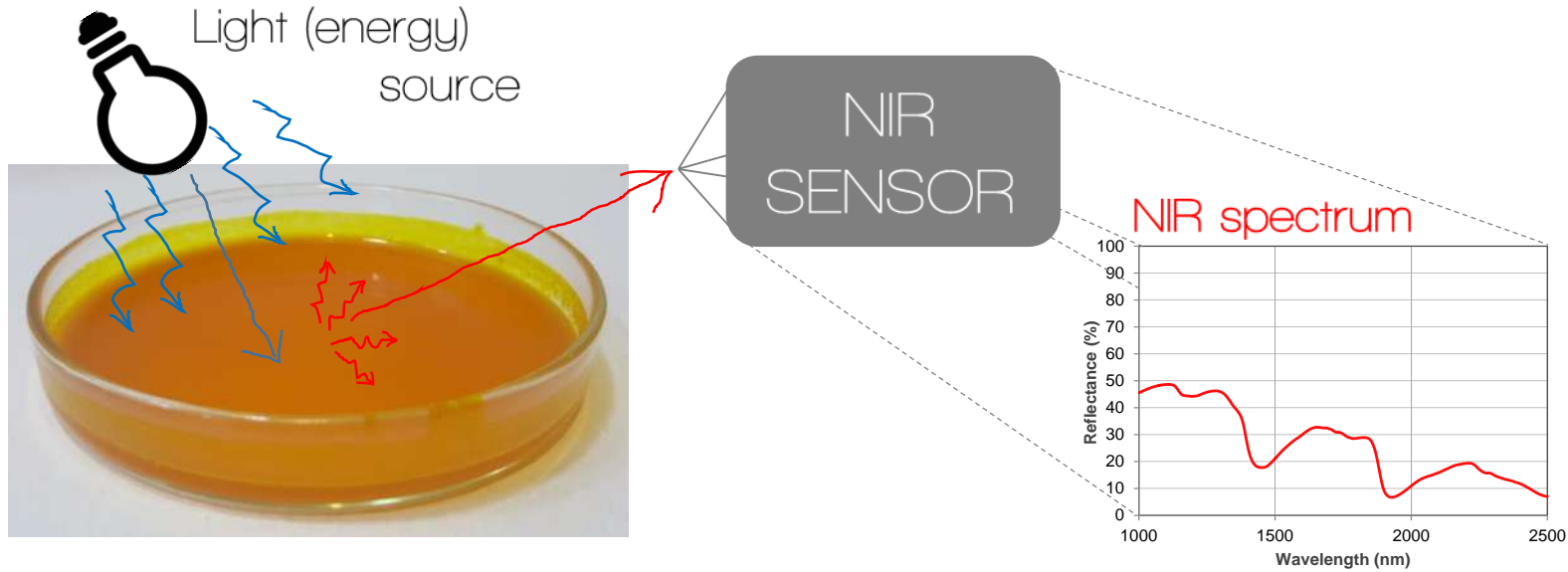


# Near-infrared (NIR) spectroscopy...

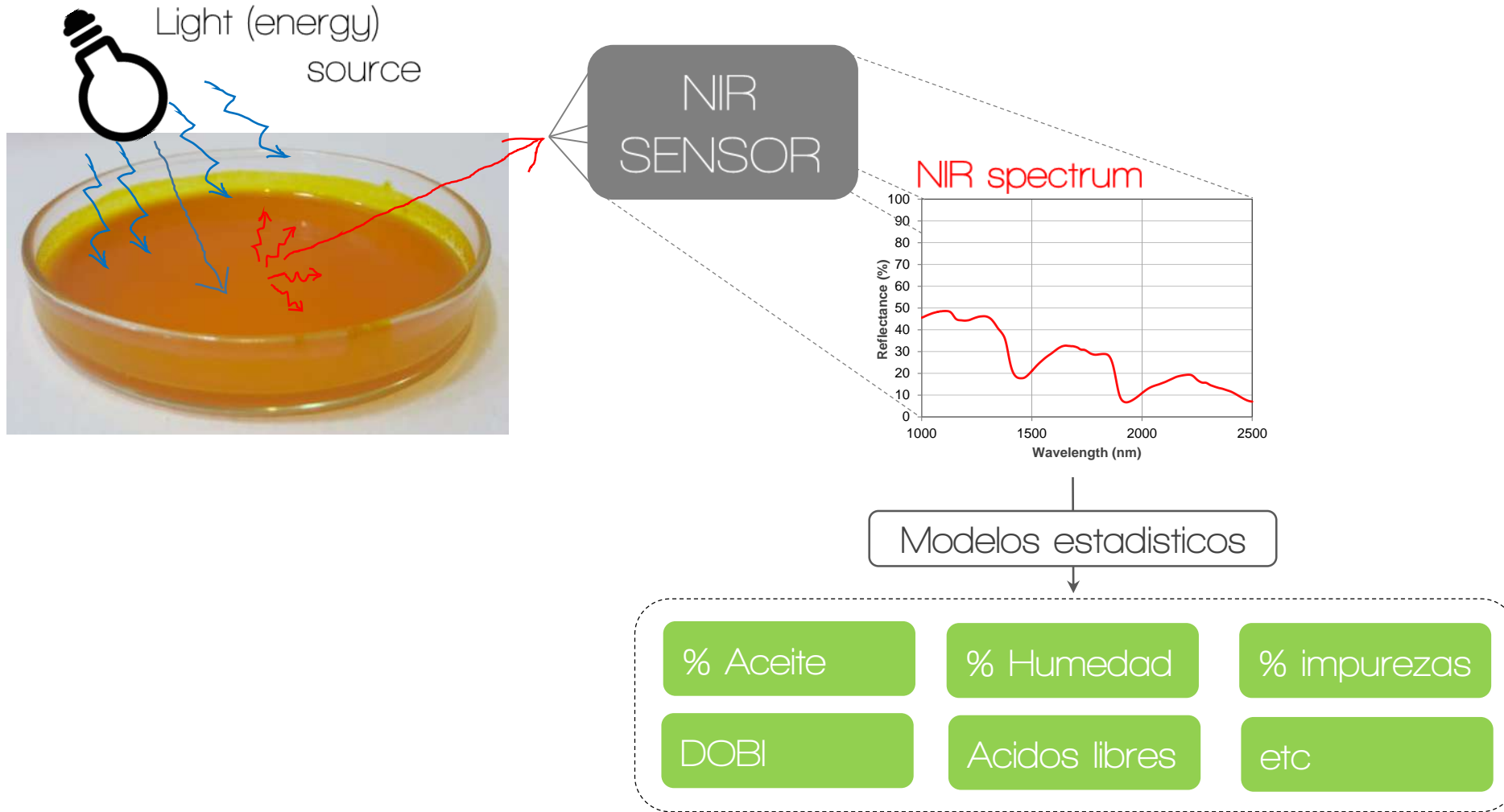




# Near-infrared (NIR) spectroscopy...



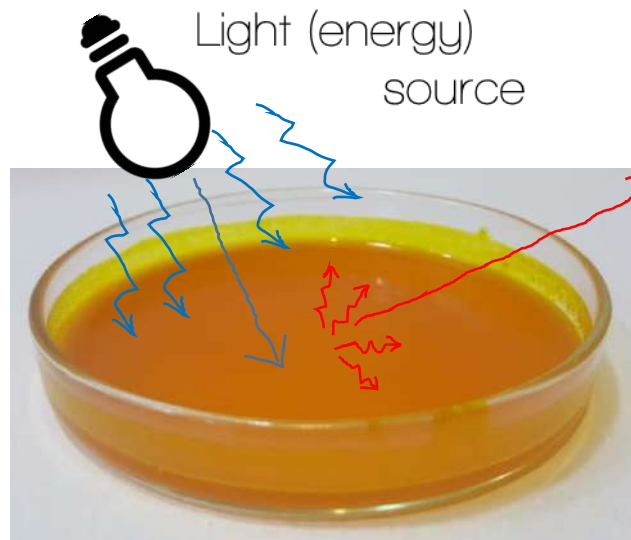
# Near-infrared (NIR) spectroscopy...



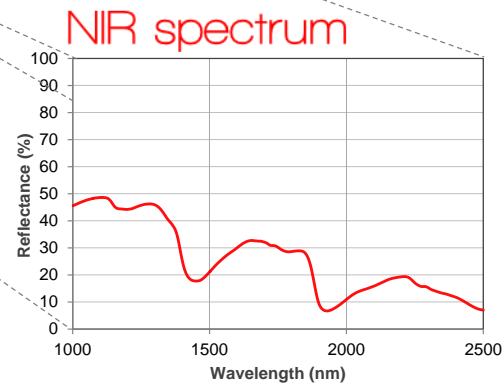




# Near-infrared (NIR) spectroscopy...



NIR  
SENSOR

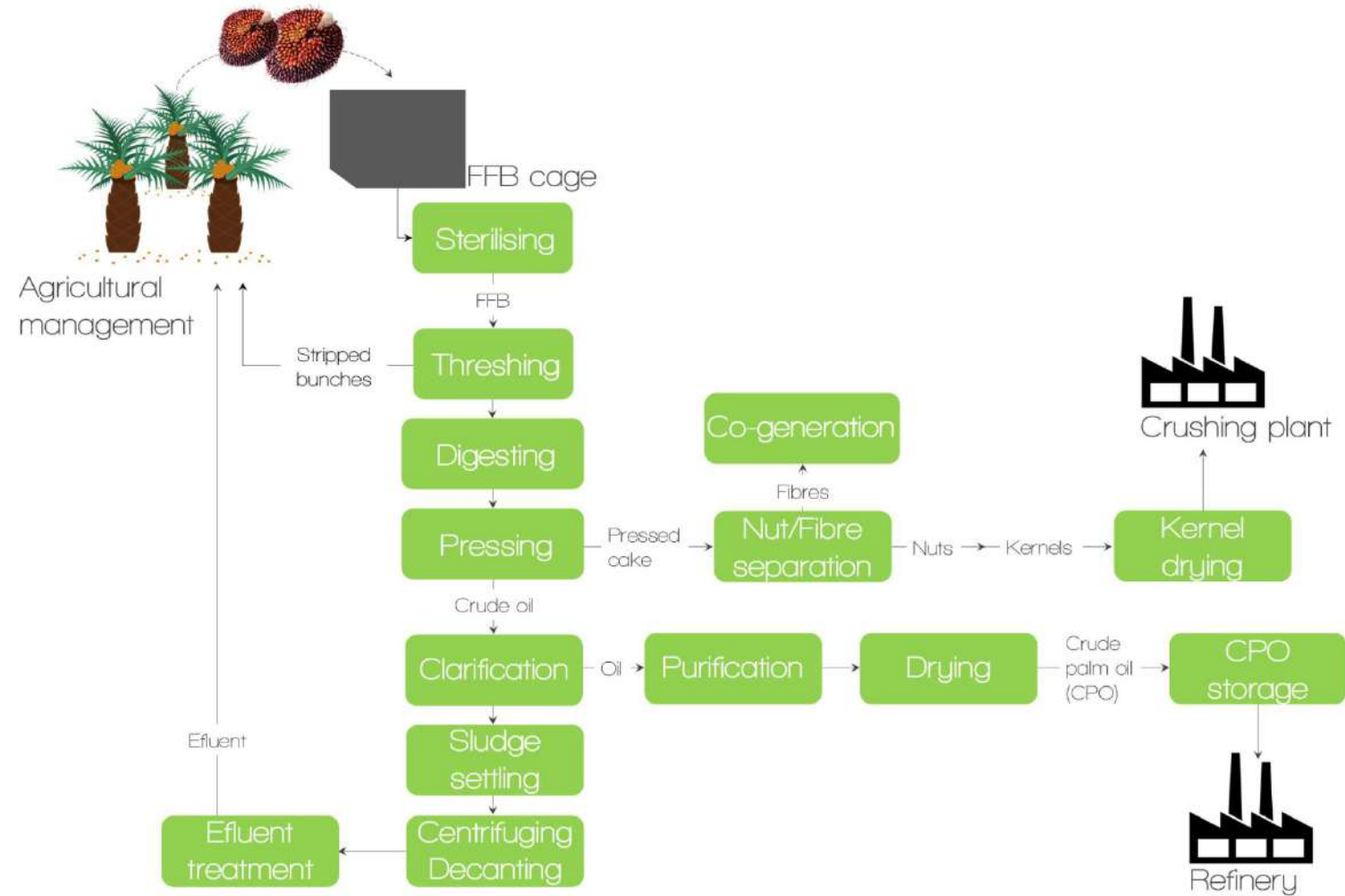


Modelos estadísticos

- % Aceite
- % Humedad
- % impurezas
- DOBI
- Acidos libres
- etc

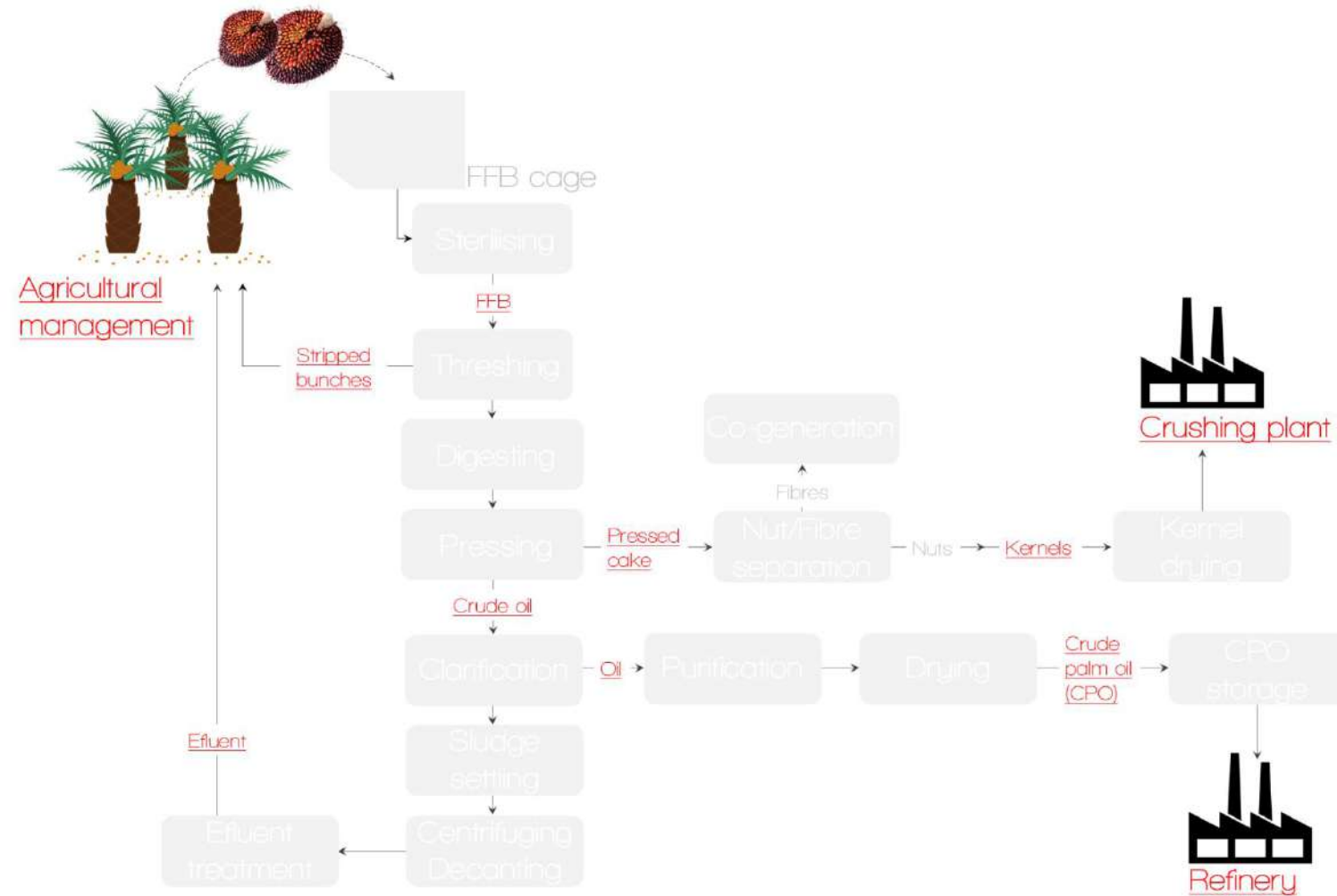


# Where can NIR spectroscopy be used?



By using NIR spectroscopy a wide range of key variables in the oil palm production system can be retrieved

# Where can NIR spectroscopy be used?



El trabajo de investigación...

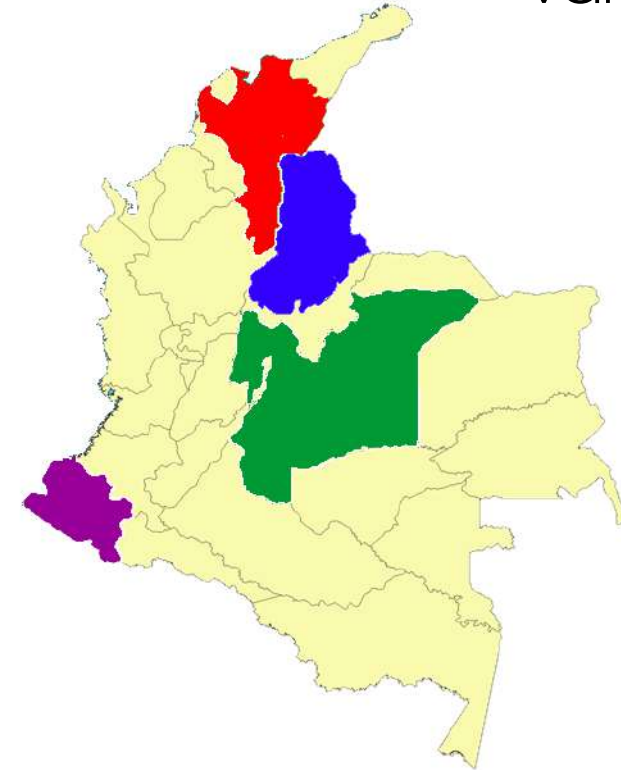
una cooperación entre BUCHI (Suiza) y Cenipalma (Colombia)

Métodos...

527 muestras de aceite  
crudo de palma



Muestras colectadas en las 4 zonas  
palmeras para maximizar la  
variabilidad



527 muestras de aceite  
crudo de palma



Mediciones espectrales (NIR)

+

Análisis convencional de:

- Ácidos grasos libres
- Humedad
- DOBI
- Impurezas

El objetivo final fue desarrollar modelos (robustos) predictivos...

- Ácidos grasos libres =  $f_1(\text{NIR}) + e_1$
- Humedad =  $f_2(\text{NIR}) + e_2$
- DOBI =  $f_3(\text{NIR}) + e_3$
- Impurezas =  $f_4(\text{NIR}) + e_4$

... para que puedan ser usados en cualquier muestra de aceite de cualquiera de las zonas palmeras de Colombia.



Los resultados...

# 527 muestras de aceite crudo de palma



## Análisis convencional

	AGL (%Ácido Palmítico)	Humedad (%)	DOBI	Impurezas (%AC/SSNA)
Media	5.97	0.12	2.34	0.08
Desviación	3.32	0.05	0.34	0.13
CV	0.56	0.41	0.15	1.46
Min	0.78	0.03	1.49	0.00
Max	14.43	0.29	3.20	0.70

# 527 muestras de aceite crudo de palma

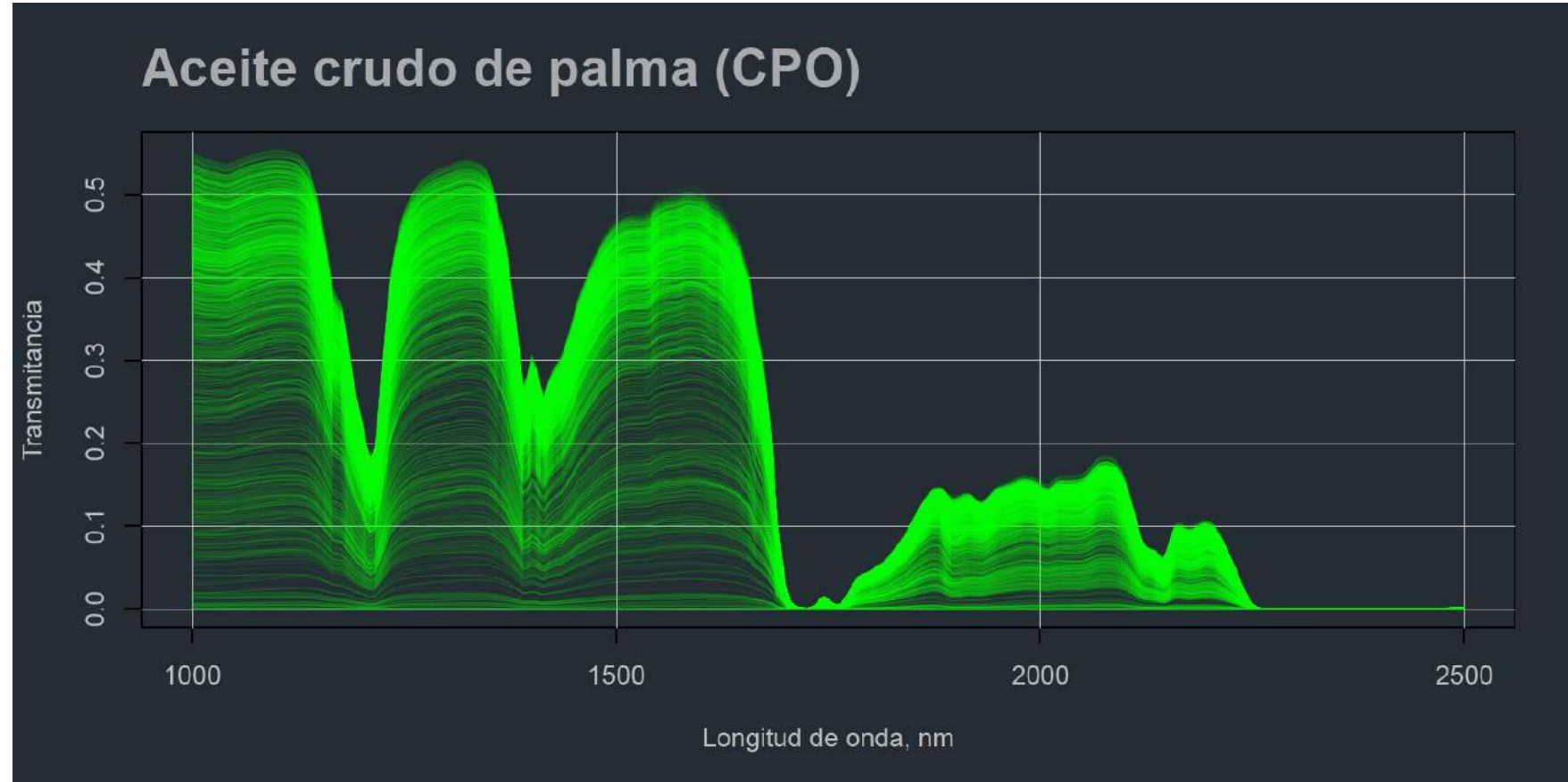


## Mediciones espectrales (NIR)



Tiempo de medición:  
15 segundos por muestra

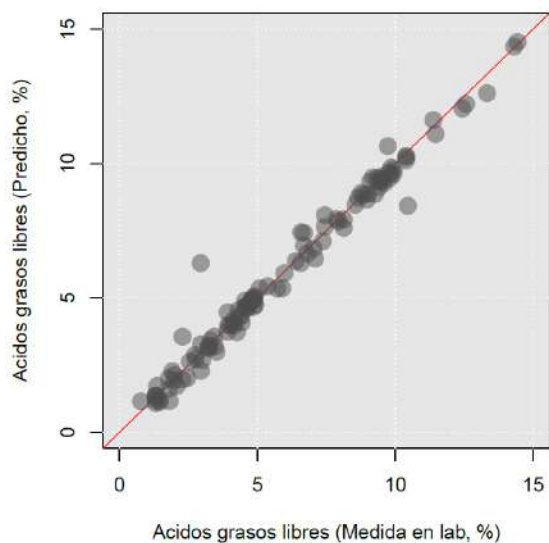
# Espectros NIR de las 527 muestras



# Resultados de validación

~128 muestras nuevas

Ácidos grasos



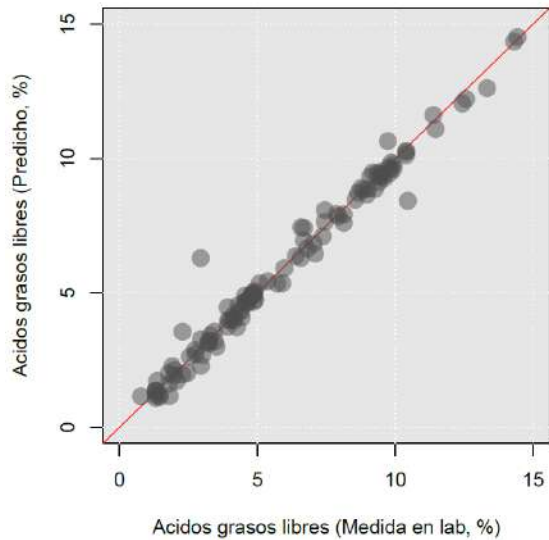
Error promedio:  $\pm 0.48$  %

Precisión: 98%

# Resultados de validación

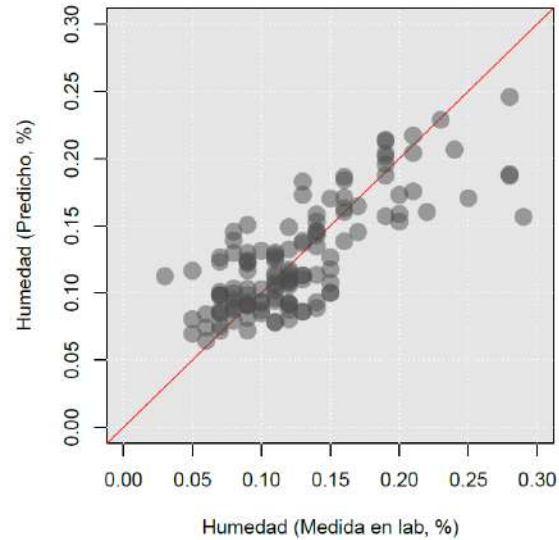
~128 muestras nuevas

Ácidos grasos



Error promedio:  $\pm 0.48$  %  
Precisión: 98%

Humedad

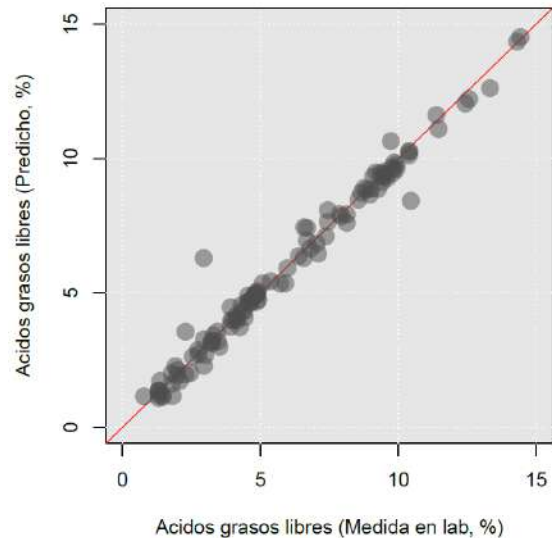


Error promedio:  $\pm 0.03$  %  
Precisión: 60%

# Resultados de validación

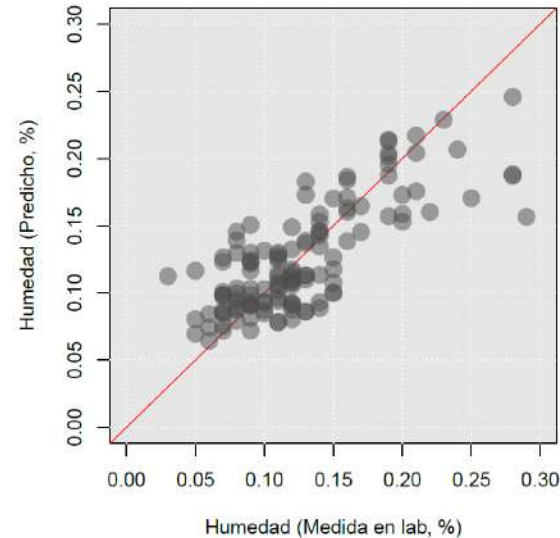
~128 muestras nuevas

Ácidos grasos



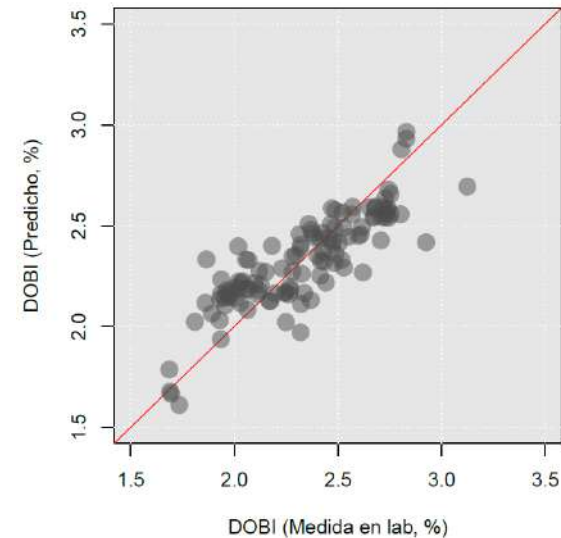
Error promedio:  $\pm 0.48$  %  
Precisión: 98%

Humedad



Error promedio:  $\pm 0.03$  %  
Precisión: 60%

DOBI

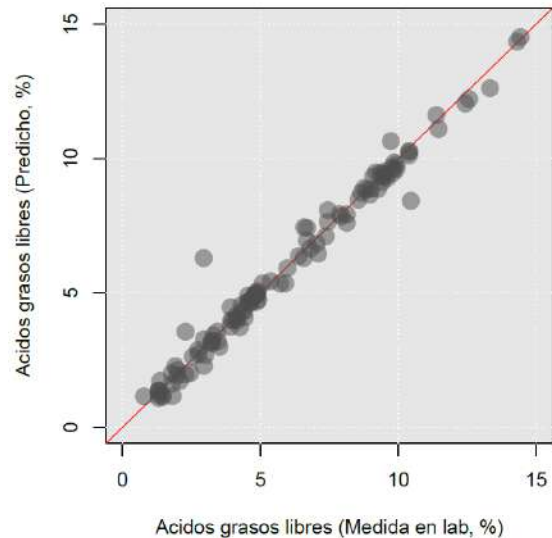


Error promedio:  $\pm 0.16$  %  
Precisión: 71%

# Resultados de validación

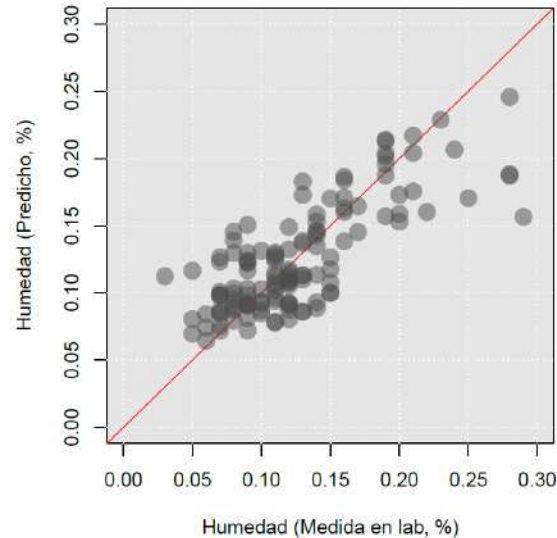
~128 muestras nuevas

## Ácidos grasos



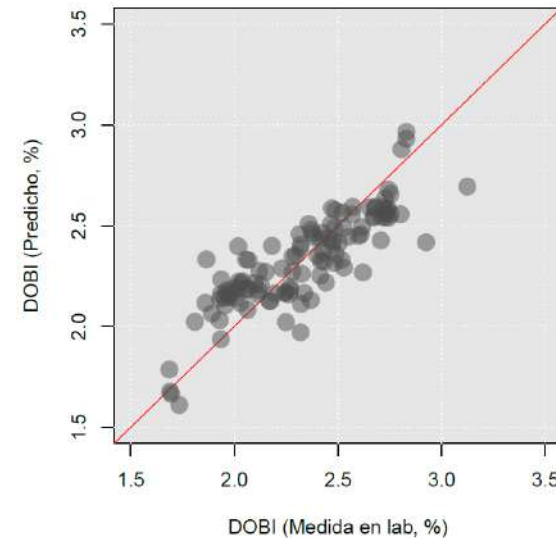
Error promedio:  $\pm 0.48$  %  
Precisión: 98%

## Humedad



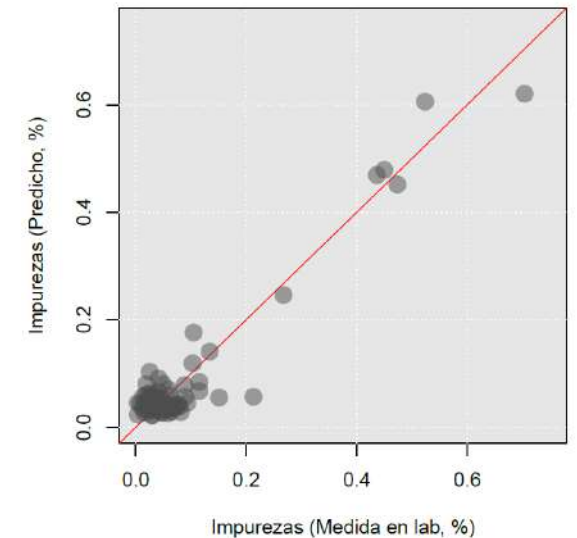
Error promedio:  $\pm 0.03$  %  
Precisión: 60%

## DOBI



Error promedio:  $\pm 0.16$  %  
Precisión: 71%

## Impurezas



Error promedio:  $\pm 0.03$  %  
Precisión: 91%



# Lo que ahora sabemos...

Hemos comprobado que la tecnología NIR  
permite inferir varias propiedades del aceite de palma en Colombia...

# Lo que ahora sabemos...

Hemos comprobado que la tecnología NIR  
permite inferir varias propiedades del aceite de palma en Colombia...

La medición es rápida (15 segundos por muestra).

# Lo que ahora sabemos...

Hemos comprobado que la tecnología NIR **permite inferir varias propiedades del aceite de palma** en Colombia...

La medición es rápida (15 segundos por muestra).

Es un método que **no genera desechos químicos** y es **económico**. El retorno de la inversión es de aproximadamente 1.5 años

# Lo que ahora sabemos...

Hemos comprobado que la tecnología NIR **permite inferir varias propiedades del aceite de palma** en Colombia...

La medición es rápida (15 segundos por muestra).

Es un método que **no genera desechos químicos** y es **económico**. El retorno de la inversión es de aproximadamente 1.5 años

La rapidez y economía permiten **monitorear el aceite de forma Ultra-detallada**

Nuestros proximos pasos...

Potencial de aceite en racimos

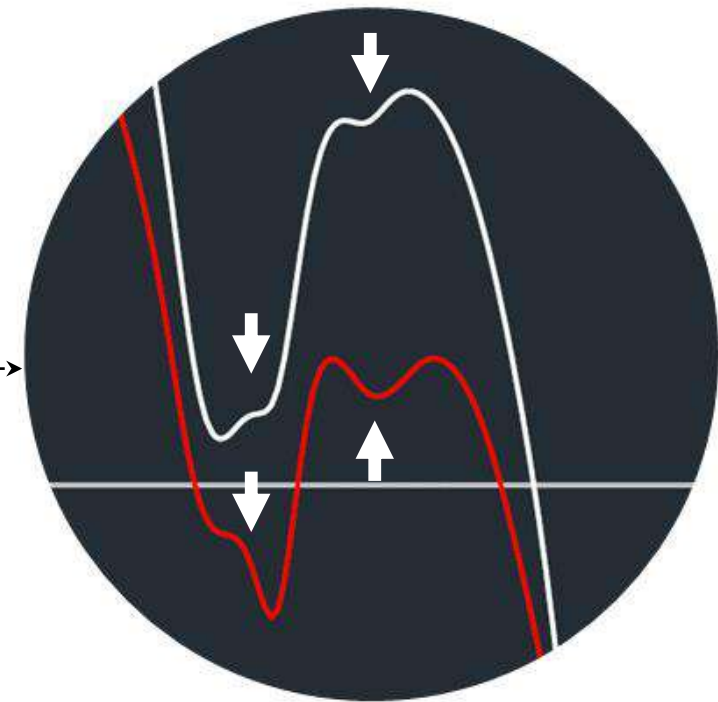
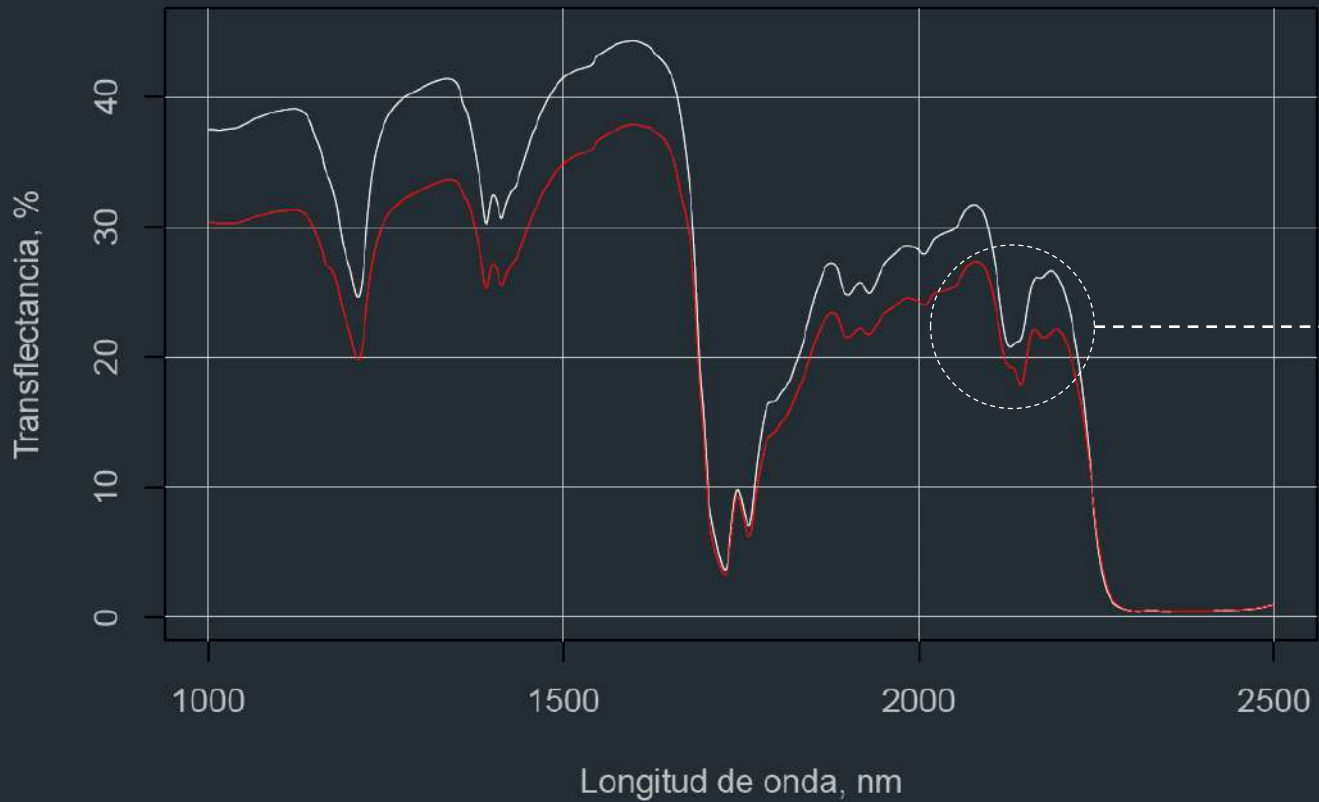
Aceite de palmiste (CPKO)  
Aceite crudo de palma (CPO)



Aceite de palmiste (CPKO)  
Aceite crudo de palma (CPO)



Aceite de palmiste (CPKO)  
Aceite crudo de palma (CPO)





# Racimo



Racimo



Frutos  
representativos



Racimo



Frutos representativos



Trituradora



Racimo



Frutos representivos

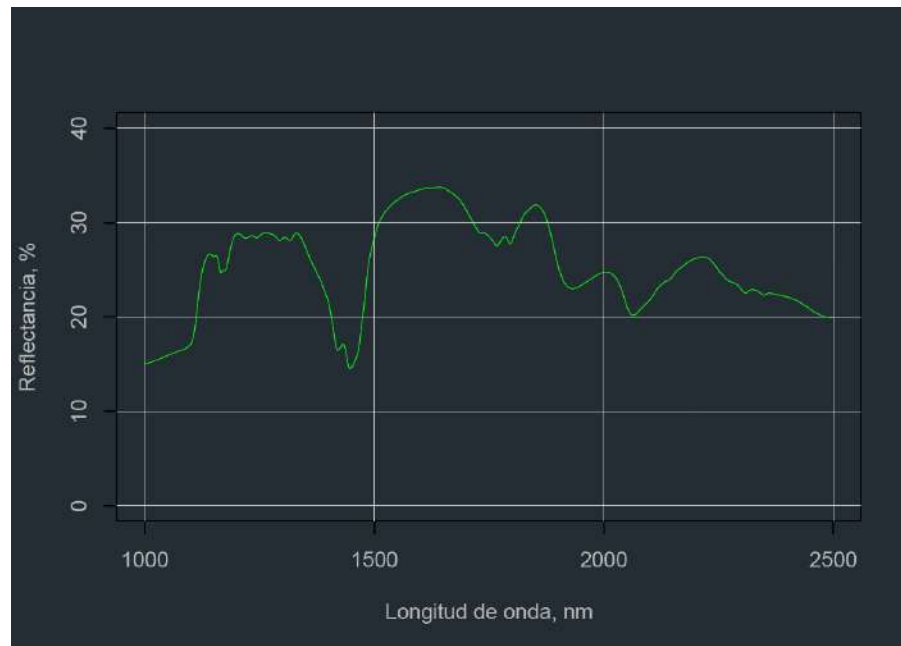


Trituradora



Frutos triturados





$f_i$

% Aceite crudo

% Aceite de palmiste

Los mensajes para llevarse a casa...

- El uso de la tecnología NIR eliminaría el uso de solventes o reactivos químicos para los análisis de muestras. Además de reducir el tiempo requerido de horas (e.g. soxhlet) a segundos.
- Mas rapidez y economía significa:
  - mayores posibilidades para realizar un muestreo adecuado de las cargas de fruto que llegan a la planta.
  - Mejor control de los procesos y por lo tanto su optimización
- Múltiples productos (e.g. aceite, tusa, fibra, suelo, tejido vegetal, etc)
- Retorno de la inversión: 1.5 años aprox.

# Agradecimientos

**Nathalia Forero**, MSc (cenipalma,  
buchi)

Cesar Diaz (cenipalma)

Jesus Garcia (cenipalma)

Nidia Ramirez (cenipalma)

Alexis Gonzalez (cenipalma)





