

Colombia
PALMERA EN LÍNEA

Abril 15 2021

Decisiones estratégicas a partir de herramientas para la medición del potencial industrial de aceite *PIA en línea* y *MPD* en planta de beneficio

Representatividad de los métodos actuales

Variabilidad

Escala fenológica (madurez de racimos)

Condiciones agroclimáticas

Época del año

Conformación de los racimos

Plagas y enfermedades

Nutrición de suelos

Tipo de cultivar y material genético



¿Cómo fortalecer la confianza del núcleo palmero para incrementar la productividad de la agroindustria?

Representatividad de las muestras actuales

Escala fenológica
(madurez)
ra

Condiciones

año

Confor
los racimos

Plagas y enfermedades

Nutrición de suelos

Tipo de cultivar y material genético

Estructura del webinar

1. Problemática identificada
2. Contexto y antecedentes sobre metodologías
3. Punto de quiebre
4. Metodología MPD
5. Metodología PIA en línea
6. Lo mejor de ambas metodologías para superar oportunidades individuales
7. Testimonio de plantas piloto en Colombia
8. Conclusiones y cierre

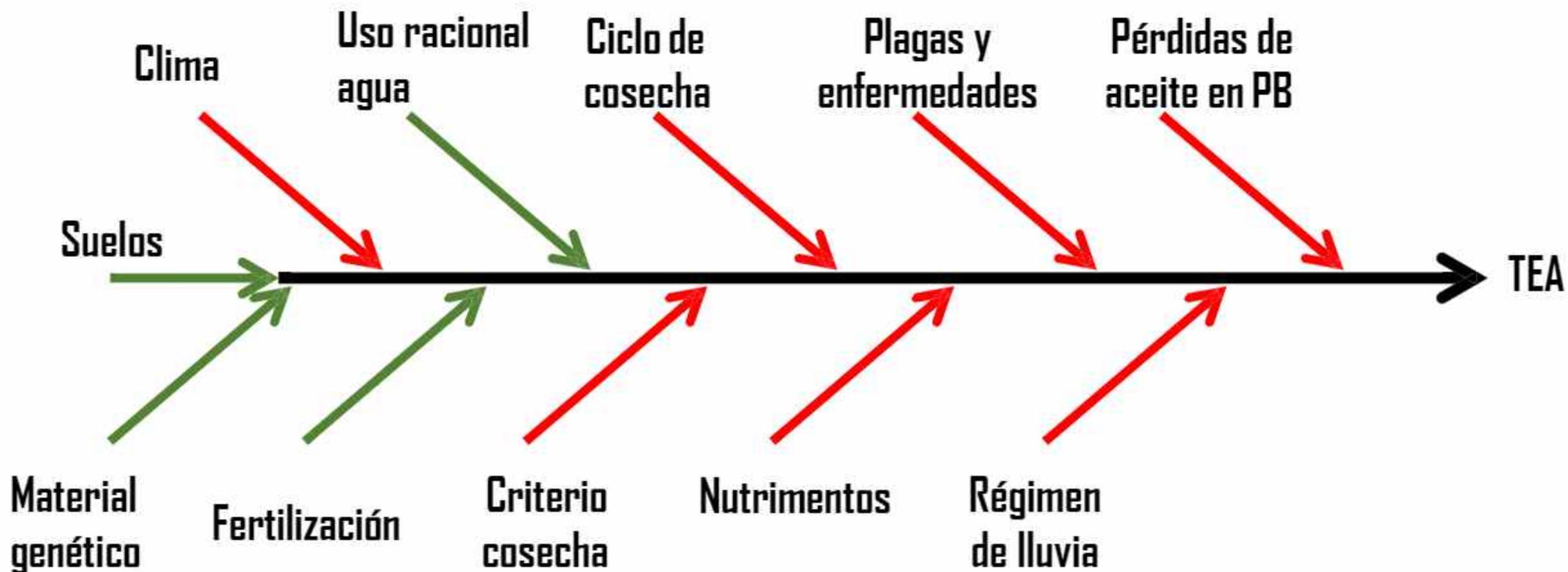


Estructura del webinar

1. Problemática identificada
2. Contexto y antecedentes sobre metodologías
3. Punto de quiebre
4. Metodología MPD
5. Metodología PIA en línea
6. Lo mejor de ambas metodologías para superar oportunidades individuales
7. Testimonio de plantas piloto en Colombia
8. Conclusiones y cierre



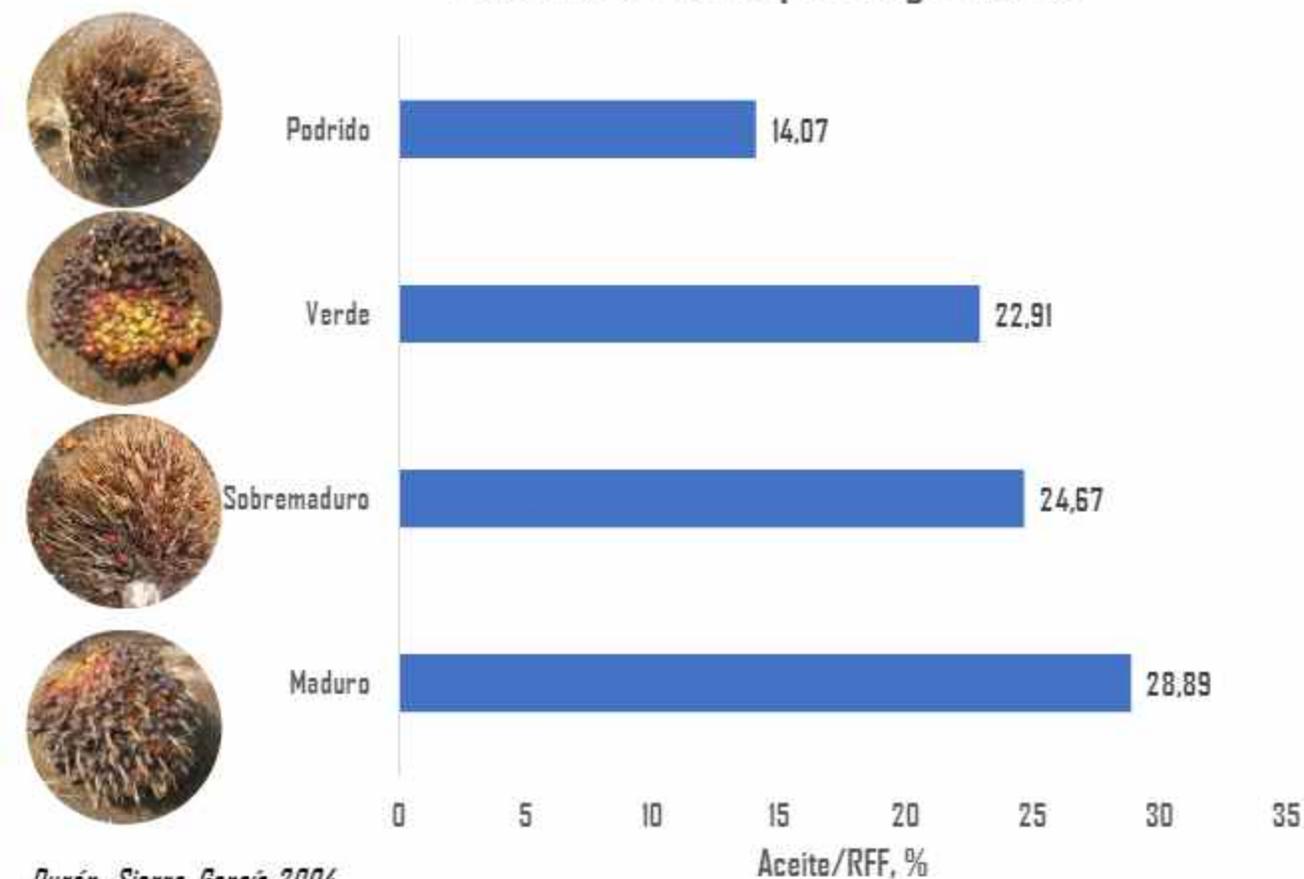
Factores que afectan el potencial de aceite y la TEA



Factores que afectan el potencial de aceite

No todos los racimos cosechados llegan a la PB en su máximo estado de madurez

Potencial de aceite para *E. guineensis*



Durán, Sierra, García, 2004



Matidium Neivai Bondar (Demotispa):
0.80 - 1.20 % Aceite/RFF

Aldana, Calvache, Cataño, Valencia, Hernández 2004

Diferencias en el potencial de aceite debido a la PC



Acevedo, Buriticá, García, Galvis. 2000

Factores que afectan el potencial de aceite

Parámetro	% Ac /RFF	TEA
Potencial Ideal	27%	27%
Pérdida de aceite en campo	0.5%	26.5%
Pérdidas por plagas y enfermedades	2.0%	24.5%
Pérdida por Impurezas	0.5%	24.0%
Pérdida por pedúnculo largo	0.3%	23.7%
Pérdidas en calidad de fruto (madurez)	1.2%	22.5%
Pérdidas en planta de beneficio	1.7%	20.8%

Tasa de Extracción de Aceite final obtenido en planta

6.2 puntos perdidos

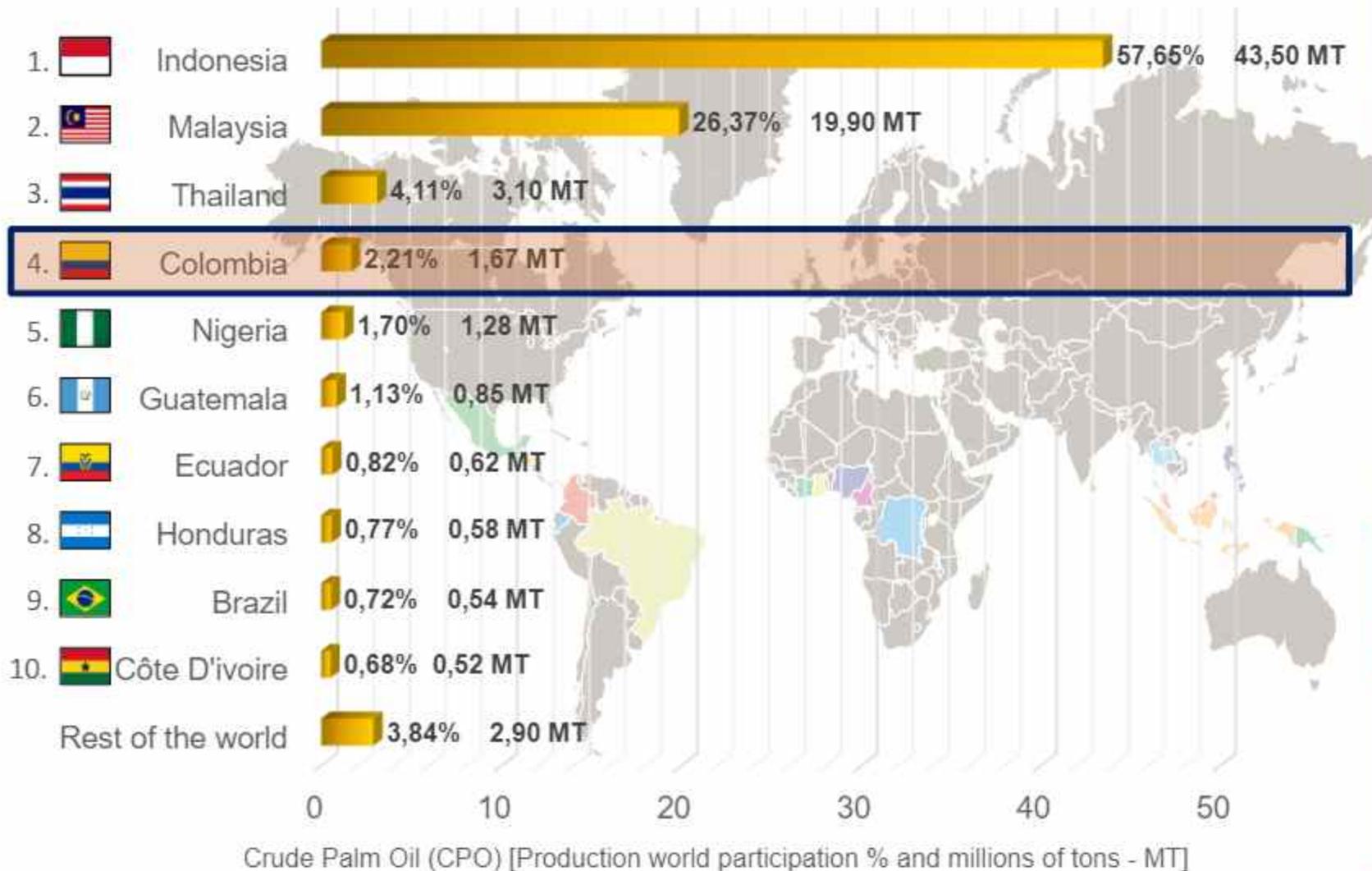
García-Núñez, 2017

Estructura del webinar

1. Problemática identificada
2. Contexto y antecedentes sobre metodologías
3. Punto de quiebre
4. Metodología MPD
5. Metodología PIA en línea
6. Lo mejor de ambas metodologías para superar oportunidades individuales
7. Testimonio de plantas piloto en Colombia
8. Conclusiones y cierre

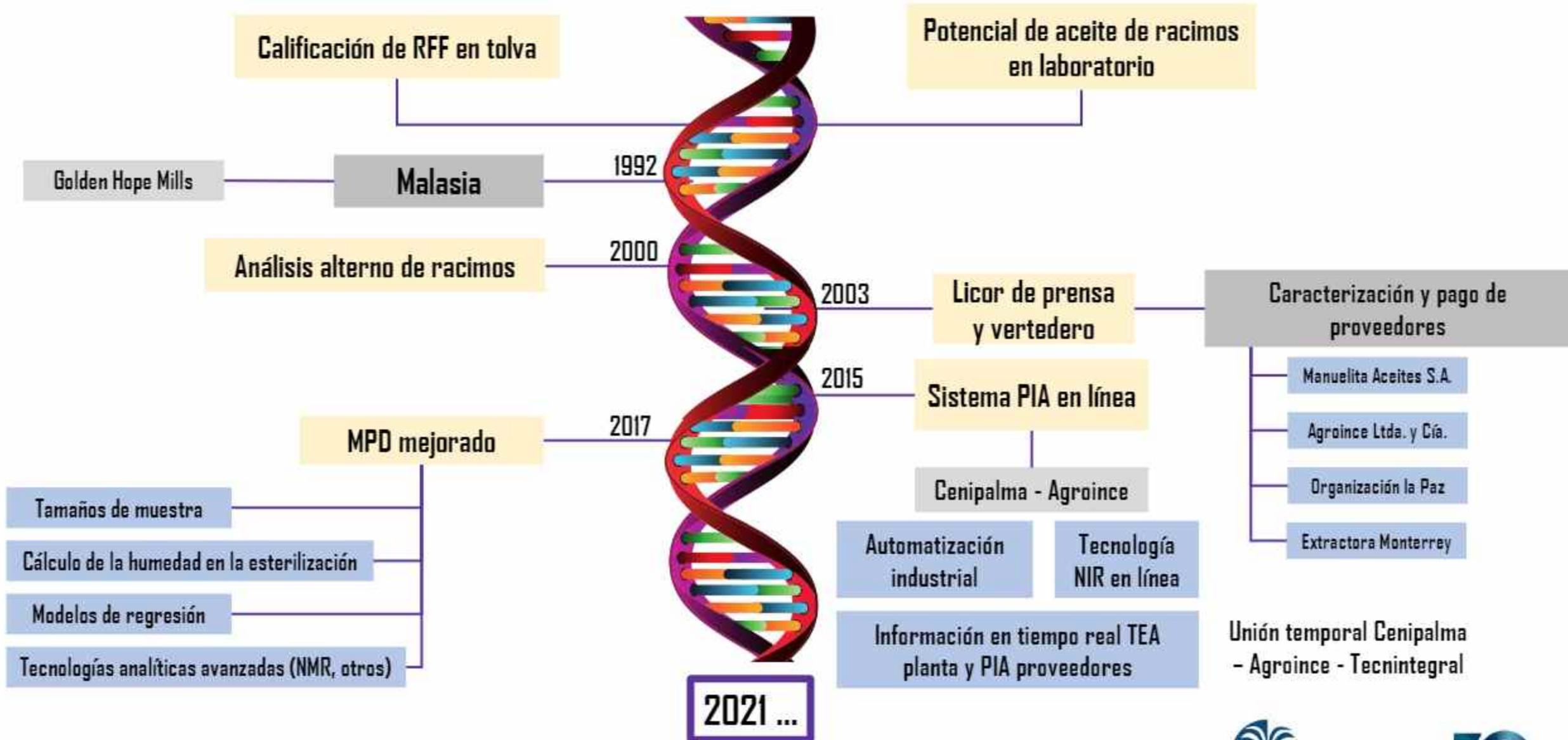


Indicadores generales de la agroindustria de la palma de aceite colombiana en el mundo

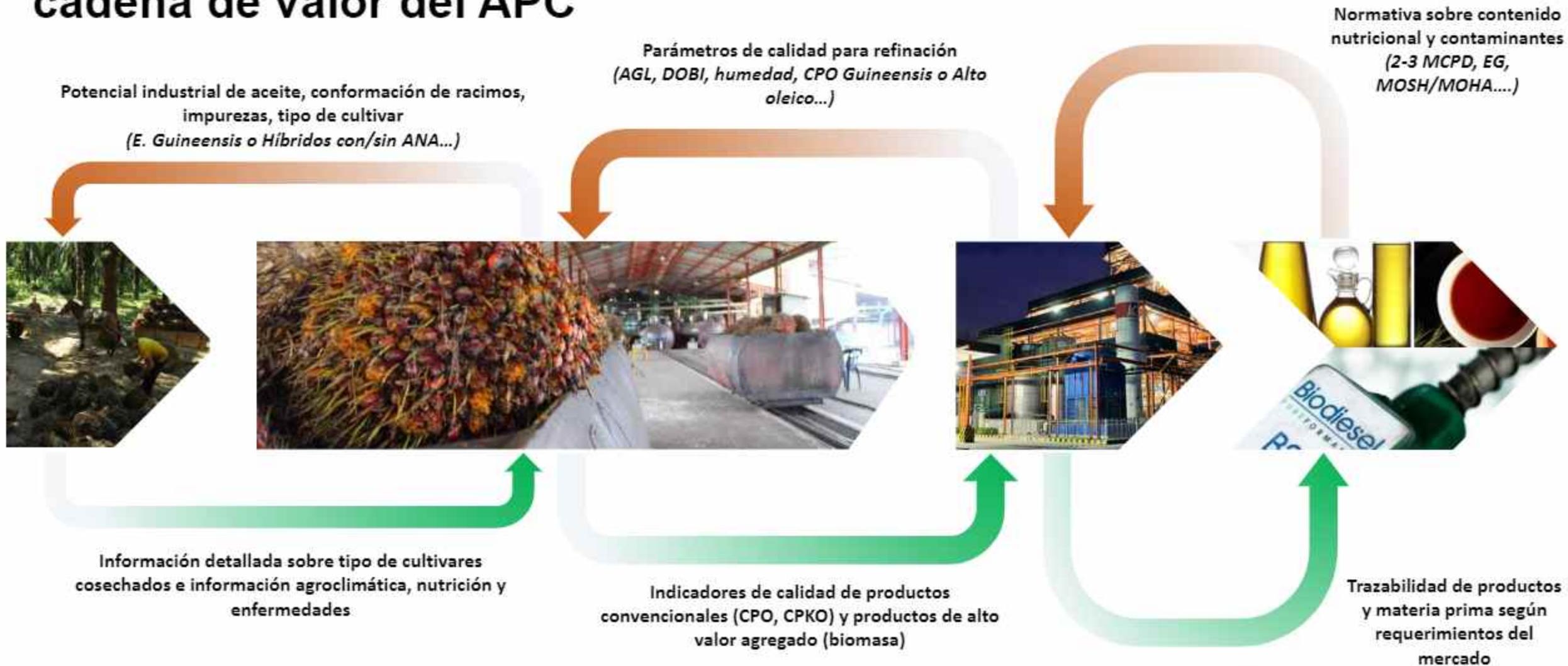


Fuente: indicadores cultivos oleaginosos, USDA, 2020.

Antecedentes de metodologías



Interacciones entre los componentes de la cadena de valor del APC



Estructura del webinar

1. Problemática identificada
2. Contexto y antecedentes sobre metodologías
3. Punto de quiebre
4. Metodología MPD
5. Metodología PIA en línea
6. Lo mejor de ambas metodologías para superar oportunidades individuales
7. Testimonio de plantas piloto en Colombia
8. Conclusiones y cierre





Seguir haciendo lo mismo
para lograr algo distinto...

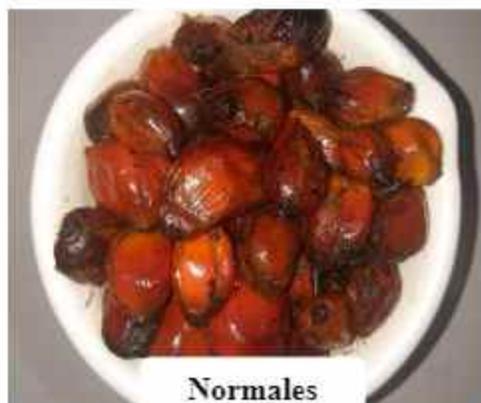
Dar el salto disruptivo al
nuevo paradigma...

Estructura del webinar

1. Problemática identificada
2. Contexto y antecedentes sobre metodologías
3. Punto de quiebre
4. Metodología MPD
5. Metodología PIA en línea
6. Lo mejor de ambas metodologías para superar oportunidades individuales
7. Testimonio de plantas piloto en Colombia
8. Conclusiones y cierre



Es la caracterización de la masa de **frutos sueltos esterilizados** tomados a la salida del tambor desfrutador, es decir, **la masa que pasa al digestor (MPD)**



Normales



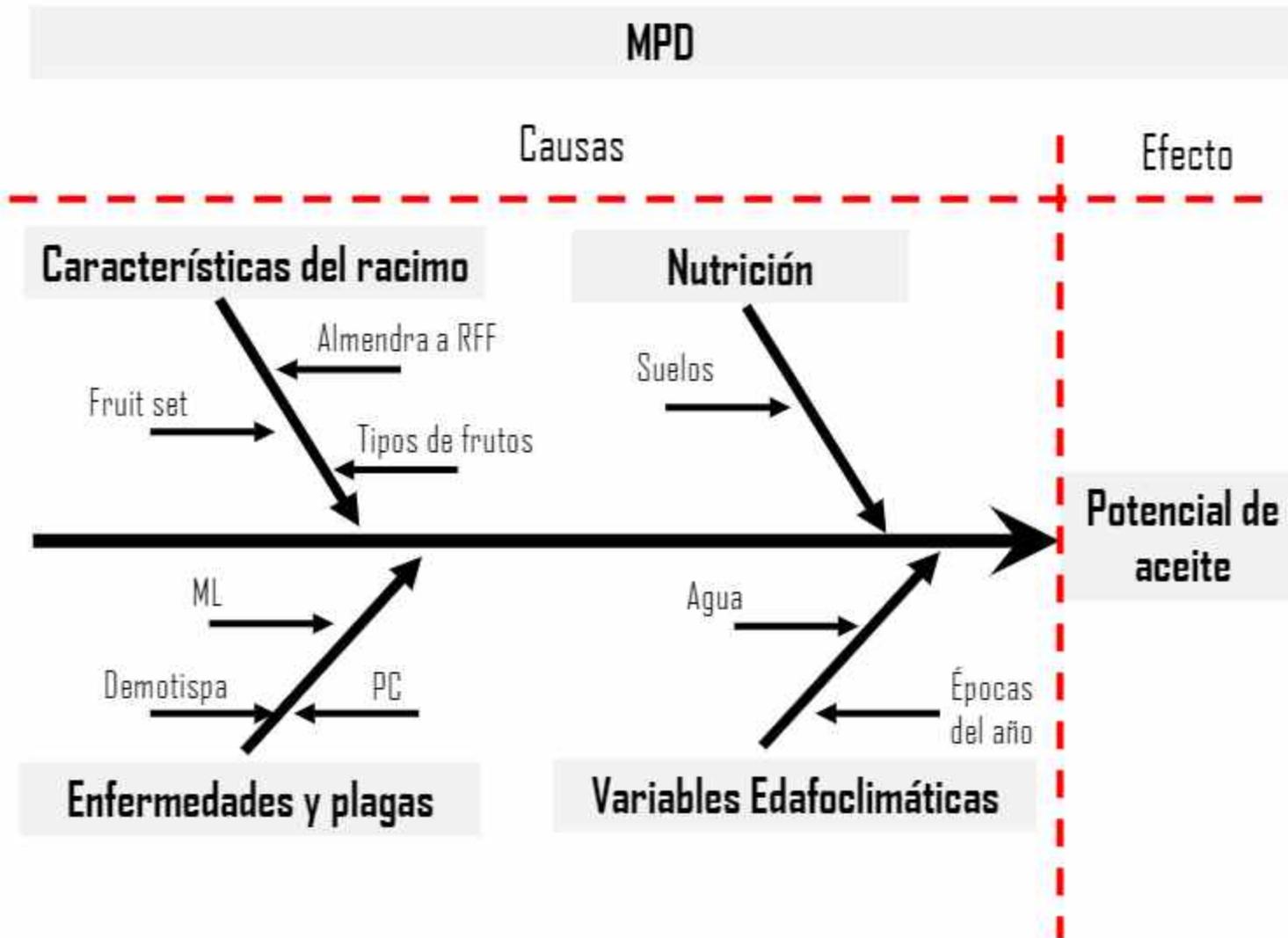
Partenocárpicos Aceitosos



Impurezas



Partenocárpicos no aceitosos





Racimos Híbridos



Racimos *E. guineensis*

Metodología que se puede aplicar desde un racimo hasta lo que se desee analizar

Metodología Masa que pasa por el Digestor (MPD)



 cenipalma

Con el apoyo del Fondo de Fomento Palmero



Registro de ingreso:

- Cantidad de fruto (KG)
- Procedencia (Proveedor o propio)
- Cultivar y Lotes



DIGESTIÓN

LABORATORIO CONTROL DE CALIDAD

Análisis de porcentaje de aceite en:

- Frutos normales
- Frutos partenocárpicos
- Frutos no aceitosos
- Impurezas

Tamaño muestra de fruto:

- 1 % por vagoneta
- Homogenización y cuarteo
- 2 submuestras de 1.000 g





Palmas y Extractora
MONTERREY S.A.



Extractora Cusiana



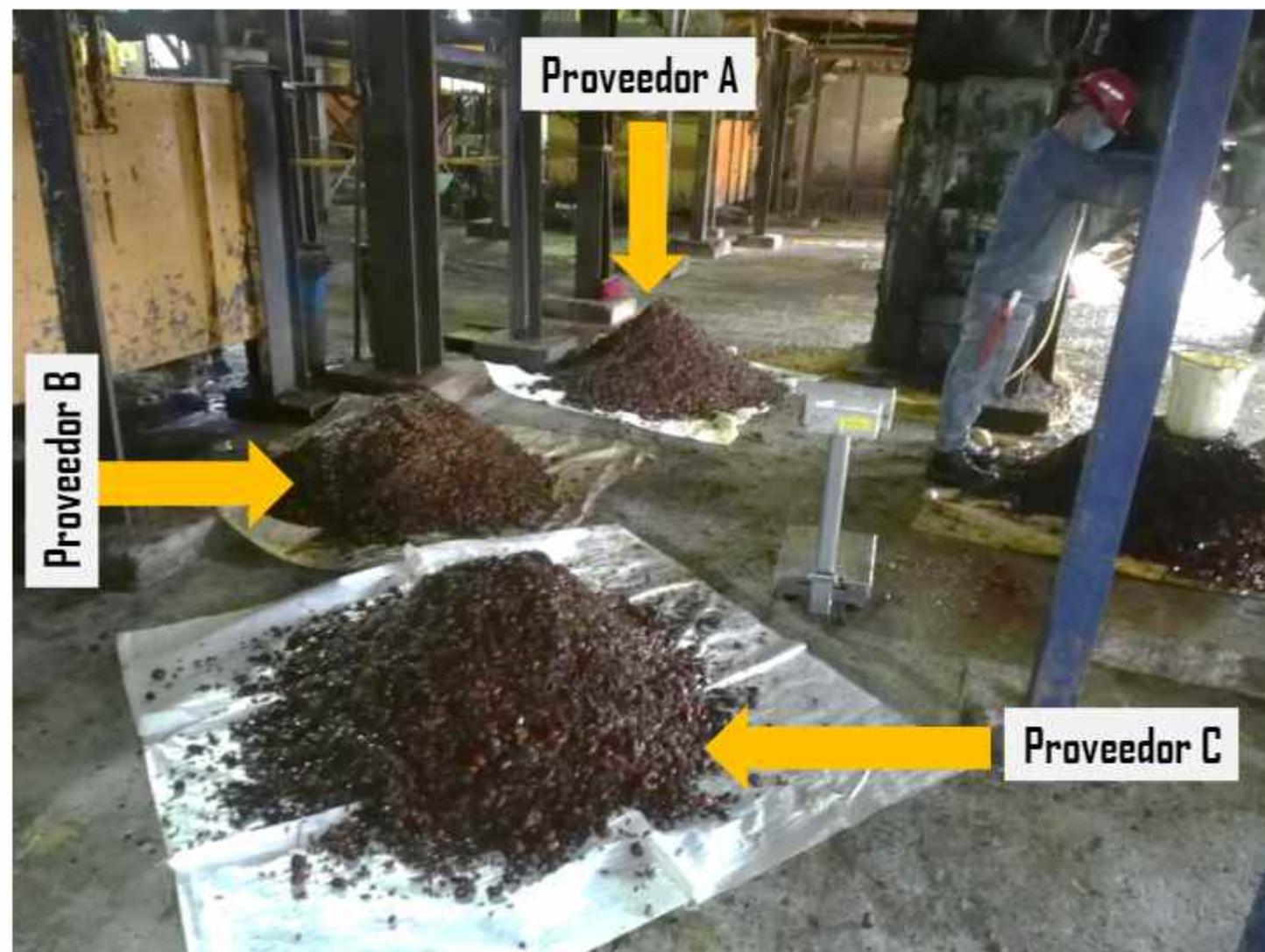
Palmeiras Colombia S.A.

Salamanca Oleaginosas S.A.

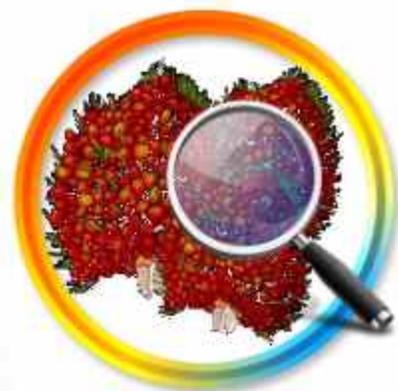
- ✓ Evaluación técnica y económica de dos métodos de polinización artificial (líquido – sólido) en Estación La Providencia.
- ✓ Evaluación de fuentes de potasio, su eficiencia e impacto en la nutrición, sanidad y productividad de la palma de aceite en suelos de la zona Norte .
- ✓ Evaluación técnica y económica del punto óptimo de Cosecha en el cultivar Brasil x Djongo en la plantación Palmas Santa Fe.
- ✓ Evaluación del comportamiento de racimos en periodo postcosecha en el cultivar Coarí x Super tenera zona suroccidental.
- ✓ Caracterización de componentes y baches de extracción de aceite zonas Oriental, Suroccidental , Central , Norte.
- ✓ Evaluación seguimiento potencial aceite, Lotes, cultivares de frutos zonas Oriental, Suroccidental , Central , Norte.

Bache de 15 toneladas de RFF	
Capacidad Vagón	5 toneladas
Nro. Vagón análisis	3
Etapa	Tiempo (min)
Tolva	110
Esterilización	40*
Desfrutación	
Laboratorio	
Secado	15* o 240
Extracción	15* o 480
Total	180* - 870

* Utilización de horno microondas y Modelos de regresión



Cómo aprovechar la información que genera la metodología MPD



MPD



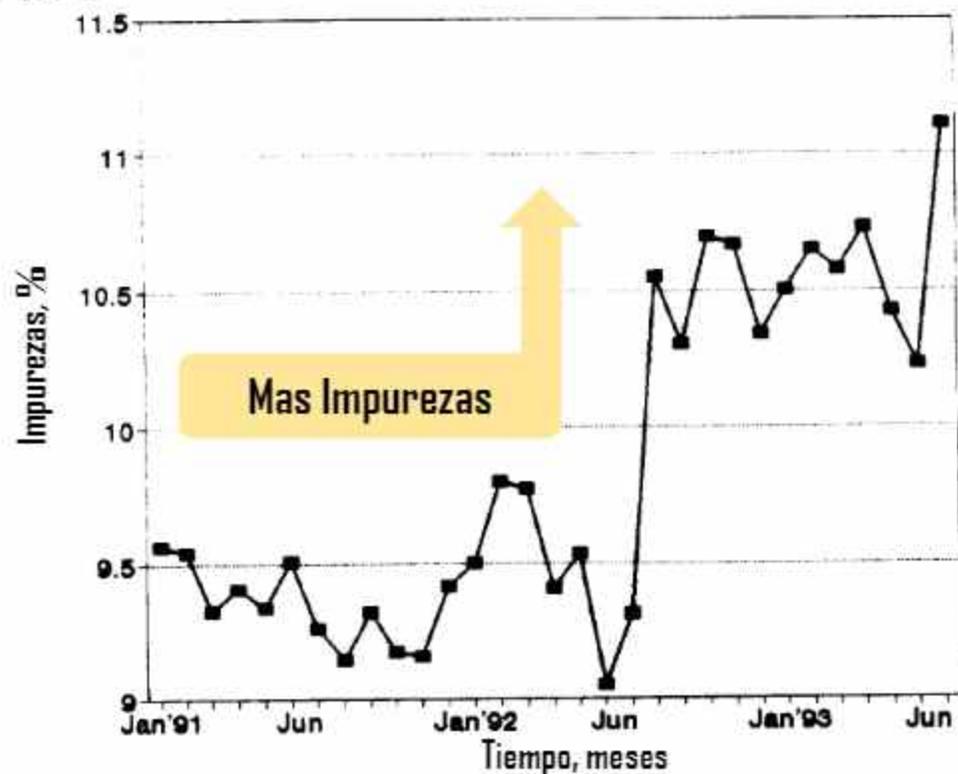
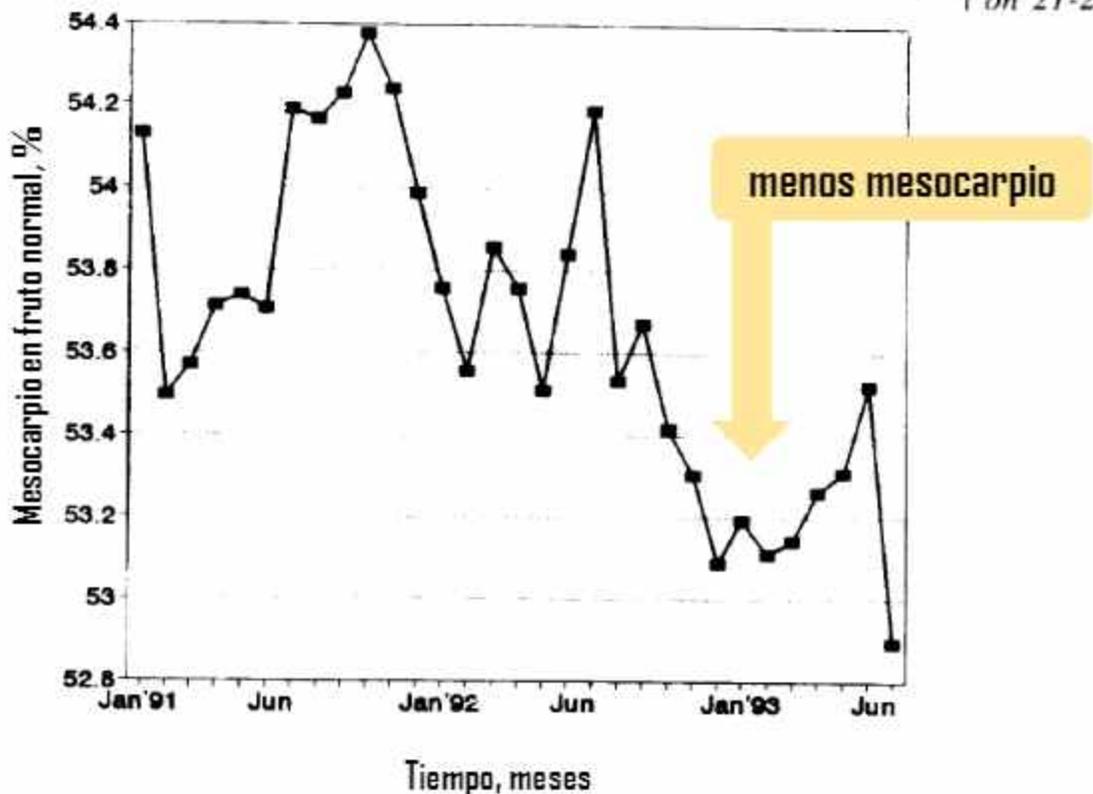
RECENT TRENDS IN OER IN RELATION TO MPD
ANALYSES IN GOLDEN HOPE MILLS

by

Lee Chong Hee and T. Shawaluddin

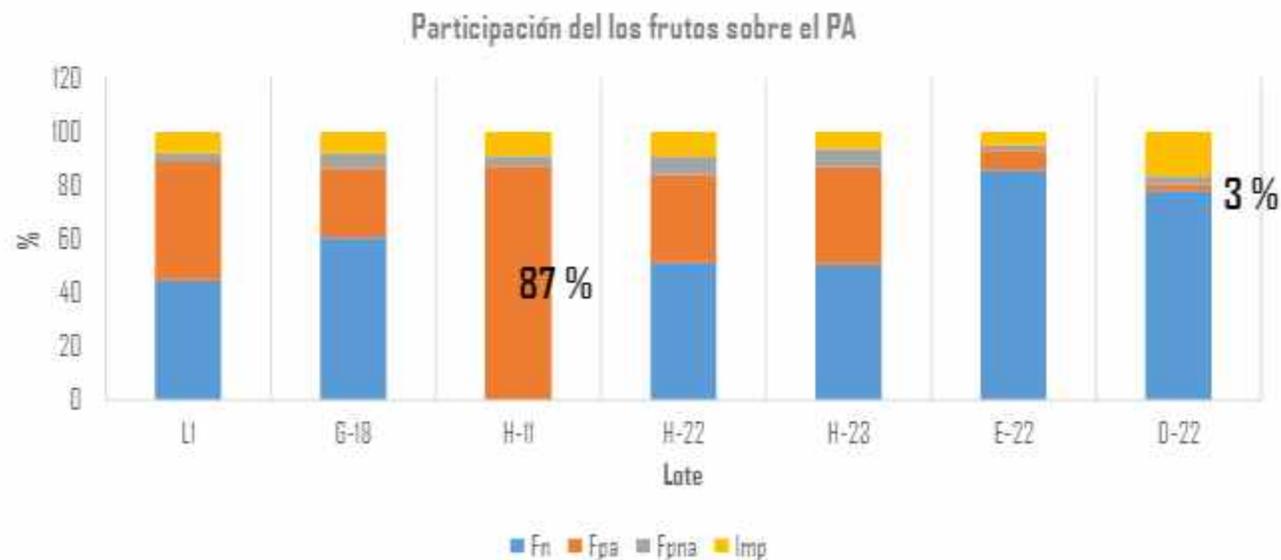
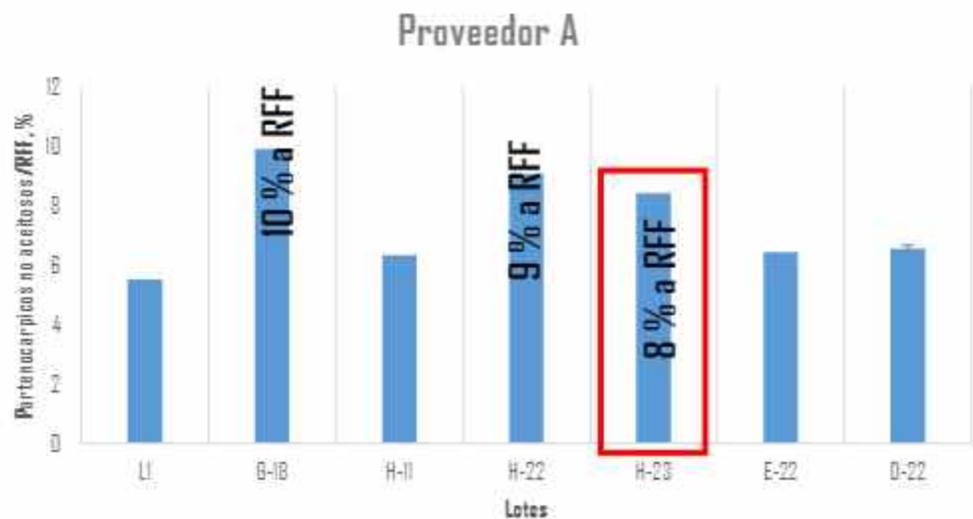
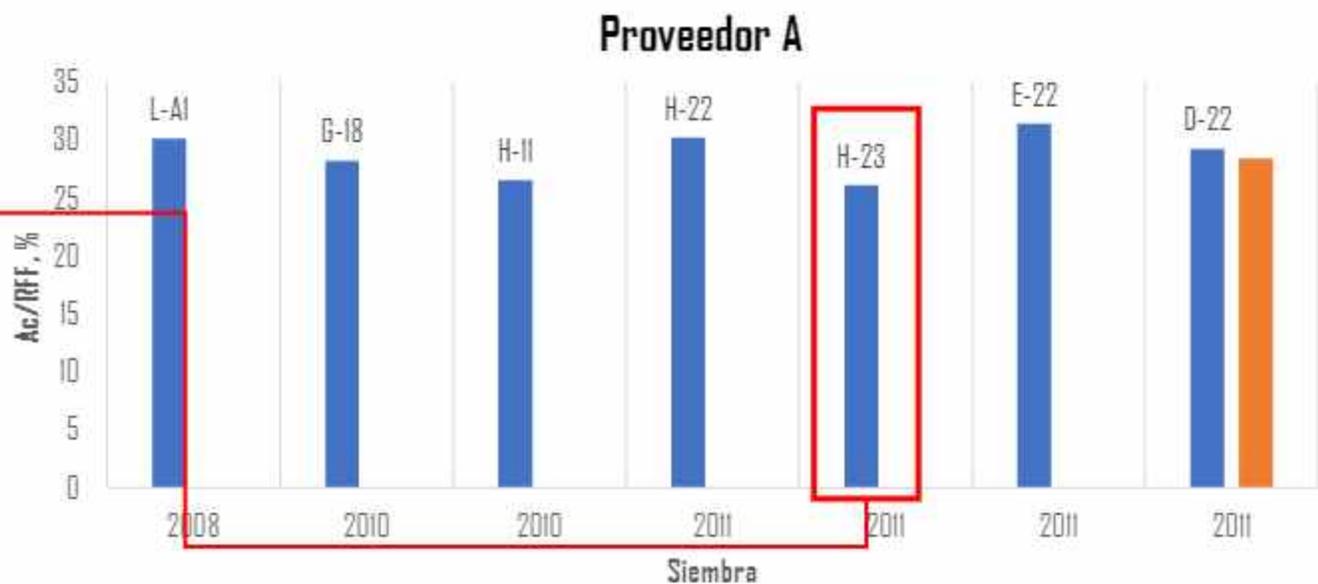
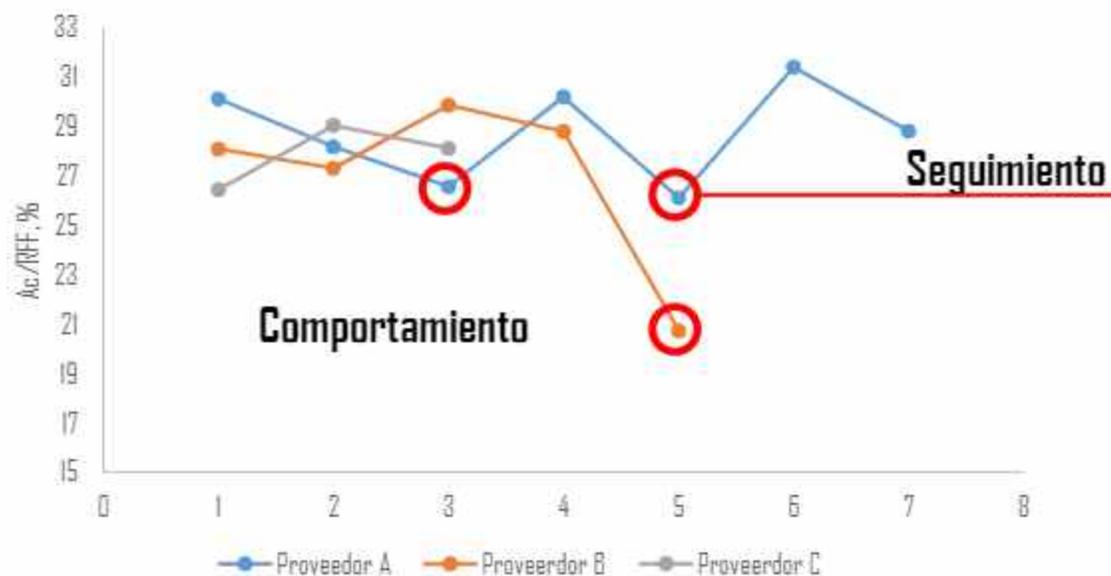
Malasia

(Abridged version of the Paper Presented at the National Seminar on
"Palm Oil Extraction Rates: Problems and Issues"
held on 21-22 December 1993)

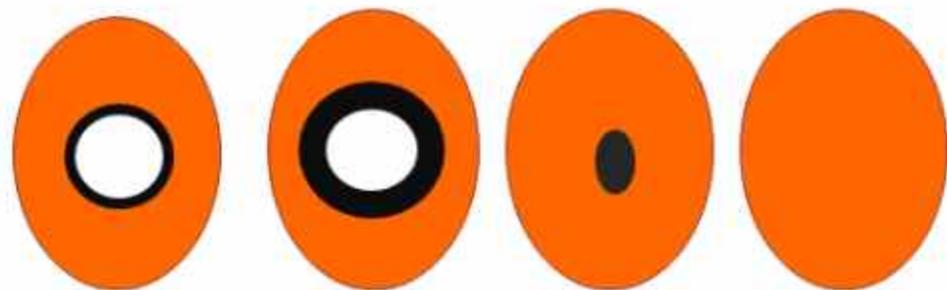


Se encontró que el descenso en un punto para la TEA de 1992, estuvo acompañado de una disminución en el % de mesocarpio sobre fruto normal a MPD e incremento en el % de impurezas en el mismo componente.

Análisis MPD para racimos híbridos DxG polinizados con ANA



Racimos polinizados con regulador de crecimiento ANA



Frutos Normales

Frutos Partenocarpicos
Estenopercarpicos



Caracterización de fruto esterilizado

Componentes



Fruto Normal



**Fruto Partenocarpico
Aceitoso**

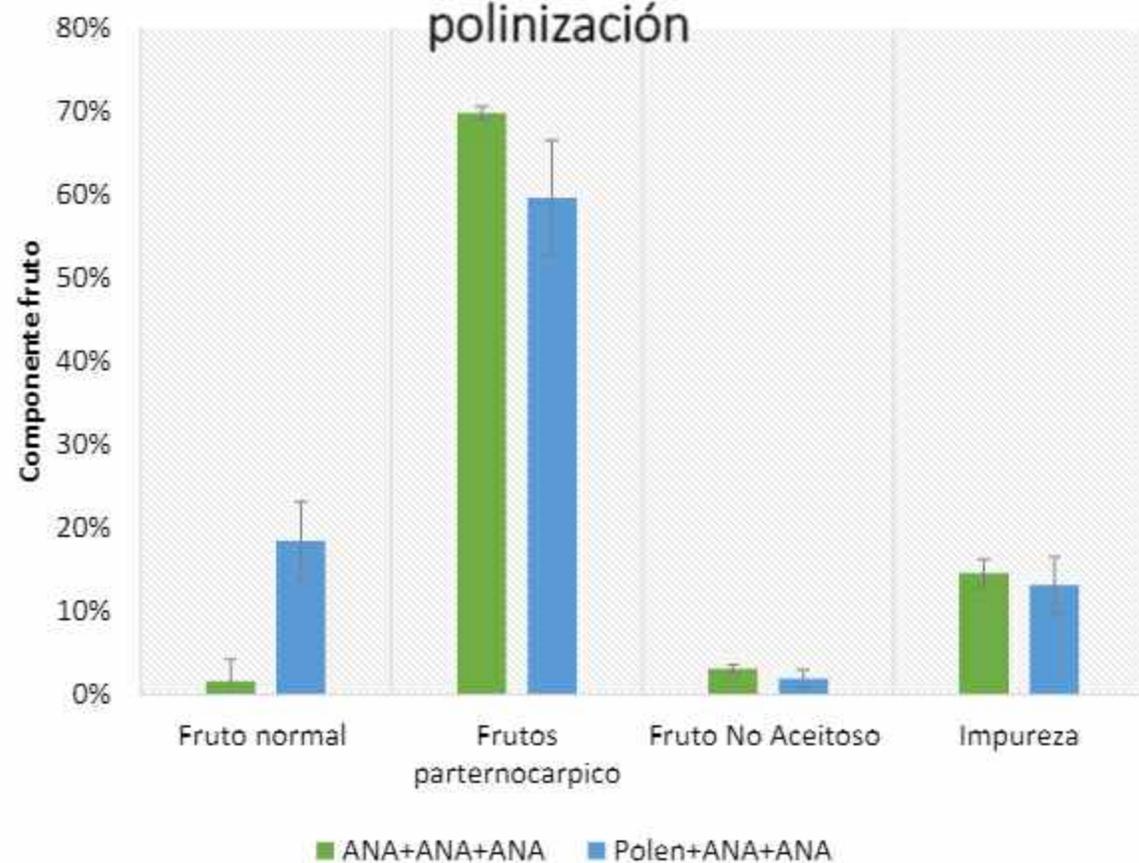


**Fruto Partenocarpico
No Aceitoso**

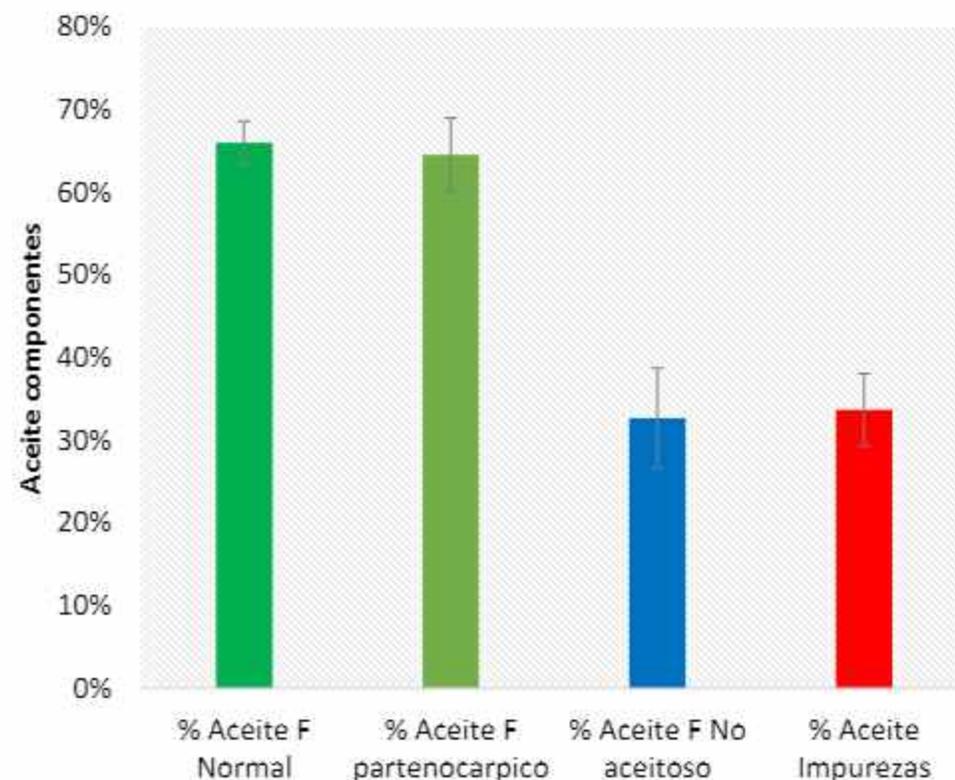


Impurezas

Caracterización de fruto por tipo de polinización



Aceite en base seca para componentes MPD



CRITERIO POR ESTADO DE MADURACIÓN**Inmaduro**

Sin cuarteamiento ni desprendimiento de fruto naturalmente.

**Maduro**

Desprendimiento desde 10 frutos hasta el 25 % en su capa externa. Pueden presentar o no cuarteamiento.

**Sobremaduro**

Desprendimiento natural de 25 % hasta el 50 % de los frutos en su capa externa. Deshidratación parcial del pedúnculo.

**Podrido y tusas vacías**

Deshidratación, pedúnculo blando y olor fétido. Desprendimiento de más del 50 % de fruto de forma natural y tusas vacías.

CRITERIO POR CONFORMACIÓN

Llenado de los racimos de acuerdo con el rango de formación de frutos normales y partenocárpicos.

CLASE 4



Menos del 50 %

CLASE 3



Entre 50 y 70 %

CLASE 2



Entre 70 y 90 %

CLASE 1



Igual o mayor al 90 %

Contenidos de Aceite por criterios de maduración y conformación de racimos

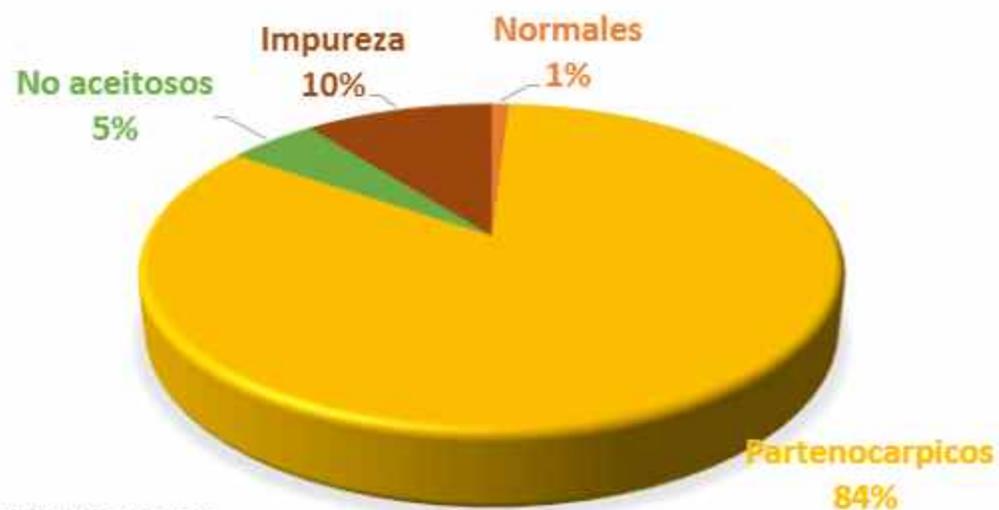
Maduración	Potencial Híbrido ANA	Potencial Ref E. Guineensis
Maduro	31,22	28,89
Sobremaduro	25,31	24,67
Inmaduro	21,86	22,91
Podrido	15,23	14,07

Conformación	Potencial Híbrido ANA MADURO	Potencial Híbrido ANA INMADURO
Clase 1	31.68	22.34
Clase 2	26.72	17.55
Clase 3	23.02	14.13
Clase 4	19.15	-

COMPONENTES RACIMOS MADUROS



COMPONENTES RACIMOS INMADUROS



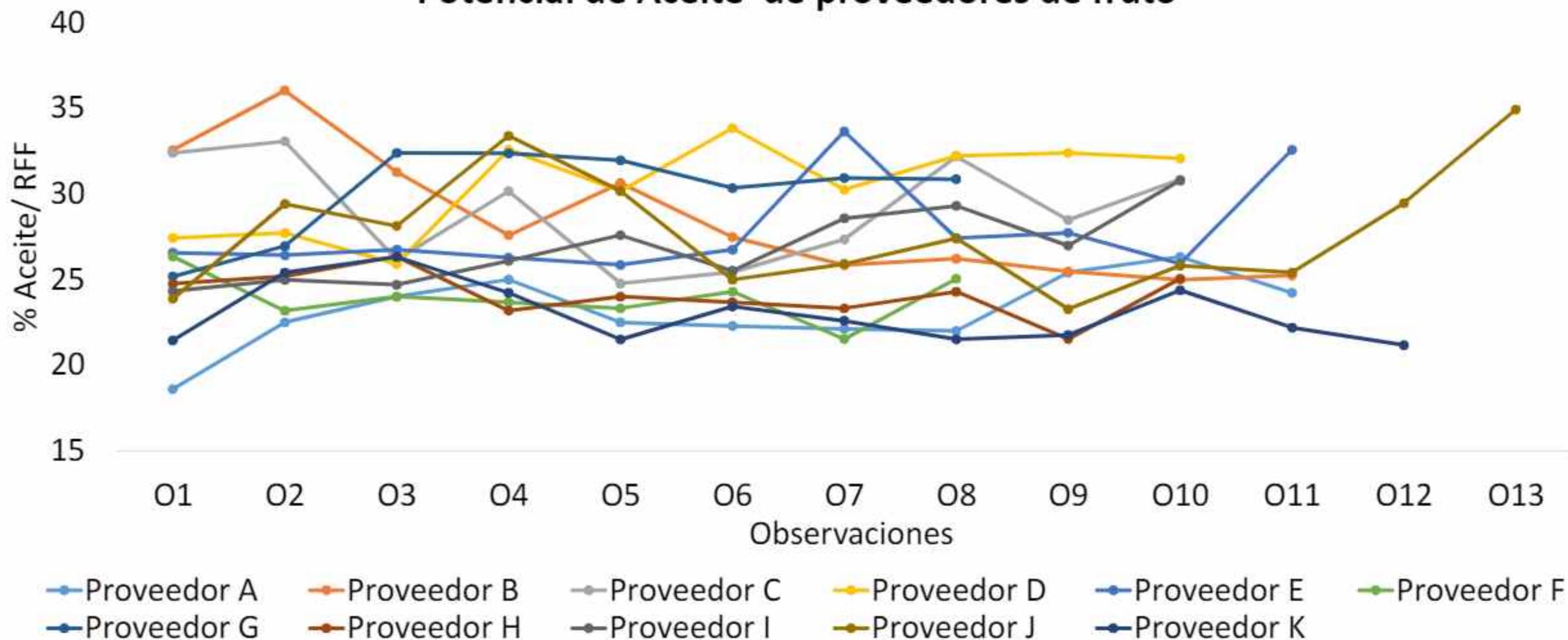
COMPONENTES RACIMOS SOBREMADUROS



Potencial de aceite cultivares híbridos ANA por criterio de maduración



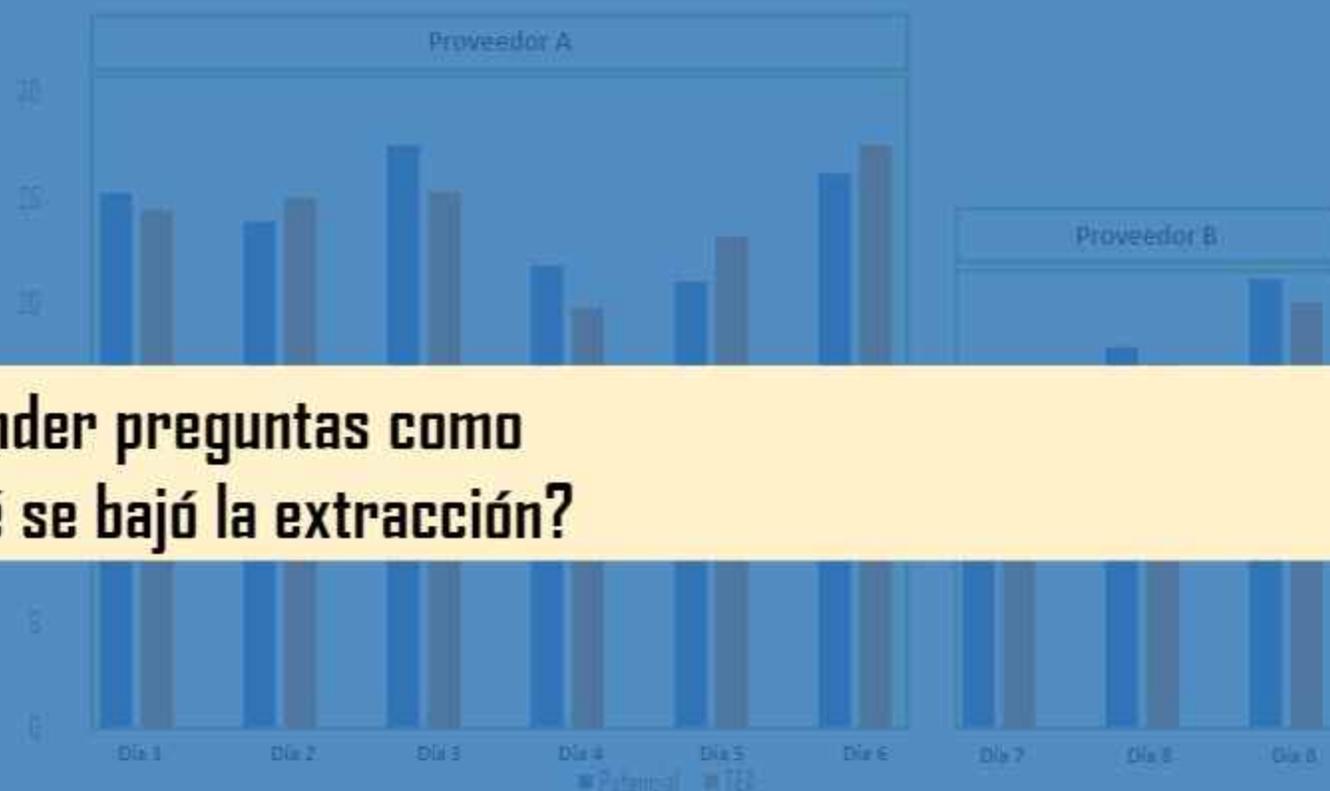
Potencial de Aceite de proveedores de fruto



Diferencia entre el análisis de racimos y la TEA es de 4,36 puntos porcentuales



Seguimiento al contenido de aceite de un mismo proveedor para diferentes días



**Responder preguntas como
¿Por qué se bajó la extracción?**

Análisis de racimo

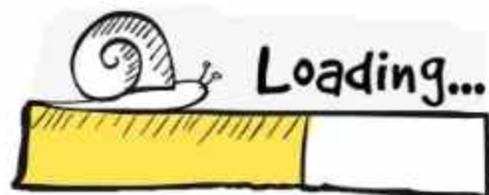
MPD

TEA

Diferencia entre el MPD y la TEA es de 1,09 puntos porcentuales

Diferencias promedio entre el MPD y la TEA es de 0,82 puntos porcentuales

Extracción de aceite por método soxhlet



10 a 12 h



Correlaciones función de la humedad

10 a 15 min

Modelos de regresión para *E. guineensis*

Aceite en el mesocarpio de frutos normales

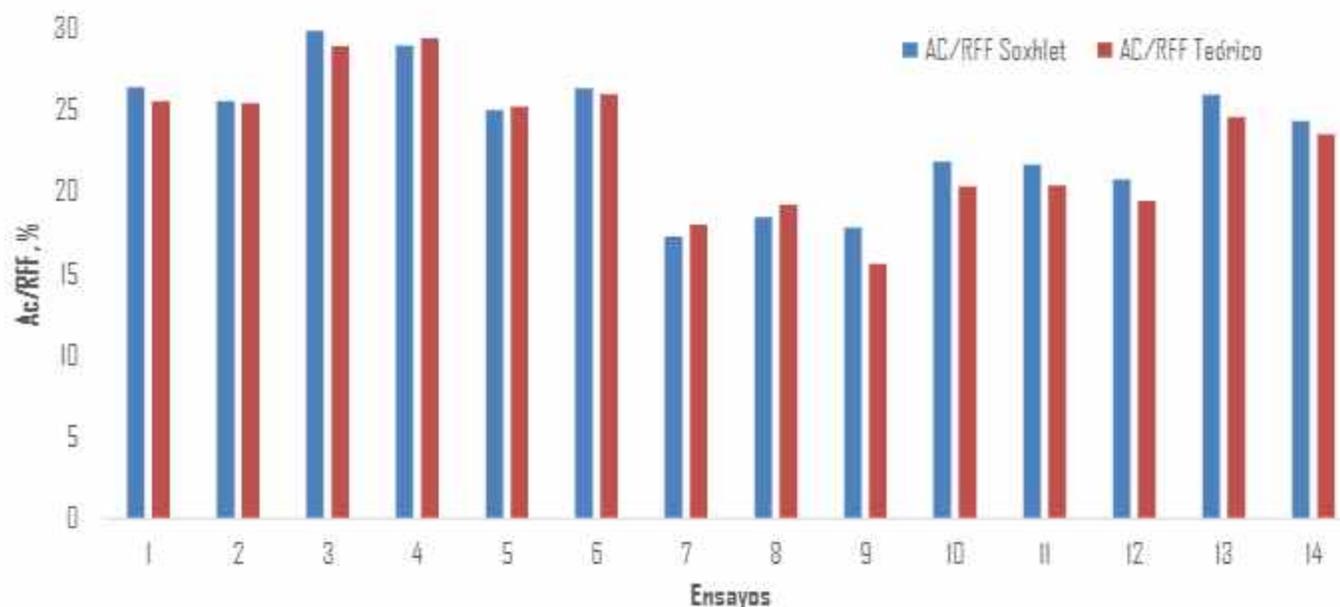
$$Ac/MF_{fn} = 94,37 - 1,086 H_{fn} - 0,144 F_n/MPD \quad R^2 = 0,8976$$

Aceite en partenocárpicos no aceitosos (abortados)

$$Ac/f_{ab} = 69,8237 - 0,8526 H_{fab} \quad R^2 = 0,8859$$

Aceite en impurezas

$$Ac/Imp = 62,1533 - 0,9157 H_{imp} \quad R^2 = 0,6908$$



La aplicación de los modelos permiten obtener un error promedio 4,23% con respecto al valor real

Estructura del webinar

1. Problemática identificada
2. Contexto y antecedentes sobre metodologías
3. Punto de quiebre
4. Metodología MPD
5. Metodología PIA en línea
6. Lo mejor de ambas metodologías para superar oportunidades individuales
7. Testimonio de plantas piloto en Colombia
8. Conclusiones y cierre



Equipo de desarrollo e investigación

Por Cenipalma:

- Cesar Augusto Díaz Rangel
- Jesús Alberto García Núñez

Por Agroince:

- Mauricio García Q.
- Eliberto Moreno C.
- Helí M. Meneses R.

Gerencia de planta de beneficio Tecnopalma

Socios estratégicos:

- Büchi Labortechnik AG
- Tecnintegral



Proceso de patente a nivel de Colombia e internacional

En Colombia, ante la Superintendencia de Industria y Comercio (SIC), el registro de patente es: **NC2019/0001270**, con el nombre: **METODOLOGIA PARA DETERMINAR EL POTENCIAL INDUSTRIAL DE ACEITE DE PALMA MEDIANTE SISTEMAS SEMI-AUTOMATIZADOS O AUTOMATIZADOS**

A nivel internacional, ante la WIPO (organización mundial de propiedad intelectual), el registro de patente es: **WO/2020/165844**, con el nombre: **WO2020165844 - METHOD AND APPARATUS FOR DETERMINING THE INDUSTRIAL POTENTIAL OF PALM OIL**

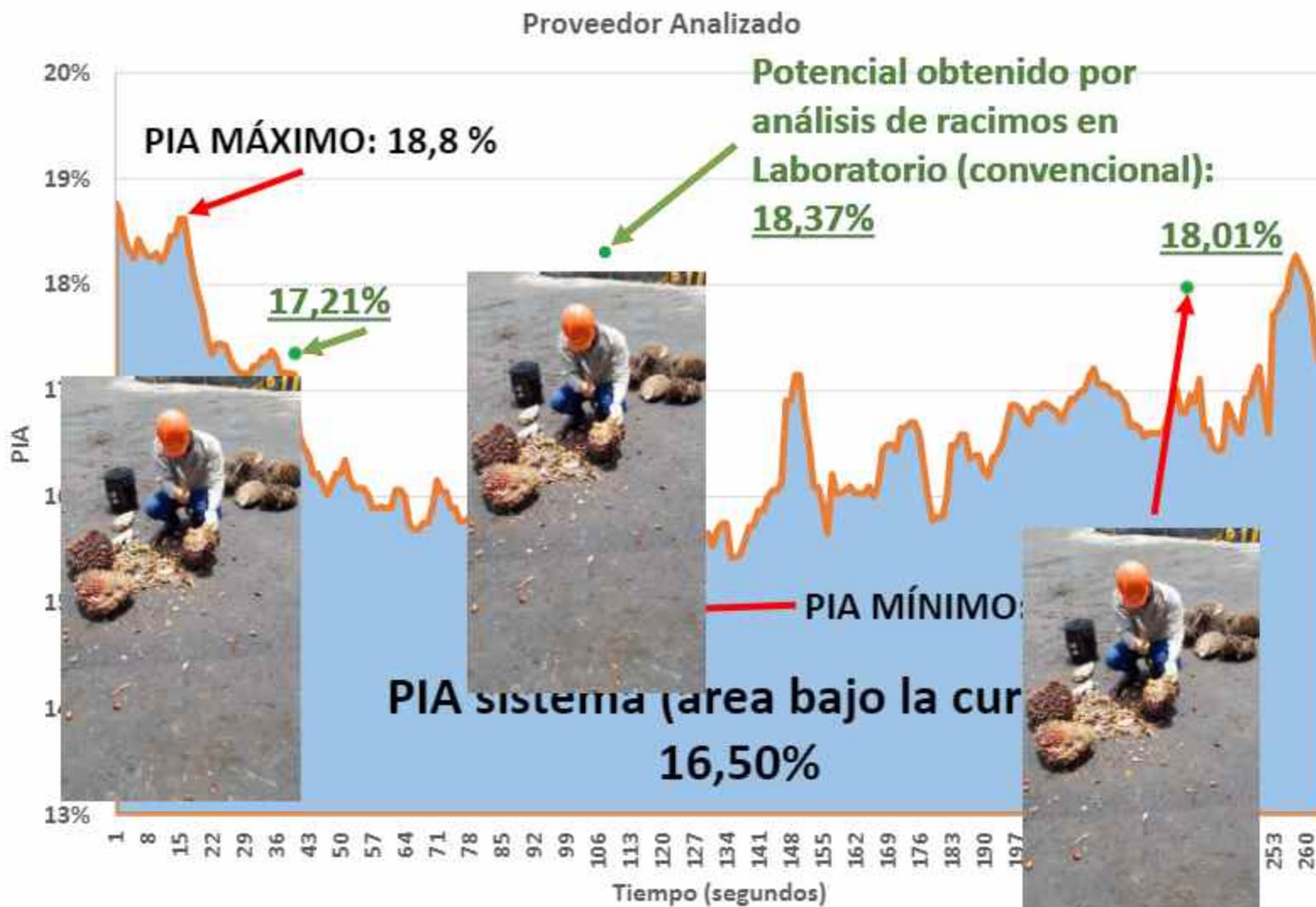


Industria y Comercio
SUPERINTENDENCIA



WIPO
WORLD
INTELLECTUAL PROPERTY
ORGANIZATION

Resolución de 5 segundos y muestras del 80 % por viaje: factores para incrementar la confianza del núcleo palmero



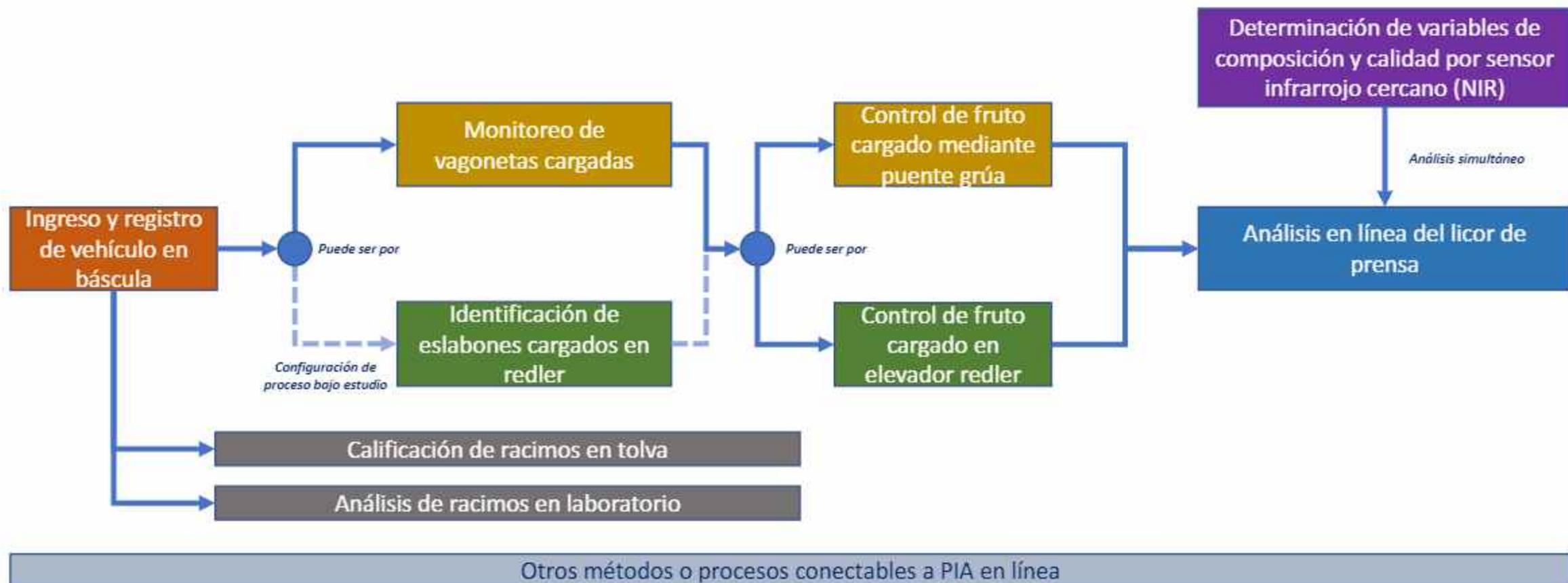
¿Sí quisiera tener más puntos de respuesta de Potencial de Aceite de un proveedor? ... ¿de un día de proceso?

Las respuestas por métodos manuales y convencionales,

¿son representativas?

Trazabilidad de fruto por vehículo en báscula

Operaciones monitoreadas por PIA en línea



Sistema de información PIA en línea

Conexión de bases de datos externas con información de proveedores, viajes, vehículos, remisiones desde plantación (lote, finca, cultivar, etc)

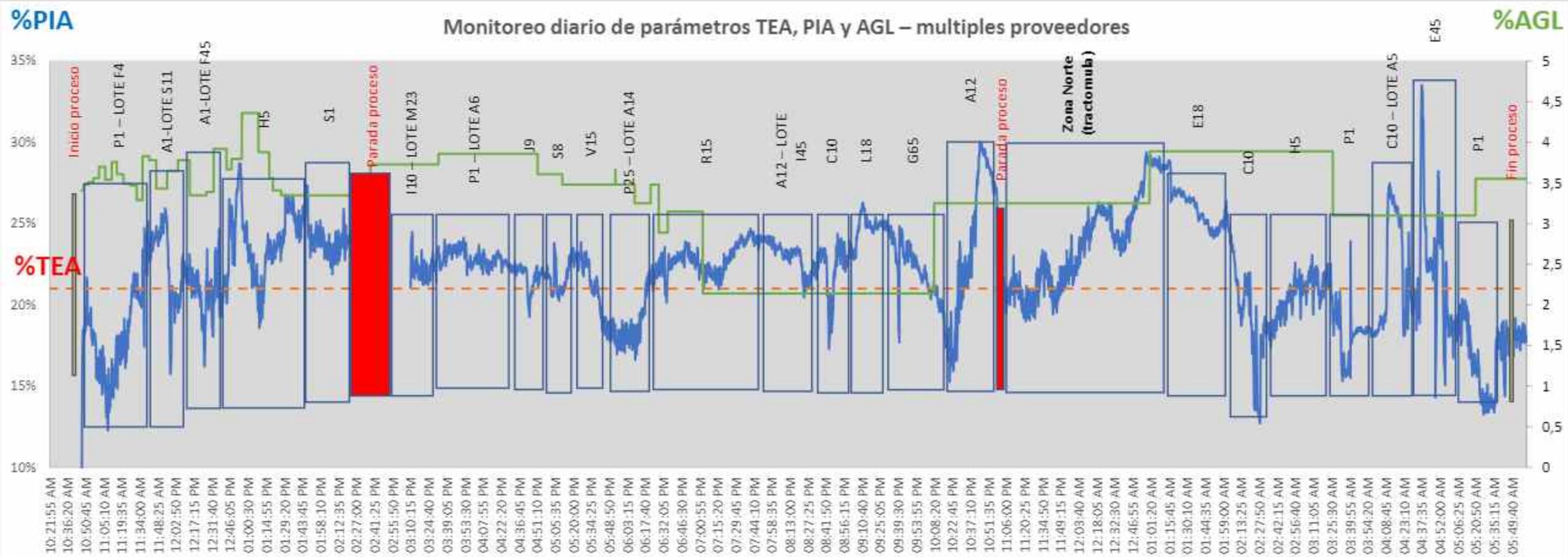
Conexión de bases de datos con información de calificación de racimos en tolva y análisis de racimos en laboratorio

Registro de tiempo de operaciones, monitoreo de fruto por proveedor

Registro de variables de procesamiento (digestión, prensado, dilución, otros)

Variables PIA instantáneo, PIA integrado, proveedores consolidados, + 40 variables por análisis

Identificación de proveedores y parámetros con alta resolución



$$\%TEA_{\text{Total día}} = \%PIA - \%Pérdidas \text{ en efluentes }_{\text{día}} + \%Aceite \text{ recuperado Prensado de Tusas }_{\text{día}}$$

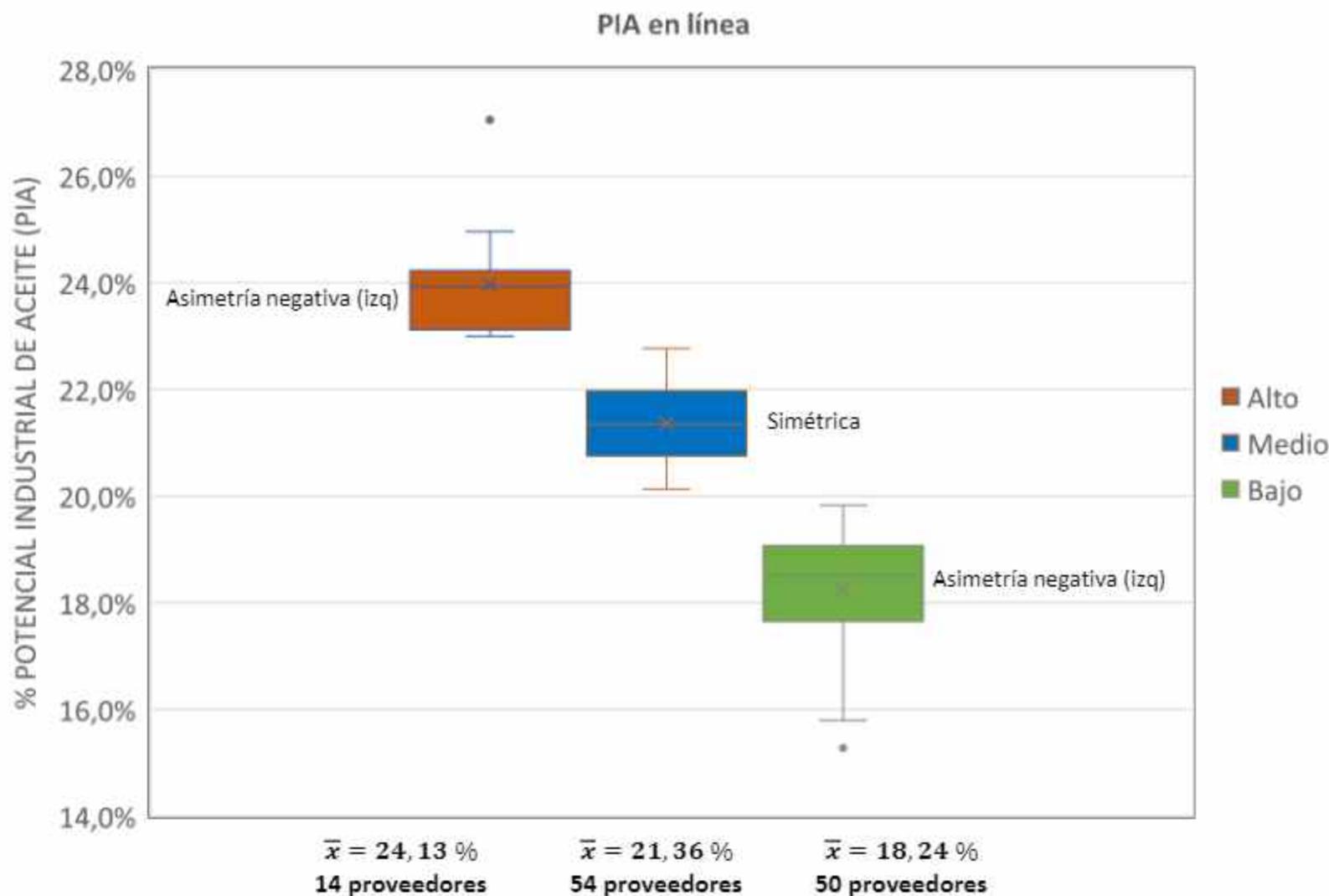
TEA del día: 21,08 %

PIA_{integrado} a través del sistema: 21,17 %

Diferencias entre 0,09 y 0,29 puntos de diferencia entre TEA día y PIA día



Análisis descriptivo de proveedores – segmentación por rangos

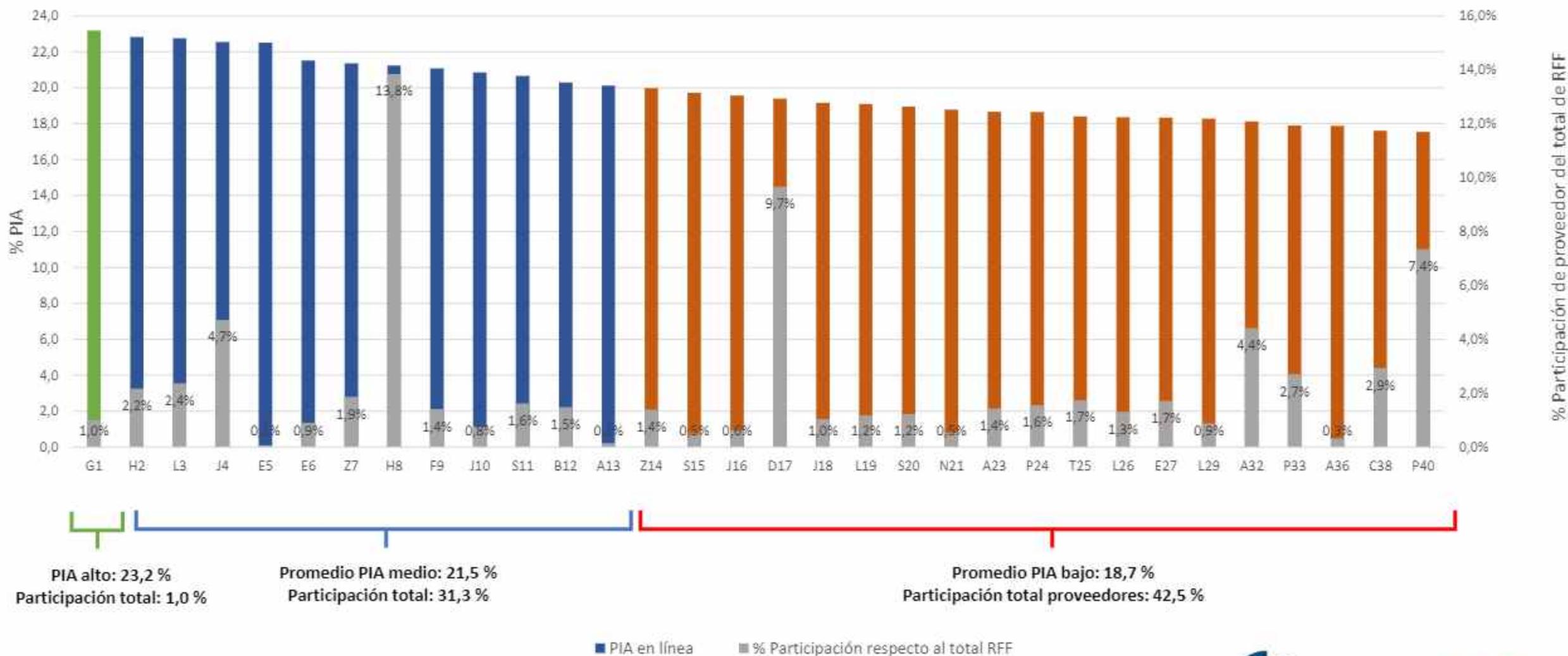


Resultados compilados de 2018 a 2020:

- ✓ Se han realizado 10 análisis de comparación entre PIA en línea y TEA, encontrando diferencias entre 0,09 y 0,27 puntos. Este estudio continua para recopilar más información.
- ✓ Consolidado de 160 análisis de PIA.
- ✓ Entre 300 mil y 600 mil datos por proveedor al año.
- ✓ La planta cuenta con 118 proveedores a 2020
- ✓ Los rangos de PIA designado han sido:
 - ✓ Bajo (15_(mínimo detectado) – 20) [%]
 - ✓ Medio [20 – 23] [%]
 - ✓ Alto [23 – 27_(máximo detectado)] [%]

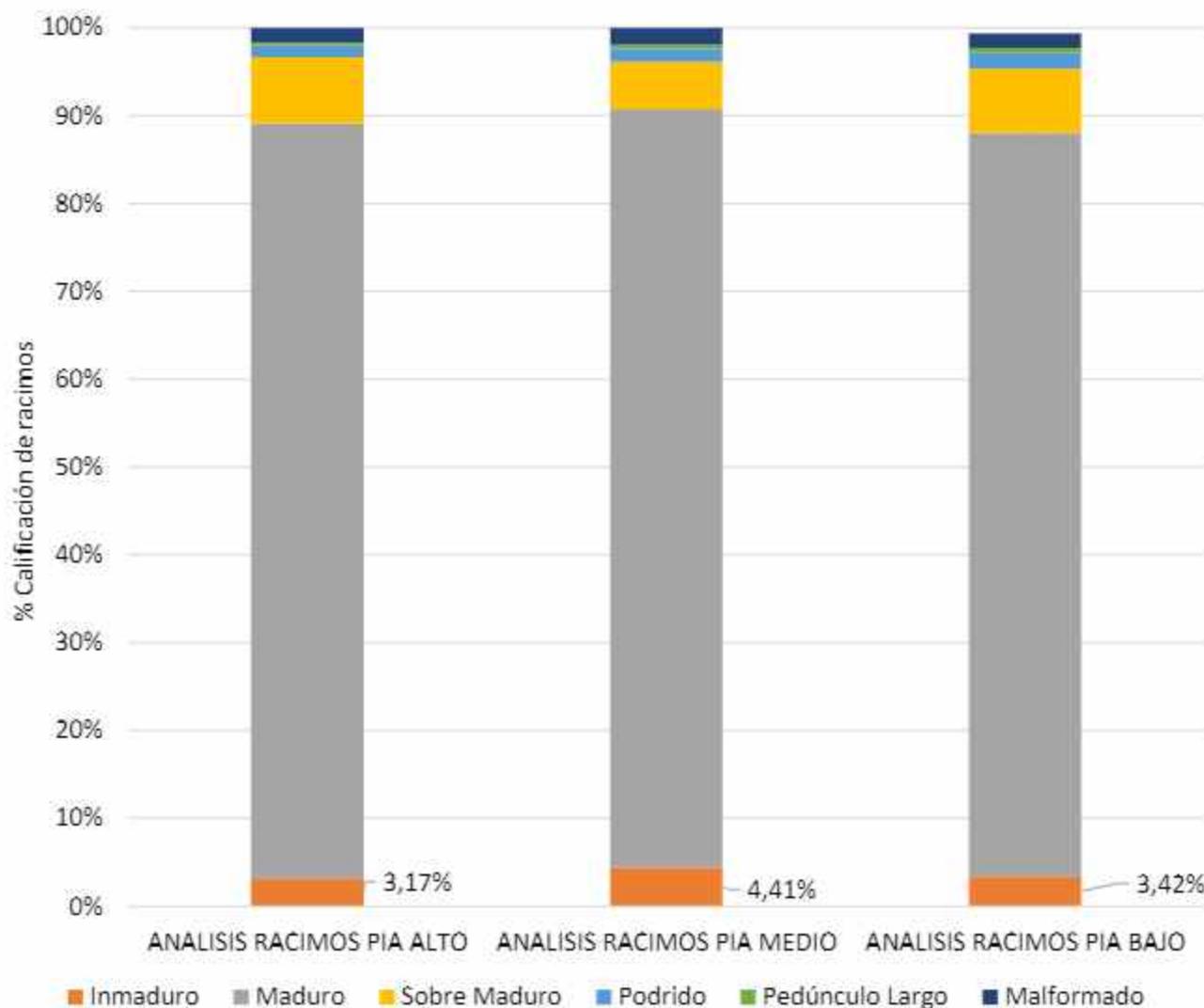
Análisis de participación de proveedores respecto al RFF procesado

Análisis de proveedores RFF - Enero 2 a Febrero 22 de 2021



Consolidado de análisis de racimos por proveedor evaluado

Calidad de RFF según rango PIA



Agroince tiene una de las TEAs más baja de la zona (19,7 %) entre Diciembre 2020 y Febrero 2021

- TEA TOTAL = 19,94 % ; PIA TOTAL = 19,86 ; diferencia = 0,12 puntos
- PIA total y TEA total fueron compuestas por al menos el 56 % de los proveedores categorizados como nivel **BAJO**, el restante 43 % fue aportado por los proveedores nivel **MEDIO** y nivel **ALTO**.
- El fruto del 22 % de los proveedores analizados superó el criterio de 5 % de racimos inmaduros, incluso los proveedores **PIA Medio** tuvieron mayor % de fruto inmaduro (4,41 %) respecto a los proveedores con PIA Bajo quienes tuvieron 3,42 %.
- Reuniones frecuentes entre el núcleo palmero para analizar e identificar posibles causas raíces a problemas de productividad con impacto sobre PIA y TEA.

Uso extensivo de PIA en línea para determinar impacto por PC

Análisis 1 – Plantación piloto



PIA INTEGRADO RFF ENFERMO	18,69%
Acidez (AGL)	2,71%
Análisis Racimos laboratorio	19,67%

PIA INTEGRADO RFF SANO	18,66%
Acidez (AGL)	2,25%
Análisis Racimos laboratorio	25,04%

Inmaduro	Maduro	Sobremaduro	Podrido	Pedúnculo largo	Malformado
5,0%	72,5%	10,0%	5,0%	7,5%	7,5%

Análisis 2 – Plantación piloto



PIA TOTAL	19,4%
Análisis de Racimos en Laboratorio	21,62%

Inmaduro	Maduro	Sobremaduro	Podrido	Pedúnculo largo	Malformado
7,5%	92,5%	0,0%	0,0%	5,0%	0,0%

Acidez promedio (AGL)	2,47%
------------------------------	--------------

Análisis 3 – Plantación piloto



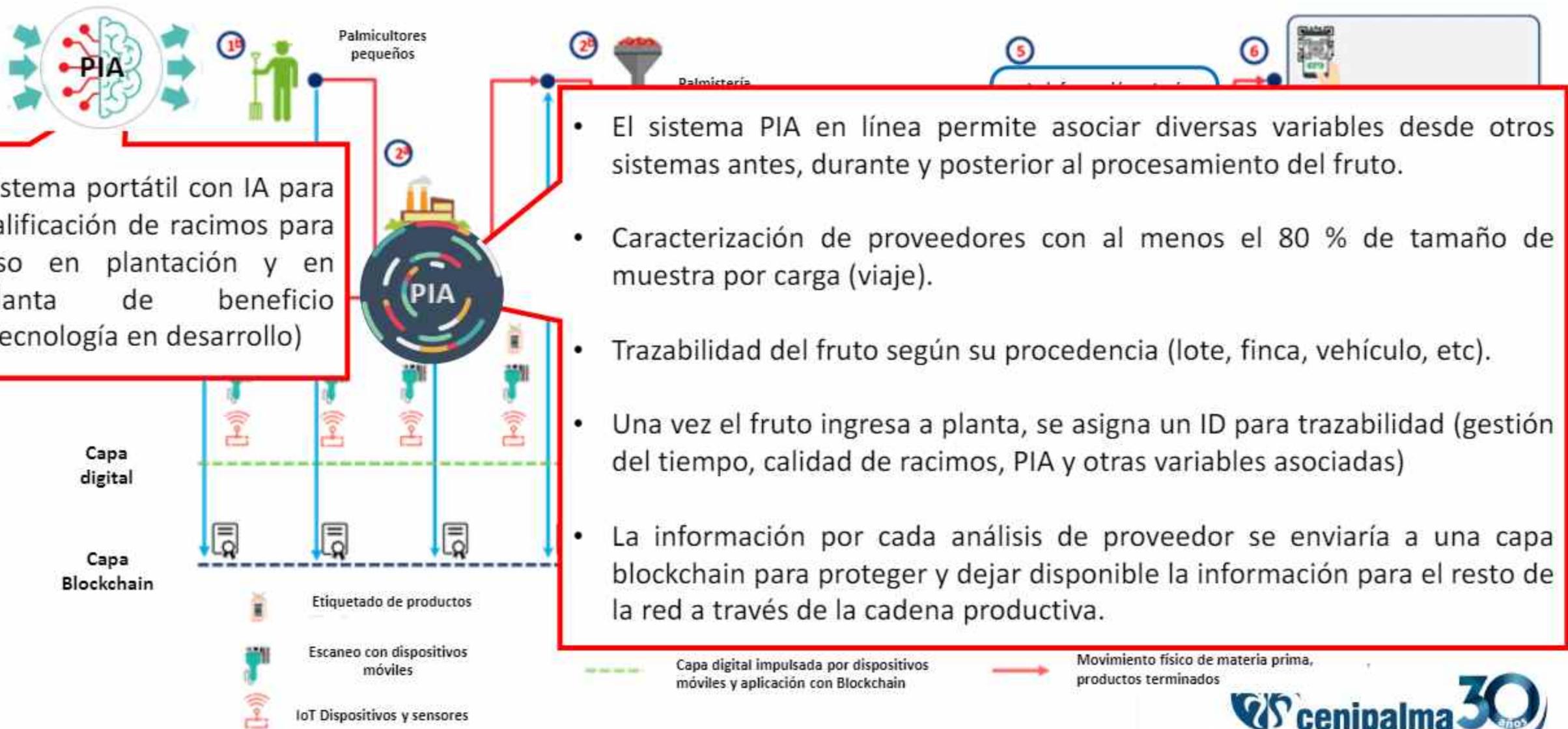
PIA TOTAL	19,1%
Análisis de Racimos en Laboratorio	19,8%

Inmaduro	Maduro	Sobremaduro	Podrido	Pedúnculo largo	Malformado
0,0%	0%	7,5%	0,0%	0,0%	2,5%

Acidez promedio (AGL)	2,94%
------------------------------	--------------

PIA en línea:

Pieza clave para asegurar la sostenibilidad entre plantaciones y plantas de beneficio a través de blockchain

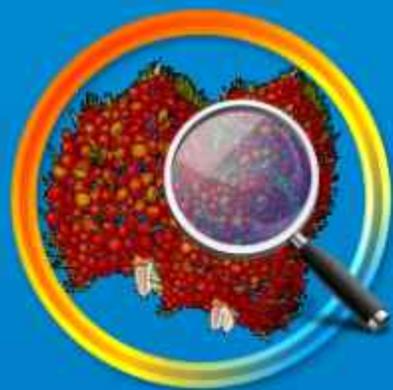


Estructura del webinar

1. Problemática identificada
2. Contexto y antecedentes sobre metodologías
3. Punto de quiebre
4. Metodología MPD
5. Metodología PIA en línea
6. Lo mejor de ambas metodologías para superar oportunidades individuales
7. Testimonio de plantas piloto en Colombia
8. Conclusiones y cierre



MPD



Sinergia entre MPD y PIA: los beneficios en conjunto para superar las oportunidades individuales

¿Qué sucede si se fusionan las herramientas micro y macro?

MPD

“Unidad elemental” de racimos con su conformación detallada para analizar comportamientos en campo



“Variabilidad” en composición de racimos y su potencial



“Universo” de proveedores analizados en diversas épocas del año

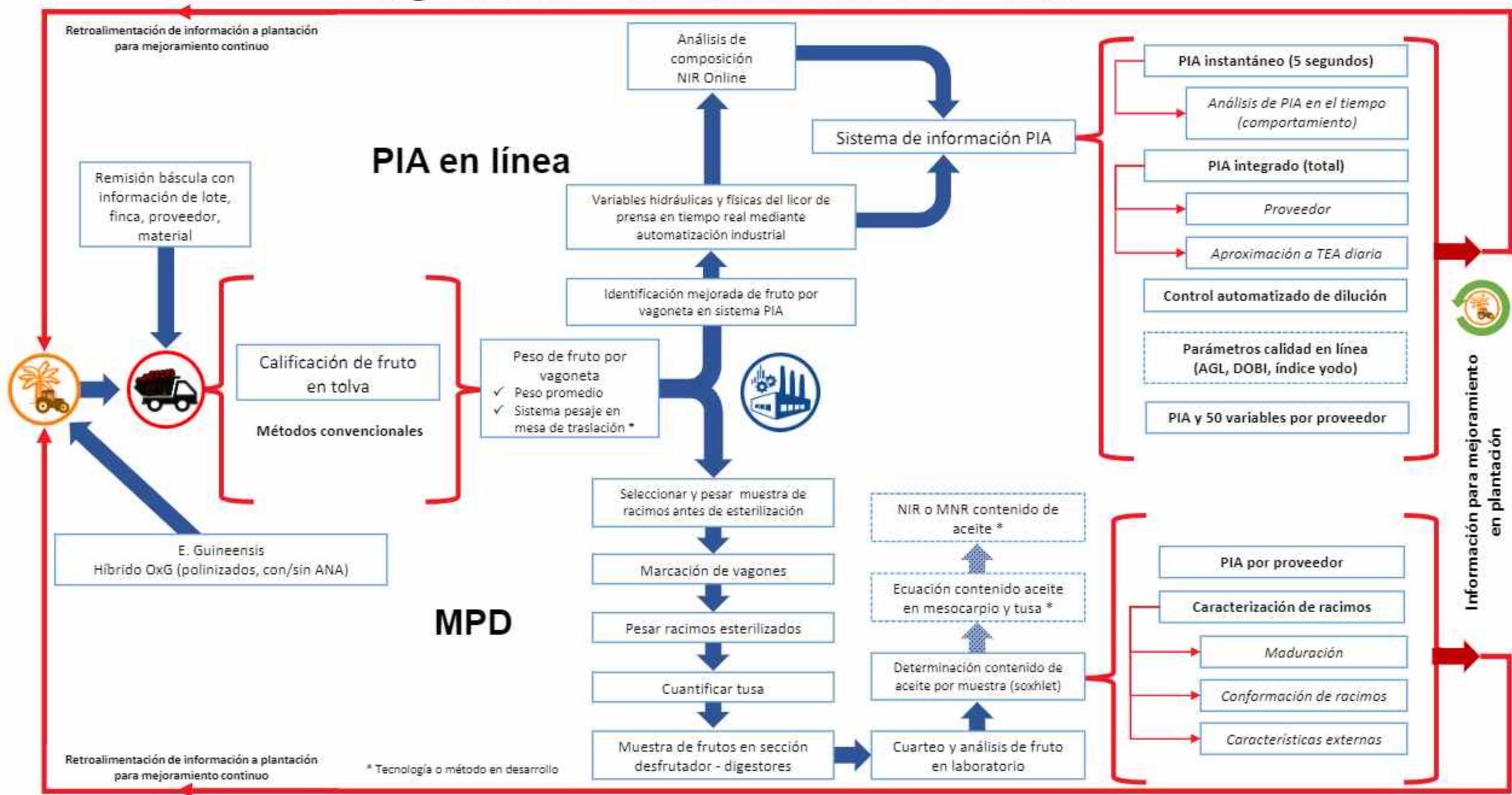
“Galaxias” de parámetros PIA y otros de calidad con alta resolución

“Agujeros negros” de variabilidad y representatividad capturadas con detalle

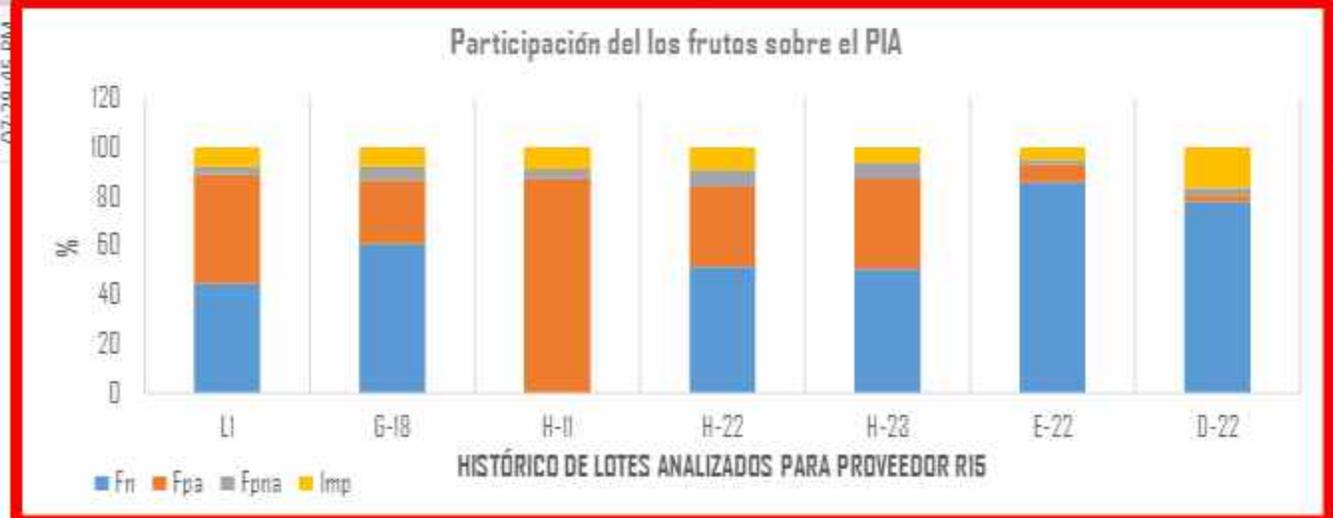
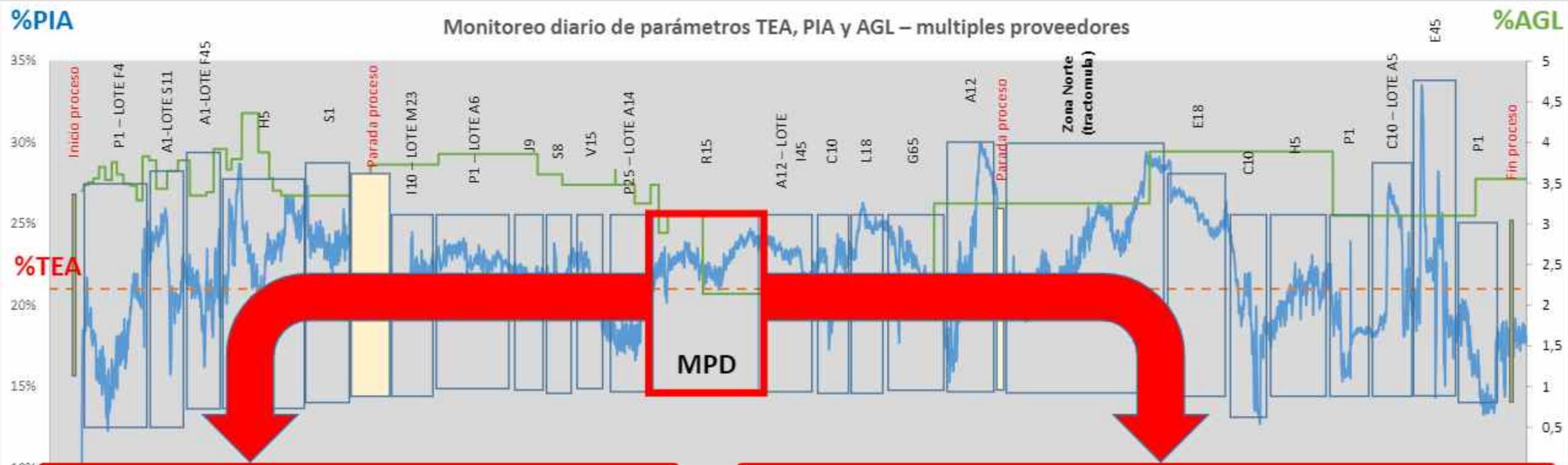
PIA en línea



Diagrama de caracterización: PIA + MPD



Análisis macro y micro de parámetros en tiempo real



Fusión de beneficios entre MPD y PIA en línea



El impacto por condiciones de campo como enfermedades, plagas, nutrición, variables agroclimáticas, etc, podrían ser relacionadas de forma macro y micro con el PIA y TEA dentro del núcleo palmero.

Plataforma de desarrollo tecnológico que podría integrar más proyectos de automatización, mejoramiento continuo, entre otros

Gran base de información para mejoramiento continuo de plantaciones según PIA, conformación de racimos, calidad en tolva y parámetros físico-químicos avanzados (en desarrollo modelos AGL, DOBI, índice de yodo, entre otros)

Estructura del webinar

1. Problemática identificada
2. Contexto y antecedentes sobre metodologías
3. Punto de quiebre
4. Metodología MPD
5. Metodología PIA en línea
6. Lo mejor de ambas metodologías para superar oportunidades individuales
7. Testimonio de plantas piloto en Colombia
8. Conclusiones y cierre



PIA en línea se encuentra en etapa de comercialización, para ello nuestro aliado técnico-comercial, Tecnintegral, estará atento a su contacto:

Cristhian Camilo Peña Mejía

Líder de ventas Proyectos de Optimización



Carrera 81 # 65 A - 45 Sur – Bogotá D.C.

(+57 1) 779 9090 - cristhian.pena@tecnintegral.com

Cel. 313 389 91 50



CON EL RESPALDO



Conclusiones

- ✓ Partiendo de los avances e investigación realizada en referentes internacionales, al igual que en Colombia en conjunto con los núcleos palmeros, la agroindustria palmera tiene una gran caja de herramientas para la medición de parámetros de gran interés para el mejoramiento continuo de la cadena productiva.
- ✓ La evolución de las herramientas y metodologías a lo conocido hoy en día como MPD y PIA en línea, están marcando un nuevo paradigma a nivel de núcleos palmeros, dado el universo de información y detalle de aspectos que podrían ser la clave para develar las incertidumbres entorno a los problemas de productividad.
- ✓ El planteamiento de la fusión estratégica entre MPD y PIA en línea definitivamente marcará un espectro de análisis con mayor profundidad y alcance temporal, generando nuevos ecosistemas de trabajo y esquemas de mejoramiento continuo al nivel de otras agroindustrias de Clase Mundial.

Estas metodologías son el “*eslabón perdido*” para ayudar a construir el ecosistema de soluciones micro y macro para incrementar la confianza del núcleo palmero, contribuyendo finalmente a la productividad de la agroindustria.

Experiencias por parte de plantas de beneficio



Gracias