



21ª CONFERENCIA
INTERNACIONAL
SOBRE **PALMA DE ACEITE**

21st International Oil Palm Conference

2025

DESEMPEÑO DE LOS ACEITES DE PALMA EN EL PROCESO DE FRITURA POR INMERSIÓN EN PAPAS Y NUGGETS

PERFORMANCE OF PALM OILS
IN THE DEEP FAT FRYING
PROCESS FOR POTATOES AND
NUGGETS



- **Johana Milena Imbacuán**
Ingeniera de Alimentos
Candidata a Doctora en Ingeniería
Directora Unidad Tecnológica de Alimentos
Facultad de Inteligencia Artificial e Ingenierías
johana.imbacuan@ucaldas.edu.co
- **William Yesid Díaz Ávila**
Ingeniero de Alimentos
Candidato a Doctor en Ingeniería
Facultad de Inteligencia Artificial e Ingenierías
william.diaz33536@ucaldas.edu.co
- **Francisco Javier Castellanos Galeano**
Ingeniero Químico
Doctor en Ingeniería.
Profesor Titular
Facultad de Inteligencia Artificial e Ingenierías
francisco.castellanos@ucaldas.edu.co
- **Jorge Alberto Albarracín Arias**
Ingeniero Químico
Candidato a Doctor en Ingeniería
Analista Nuevos Negocios
jorgealbertoalbarracin@gmail.com
- **Sherley Tatiana Gama-Ávila**
Ingeniera ambiental
Analista de Nuevos Negocios
sgama@fedepalma.org
- **Mónica Cuéllar Sánchez**
Química
MBA
Gerente de Nuevos Negocios
mcuellar@fedepalma.org



**21ª CONFERENCIA
INTERNACIONAL
SOBRE PALMA DE ACEITE**

21th International Oil Palm Conference

INTRODUCCIÓN



Fritura por inmersión – Deshidratación –



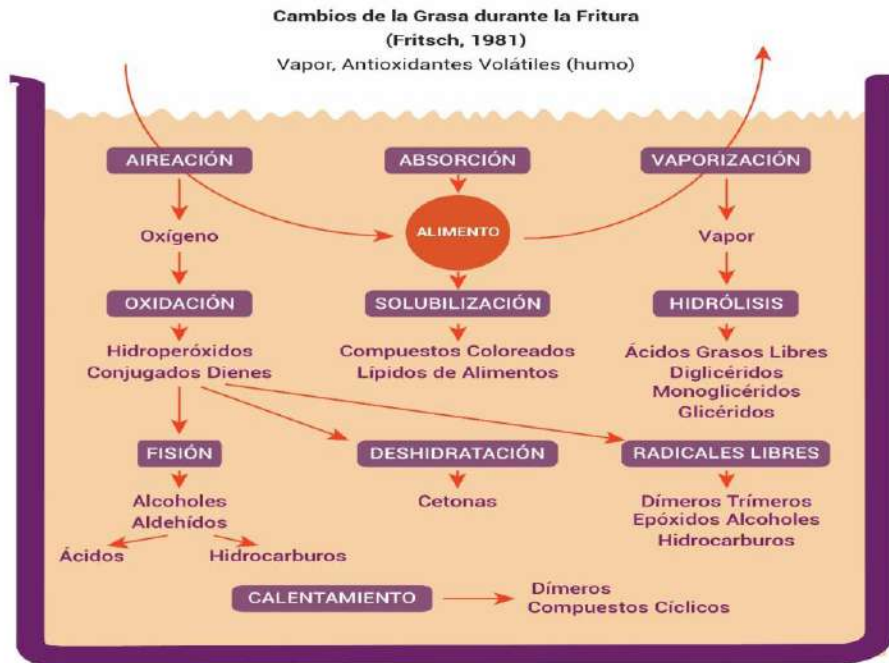
OBJETIVO DEL ESTUDIO

Evaluar el efecto del desempeño de aceites vegetales en cuanto al comportamiento de sus características fisicoquímicas, instrumentales y sensoriales en dos matrices alimentarias (papas y nuggets) sometidas al proceso de fritura por inmersión

Fritura por inmersión – Deshidratación –



21^a CONFERENCIA
INTERNACIONAL
SOBRE PALMA DE ACEITE
21th International Oil Palm Conference

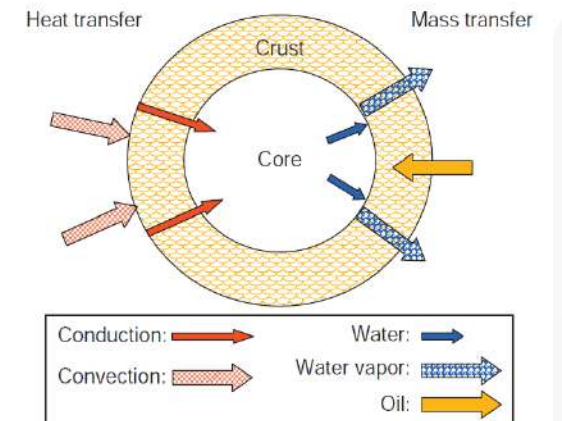


Reproducido con el permiso de la American Oil Society
DIAGRAMA DE FRITSCH
Fuente: NATIONAL COTTONSEED PRODUCTS ASSOCIATION

**Cambios químicos del
aceite**



**Variables de
proceso**



**Fenómenos de
transferencia**

Parámetros de calidad

Matriz alimentaria “sustrato”

Análisis fisicoquímico

Contenido de aceite

Contenido de humedad

Análisis Instrumental

Textura –Punto de ruptura–

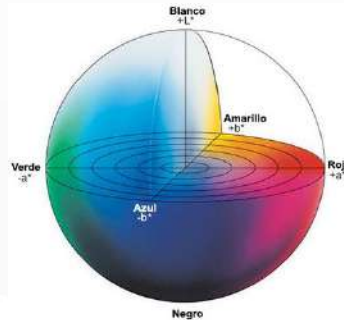
Coordenadas de color L^* , a^* , b^*

Análisis Sensorial

Textura - Color

Grasocidad - Masticabilidad

Impresión global



21ª CONFERENCIA
INTERNACIONAL
SOBRE PALMA DE ACEITE

21th International Oil Palm Conference

Aceites

Número de ciclos de uso permitido

Compuestos polares totales (CPT) $\leq 25\%$



Análisis Instrumental

Perfil de degradación

Perfil de ácidos grasos

Coordenadas de color L^* , a^* , b^*



**21ª CONFERENCIA
INTERNACIONAL
SOBRE PALMA DE ACEITE**
21st International Oil Palm Conference

METODOLOGIA



fedepalma



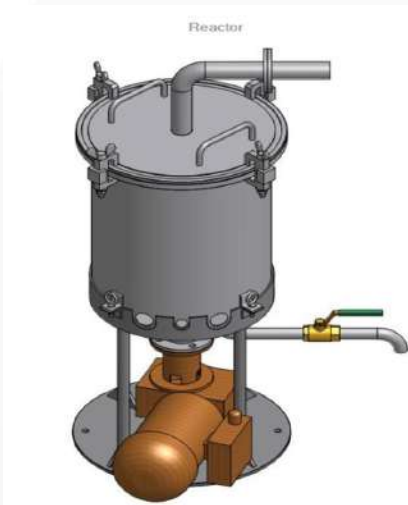
cenipalma



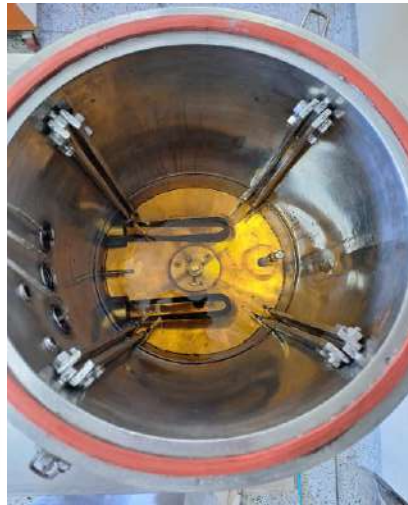
Equipo de investigación



21^a CONFERENCIA
INTERNACIONAL
SOBRE **PALMA DE ACEITE**
21th International Oil Palm Conference



Tipo batch



Centros avalados por MINCIENCIAS
Centro de investigaciones U.T.A.
Centro de Desarrollo Tecnológico P.B. y A.

Equipo de investigación



21^a CONFERENCIA
INTERNACIONAL
SOBRE **PALMA DE ACEITE**
21th International Oil Palm Conference



Panel de control PLC – en cascada



Tablero de registro y control
de T- t y P



Equipo actual de fritura
por inmersión

Fritura por inmersión

Condiciones de proceso



Papa a la francesa

- Relación producto/aceite = 14 :1
- Temperatura del sistema : 175 °C
- Tiempo de proceso : 7 min
- Presión : Atmosférica



Nuggets de pollo

- Relación producto/aceite = 14 :1
- Temperatura del sistema : 165 °C
- Tiempo de proceso : 4 min
- Presión : Atmosférica

Aceites seleccionados

- Aceite de **palma alto oleico**
 - **Oleína de palma alto oleico**
 - **Oleína de palma**
 - Mezcla: aceite de **palma** y **de soya**
-
- Aceite de **girasol** con alto contenido de ácido oleico
 - Aceite de **canola**
 - Aceite de **soya**



Fuente: Fedepalma, 2023



Parámetros de Calidad

Laboratorio perteneciente a la Red Nacional de Laboratorios, Resolución 1619 del 2015



Compuestos Polares Totales (Testo)

Perfil de **ácidos Grasos** (NTC 4967 y NTC 6261)
Índice de **Yodo** (NTC 288:2019)
Estabilidad Oxidativa (**Rancimat**) – OSI- (**Rancimat 100 °C**)
(AOCS 12b92)

Acidez titulable (NTC 218:2011)
Índice de **peróxidos** (NTC 236:2011)
Índice de **Anisidina** (AOAC 18.90)

Coordenadas de **Color** - L*, a*, b*, ΔE
(Paulo F. Da Silva, Rosana G. Moreira 2008)

Límite máximo del uso del aceite (25%)

Caracterización inicial de los aceites

- Perfil de ácidos grasos : Saturados (SAFA) – Insaturados (PUFA y MUFA)
- Estabilidad a la oxidación

Evaluación fisicoquímica de los aceites en relación con las fases de Oxidación

- Primaria
- Secundaria

Evaluación del cambio de color en los aceites a nivel instrumental

ACEITES

Parámetros de Calidad

Laboratorio perteneciente a la Red Nacional de Laboratorios, Resolución 1619 del 2015



21^a CONFERENCIA
INTERNACIONAL
SOBRE PALMA DE ACEITE
21th International Oil Palm Conference

Contenido de **humedad** (AOAC 930.15)
Contenido de **grasa** (AOAC 920.39)
Contenido de **materia seca** (AOAC 930.15)

**Evaluación fisicoquímica
del producto**

Coordenadas de **Color** (L^* , a^* , b^* , ΔE)
(*Paulo F. Da Silva, Rosana G. Moreira 2008*)

**Evaluación del cambio de color en el
producto a nivel instrumental**

Análisis sensorial (NTC 5328:2004 - ISO 11136:2014)
Prueba hedónica, escala de respuesta verbal de 5 puntos
Mínimo 30 evaluadores en cada prueba

*Color *Dureza *Sabor *Olor *Masticabilidad

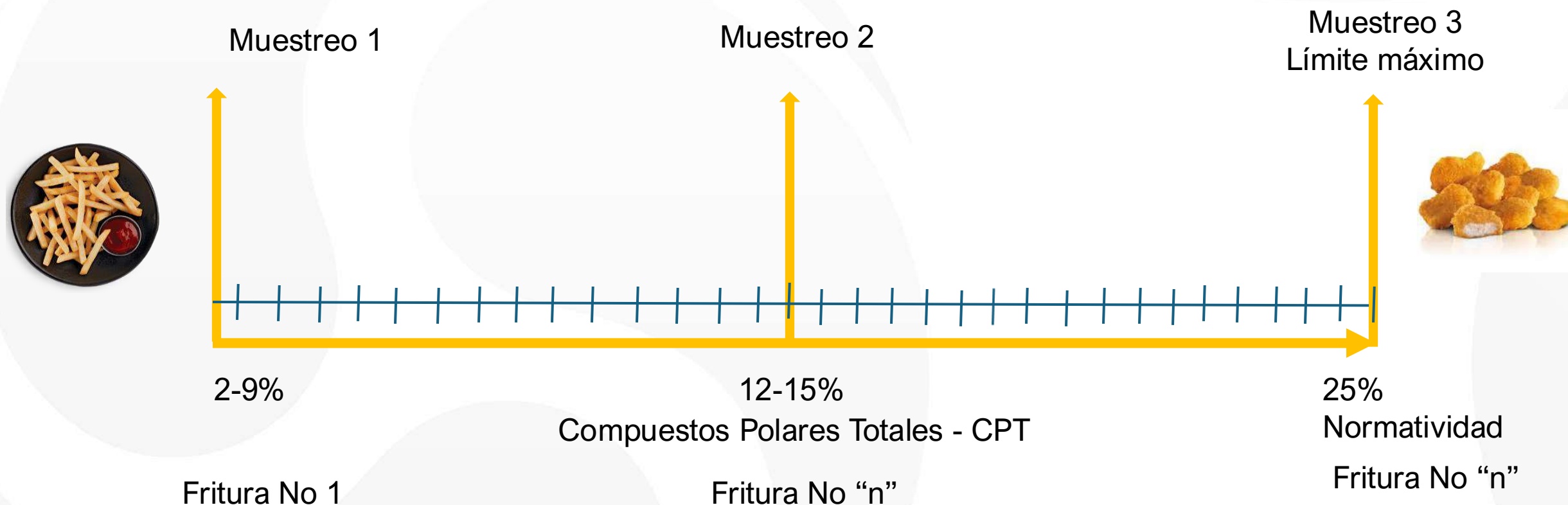
*Rancidez *Crocancia *Grasocidad

***Impresión Global**

**Evaluación de la aceptación sensorial
del producto**

PAPAS & NUGGETS

Estabilidad de cada aceite en el proceso de fritura por inmersión de cada matriz





**21ª CONFERENCIA
INTERNACIONAL
SOBRE PALMA DE ACEITE**
21st International Oil Palm Conference

RESULTADOS



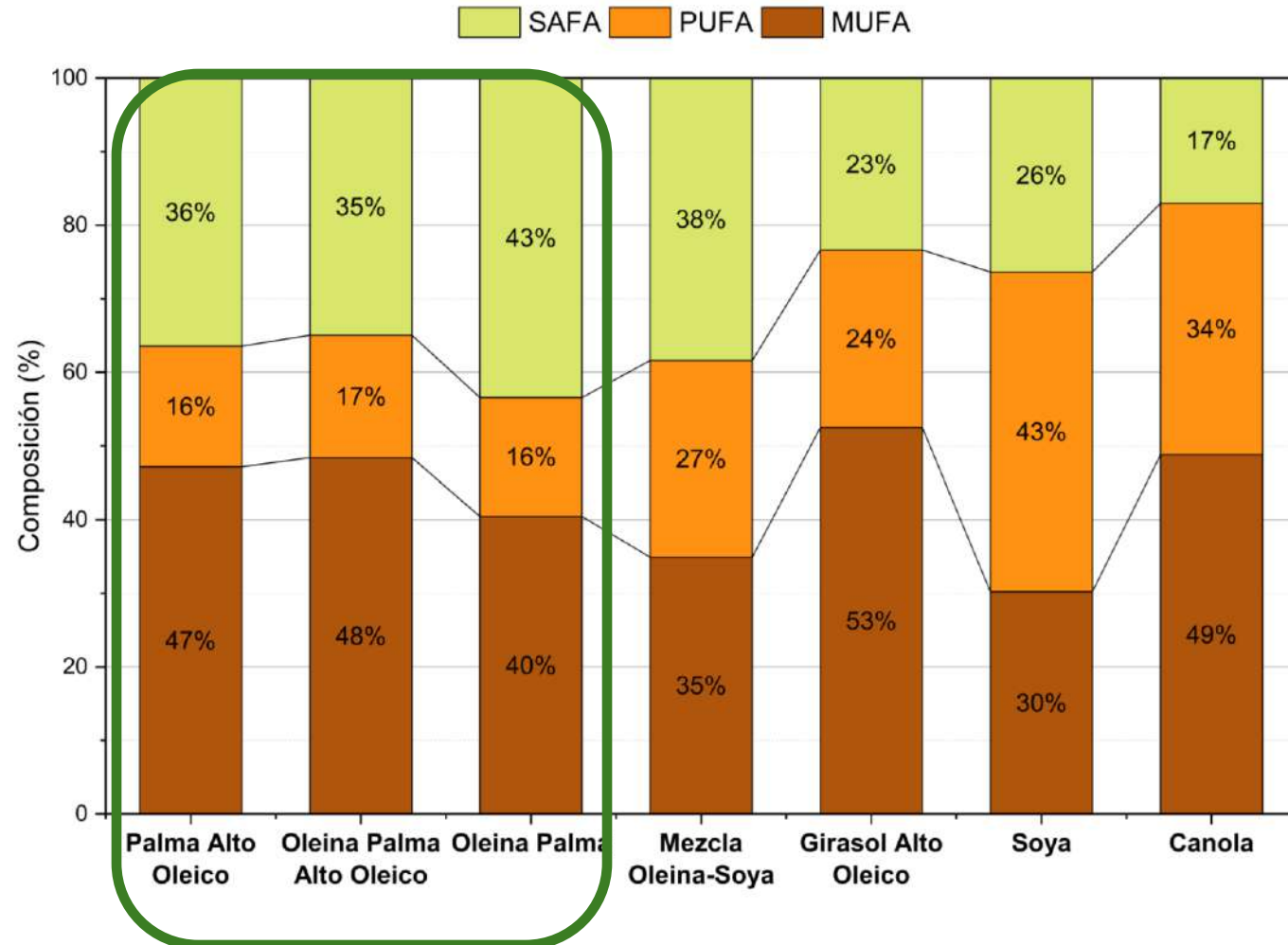
fedepalma



cenipalma



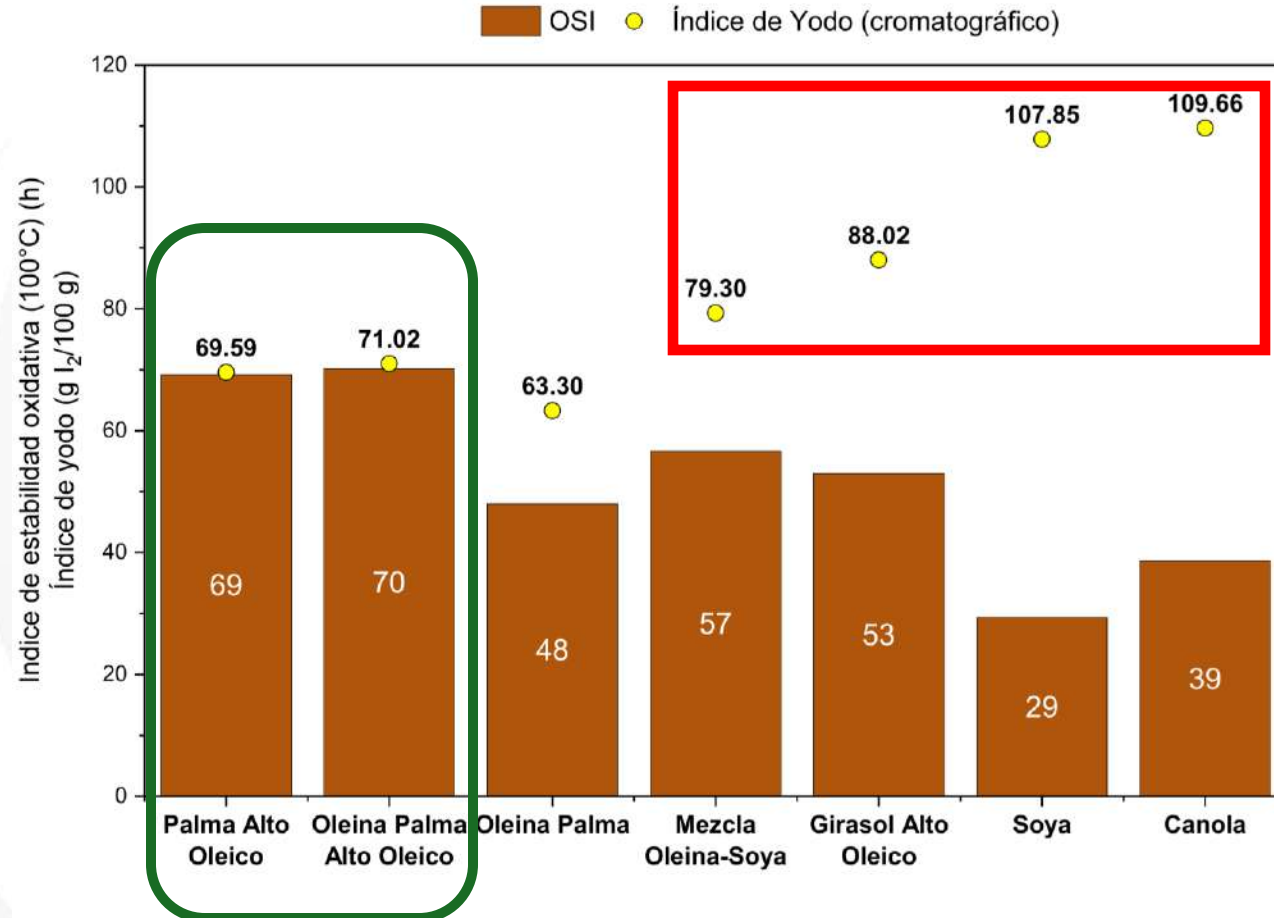
DETERMINACIÓN DE ÁCIDOS GRASOS



- Los aceites con mayor composición de ácidos grasos saturados (SAFA) y ácidos grasos monoinsaturados (MUFA), al igual, que aquellos con menor contenido de ácidos grasos poliinsaturados (PUFA), podrían ser menos propensos a sufrir procesos de oxidación. Comportamiento presente en el aceite de palma alto oleico, oleína de palma alto oleico y oleína de palma

	Saturados- Insaturados	
Palma alto oleico	36%	- 63%
Oleína de palma alto oleico	35%	- 65%
Oleína de palma	43%	- 56%
Mezcla oleína-soya	38%	- 62%
Girasol alto oleico	23%	- 77%
Soya	26%	- 73%
Canola	17%	- 83%

ESTABILIDAD OXIDATIVA



Los aceites con mayor índice de yodo, presentan mayor Inestabilidad oxidativa.

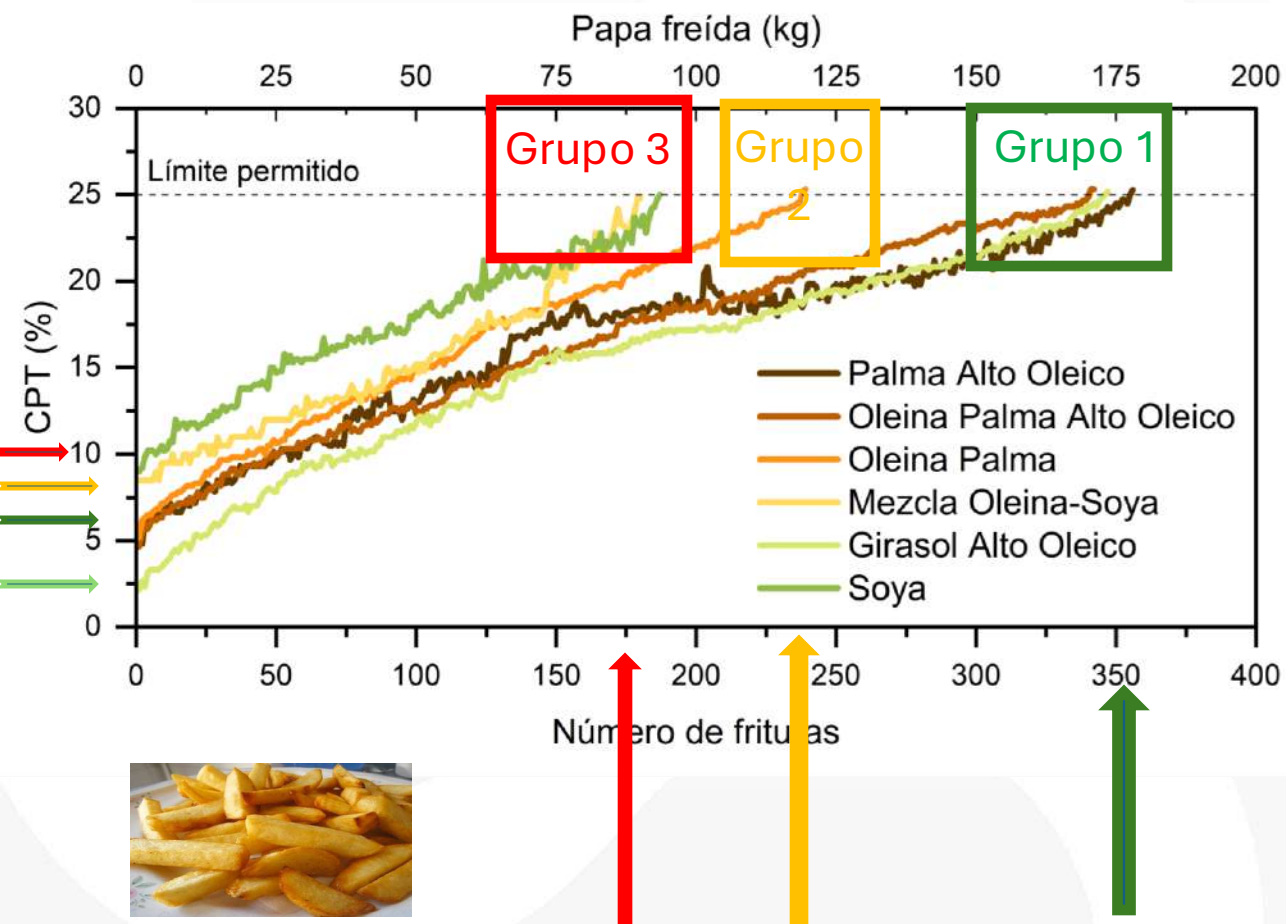
- Aceite de canola
- Aceite de soya
- Aceite de Girasol alto Oleico
- Mezcla Oleína - Soya

Los aceites que tienen mayor estabilidad a la oxidación (OSI índice de estabilidad oxidativa- Rancimat), tienen un menor grado de degradación durante el almacenamiento.

El aceite de palma alto oleico y la oleína de palma alto oleico contienen antioxidantes (TBHQ)

Evaluación de desempeño

Número de frituras o usos



Grupo 1

Aceite de palma Alto Oleico (CPT inicial 4,8%) (usos 355)
Aceite de girasol Alto Oleico (CPT inicial 2,2%) (usos 347)
Oleína de palma Alto Oleico (CPT inicial 4,7%) (usos 342)

Grupo 2

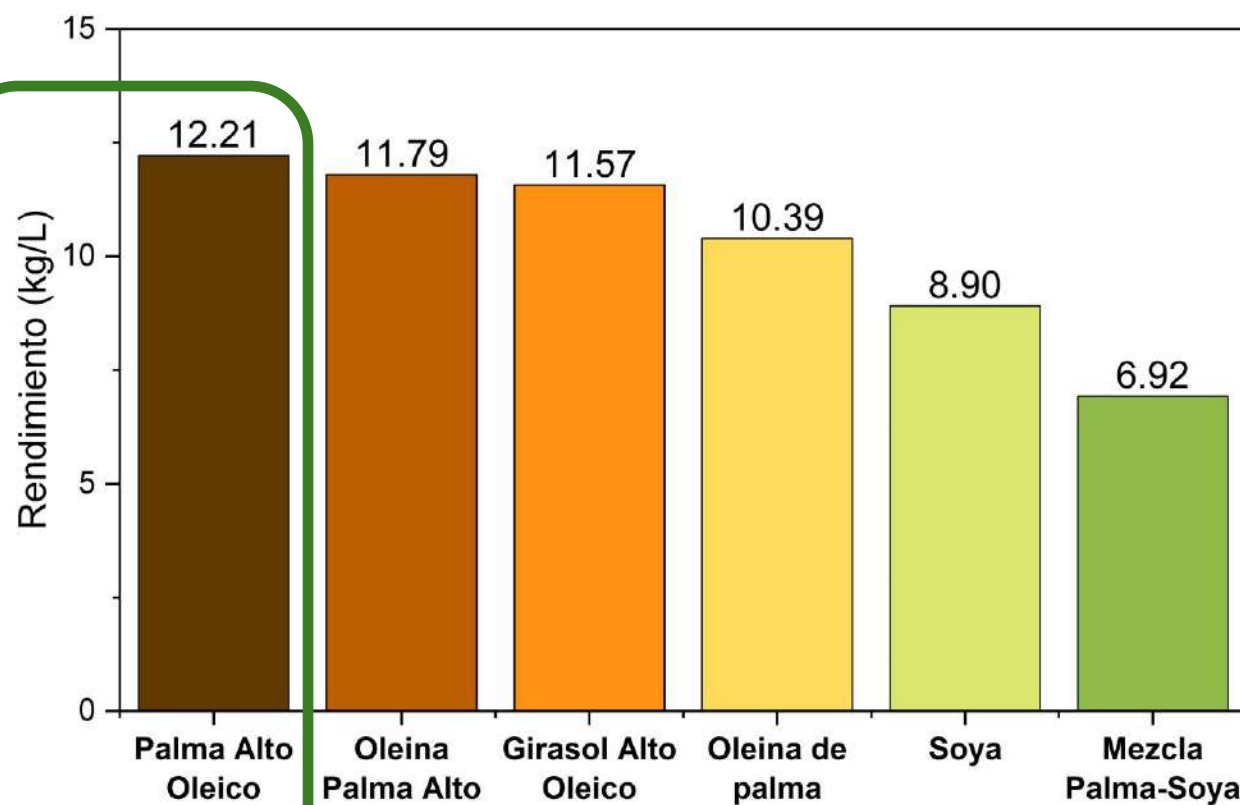
Oleína de palma. (CPT inicial 5,2%) (usos 239)

Grupo 3

Aceite de soya. (CPT inicial 9%) (usos 187)
Mezcla: aceites oleína de palma/soya.
(CPT inicial 8,5%) (usos 179)

- El grupo 1 puede freír prácticamente el doble de lo que fríe el grupo 3.
- Añadir soya en mezclas le quita mucho rendimiento a la oleína de palma.
- Los aceites con alto contenido de ácido oleico tienen una mayor resistencia.

RENDIMIENTO DEL PROCESO DE FRITURA POR INMERSIÓN DE PAPAS

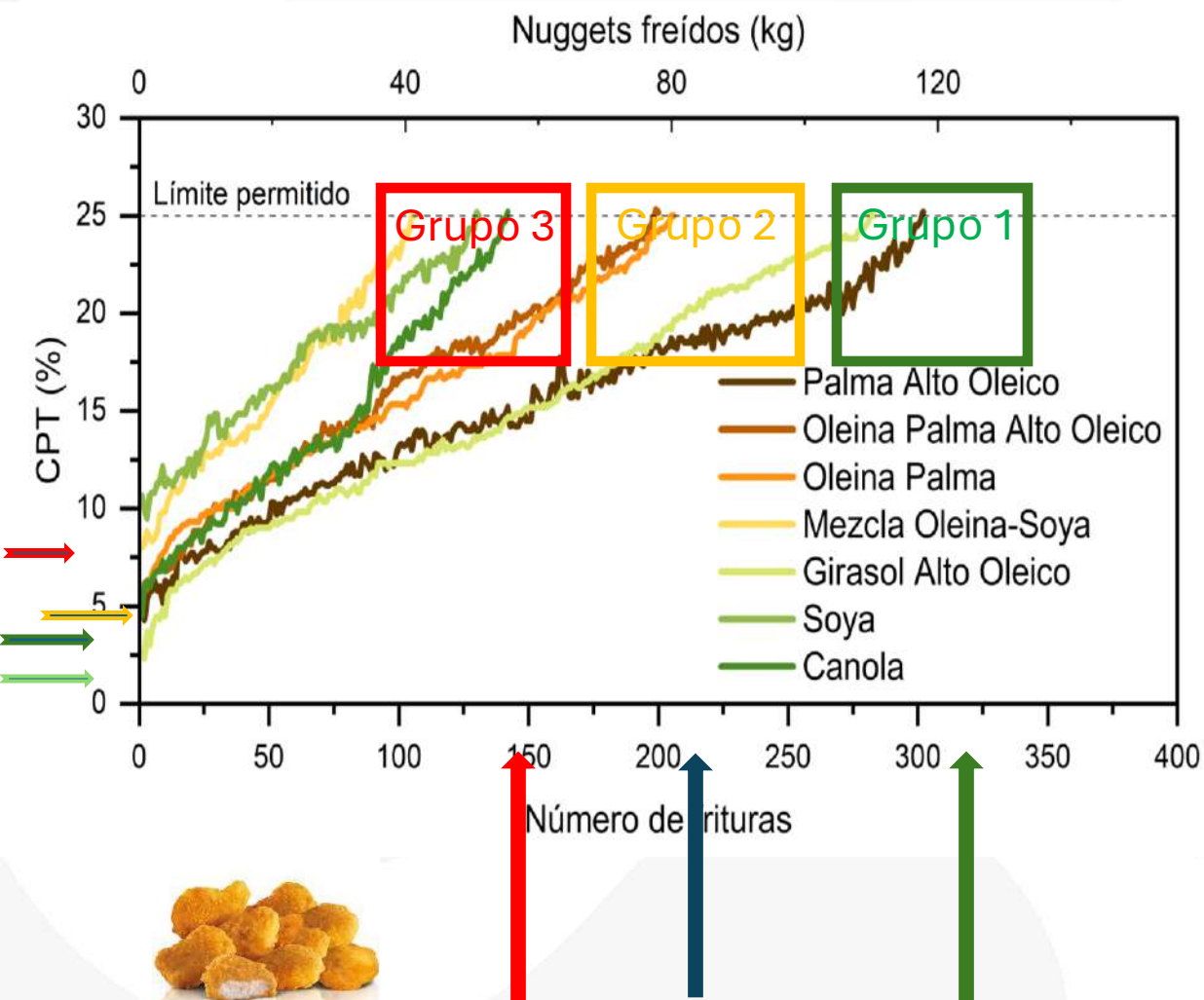


El rendimiento de los aceites de palma con alto contenido de ácido oleico es similar entre ellos, y superior a los demás aceites evaluados



¡Se puede freír mas papas con la misma cantidad de aceite!

Evaluación de desempeño No de frituras o usos



Grupo 1

Aceite de palma Alto Oleico. (CPT inicial 4,7%) (usos 302)
Aceite de girasol Alto Oleico. (CPT inicial 2,7%) (usos 283)

Grupo 2

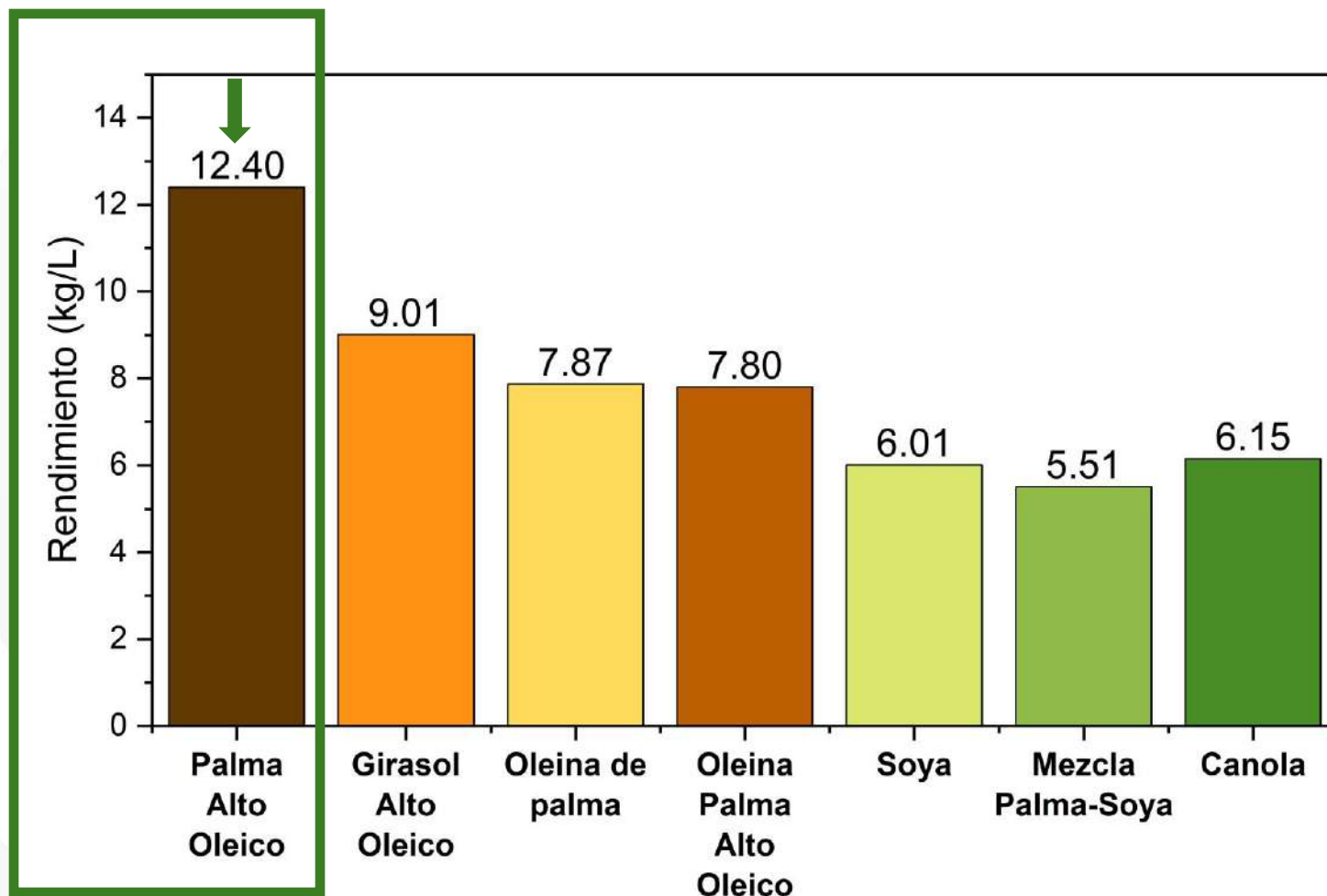
Oleína de palma. (CPT inicial 6,0%) (usos 206)
Oleína de palma alto oleico. (CPT inicial 5,8%) (usos 200)

Grupo 3

Aceite de canola. (CPT inicial 4,5%) (usos 142)
Aceite de soya. (CPT inicial 10,7%) (usos 130)
Mezcla: oleína de palma/soya. (CPT inicial 8,0%) (usos 106)

- El grupo 1 puede freír prácticamente el doble de lo que fríe el grupo 3.
- Los aceites con alto contenido de ácido oleico tienen una mayor resistencia

RENDIMIENTO DEL PROCESO DE FRITURA POR INMERSIÓN DE NUGGETS



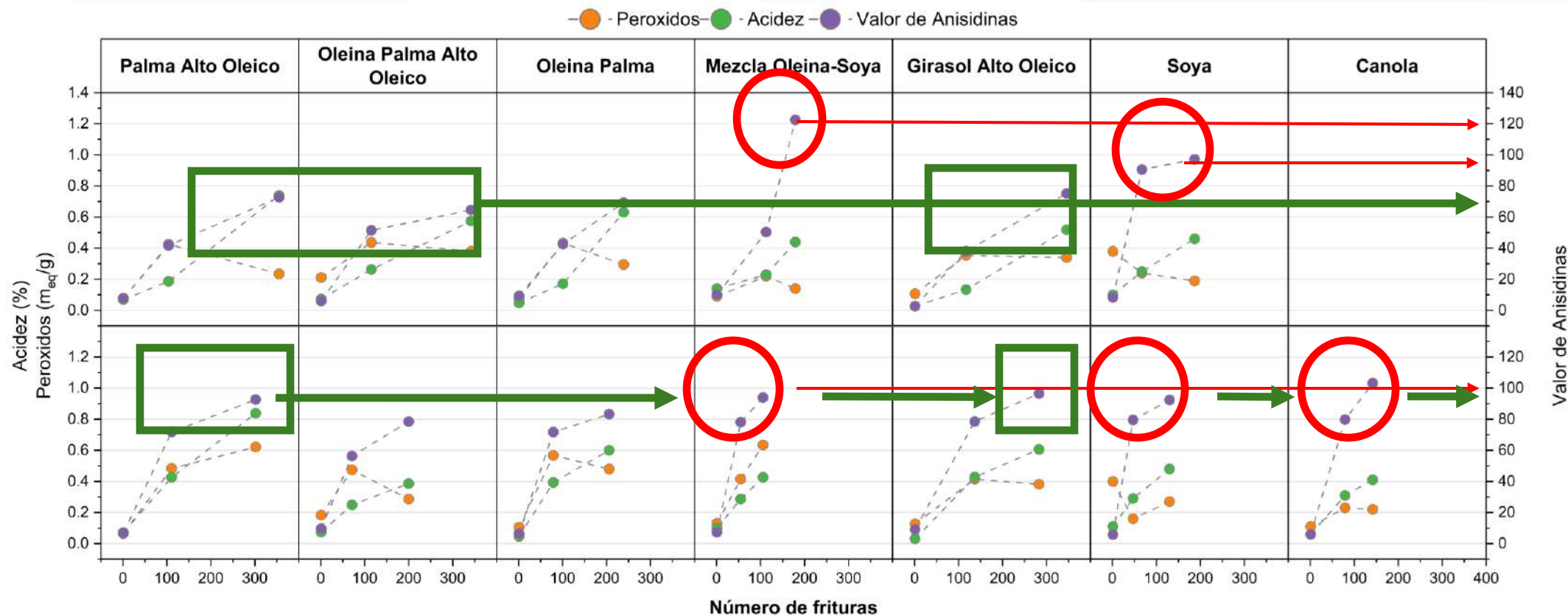
El rendimiento de los aceites con alto contenido de ácido oleico es similar entre ellos, y muy superior a los demás aceites evaluados



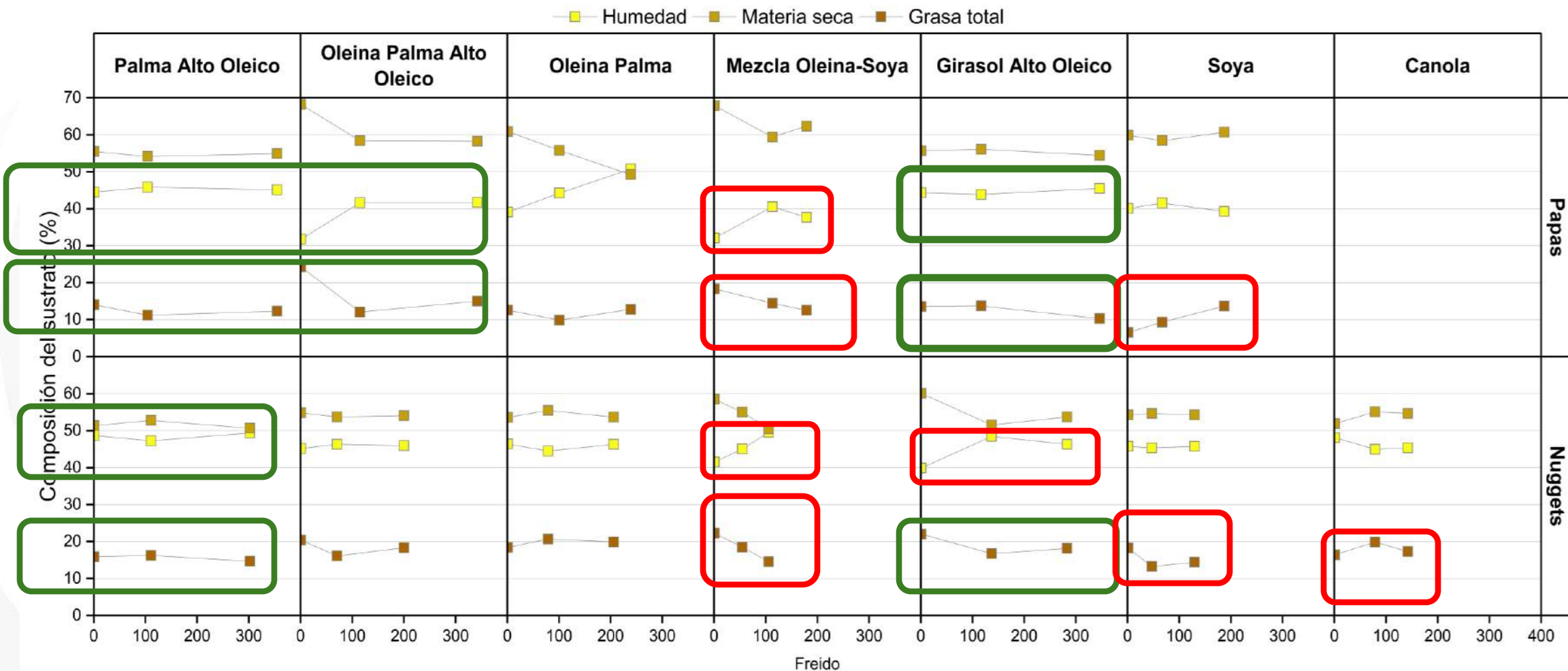
↓
¡Se puede freír mas nuggets con la misma cantidad de aceite!

Evaluación físico-química

Degradación de aceites



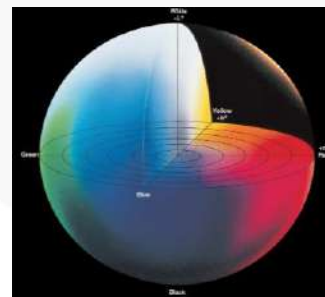
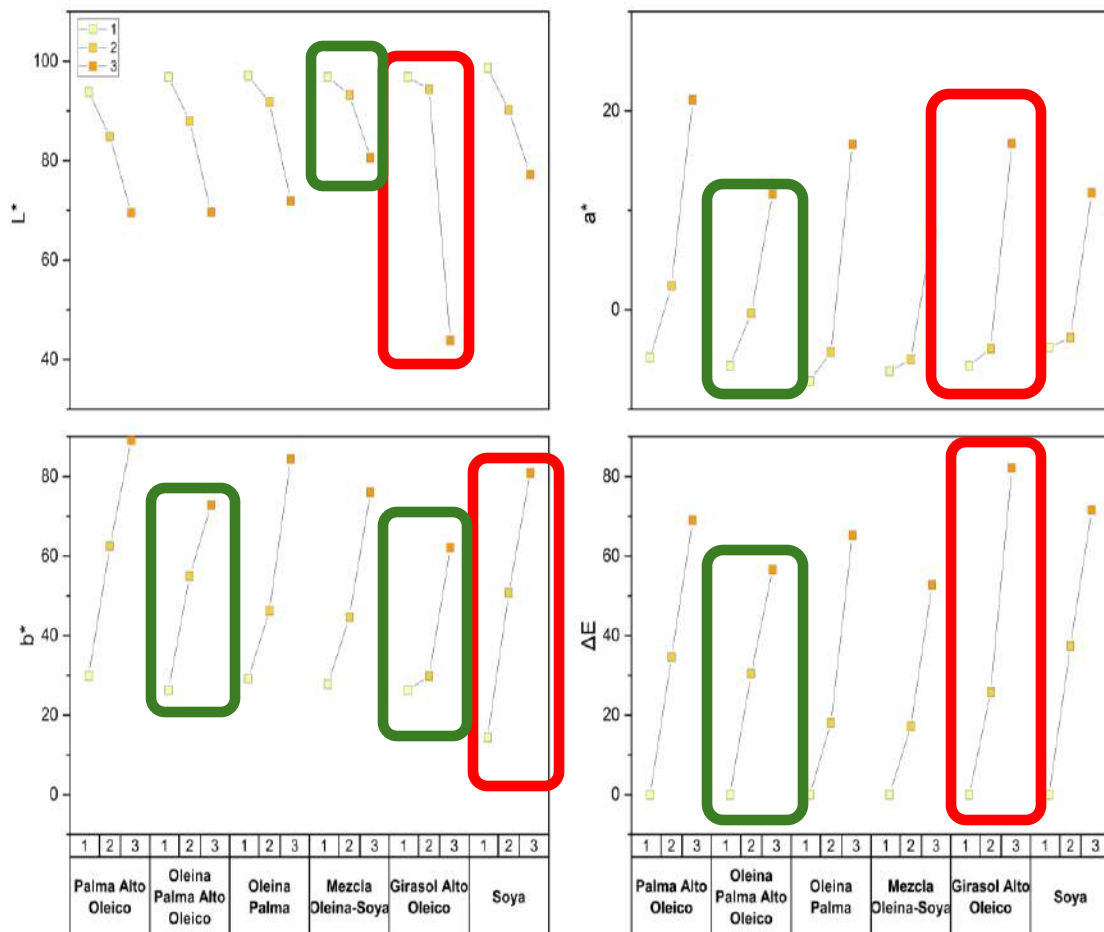
Evaluación físico-química papas y nuggets



Evaluación del cambio de color

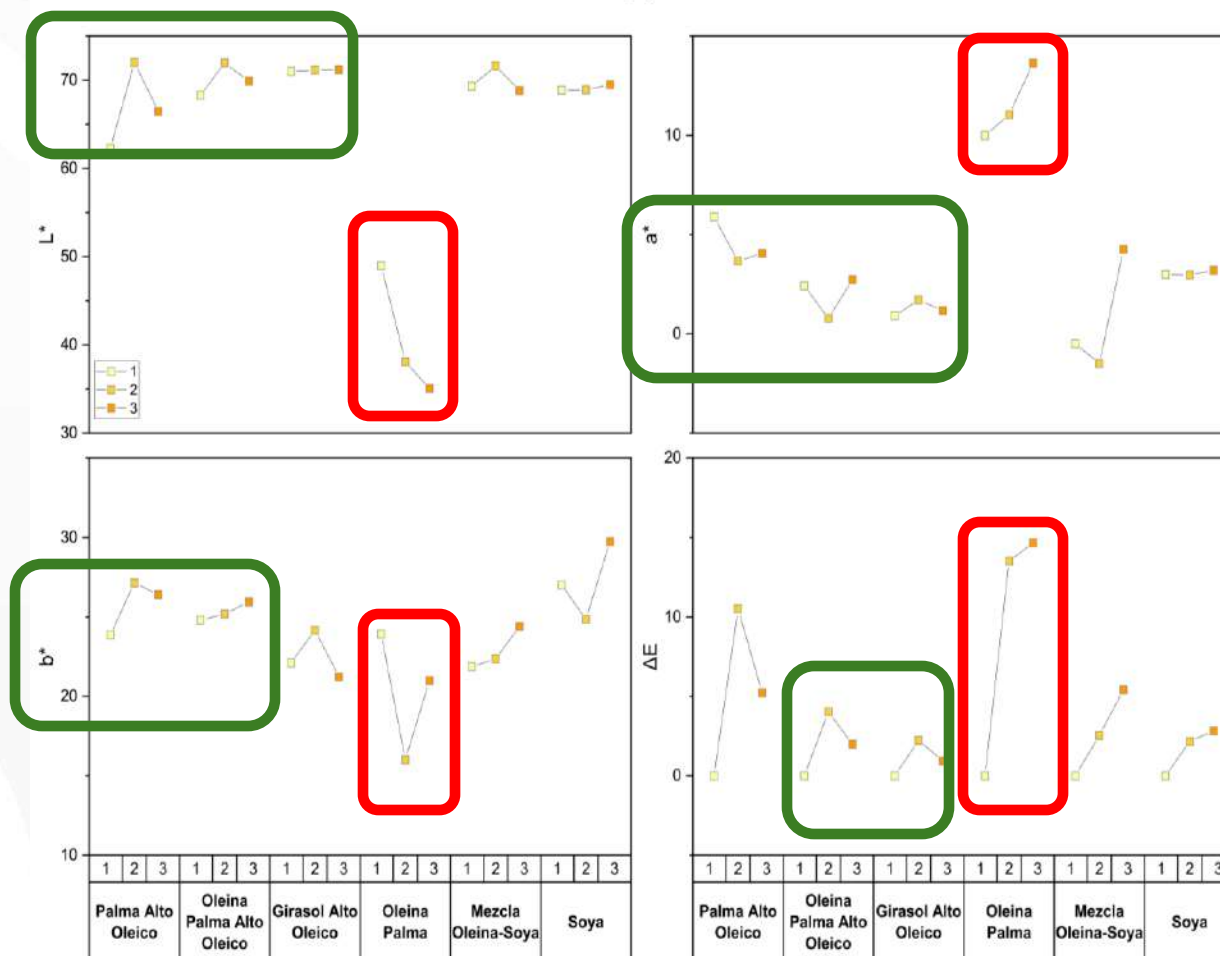


Cambio de color de los aceites
fritando papas a la francesa

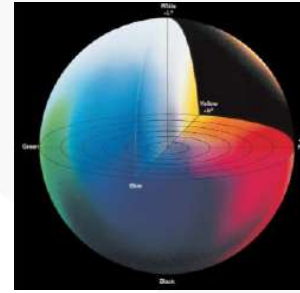


21^a CONFERENCIA
INTERNACIONAL
SOBRE PALMA DE ACEITE
21th International Oil Palm Conference

Cambio del color de papa a la francesa

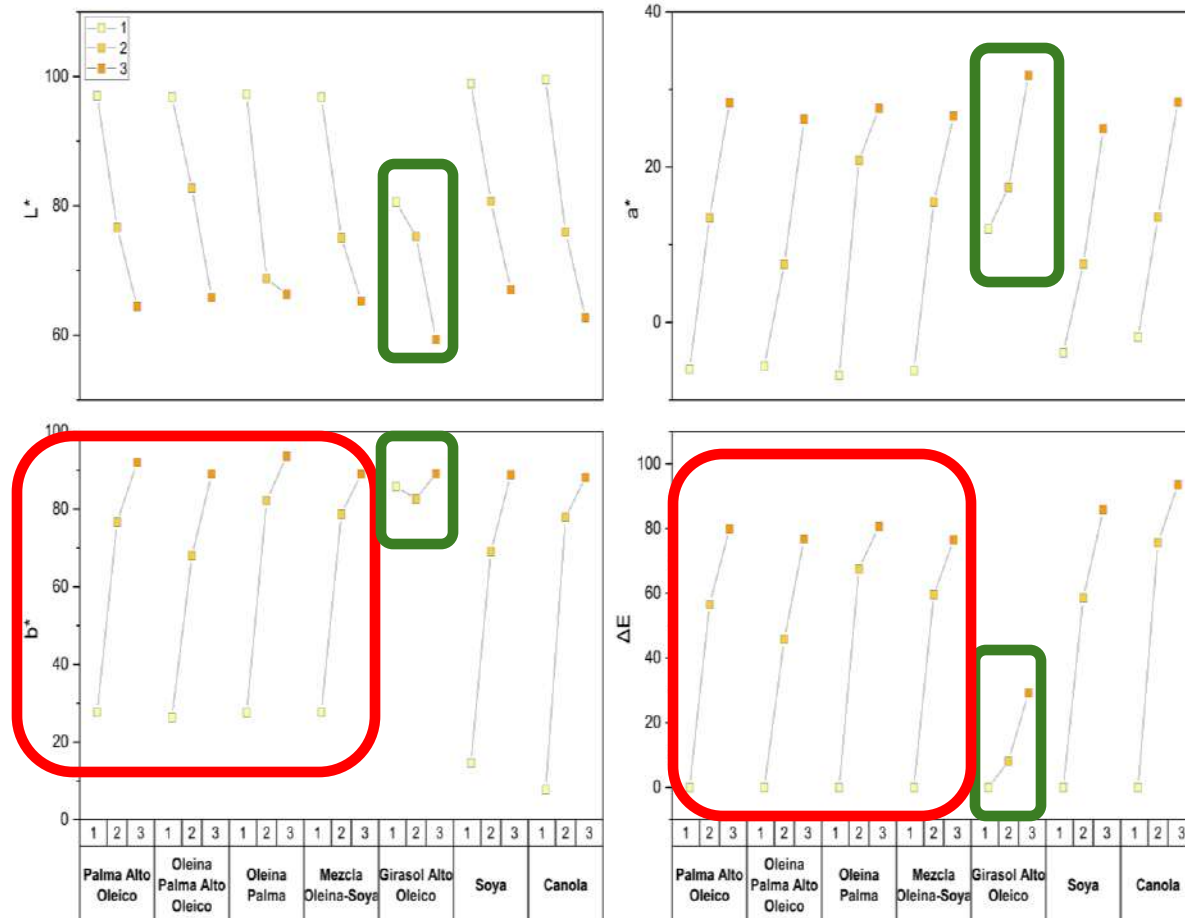


Evaluación del cambio de color

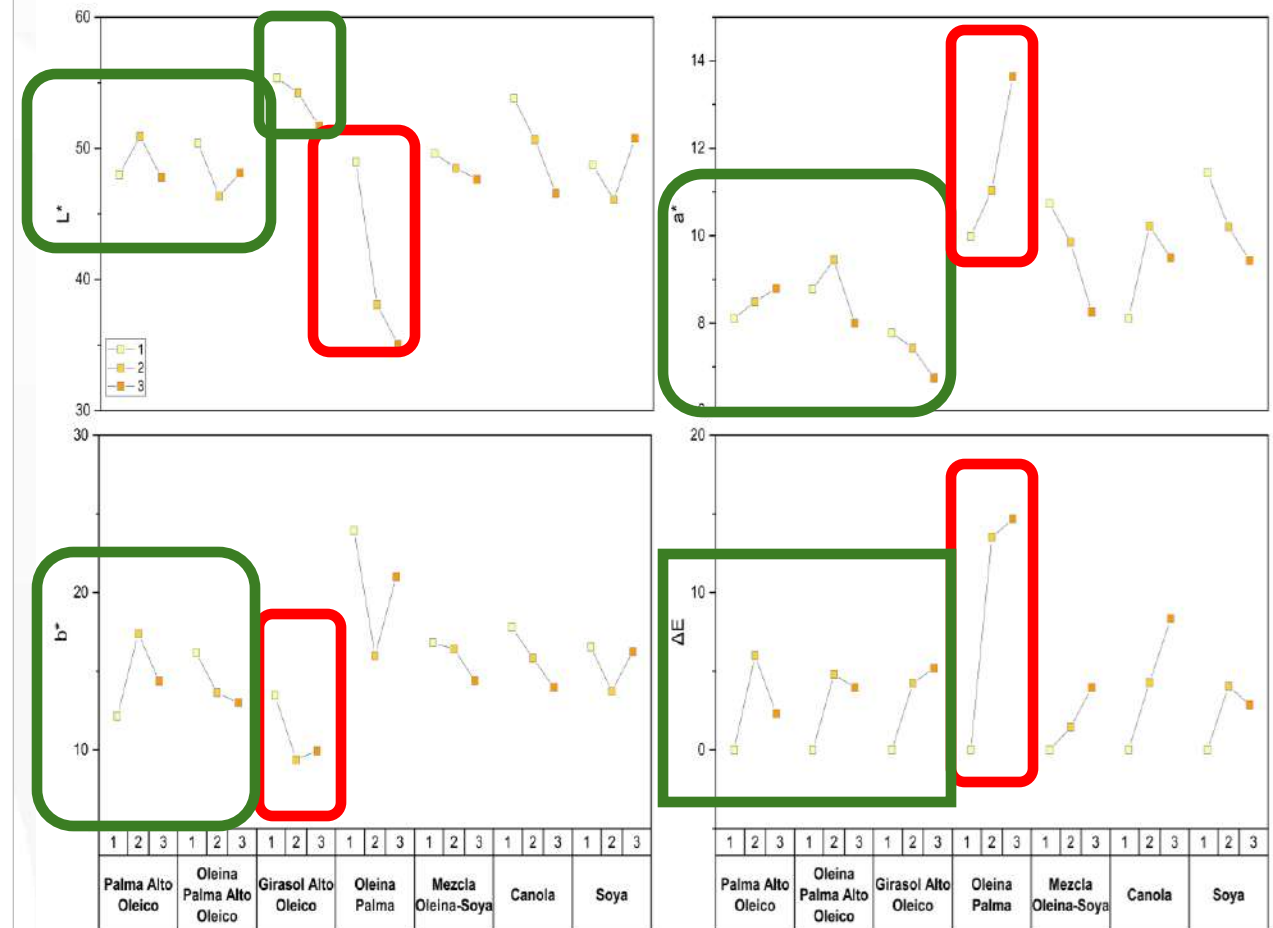


21ª CONFERENCIA
INTERNACIONAL
SOBRE PALMA DE ACEITE
21th International Oil Palm Conference

Cambio del color del aceite
fritando nuggets de pollo



Cambio del color de Nuggets de pollo

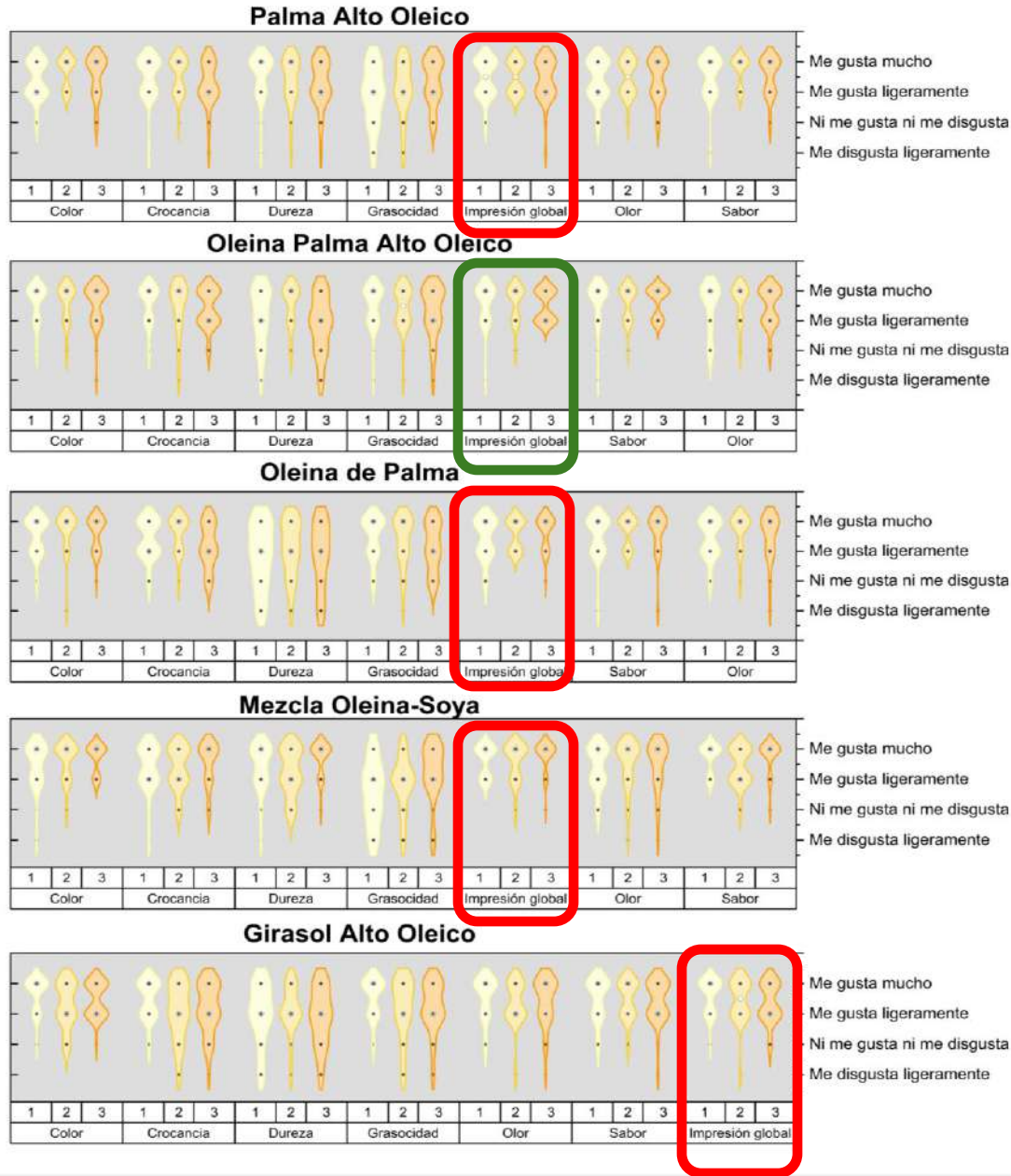


Evaluación sensorial



21^a CONFERENCIA
INTERNACIONAL
SOBRE PALMA DE ACEITE
21th International Oil Palm Conference

Frecuencias de la respuesta



Oleina de palma Alto Oleico

En general, todas las etapas del freído generan papas agradables y aceptadas

Aceite de girasol Alto Oleico

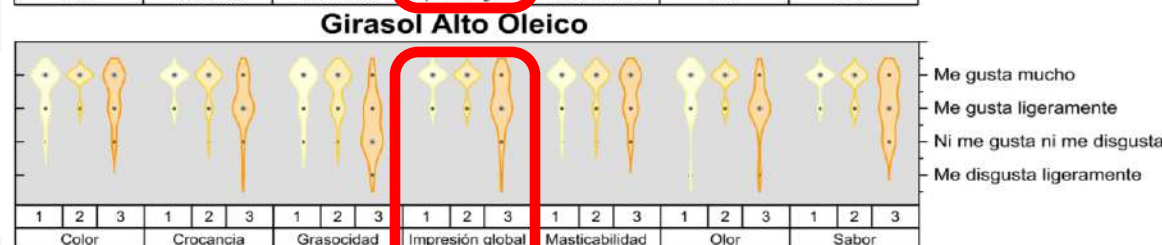
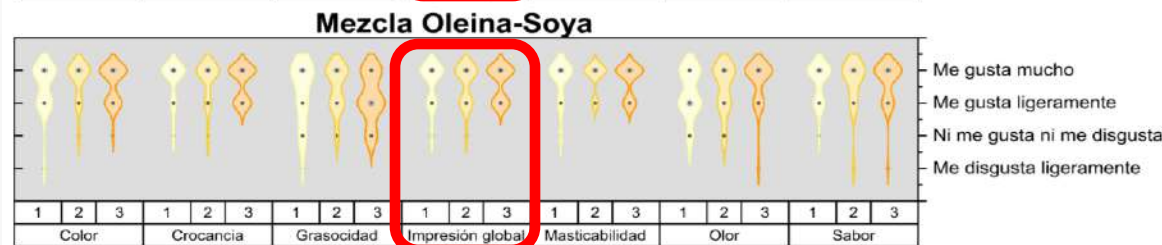
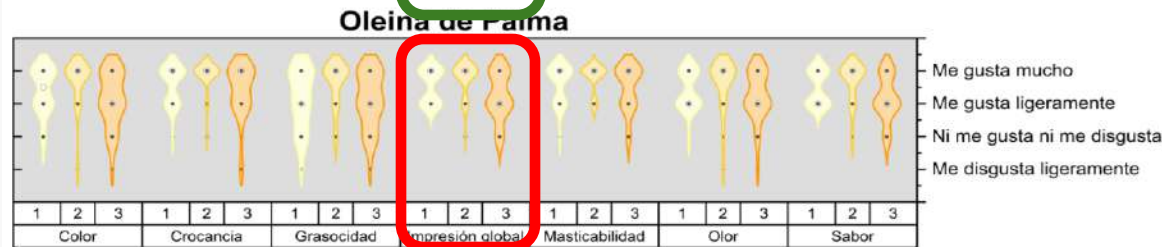
La poca aceptación de la característica de impresión global, se debe a una sumatoria de resultados no aceptados en las características como la crocancia, dureza y grasocidad

Evaluación sensorial



21ª CONFERENCIA
INTERNACIONAL
SOBRE PALMA DE ACEITE
21th International Oil Palm Conference

Frecuencias de la respuesta



Aceite de Palma Alto Oleico

Los nuggets son generalmente aceptados por los consumidores, aunque la grasocidad es un aspecto que debe mejorarse durante el proceso de fritura.

Oleína de Palma Alto Oleico

Generalmente hay una tendencia hacia la aceptabilidad siendo nuevamente la grasocidad un atributo a mejorar.

Girasol Alto Oleico

La aceptabilidad de los parámetros evaluados tiende a disminuir en el transcurso del proceso de fritura.



**21ª CONFERENCIA
INTERNACIONAL
SOBRE PALMA DE ACEITE**

21th International Oil Palm Conference

CONCLUSIONES



- El aceite de palma alto oleico y la oleína de palma alto oleico, presentaron menor probabilidad a sufrir procesos de oxidación y menor grado de degradación
- El aceite de palma alto oleico, la oleína de palma alto oleico, presentaron mayor rendimiento, respecto a los demás aceites en el proceso de fritura por inmersión de papas (355-342 usos), a pesar de tener CPT más altos al inicio del proceso.
- El aceite de palma alto oleico, presentó mayor rendimiento, respecto a los demás aceites en el proceso de fritura por inmersión de nuggets (302 usos), antes de llegar al límite de Compuestos Polares Totales (25%)
- En los alimentos fritos los cambios en las coordenadas de color CIELab (L^* , b^* y a^*) y el análisis sensorial en su característica impresión global, favorecieron a la oleína de palma alto oleico.
- Este estudio confirma que el **recambio del aceite debe realizarse por medición de polares**, y no por el color de este, ya que depende de variables no controladas en la operación.



**21ª CONFERENCIA
INTERNACIONAL
SOBRE PALMA DE ACEITE**
21th International Oil Palm Conference



francisco.castellanos@ucaldas.edu.co



mcuellar@fedepalma.org



**21ª CONFERENCIA
INTERNACIONAL
SOBRE PALMA DE ACEITE**

21th International Oil Palm Conference

ESTUDIOS FUTUROS



- Evaluación de los ácidos grasos y la estabilidad oxidativa al inicio y al final del estudio
- Evaluación de los procesos de fritura por inmersión a presión de vacío
- Evaluación en otras matrices alimentarias como plátano, yuca, otros apanados (pescado), entre otros.
- Estudios de bioaccesibilidad asociados a la formación de compuestos neoformados como las acrilamidas, tanto en sustrato como en aceite.



**21ª CONFERENCIA
INTERNACIONAL
SOBRE PALMA DE ACEITE**
21th International Oil Palm Conference



francisco.castellanos@ucaldas.edu.co



mcuellar@fedepalma.org



21^a CONFERENCIA INTERNACIONAL SOBRE PALMA DE ACEITE

21th International Oil Palm Conference