

# Empaques y almacenamiento:



## Alternativas para conservar la calidad del café

**Claudia Patricia Gallego A.**

Disciplina de Calidad

29 Abril 2024



# Calidad de Café

Propiedad o conjunto de propiedades inherentes a algo que permiten juzgar su valor.

Identificación de causas



Evaluación calidad producto final



Recomendaciones técnicas

# Factores que conservan la calidad del café almacenado



Evitar el re humedecimiento en el grano. Usar empaques limpios y secos .

Mantener limpio el lugar de almacenamiento.

Almacenar el café sobre estibas; y alejado de la pared a 30 cm.

No exponerlo a la luz directa (sol y lámparas).

Sitios secos y ventilados .

Controlar la humedad y la temperatura del café almacenado.

Garantizan con el empaque la inocuidad del producto

# Condiciones inapropiadas de almacenamiento



Sitios con falta de higiene

Altas temperaturas y humedad

Sitios sin ventilación

Café directamente en el suelo

Café almacenado húmedo

Empaque contaminados con agroquímicos, alimentos para animales.

Empaques marcados con pinturas o tinta

Empaques sucios

# Expresión de defectos físicos y sensoriales



Defectos físicos

Efecto en la bebida

## Decolorado Veteadado

Re humedecimiento después del proceso de secado y/o de almacenamiento



Pérdida de sabor y acidez



## Decolorado reposado

Almacenamiento prolongado y malas condiciones de almacenamiento



Envejecido, sabores a madera, baja acidez, cuerpo débil, residual sucio.



## Cardenillo

Almacenamiento de café húmedo (%H superior al 12%)



Terroso  
Moho



# El empaque y las condiciones de almacenamiento constituyen factores críticos que favorecen o deterioran la calidad final del café



- **El empaque** tiene la función **de preservar** las características propias del grano hasta llegar al consumidor final.
- **Las condiciones de almacenamiento humedad, la temperatura y los tiempos de almacenamiento** afectan la conservación de la calidad del café, con implicaciones económicas en la comercialización y en los productores que avanzan en la cadena de valor.



Nuestros caficultores están migrando a la cadena de valor, comercializando su propio café.

Aumentando las exportaciones del café en un 63% al 2022 (plataforma Cafix)



Fuente: Informe de exportaciones FNC, Diciembre de 2022

# Estrategias de conservación



- Almacenamiento bajas temperaturas 10-12°C
- Evaluación de la técnica de aire tratado en Silo frio (15°C)

1984-1989

- Ventilación natural (manejo de compuertas)
- Evaluación de empaque de arrumes

2000

- Determinación de la temperatura crítica para el almacenamiento

2003

- Características físicas del café almacenado en 4 tipos de empaque en Soacha

2017

1997

- Comparación Bodega tradicional, térmica e Inflable

2001

- Almacenamiento controlado
- Deshumidificación

2007

- Conservación del café verde - Empaques

## Aspectos

## Resultados

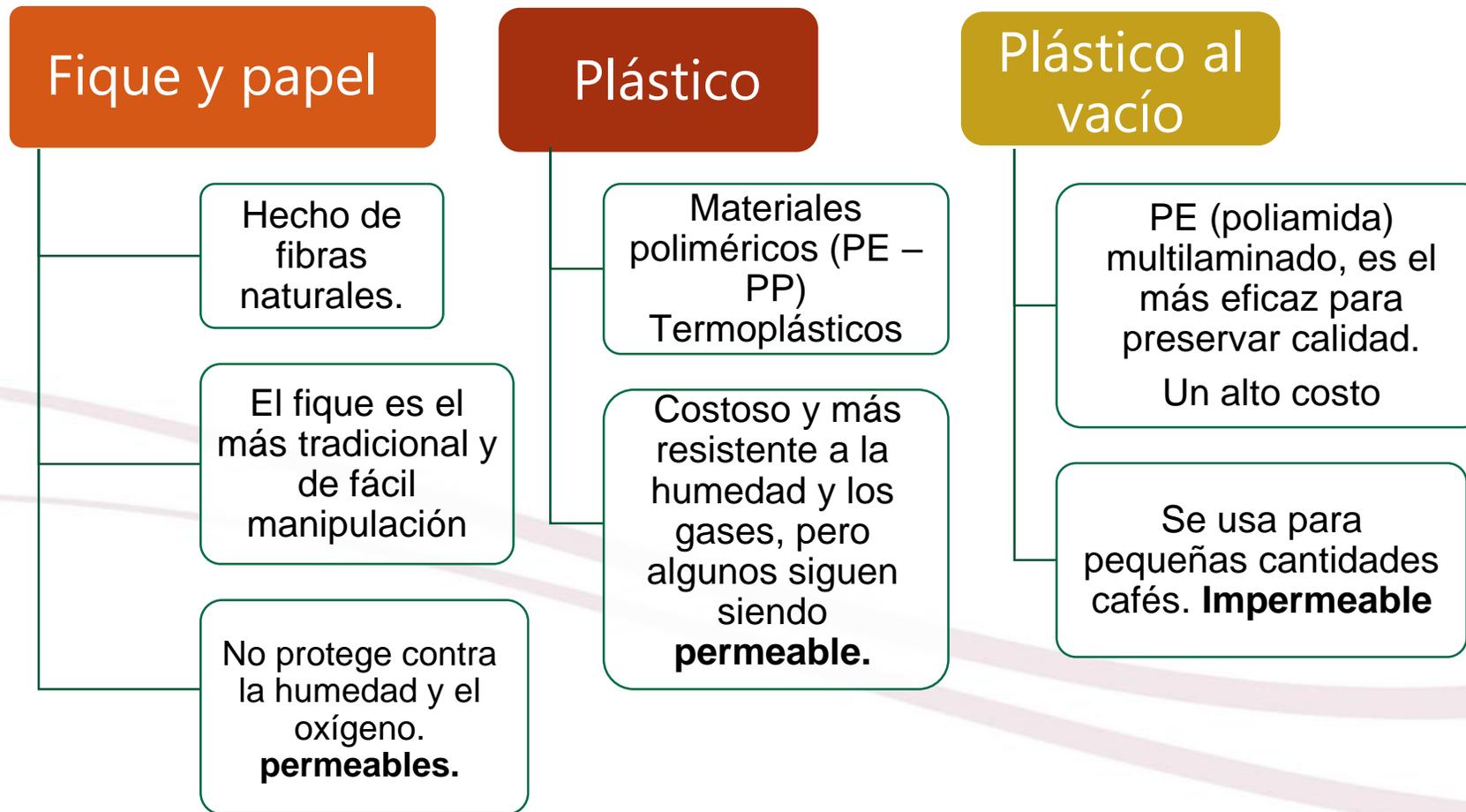
## Autor

Defecto reposo	Condiciones de almacenamiento que determinar el defecto reposo y las variables físico químicas que lo identifican.	Gallego & Rodríguez, 2021
Humedad	Conservar la humedad entre el 10% y el 12% garantiza que la aw es $< 0,62$ , evita la causas para el deterioro.	Osorio et al, (2024) en Colombia
Humedad y temperatura	En diferentes tipos de empaque y condiciones ambientales, conservó la calidad del grano, durante un 6 meses a una temperatura de $15^{\circ}\text{C}$ , y con un contenido de humedad del grano entre 17% y 22%.	Nasiro (2017) en Etiopía
Sacos de yute	Transformaciones bioquímicas y enzimáticas naturales del grano a partir de los primeros 30 días, alterando el sabor y aroma del café.	Tripetch & Borompichaichartkul (2019) Tailandia

# Materiales para empaques de café



De diversa naturaleza tanto como en la combinación de materiales, en su aplicación comercial, en términos de impacto medio ambiental, disposición, permeabilidad y características mecánicas.



# Las tres funciones de los materiales de empaque



## Estructura Resistencia

- Polietileno baja densidad (PEBD)
- Polietileno de alta densidad (PEAD)
- Polipropileno (PP)
- Poliestireno (PS)
- Policloruro de vinilo (PVC)
- Policarbonato (PC)

## Barrera

Protección contra agentes externos e internos

- Polietileno tereftalato (PET)
- Cloruro de polivinilideno (PVDC)
- Etil Vinil Alcohol (EVOH)
- Polietileno tereftalato (PEN)
- Poliamida (NYLON)

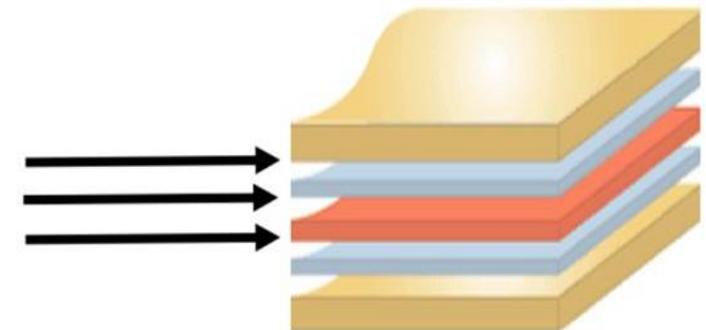
## Sello

Garantizan la barrera de protección

- Polietileno baja densidad (PEBD)
- Ionómero (Surlyn)
- Polietileno baja densidad lineal (PEBDL)
- Etil vinil acetato (EVA)

En algunos empaques un mismo material aporta las tres funciones.

Polímero estructural  
Material de unión  
Material Barrera



# Nos condujo a plantear

En Colombia, habitualmente se almacena el café en sacos de fique y empaques de material sintético, sin embargo es necesario establecer en cuál de ellos y bajo qué condiciones ambientales de almacenamiento se logra la preservación de la calidad, en el mediano y largo plazo.



# Tipos de Empaques

Empaque	Descripción del empaque	Propiedades	Ventajas/des
<b>1. PE-MAX</b> 	Lámina de polietileno de baja densidad y polipropileno (etileno vinil alcohol)	Menos migración de oxígeno y humedad	Reciclable /costo
<b>2. PE-doble</b> 	Doble barrera polietileno alta densidad y baja densidad lineal	Baja permeabilidad de O <sub>2</sub> y vapor de agua	Reutilizable /previene gorgojo/ costo
<b>3. PE-Multi</b> 	Polietileno alta densidad multicapas	Barrera al O <sub>2</sub> y humedad atmosférica	Frágil/ mediano costo
<b>4. PP-VDC</b> 	Polipropileno con PVDC (cloruro de polivinilideno)	Permeabilidad de O <sub>2</sub> y pobre vapor de agua	Reciclable /costo
<b>5. PE-EVOH</b> 	Polietileno alta densidad con resina EVOH (etileno vinil alcohol) Etil vinil acetato (EVA)	Alta barrera al oxígeno y gases	EVOH afecta HR altas/Antifog
<b>6. PE-PAV</b> 	Polietileno baja densidad y poliamida (Nylon)	Barrera oxígeno, al vapor de agua, grasas y aromas	No reutilizable / Afecta Tem. y luz Alto costo
<b>7. FN</b> 	Fique 100%	Térmicas Alta absorción humedad	100% Biodegradable/ Reutilizable/Permeable
<b>8. P-Mc</b> 	Papel multicapas con bajo peso	Alta trasmisión de vapor agua	Biodegradable/Bajo costo /Permeable

# Objetivo

Evaluar empaques, tiempos y condiciones ambientales en el almacenamiento del café



# Fase beneficio



- Recolección, clasificación, despulpado, fermentación, lavado

- Aseguro la calidad de la recolección café
- Clasificación hidráulica y manual de los frutos
- Seguimiento de la fermentación; **Fermaestro™** y uso del **Ecomill**.
- Cumplimiento de la 7P .

• Secado, trilla y clasificación

- Temperatura de aire de secado de 45°C.
- Seguimiento del secado: **Gravimet SM y Kett**
- Trilla y clasificación por zaranda
- Clasificación manual de los granos (defectos y pasillas)

12.777 kg Café cereza

2.065 kg CPS - 1.650 kg café almendra

Garantizando la homogeneidad de la masa de café a evaluar

# Fase empaque y almacenamiento



- Adecuación de los empaque, selle (Zipper y amaras)
- Codificación y rotulación
- Envío y distribución por sitio



Chinchiná  
Estación Naranjal

Alto de letras

Santa Marta

Cuarto frío

- Instalación de experimento cuatro localidades
- Adecuación de áreas, materiales y anaqueles.
- Monitoreo de condiciones climáticas.

# Diseño del estudio



## Tipos de Empaques



1. PE-Max



2. PE-doble



3. PE-Multi



4. PP-VDC



5. PE-EVOH



6. PE-PAV



7. FN



8. P-MC

## Condiciones Almacenamiento

Sitios	Temperatura Promedio (°C)	Humedad relativa Promedio (%)
1. Alto de Letras (Manizales)	10,3	77
2. Santa Marta	28,4	80,5
3. Cuarto frio (Manizales)	11,3	72
4. ECN (Chinchiná)	22,6	84

✓ Se ha evaluado 5 muestreos (0, 60, 120, 240 y 360 días)

## Variables evaluadas



**Calidad Sensorial:**  
Puntaje total SCA



**Calidad Física:**  
Humedad (directa) (aw), Almendra sana  
Granos defectuoso y decolorados  
Color (CieL\*a\*b\*).



**Composición química:**  
Lípidos totales  
ácidos grasos totales  
Ocratoxina A



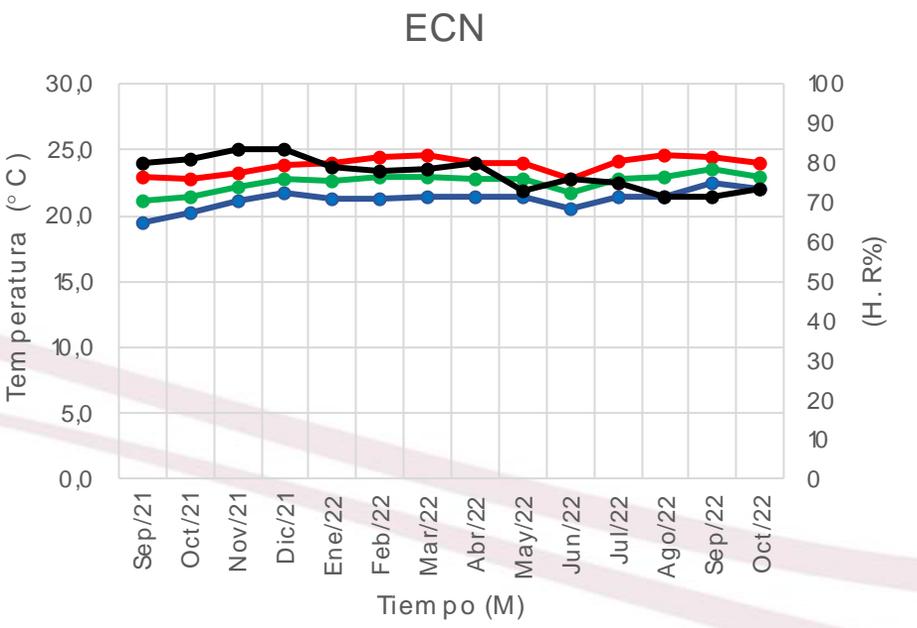
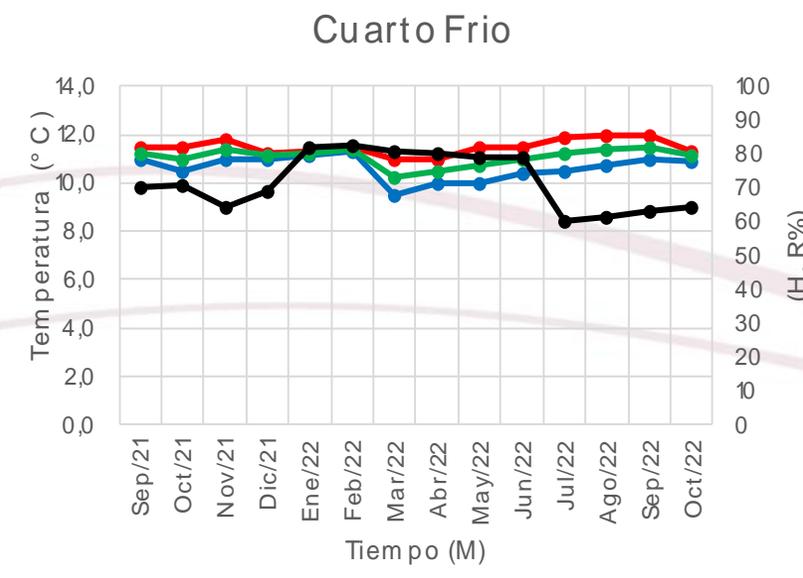
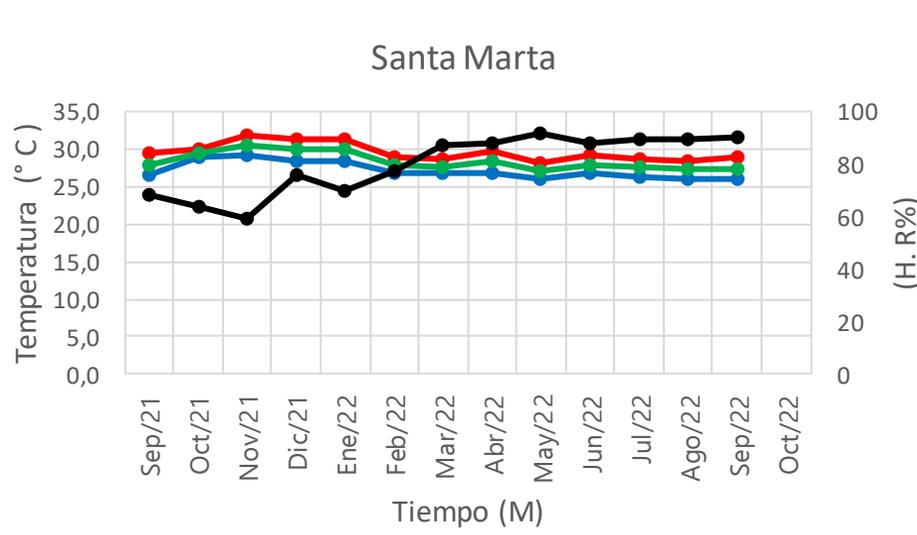
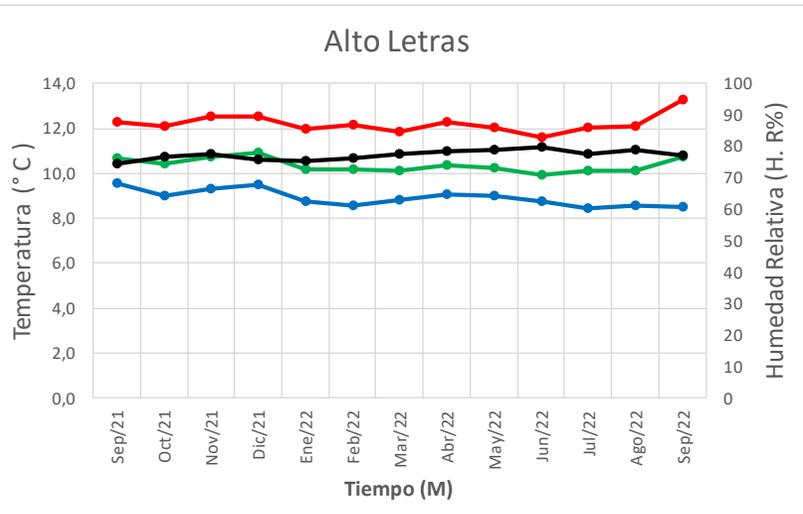
**Análisis NIRS:**  
Alcaloides  
Azucares  
Ácidos Clorogénicos



**Condiciones de Almacenamiento:**  
Humedad relativa  
Temperatura



**Resultados**



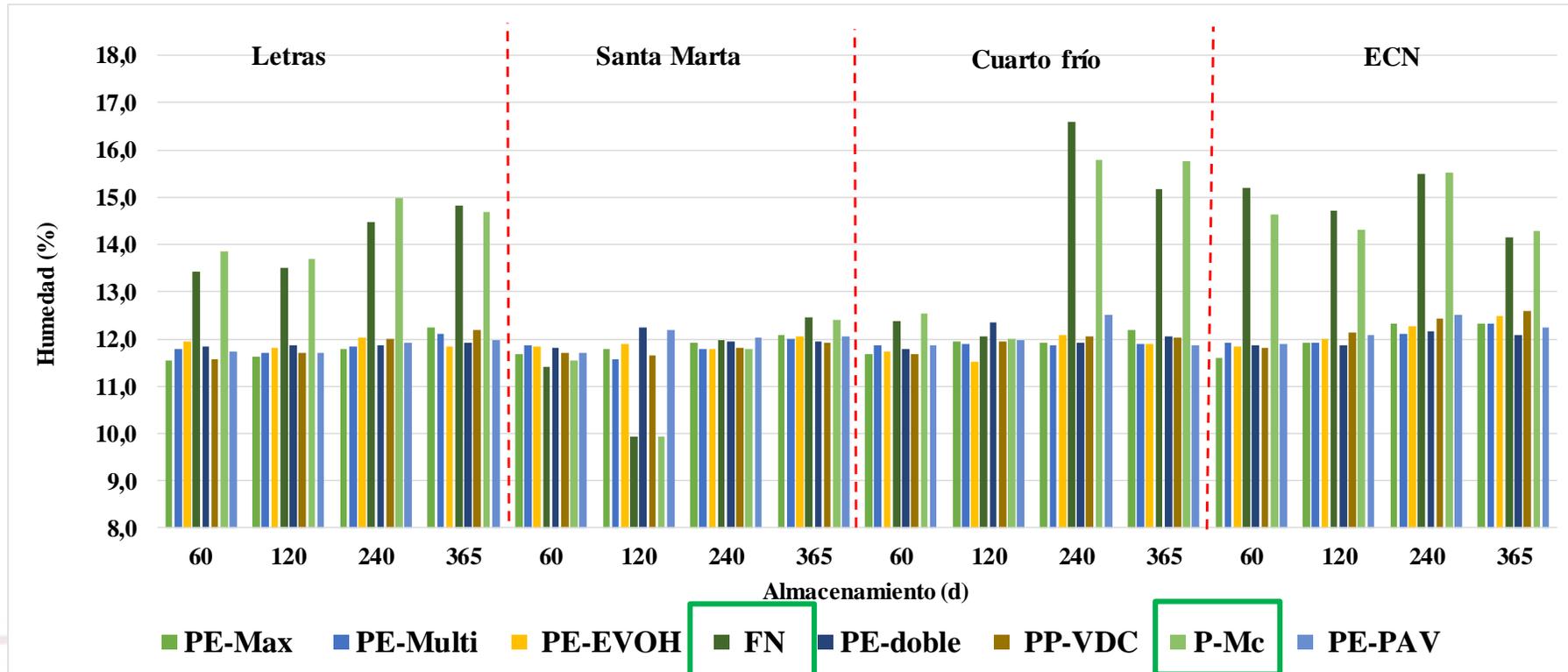
## Condiciones de Almacenamiento

(Temperatura y Humedad Relativa)

Sitio	Temperatura (°C)			H.R (%)
	T.Máx.	T.Mín.	T.Med	
1. Alto de Letras	11,9	9,1	10,3	77
2. Santa Marta	30,6	26,9	28,4	80
3. Cuarto frío	12,3	10,3	11,3	72
4. Estación Central Naranjal	23,9	21,2	22,6	81

# Calidad física

## Humedad del grano de café



Relación directa  
H% &  $a_w$

10-12%

FN, P-Mc

PE-EVOH, PE-PAV, PP-VDC y PE-doble+

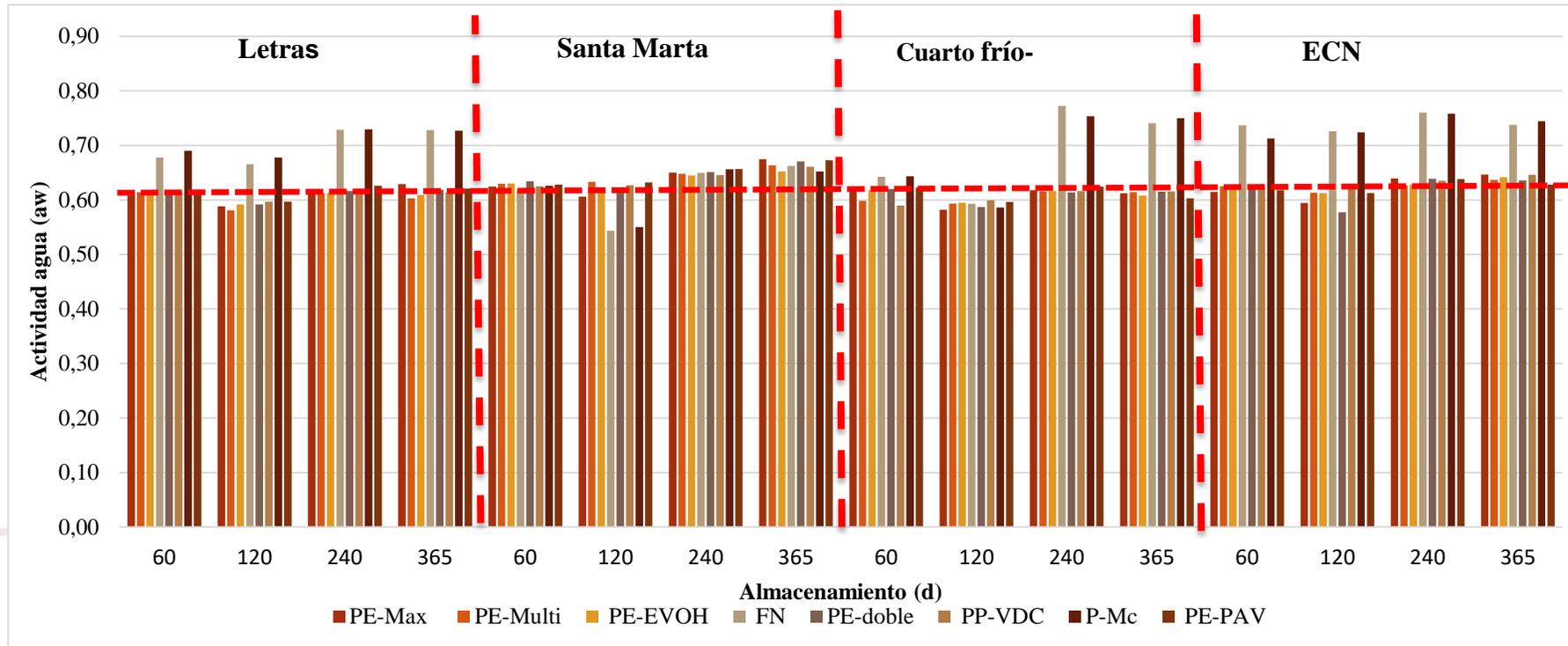
(Mayor permeabilidad)  
Se incremento la  
humedad 12,5% a 16 %

Mayor barrera de protección  
(baja permeabilidad)

Finalizo con humedades 12,3 %

# Calidad física

## Actividad del agua en el grano



*Aspergillus ochraceus*  
*Penicillium verrucosum*



$a_w$  0,83 – 0,96

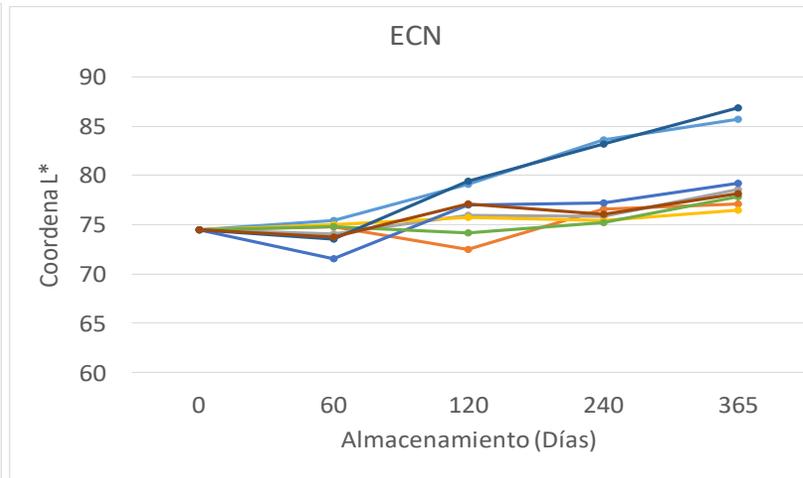
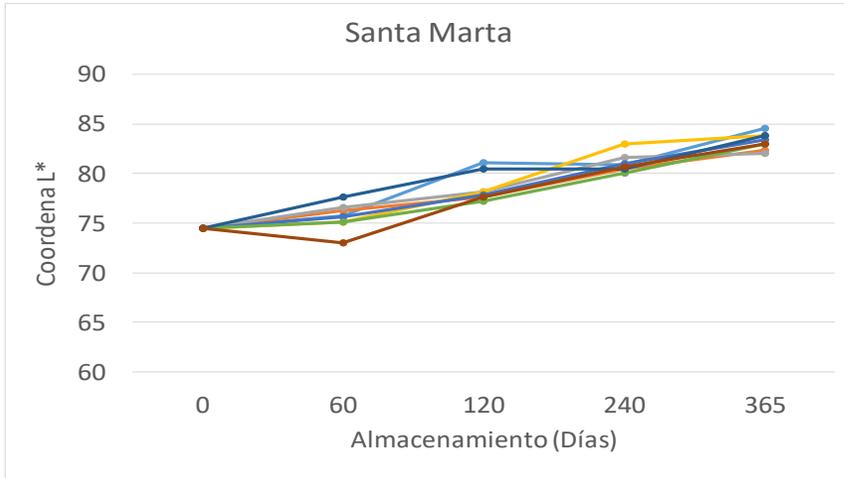
Producción OTA

Puerta, 2006

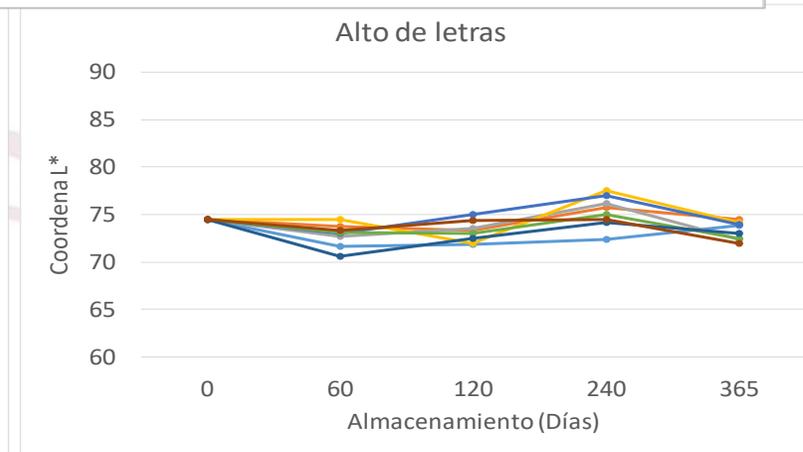
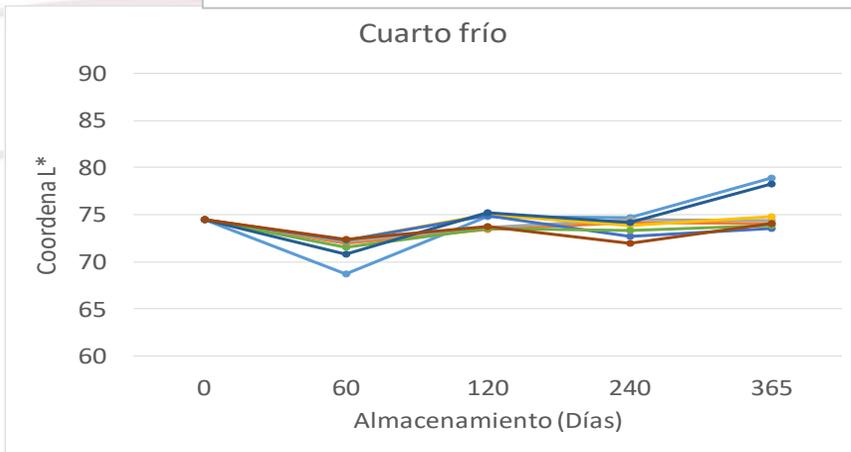
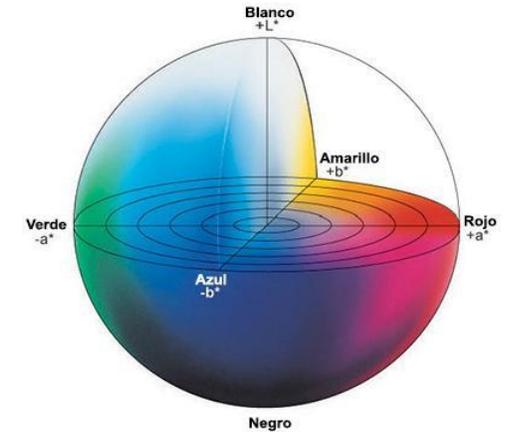
Se incrementó en los empaques de fibras naturales (FN y P-Mc) 0,76  
La  $a_w$  se mantuvo de 0,6 en la mayoría de los empaques plásticos, en todos los sitios de almacenamiento.

# Evaluación física del color

CieL\*a\*b\*



Coordenada L\* mide la intensidad del color en valores (0-100) 0 negro y 100 es blanco.(Decolorado)



# Calidad sensorial

(Puntaje total SCA ) Método (Specialiy Coffee Association)



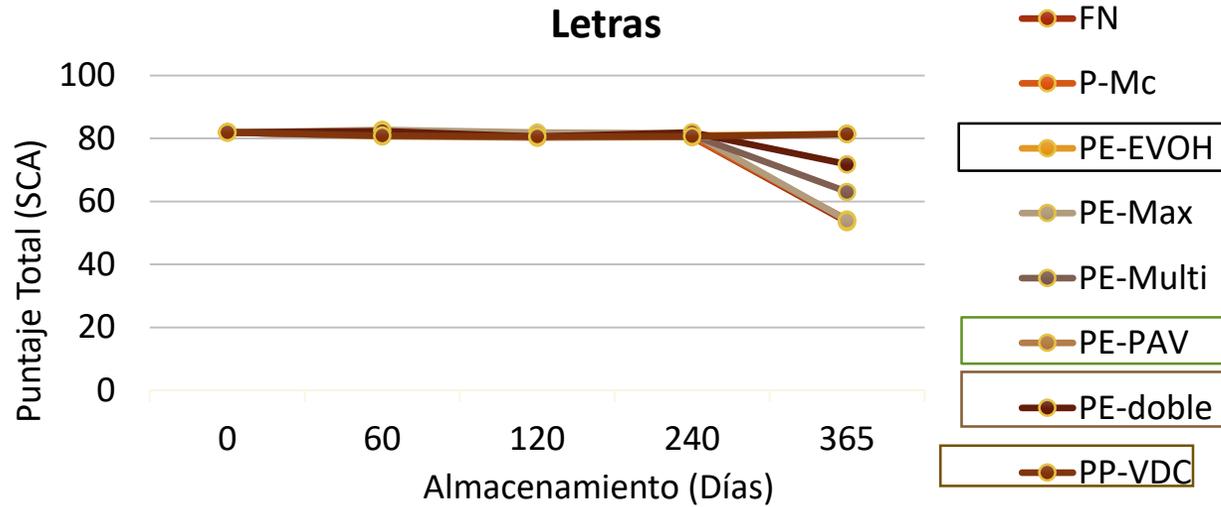
Días	Puntaje total (SCA) promedio Letras															
	FN		P-Mc		PE-EVOH		PE-Max		PE-Multi		PE-PAV		PE-doble		PP-VDC	
0	81,9	a	81,9	a	81,9	a	81,9	a	81,9	a	81,9	a	81,9	a	81,9	a
60	81,0	a	80,9	a	81,4	a	82,7	a	81,8	a	80,6	a	82,3	a	80,9	a
120	80,7	a	81,5	a	80,8	a	81,9	a	80,5	a	80,3	a	80,6	a	80,6	a
240	80,5	a	80,6	a	81,0	a	81,6	a	81,1	a	80,4	a	81,9	a	80,7	a
365	53,4	b	54,2	b	81,4	a	54,0	b	63,0	b	81,4	a	78,1	a	81,4	a

En Alto de Letras, se mantuvo la calidad en el 50% de los empaques al final de la evaluación.

Valor	Clasificación del Puntaje total
<80.0	Debajo de calidad especial
80 -84.99	Muy buena (Especial)
85 – 89.99	Excelente (Especial)
90 - 100	Extraordinaria

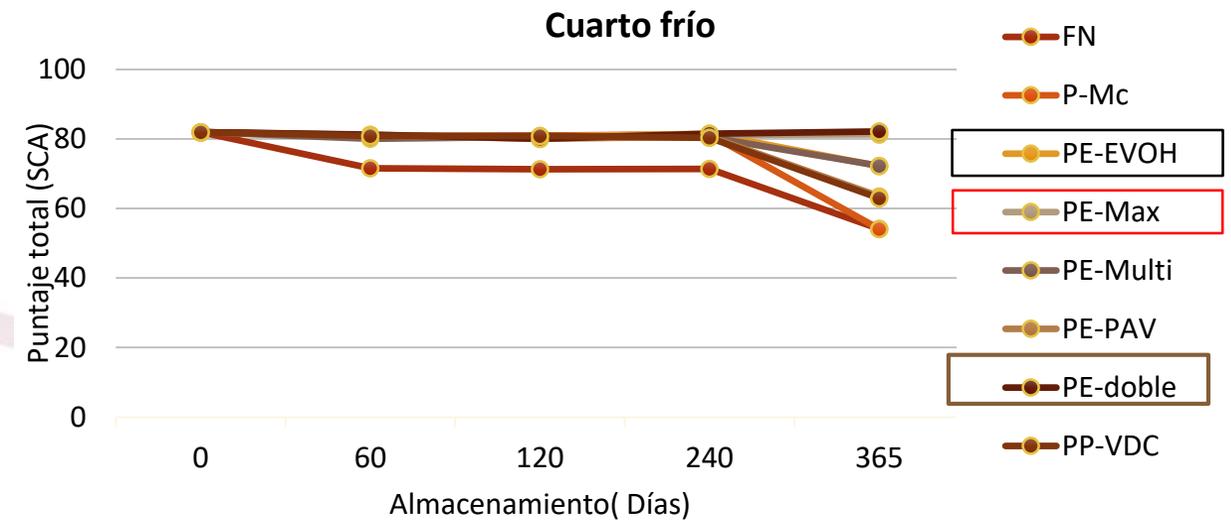
# Análisis sensorial

(Puntaje total SCA)



\*En Letras: hubo interacción tiempo de almacenamiento x tipo de empaque

\*En Cuarto frío: No interacción. Indicando que en todos los empaques hubo deterioro en la calidad a partir de los 240 días.

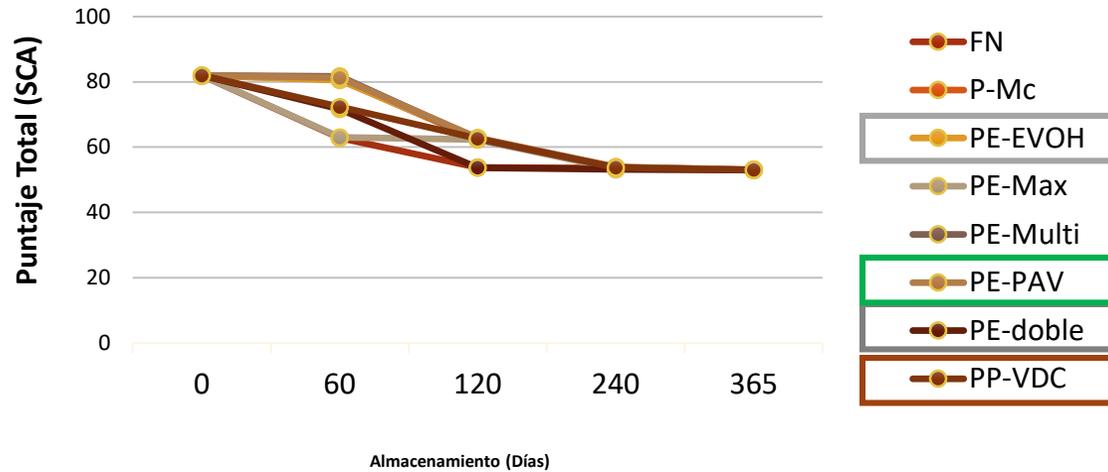


# Análisis sensoriales

## (Puntaje total SCA)

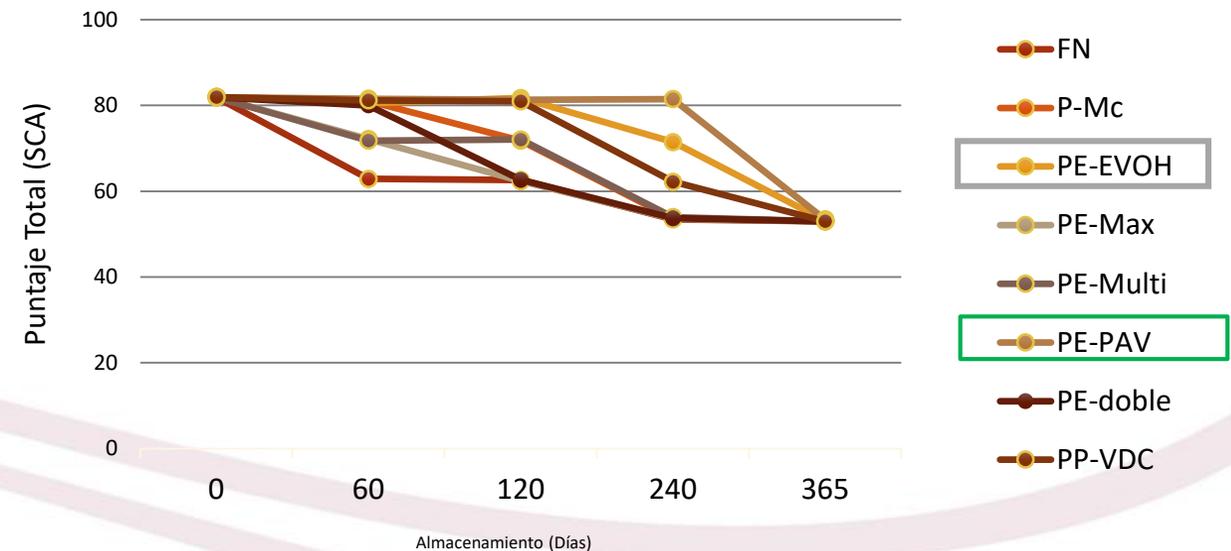


Santa Marta

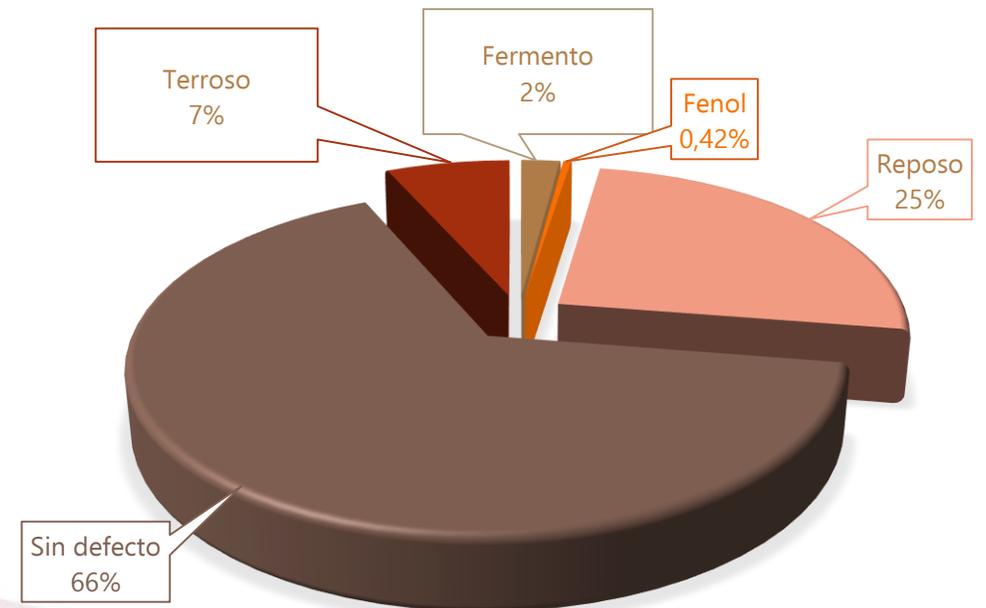
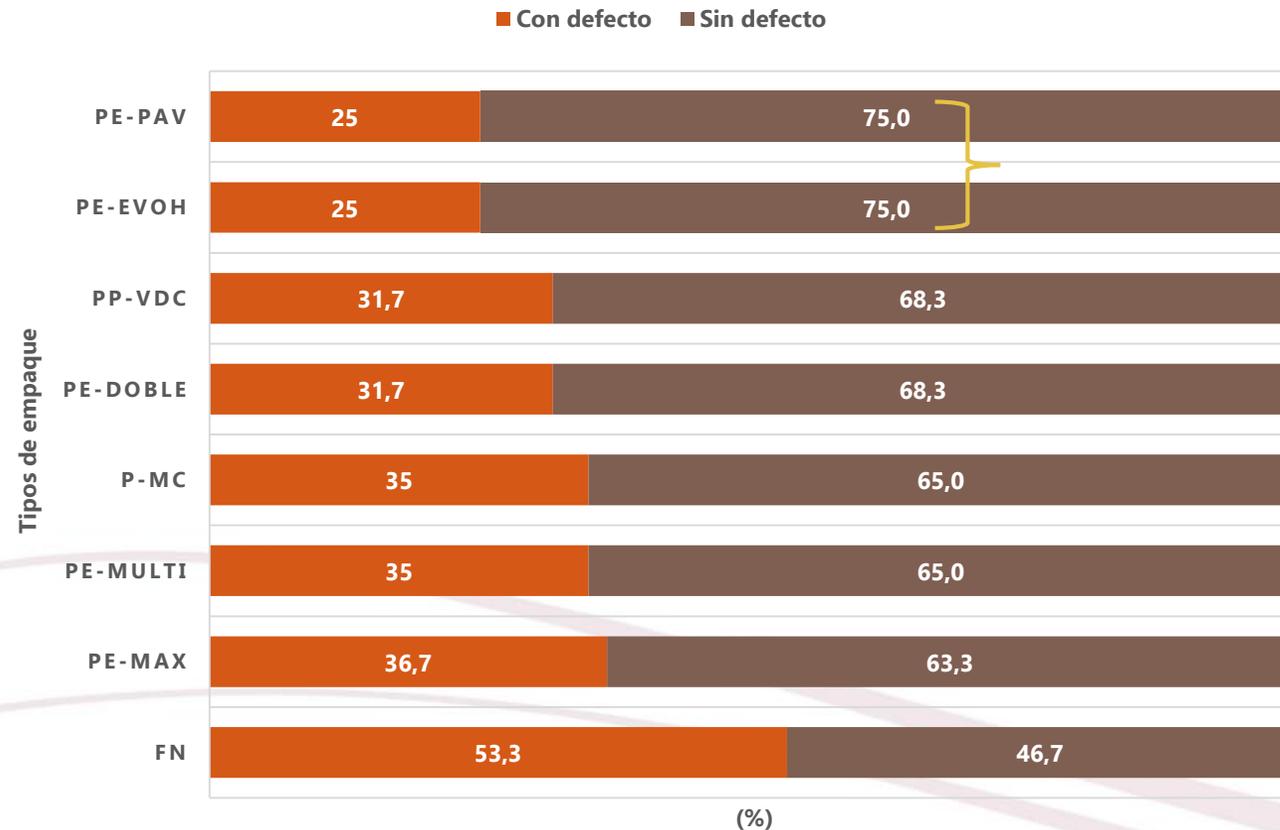


**Santa Marta y EC Naranjal** no hubo efecto de la interacción de los empaques y el tiempo de almacenamiento, presentando deterioro de la calidad a través del tiempo desde los 60 días en Santa Marta y a 240 días ECN

Chinchiná



# Proporción de defecto en los tipos de empaque



# La composición química y su relación con la calidad de la bebida de café

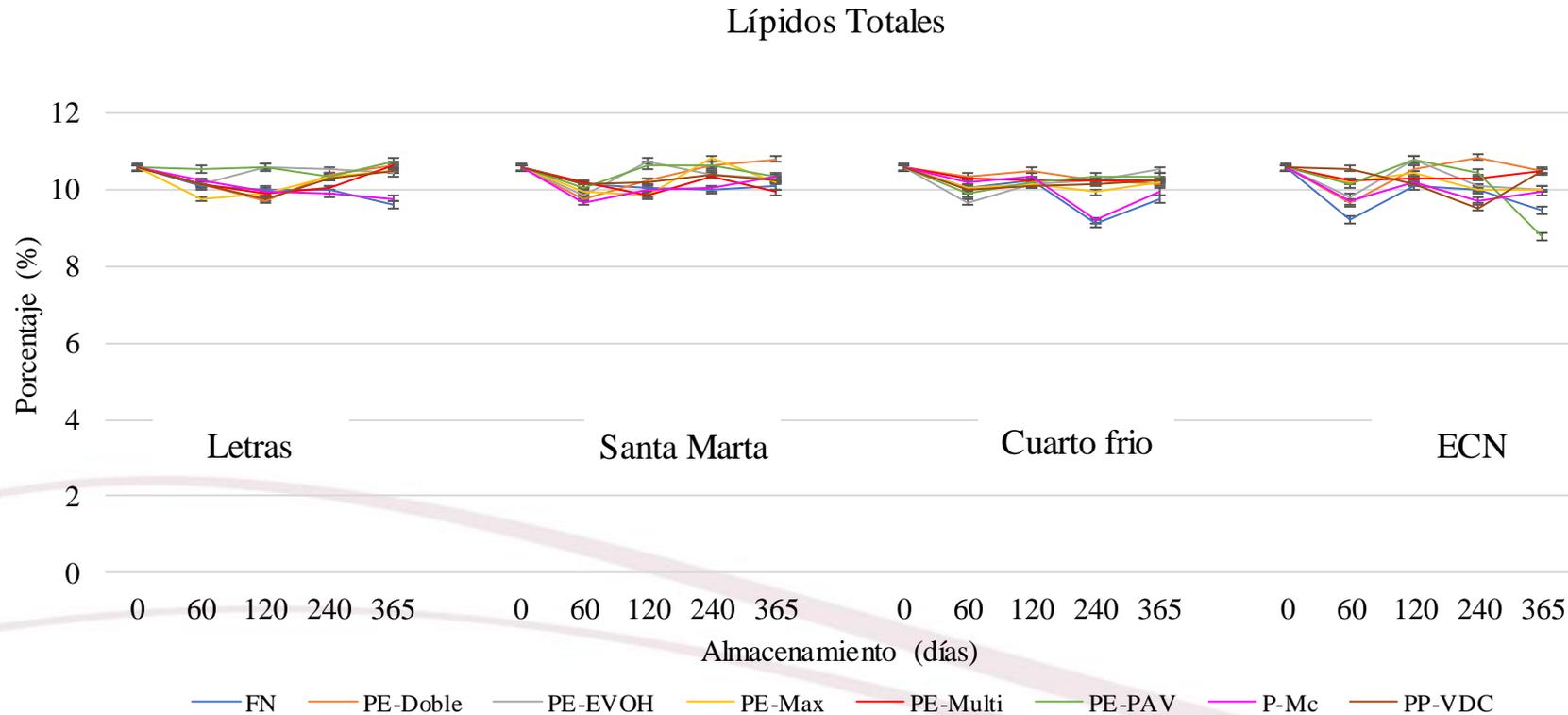


# Composición química

## (Contenido lípidos totales y ácidos grasos)



Contribuyen al transporte del aromas y sabores, agregan cuerpo a la bebida de café y almacenan vitaminas (E) que ayudan a retardar los procesos oxidativos durante el almacenamiento.



Fracción lipídica (%)	Referencia (%)
Lípidos	10,7-12,0
Palmítico	38- 41
Linoleico	35- 39
Oleico	10 -12
Esteárico	7- 8
Araquídico	3 – 4
	Gallego et al., 2020 Echeverri et al.,2023

El empaque plástico de alta barrera extiende significativamente la vida útil, preservando las grasas al perfil de la bebida.

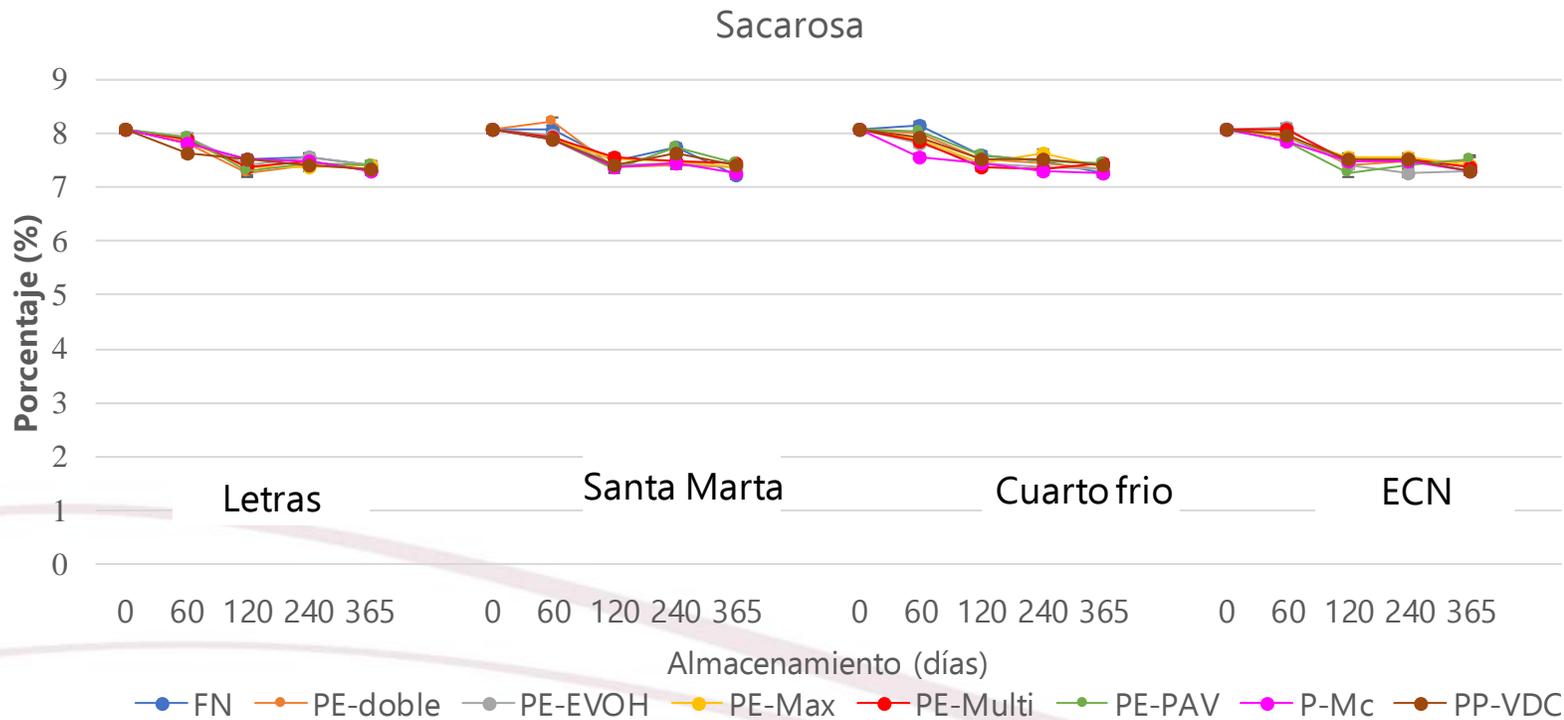
# Composición química

## (Contenido Sacarosa )

(Aportan dulzor y en el tueste afectan aroma y sabor de la bebida café)



C. Arabica (% b.s)	
Compuesto	valor
Sacarosa	6,16 – 9,82

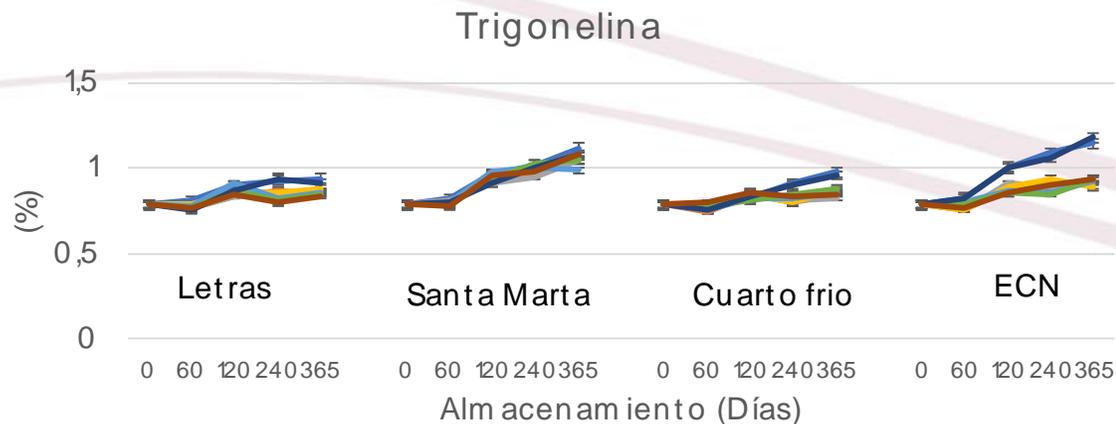
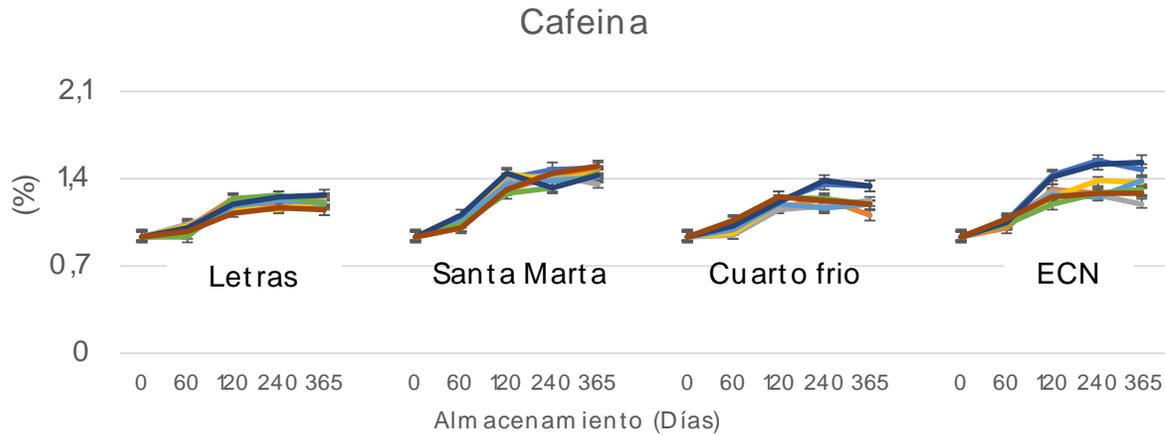


Sacarosa (%)	
Este estudio	Referencia
7,24 – 8,22	6,16 – 9,82
	Gómez, et al, 2021 Barbosa et al, 2019

# Contenido de Alcaloides

## (Cafeína y Trigonelina)

(La cafeína es estable en la tostación y con la trigonelina contribuyen al amargo en la bebida de café)



Compuesto	En este estudio	Referencia * (%)
Cafeína	1,16	0,9 – 1,6
Trigonelina	0,96	0,98–1,32
		* López - Martínez et al.,2003; Puerta, 2013

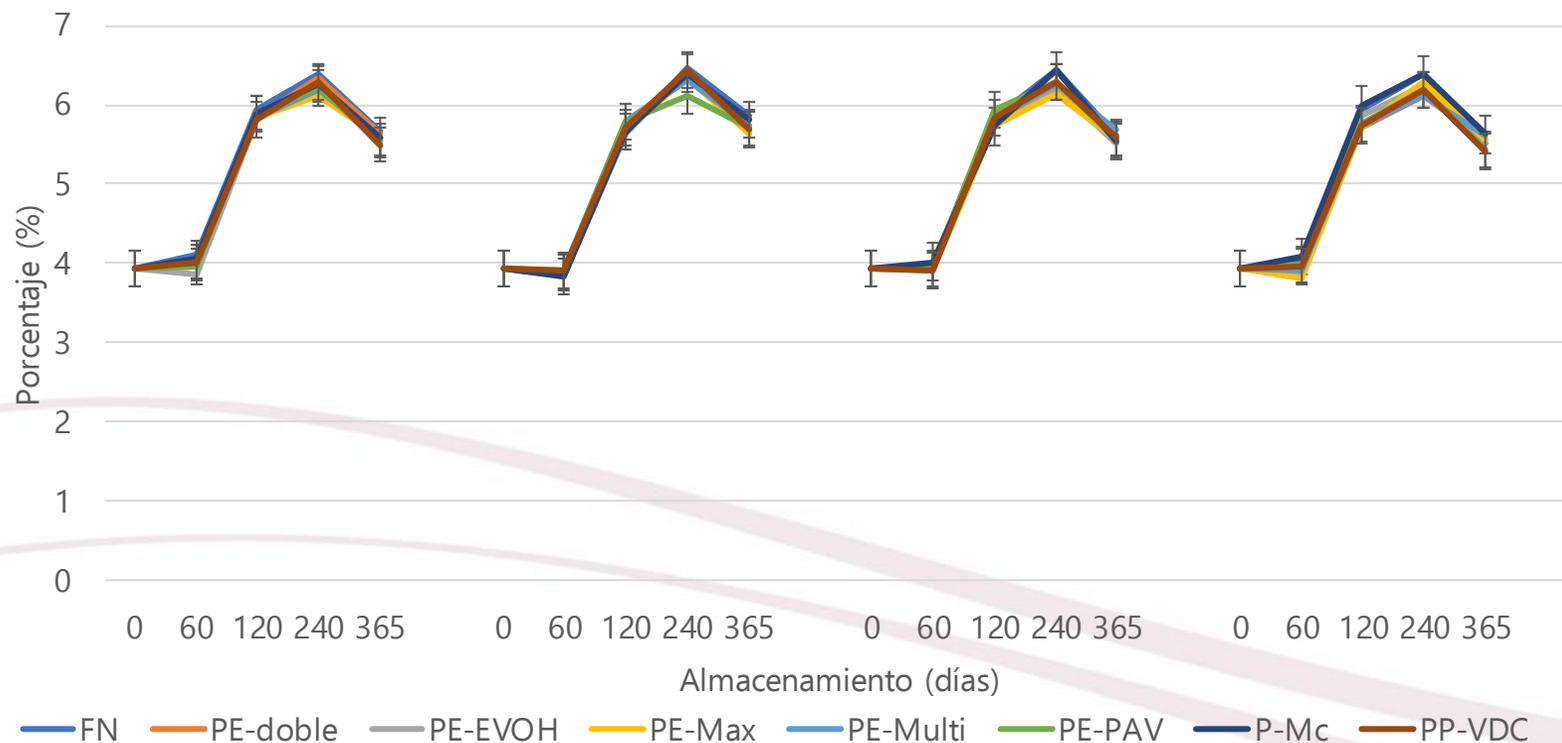
Porcentaje de contenido de alcaloides en café almendra almacenado en diferentes empaques

# Composición química

(Contenido de ácidos clorogénicos )

Proporcionan cuerpo, sabor, acidez y astringencia a la bebida.

Ácidos Clorogénicos Totales



Compuesto	Promedio (% b.s)	Referencia* (%)
ácido clorogénico	3,81 – 6,41	2,11 – 5,52
		*Marín et al., 2008 ; Scholz et al., 2019

# Conclusiones

Las variaciones en la calidad del café a través del tiempo por efecto del empaque, fueron explicadas principalmente, por las condiciones ambientales predominantes en el sitio de almacenamiento.



**PE-EVOH**



**PE-PVA**

Conservó la calidad hasta 365 días de almacenamiento (en temperatura 10,3°C -11,3°C y humedad relativa 69% - 77%)

Menor proporción de defectos sensoriales (<25%)



**PP-VDC**



**PE-Doble**

En temperaturas (22,6°C-28,9 °C y humedad relativa 79% - 81%) conservaron la calidad entre los 60 y 240 días.

Conservación de la calidad

Tiempo (días)

60

120

240

365

## Condición de almacenamiento

Temperatura: 10 °C  
Humedad relativa: 77%  
**Alto de Letras**

Temperatura: 28 °C  
Humedad relativa: 80%  
**Santa Marta**

Temperatura: 11 °C  
Humedad relativa: 72%  
**Cuarto frío**

Temperatura: 22 °C  
Humedad relativa: 81%  
**Chinchiná**

PE-Max, PE-doble,  
PE-Multi, PP-VDC,  
PE-EVOH, PE-PAV,  
FN y P-Mc **(8)**

PE-Max, PE-doble,  
PE-Multi, PP-VDC,  
PE-EVOH, PE-PAV,  
FN y P-Mc **(8)**

PE-Max, PE-doble,  
PE-Multi, PP-VDC,  
PE-EVOH, PE-PAV,  
FN y P-Mc **(8)**

PE-doble, PP-VDC,  
PE-EVOH, PE-PAV  
**(4)**

PE-doble, PE-Multi,  
PP-VDC, PE-EVOH,  
PE-PAV y P-Mc **(6)**

PE-Max, PE-doble,  
PP-VDC, PE-EVOH,  
PE-PAV, FN y P-Mc  
**(7)**

PE-Max, PE-doble,  
PP-VDC, PE-EVOH,  
PE-PAV, FN y P-Mc  
**(7)**

PE-Max, PE-doble,  
PE-EVOH **(3)**

PE-Max, PE-doble,  
PE-Multi, PP-VDC,  
PE-EVOH, PE-PAV y  
P-Mc **(7)**

PE-Multi, PP-VDC,  
PE-EVOH, PE-PAV y  
P-Mc **(5)**

PE-EVOH, PE-PAV  
**(2)**

PE-EVOH, PE-PAV  
**(2)**

# Conclusiones

## La decoloración de los granos

En los empaques de fibras naturales (FN y P-Mc) presentaron mayor sensibilidad a las condiciones, en menores períodos de tiempo

## El contenido de humedad

• Se conservó entre el 11% y 12% en los empaques de PE-Max; PE-doble, PE-Multi, PP-VDC, PE-EVOH y PE-PAV durante los 365 días.

• Los empaques de fibras naturales FN y P-Mc, la humedad alcanzó valores entre 14,8 % y 15,8 % al final del almacenamiento.

## Calidad química

- Los lípidos totales y el ácido linoleico disminuyeron en los empaques de fibras naturales, FN y P-Mc y el ácidos esteárico (asociados al defecto reposo) aumentaron en el almacenamiento.

# Equipo de Trabajo

Gerencia Técnica

Dirección

Área Administrativa y  
Financiera

Disciplina de Calidad

- Valentina Osorio
- Luz Fanny Echeverri
- Jenny Pabón
- Claudia Gómez
- Paola Calderón
- Wilson Vargas
- Víctor Castañeda

Disciplina de Biometría

- Rubén Medina

Disciplina Agroclimatología

- Carolina Carabalí
- Wilmar Rendón

Disciplina Experimentación

- Carlos Gonzalo Mejía
- Félix Trejos
- José Farid López

The People Company

Almacafé

- Fernando Osorio
- Daniel Acuña
- John Eider Espitia
- Cesar Augusto H.

# Gracias

