



XX
Conferencia
Internacional sobre

**PALMA
DE ACEITE**

**EL PODER TRANSFORMADOR
DE LA PALMA DE ACEITE**

Modificaciones en extractoras convencionales para procesar el fruto híbrido sin agregar sólidos en el prensado

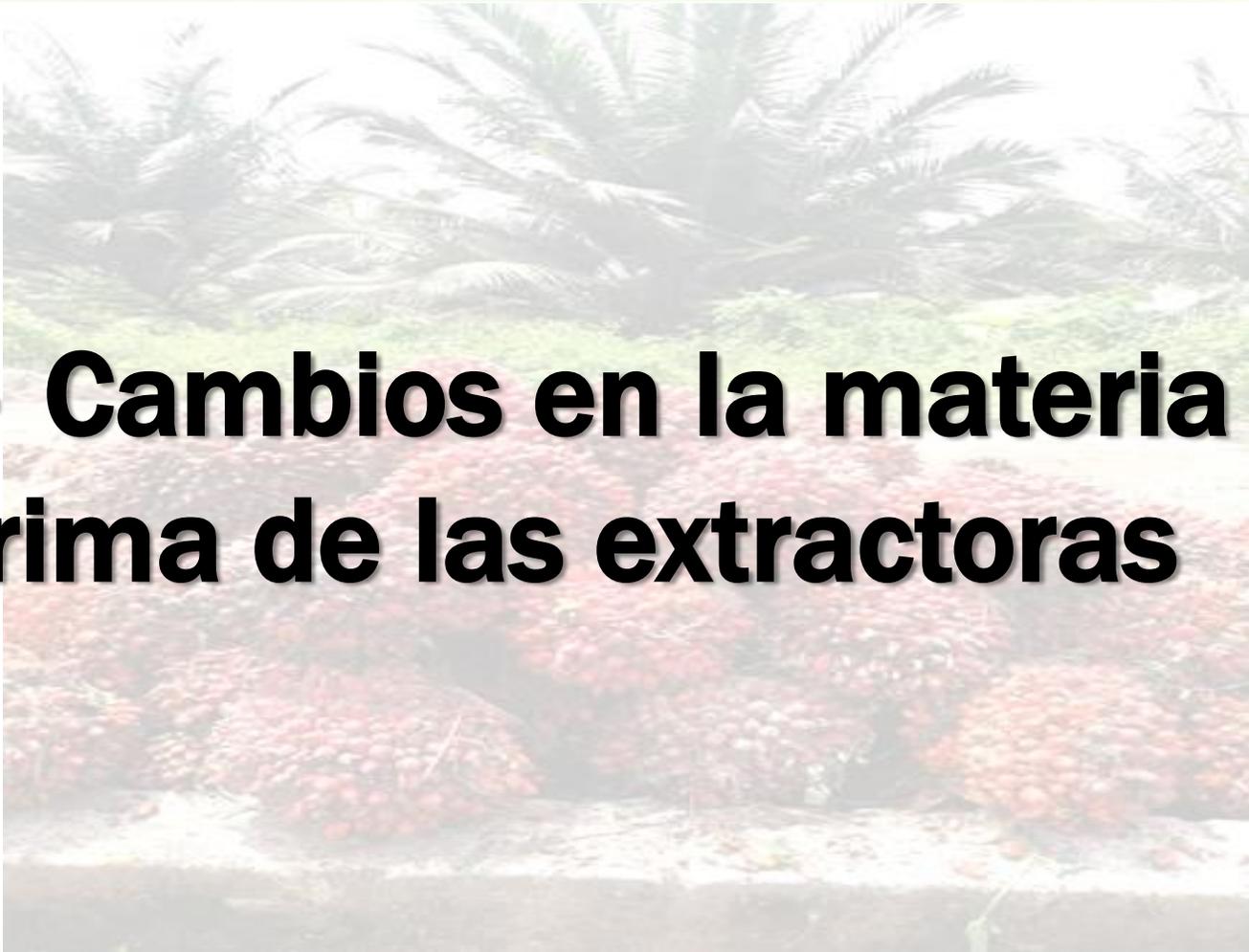


**Grupo
Danec®**



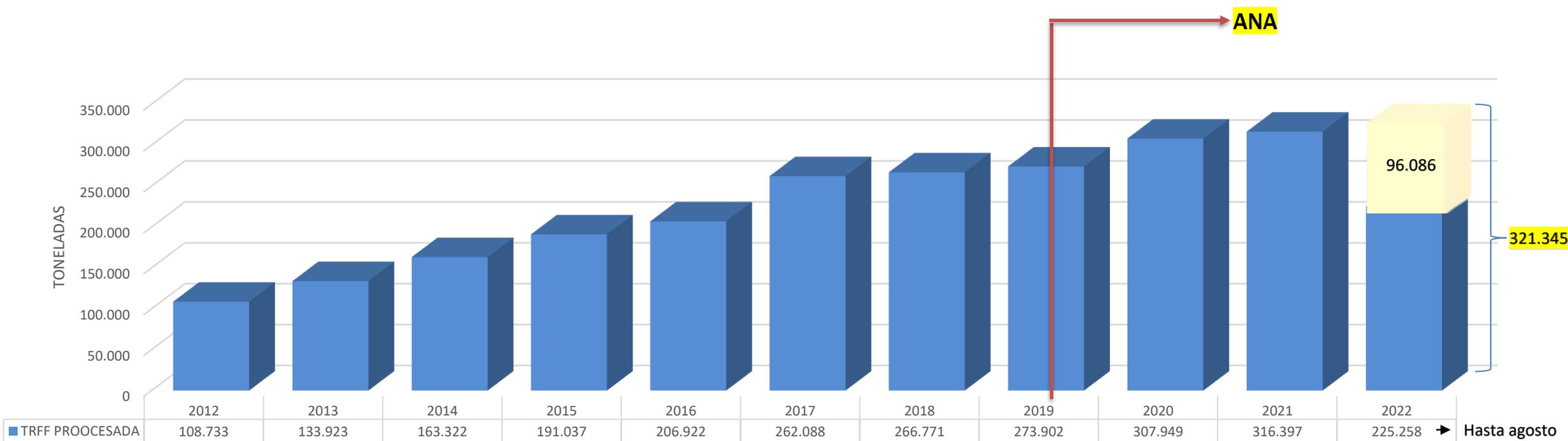
**Bismark Toscano
Ecuador**





1.- Cambios en la materia prima de las extractoras

1.1.- Evolución del fruto híbrido procesado en el Grupo Danec



Gráfica 1: Toneladas de fruta híbrida procesada en PDA y PDE entre ene -12 y ago -22 (proyectada a dic - 22): **2'456.302 Ton**

1.2.- Estudios de conformación de los racimos híbridos actuales



Efecto de la aplicación del ANA



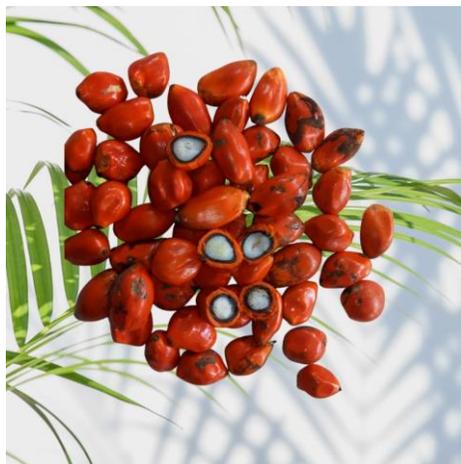
Fruto Polen - ANA



Fruto solo ANA



Conformación del racimo (fruit set)



Fruto normal



Fruto partenocárpico



**Fruto blanco
(mal polinizado)**

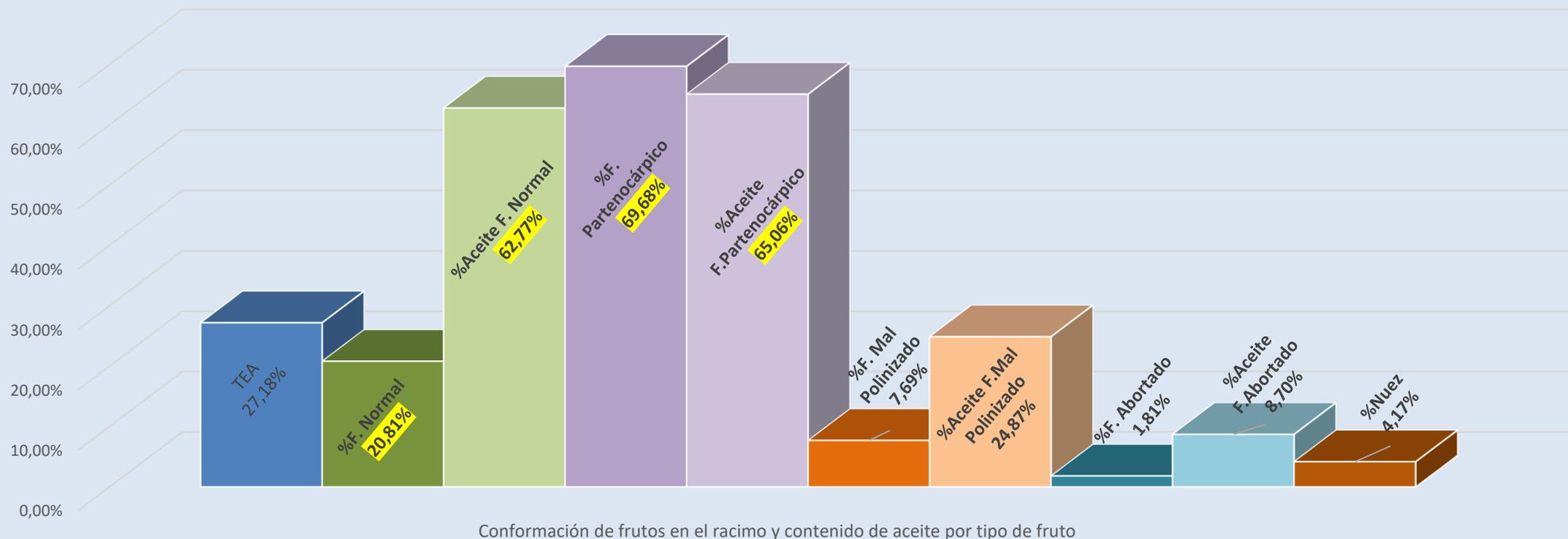


Flores abortadas

Tabla1: Estudio de conformación del racimo y potenciales de aceite realizado en extractora PDA-Quinindé con fruto Híbrido Coarí x Lamé – julio 2022

No	Ensayo 1	Ensayo 2	Ensayo 3	Ensayo 4	Ensayo 5	Ensayo 6	Ensayo 7	Ensayo 8	Ensayo 9	Ensayo 10	Ensayo 11	Ensayo 12	Ensayo 13	Ensayo 14	.....	Ensayo 50	Ensayo 51	Ensayo 52
Parcela	QUE08EHI09	QUF07AHI08	QUH08DHI18	QUH08CHI18	QUF08CHI18	QUH13BHI10	QUH13CHI10	QUE08DHI19	QUB02AHI09	QUB02BHI09	QUF12EHI08	QUG12BHI08	QUG12DHI09	QUB0HI06	.....	QUG10DHI08	QUG11DHI08	QUG11CHI08
Cultivo	2009	2008	2018	2018	2018	2010	2010	2019	2009	2009	2008	2008	2009	2006	.....	2008	2008	2008
TEA	22,45%	22,32%	30,10%	29,47%	26,44%	23,96%	25,64%	30,14%	26,66%	26,00%	22,50%	20,69%	24,45%	20,99%	.....	22,74%	28,69%	25,76%
%F. Normal	28,21%	43,51%	6,02%	49,85%	50,31%	27,01%	34,84%	34,56%	44,31%	34,11%	19,76%	20,41%	1,65%	22,89%	.....	9,16%	1,46%	3,54%
%F. Partenocárpico	59,56%	49,37%	88,96%	45,97%	44,34%	68,25%	62,90%	61,76%	55,19%	58,14%	73,56%	68,71%	88,84%	71,89%	.....	83,59%	89,82%	83,07%
%F. Mal Polinizado	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	4,86%	8,16%	5,79%	3,61%	.....	4,96%	7,43%	9,45%
%F. Abortado	12,23%	7,11%	5,05%	4,18%	5,35%	4,74%	2,26%	3,68%	0,51%	7,75%	1,82%	2,72%	3,72%	1,61%	.....	2,29%	1,29%	3,94%
%A. Fruto Normal	58,92%	72,01%	69,46%	70,08%	77,60%	54,65%	65,80%	71,50%	86,20%	79,13%	73,98%	77,20%	70,55%	57,49%	.....	55,56%	67,65%	65,50%
%A. F. Partenocárpico	57,42%	62,47%	76,88%	65,00%	69,22%	51,20%	65,93%	77,22%	85,71%	68,11%	65,63%	73,11%	68,15%	47,88%	.....	55,05%	59,07%	62,85%
%A. F.M. Polinizado	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	24,87%	23,93%	32,10%	36,77%	.....	20,73%	35,28%	24,43%
%A. F. Abortado	48,88%	12,80%	35,61%	35,50%	34,04%	31,34%	53,34%	20,57%	42,20%	32,11%	5,39%	4,52%	2,81%	14,50%	.....	8,16%	8,60%	5,80%
%Nuez/FN (peso)	44,77%	35,51%	36,17%	36,48%	44,30%	37,31%	41,40%	37,25%	47,77%	20,92%	33,82%	44,11%	41,45%	33,89%	.....	30,67%	12,29%	38,19%
%Nuez/FP (peso)	8,36%	3,16%	5,38%	6,41%	9,45%	2,79%	3,95%	5,42%	2,69%	3,72%	6,06%	3,04%	2,17%	5,71%	.....	0,16%	4,21%	2,52%
%Nuez/RFF	5,98%	4,63%	3,41%	9,77%	9,68%	5,67%	5,42%	6,76%	5,46%	6,13%	7,11%	6,70%	5,76%	2,20%	.....	1,65%	2,61%	3,86%
%F. suelto/RFF	1,17%	2,04%	9,54%	8,06%	5,40%	2,97%	3,66%	8,41%	2,21%	1,37%	1,17%	11,75%	3,00%	1,20%	.....	2,95%	1,82%	1,21%

Gráfica 2: Ejemplo de resultados de ensayos de conformación de fruto híbrido coarí x lamé con polen y ANA, racimo cultivo 2010 PDA



1.3.- Cambios en los balances de masas

Aforos del proceso	Unidades	HIBRIDO CONVENCIONAL CON POLEN, FEB-19	HIBRIDO CON 100% ANA, MAR-22	Variación
Aceite	%Ac/RFF	20,30%	25,00%	4,70%
Raquis	%Raquis/RFF	21,28%	23,20%	1,92%
Fibra	% Fibra/RFF	12,60%	14,80%	2,20%
Nuez	% Nuez/RFF	9,89%	1,56%	-8,33%
Lodo Tridecanter	%Lodo/RFF	5,87%	6,54%	0,67%
Efluente	m ³ / TRFF	0,49	0,40	-0,09
Condensado	m ³ / TRFF	0,11	0,12	0,01

Tabla 2: Balance de masas feb-19 y mar-22 de fruto híbrido extractora Palmeras de los Andes San Lorenzo

1.4.- Incremento de la TEA por aplicación de ANA

Extractoradora Palmeras de los Andes San Lorenzo - Fruto propio Coarí x Lamé



Gráfica 3: Toneladas y TEA mensual de fruto híbrido propio procesado en extractora Palmeras de los Andes San Lorenzo, ene18 -ago22

1.5.- Anomalías en los racimos del fruto híbrido



Abortivo



Asincrónico



Mal polinizado

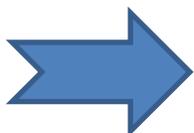


**Mala conformación
interna**

1.6.- Pago por contenido de aceite



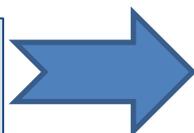
60 Kg del mejor fruto maduro



Planta piloto extractora PDA - Quinindé



Potencial de aceite en fruto: TEA max



Ajuste de TEA max según la calidad de fruto (tabla 3)



$$\text{Precio fruto} = \text{Precio CPO local} \times (\text{TEA ajustada} - F \%)$$

$$3\% \leq F \leq 4,5\%$$

Método para determinar el precio del fruto en función de su contenido de aceite :

Productores pequeños, medianos y grandes

Tabla 3: Tabla de ajuste de TEA máxima mediante factores de penalización por defectos de calidad en el **FRUTO HÍBRIDO** - Extractoras Grupo Danec, (tabla en desarrollo ago-22)

IMPUREZAS

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0,00	0,00	0,26	0,51	0,77	1,03	1,29	1,54	1,80	2,06	2,32
0,10	0,03	0,28	0,54	0,80	1,06	1,31	1,57	1,83	2,09	2,34
0,20	0,05	0,31	0,57	0,82	1,08	1,34	1,60	1,85	2,11	2,37
0,30	0,08	0,33	0,59	0,85	1,11	1,36	1,62	1,88	2,14	2,39
0,40	0,10	0,36	0,62	0,88	1,13	1,39	1,65	1,90	2,16	2,42
0,50	0,13	0,39	0,64	0,90	1,16	1,42	1,67	1,93	2,19	2,45
0,60	0,15	0,41	0,67	0,93	1,18	1,44	1,70	1,96	2,21	2,47
0,70	0,18	0,44	0,70	0,95	1,21	1,47	1,72	1,98	2,24	2,50
0,80	0,21	0,46	0,72	0,98	1,24	1,49	1,75	2,01	2,27	2,52
0,90	0,23	0,49	0,75	1,00	1,26	1,52	1,78	2,03	2,29	2,55

FRUTO VERDE

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0,00	0,00	0,11	0,22	0,33	0,44	0,55	0,66	0,77	0,88	0,99
0,10	0,01	0,12	0,23	0,34	0,45	0,56	0,67	0,78	0,89	1,00
0,20	0,02	0,13	0,24	0,35	0,46	0,57	0,68	0,79	0,90	1,01
0,30	0,03	0,14	0,25	0,36	0,47	0,58	0,69	0,80	0,91	1,02
0,40	0,04	0,15	0,26	0,37	0,48	0,59	0,70	0,81	0,92	1,03
0,50	0,06	0,17	0,28	0,39	0,50	0,61	0,72	0,83	0,94	1,05
0,60	0,07	0,18	0,29	0,40	0,51	0,62	0,73	0,84	0,95	1,06
0,70	0,08	0,19	0,30	0,41	0,52	0,63	0,74	0,85	0,96	1,07
0,80	0,09	0,20	0,31	0,42	0,53	0,64	0,75	0,86	0,97	1,08
0,90	0,10	0,21	0,32	0,43	0,54	0,65	0,76	0,87	0,98	1,09

FRUTO MALFORMADO

	0	1	2	3	4	5	6	7
0,00	0,00	0,07	0,13	0,20	0,26	0,33	0,39	0,46
0,10	0,01	0,07	0,14	0,20	0,27	0,33	0,40	0,46
0,20	0,01	0,08	0,14	0,21	0,27	0,34	0,40	0,47
0,30	0,02	0,08	0,15	0,21	0,28	0,34	0,41	0,47
0,40	0,03	0,09	0,16	0,22	0,29	0,35	0,42	0,48
0,50	0,03	0,10	0,16	0,23	0,29	0,36	0,42	0,49
0,60	0,04	0,10	0,17	0,23	0,30	0,36	0,43	0,49
0,70	0,05	0,11	0,18	0,24	0,31	0,37	0,44	0,50
0,80	0,05	0,12	0,18	0,25	0,31	0,38	0,44	0,51
0,90	0,06	0,12	0,19	0,25	0,32	0,38	0,45	0,51

	10	20	30	40	50	60	70	80	90
0,00	1,10	2,20	3,30	4,40	5,50	6,60	7,70	8,80	9,90
1,00	1,21	2,31	3,41	4,51	5,61	6,71	7,81	8,91	10,01
2,00	1,32	2,42	3,52	4,62	5,72	6,82	7,92	9,02	10,12
3,00	1,43	2,53	3,63	4,73	5,83	6,93	8,03	9,13	10,23
4,00	1,54	2,64	3,74	4,84	5,94	7,04	8,14	9,24	10,34
5,00	1,65	2,75	3,85	4,95	6,05	7,15	8,25	9,35	10,45
6,00	1,76	2,86	3,96	5,06	6,16	7,26	8,36	9,46	10,56
7,00	1,87	2,97	4,07	5,17	6,27	7,37	8,47	9,57	10,67
8,00	1,98	3,08	4,18	5,28	6,38	7,48	8,58	9,68	10,78
9,00	2,09	3,19	4,29	5,39	6,49	7,59	8,69	9,79	10,89

	10	20	30	40	50	60	70	80
0,00	0,65	1,30	1,95	2,60	3,25	3,90	4,55	5,20
1,00	0,72	1,37	2,02	2,67	3,32	3,97	4,62	5,27
2,00	0,78	1,43	2,08	2,73	3,38	4,03	4,68	5,33
3,00	0,85	1,50	2,15	2,80	3,45	4,10	4,75	5,40
4,00	0,91	1,56	2,21	2,86	3,51	4,16	4,81	5,46
5,00	0,98	1,63	2,28	2,93	3,58	4,23	4,88	5,53
6,00	1,04	1,69	2,34	2,99	3,64	4,29	4,94	5,59
7,00	1,11	1,76	2,41	3,06	3,71	4,36	5,01	5,66
8,00	1,17	1,82	2,47	3,12	3,77	4,42	5,07	5,72
9,00	1,24	1,89	2,54	3,19	3,84	4,49	5,14	5,79

2.- Modificaciones en el proceso de extracción



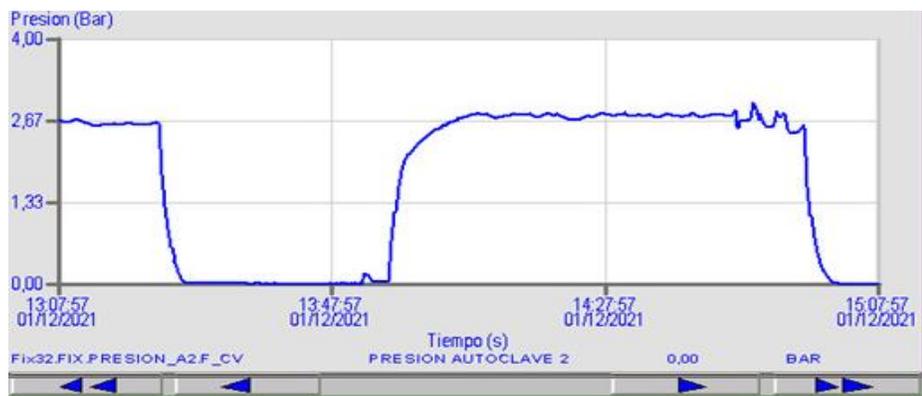
2.1- Modificaciones en ciclos de esterilización

TIEMPOS CICLO DE ESTERILIZACIÓN				Pérdidas en esterilización (RMN)	
Desaireado	Sostenimiento	T	P	Impregnación en raquis antes del prensado	Condensado
Minutos	Minutos	°C	bar	% Ac/SSNA	g/litro
10	55	130	2,7	5,31- 6,12	2,00 - 2,98

Tabla 4: Ejemplo de ciclo con rango de pérdidas, extractora PDE ago- 22



Gráfica 6: Ciclo esterilización fruto híbrido convencional, extractora PDE ago - 22



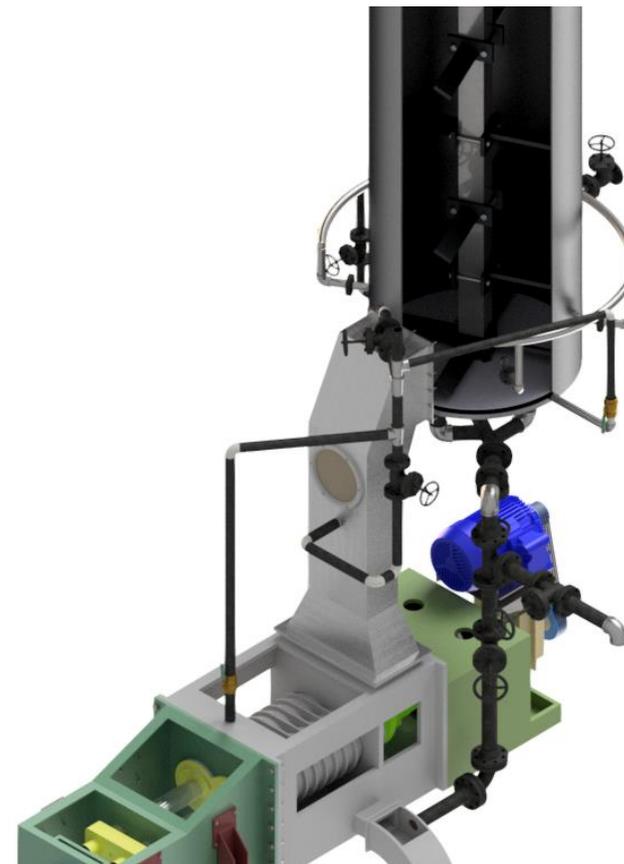
Gráfica 5: Ciclo esterilización fruto híbrido con ANA, extractora PDE dic - 21



Gráfica 7: Ciclo esterilización fruto híbrido con ANA, extractora PDASL sep - 22

Ciclos en frecuente modificación en función del fruto adherido al raquis, las pérdidas por impregnación de aceite en raquis y en condensados de esterilización

2.2.- Modificaciones en digestión y prensado: doble fondo y derivación del licor del digestor



Modificaciones en tornillos de prensa y canastas



Canasta de prensado perforación 4 mm

Canasta de prensado perforación 3 mm



Material: Acero al carbono
Indicador de cambio: Reducción de capacidad (20%) y/o aumento en pérdidas (20%)
Uso: Primera puesta + 3 reparaciones
Vida útil: 3000 h con reparaciones cada 700 horas aproximadamente



En el fruto con ANA aprox el 80% de la nuez se recircula para mejorar la capacidad de prensa

2.3.- Composición del licor de prensas y digestores



LICOR DE DIGESTORES			
COMPOSICIÓN VOLUMÉTRICA	PDAQ	PDASL	PDE
%ACEITE	66%	55%	50%
%LODOS LIVIANOS	0%	0%	0%
%AGUA	0%	0%	0%
%LODOS PESADOS	34%	45%	50%

LICOR DE PRENSAS			
COMPOSICIÓN VOLUMÉTRICA	PDAQ	PDASL	PDE
%ACEITE	30%	42%	45%
%LODOS LIVIANOS	4%	2%	2%
%AGUA	21%	28%	25%
%LODOS PESADOS	45%	28%	28%
DILUCIÓN	1.43	1.50	1,80

Tabla 5: Composición volumétrica de licor de digestores y prensas, extractoras Grupo Danec ago-22

2.4.- Relación pérdidas en fibra versus condiciones de operación con fruto híbrido

EXTRACTORA	DIGESTOR						% Nuez	Pérdidas de aceite en fibra
	Temp °C	Agitador rpm	Licor digestor derivado		Licor total	Licor derivado/total		
			m ³ /h	m ³ /TRFF	m ³ /TRFF	%		%Ac/SSNA
PDAQ	80 - 90	28	1.00 - 2.00	0.08 - 0.16	0.47 - 0.93	17.14%	2.00 - 4.00%	8.50 - 9.20%
PDASL	80 - 90	28	3.50 - 4.00	0.29 - 0.33	0.61 - 0.69	47.69%	0.80 - 1.60%	6.20 - 7.50%
PDE	70 - 90	26	1.60 - 2.50	0.11 - 0.17	0.47 - 0.73	23.28%	3.50 - 4.00%	6.00 - 7.44%

EXTRACTORA	PRENSA P15			
	Presión Psi	Rpm	Rendim. TRFF/h	Disminución de capacidad
PDAQ	1200 - 1500	13	11 - 13	15 - 25%
PDASL	1200 - 1500	14	11 - 13	15 - 25%
PDE	1000 - 1500	14	11 - 12	15 - 27%

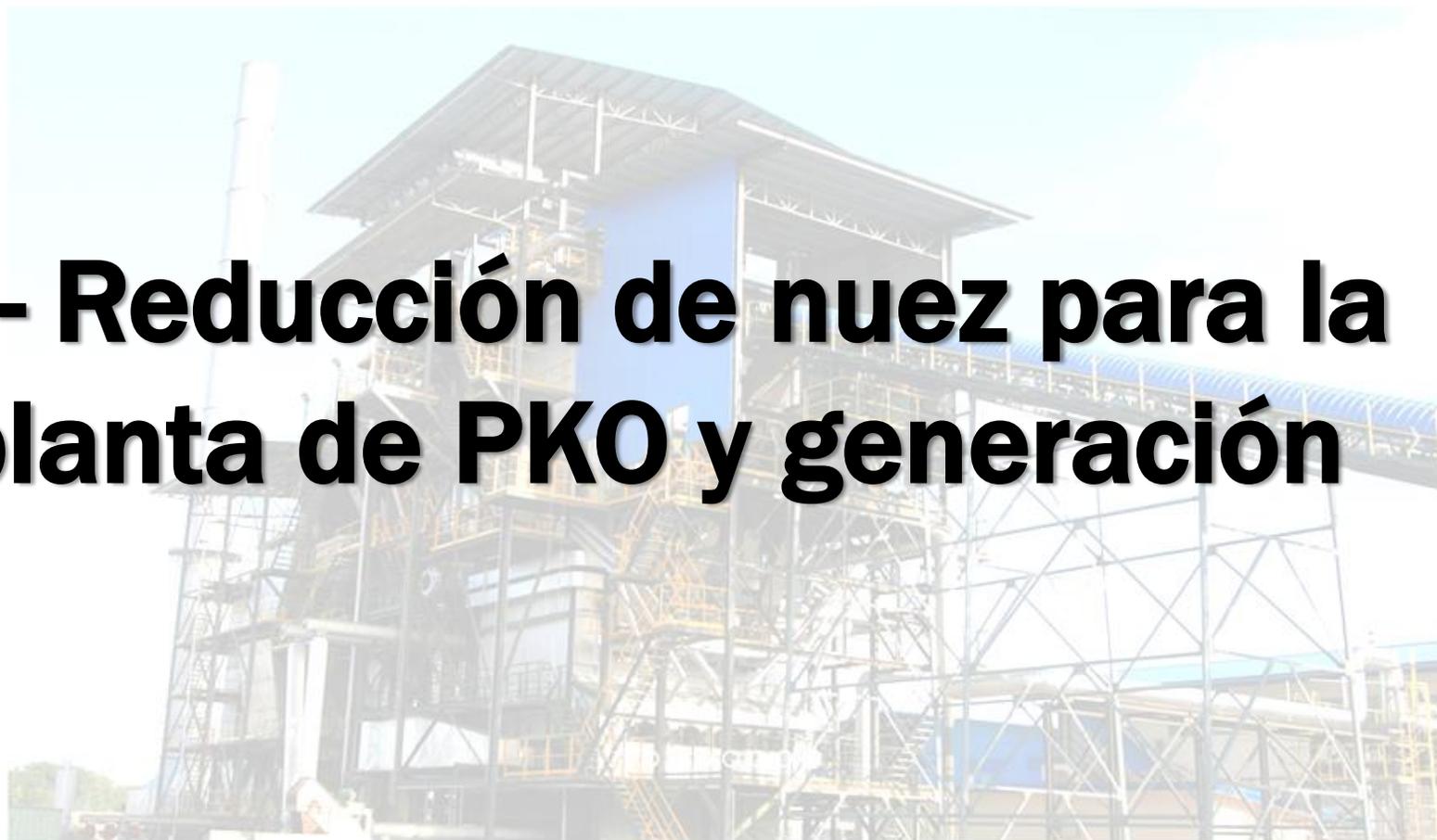
Tabla 6: Rangos de operación de digestores y prensa, licor derivado, contenido de nuez y pérdidas de aceite en fibra, extractoras Grupo Danec ago - 22

2.5.- Control de variables en digestores y prensas

DIGESTOR		
PARÁMETRO	UNIDADES	RANGO REFERENCIAL
Nivel	--	lleno
Temperatura	°C	80 - 90
Velocidad agitador	rpm	26 - 30
Caudal licor derivado en digestor	m ³ /TRFF	> 0,25
Tiempo maceración	min	20 - 25
PRENSAS		
Presión hidráulico P15	psi	1200 - 1600
Dilución	factor	1,4 - 1,8

Tabla 7: Variables a controlar y rangos de referencia en digestores y prensas para fruto híbrido con ANA, extractoras Grupo Danec ago - 22

3.- Reducción de nuez para la planta de PKO y generación



3.1.- Cambios en la materia prima (nuez)



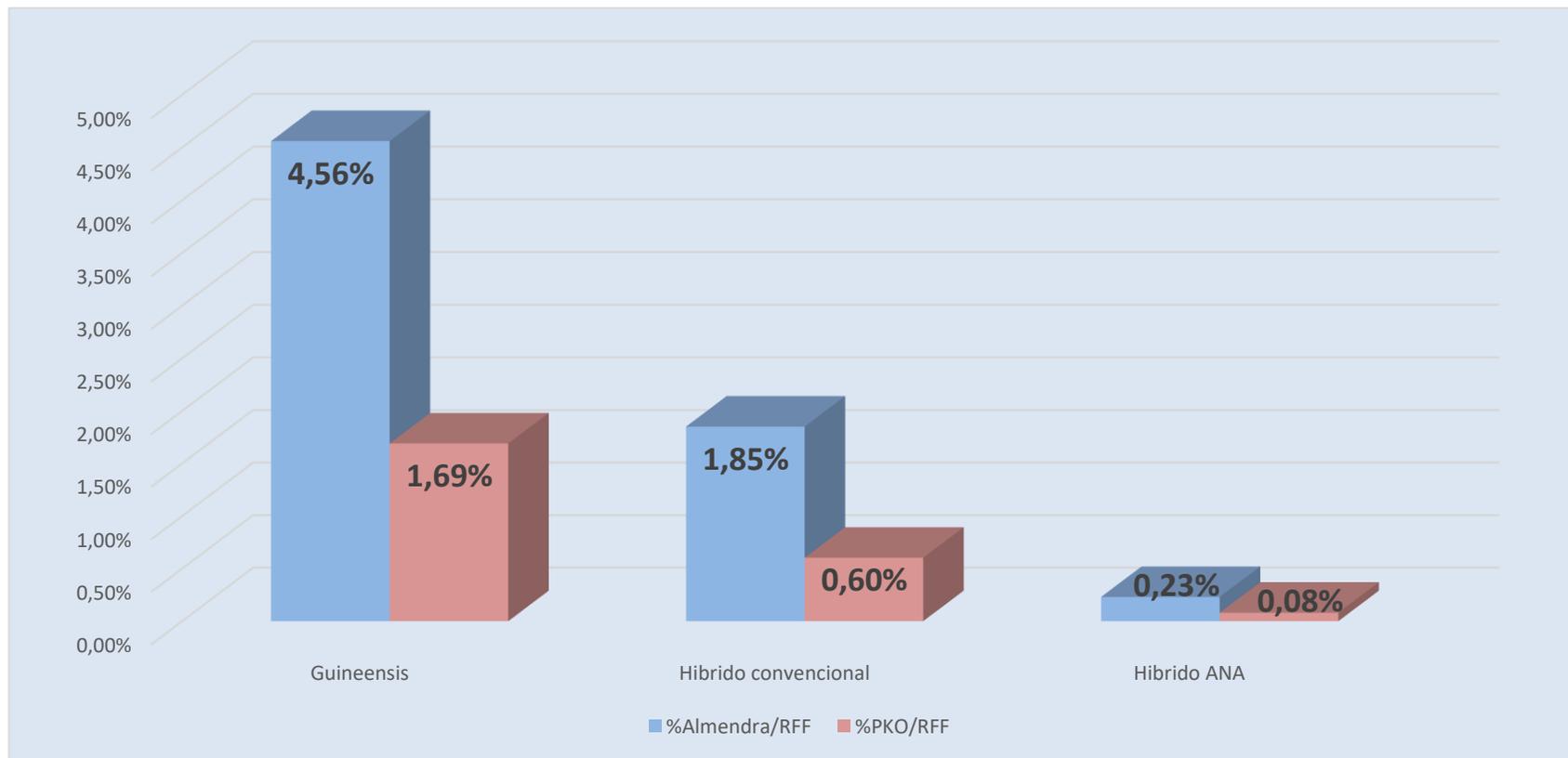
Descripción	Guineensis	Híbrido con polen	Híbrido ANA	Variación GUIN vs Hib ANA
%Fibra/RFF	13,78%	14,94%	15,87%	15,17%
%Raquis entero/RFF	21,49%	21,28%	23,20%	7,96%
%Nuez/RFF	11,50%	9,89%	1,56%	-86,43%
%Almendra/RFF	4,56%	1,85%	0,23%	-94,96%
%Almendra/nuez	40%	19%	15%	-62,50%
%Cuesco/RFF	6,94%	8,04%	1,33%	-80,84%
%PKO/RFF	1,89%	0,60%	0,08%	-95,77%

nuez obtenida del fruto híbrido con ANA

Tabla 8: Comparación de contenidos en el fruto guineensis, híbrido con polen e híbrido con ANA, extractora Palmeras de los Andes Quinindé feb - 21

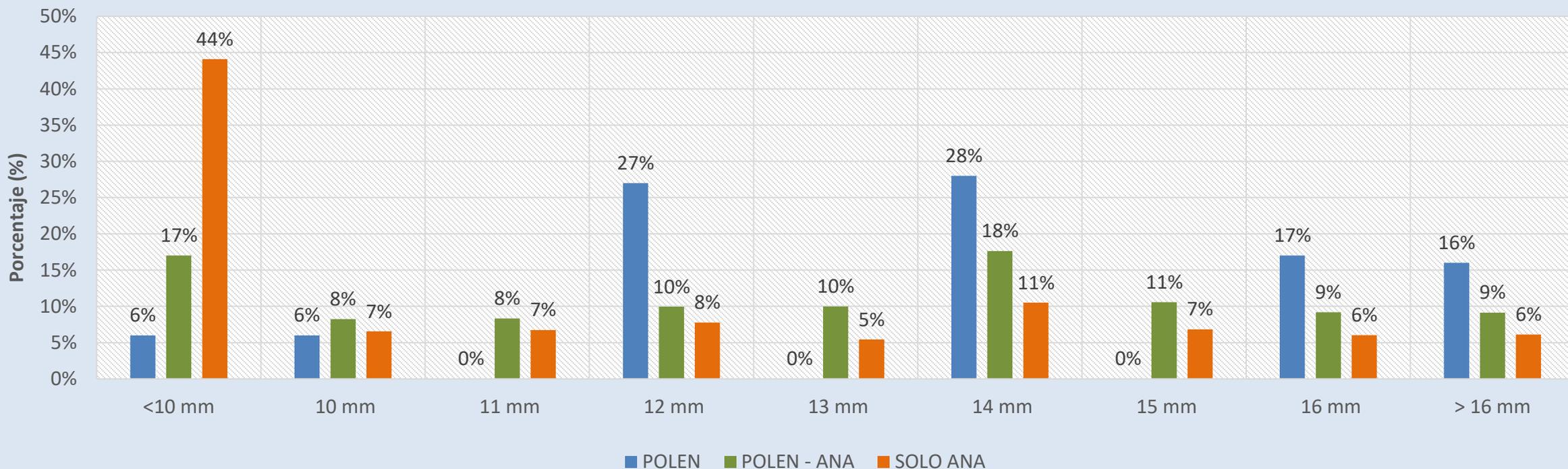


Almendra y cuesco obtenidos del fruto híbrido con ANA



Gráfica 9: Comparación de contenidos de almendras y PKO en el fruto guineensis, híbrido con polen e híbrido con ANA, extractora Palmeras de los Andes Quinindé feb - 21

3.2.- Tamaño de nuez en el fruto híbrido



Gráfica 8: Comparación de histogramas de nuez obtenida del fruto híbrido con polen, polen ANA y solo ANA, extractoras Palmeras de los Andes Quinindé y San Lorenzo feb - 21

3.3.- Cambios en el poder calorífico de la biomasa combustible

BIOMASA COMBUSTIBLE	Poder Calorífico Neto [Kcal/kg]	Humedad
Cuesco (endorcarpio)	4853,30	17,58 %
Fibra mesocarpio	3092,01	40,00 %
Raquis prensado	2361,96	40,00 %
Mezcla 20% Cuesco y 80% Fibra (*)	3872,46	40,00 %
Mezcla 50% Fibra y 50% Raquis (*)	2607,49	40,00 %

(*) % de mezcla en peso

Método: PNE/DPEC/P/MI02 Ref. ASTM D-240 (Calorimetría)

Condiciones ambientales de la medición: Presión Atmosférica 542,1 - 544,9 mm Hg ; Temperatura 16,8 - 20,2 °C

Los contenidos de azufre, cenizas y demás componentes están dentro de Norma para el aprovechamiento como combustible térmico

Tabla 9: Poder calorífico del cuesco, fibra mesocarpio, raquis prensado y mezclas, extractora Palmeras del Ecuador nov - 21

3.4.- Efectos en la planta de PKO y generación



Conclusiones y Recomendaciones

- La materia prima sigue cambiando, el proceso de extracción debe adaptarse.**
- La amplia variabilidad en el fruto híbrido exige definir su precio en función de su contenido de aceite.**
- No es necesario agregar nueces u otros sólidos extraños en el prensado del fruto híbrido con ANA. El ajuste de las variables en esterilización, digestión y prensado posibilita un proceso eficiente. No existe una receta única, en cada extractora cambian los parámetros en función del fruto.**
- La recirculación de la nuez propia si contribuye a recuperar parcialmente la capacidad de las prensas.**
- Las pérdidas en fibra son inversamente proporcionales al caudal del licor del digestor que logremos separar antes de la prensa.**

- Conviene incorporar al proceso equipos de medición rápida de pérdidas y mecanismos que nos ayuden a derivar el licor del digestor de una manera controlada.**
- Los cambios en la geometría de los tornillos de prensa y en los diámetros de los agujeros de las camisas finalmente no alteraron los resultados.**
- La aplicación del ANA en el fruto tiene un alto impacto en la palmistería y en los sistemas de generación de vapor y electricidad. Este efecto debe considerarse en el análisis costo - beneficio**
- La torta de palmiste prácticamente desaparece en el proceso del fruto híbrido con ANA. No obstante, el polvillo separado de la fibra es un sustituto a considerar.**

Agradecimientos

A los organizadores de este evento y en especial a Jesús Alberto García, coordinador del programa de procesamiento de Cenipalma.

A todos nuestros colaboradores, principalmente a quienes contribuyeron en el desarrollo de esta presentación:

Palmeras de los Andes

- ❖ Paúl Santana
- ❖ Jairo Tuarez
- ❖ Miguel Rivadeneira
- ❖ Fernando Andrango
- ❖ Daniel Rueda
- ❖ Ángel Medina

Palmeras del Ecuador

- ❖ José Silva
- ❖ Estefania Herrera
- ❖ Angel Vivar
- ❖ Tito Oña



“...HAY FUTURO A PESAR DE LA PC”

Salomón Gutt

1945 - 2019



XX
Conferencia
Internacional sobre

**PALMA
DE ACEITE**

**EL PODER TRANSFORMADOR
DE LA PALMA DE ACEITE**

Gracias