

MÓDULO 2 PERSPECTIVAS DE MERCADO Y LA COMERCIALIZACIÓN DE LOS ACEITES ALTO OLEICO

Evolución de la polinización en fase sólida

Editado por Fedepalma con base en la presentación realizada durante el Gran Taller de Alto Oleico, realizado en el marco del LI Congreso Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite



JORGE CORREDOR

Gerente de Palmeiras Colombia

Camilo Colmenares, moderador. Para este segundo módulo del taller, relacionado con experiencias en la producción de los frutos de palma alto oleico, nos acompaña Jorge Corredor, profesional en Química y Ciencias de las Plantas de la Universidad de Wisconsin. Tiene más de 40 años de experiencia en el cultivo de palma *E. guineensis* y procesamiento de su fruta en las empresas Palmeiras Colombia y Palesema. Los últimos 14 años los ha dedicado al cultivo y procesamiento del alto oleico.

Ha sido miembro de la Junta Directiva de Cenipalma durante 14 años, entre los años 1992 a 2011. Jorge Corredor es un palmero veterano de la zona de Tumaco. Yo lo describiría como un sobreviviente palmero de esta zona. Primero sufrieron las inclemencias de la inseguridad y tuvo que manejar su plantación a la distancia, primera proeza; no ha abandonado su plantación a pesar de los problemas de seguridad. Luego vino la PC y todos sabemos lo que fue esta enfermedad en Tumaco. Perdieron la plantación y, a partir de ese momento, se volvió un estudioso de la PC, al punto que en muchos medios lo llaman Mr. PC.

Creyó nuevamente en la palma y reinició su plantación con los híbridos y, entonces, se volvió un experto de estos; después de eso vino el ANA y ha sido un promotor de este nuevo protocolo. Él ha visto cómo sus plantaciones en Tumaco pasaron de unas superproductividades en *guineensis* a caer por la PC y ahora está volviendo a ver ese resurgimiento de la palma por parte del híbrido en Tumaco. Le damos la bienvenida a Jorge Corredor.

Jorge Corredor. Gracias, Camilo. Cuando me llamaron a preguntar a quién recomendaba para que hiciera esta presentación, me propuse como voluntario. He hablado de esto en varias ocasiones en el pasado; para mí es un tema absolutamente apasionante. Tuve la oportunidad de trabajar con ANA desde la época de la universidad, obviamente no en palma, pero sabía más o menos cómo funcionaba y cuando Cenipalma empezó a hablar de ANA para originar fruta partenocárpica, me interesé mucho en el tema. Seguí la investigación de Cenipalma por un tiempo y luego inicié mis propios estudios, y lo que muchos de ustedes hacen hoy de polinización en fase sólida, fue un desarrollo personal.

Ahora hay una gran incógnita de si debemos hacer esto en fase líquida o en fase sólida. Yo he pasado por ambas y me he quedado con la sólida. Desde el punto de vista logístico, lo que vi desde el inicio es que en sólido iba a ser mucho más simple y, si uno mira lo que esta tecnología ha logrado hacer, es absolutamente increíble.

Antes de la PC, en Tumaco había como dos mil palmicultores y todos perdimos el 100 % de las palmas por la PC. Y algunos, no todos de los que había anteriormente, hasta ahora hemos sembrado como 20.000 hectáreas de las 36.000 que tuvimos.

En nuestra plantación en Tumaco absolutamente todo es híbrido, pues tenemos un pequeño programa de producción de semillas que próximamente lanzaremos al mercado. Esta iniciativa está basada en materiales: los padres van a ser materiales *guineensis* resistentes a la PC y las madres son materiales Coari. Vamos bastante adelante con este desarrollo y vamos aprendiendo mucho.

Tumaco tenía una cosa que ninguna otra zona del país tenía y es que durante los últimos 45 años hemos tenido híbridos OxG, posiblemente por la cercanía a la granja del Mira. Antes de sembrar híbridos en otras zonas del país, en Tumaco ya había y muchos de los pequeños palmicultores ya tenían estos cultivares. Nosotros teníamos muchísima experiencia en el proceso de fruta híbrida. La planta de Palmeiras comenzó en el año 1978 y en esa época ya había híbridos en producción en Tumaco.

Entonces, cuando llegó la PC y empezamos a hablar de cambio de cultivo, por lo menos nosotros ya conocíamos bastante bien el híbrido. Sabíamos que el híbrido existente en Tumaco no era muy productivo y, además, que tenía pésima extracción. Afortunadamente, Philippe Genty había trabajado en el desarrollo de Coari x La Mé y pudimos tener un híbrido con mejor extracción y con alta productividad, pero seguíamos con el problema –y esto fue una motivación grande para trabajar en este punto– de que posiblemente, si no teníamos nueces de *guineensis*, iba a ser muy difícil de procesar. Ese era el tema en el año 2017 cuando empezamos a hacer la investigación y lo fue por 2018 y 2019, y creo que a partir de 2020 comenzamos a resolver el inconveniente de la cantidad de líquido que genera este material en el digestor y que hace que no sea posible prensar.

Hoy en día ya no nos preocupamos por nueces. Hasta hace muy poco yo mantenía un *stock* de 120 toneladas de nueces en el almacén por si acaso nos hacían falta. Ese paradigma ya se terminó. Somos capaces de procesar esto sin aplicación de nueces.

En la Zona Oriental del país todavía veo que hay mucha gente usando las nueces de *guineensis* para procesar. Eso no tiene ninguna justificación. La curva de producción y de extracción de palmiste en el país va en caída libre y es porque el híbrido se está comiendo las nueces. Eso no tiene sentido. Ya existen múltiples tecnologías para procesar esto; no solo sin adición de nueces, sino también sin agregar polen.

Y eso me lleva al punto de por qué volvimos esto una aplicación sólida. La intención inicial era porque podíamos adicionar polen y era factible resolver el inconveniente que íbamos a tener en las plantas. Nosotros sabíamos que ese problema iba a ocurrir; simplemente lo estábamos previendo y por eso decidimos que, si lo hacíamos en fase sólida, podríamos aplicar polen.

El protocolo original que desarrolló Cenipalma estaba hecho para llevar a cabo esto en líquido y no solo eso; la corporación decidió que iba a solubilizar la hormona. La hormona es un ácido orgánico bastante insoluble en agua y Cenipalma decidió que solubilizaría la hormona en una solución diluida de hidróxido de sodio. Y cuando lo solubilizábamos, que no era realmente una solubilización, sino una reacción de balde, estábamos neutralizando esa hormona en el balde y, en definitiva, no estábamos realmente terminando con el mismo ANA con el que iniciamos. Lo que estábamos aplicando en el campo era una solución de la sal sódica de ANA.

Así que, cuando en las figuras vean ANA soluble significa sal sódica de ANA y el ANA insoluble significa el ácido alfa-naftalenacético, que es completamente insoluble en agua. Ustedes han visto, sobre todo quienes están ensayando ahora con aplicaciones líquidas, que se debe solubilizar y la única manera de hacerlo es con un solvente orgánico, como etanol.

Si ustedes ven toda la investigación original de Cenipalma, hacía 20 inflorescencias por tratamiento, de múltiples tratamientos. Cada ensayo tenía cinco o seis tratamientos diferentes y utilizaba 20 inflorescencias

cias; entonces, al final usted tenía 100 o 120 racimos, los llevaba al laboratorio, hacía potenciales, le daban fantástico y decidía cuáles eran las cosas que iba a estudiar para el siguiente paso.

Desde cuando yo empecé a ver esas presentaciones de los 20 racimos por tratamiento, pensé que, para nosotros los palmeros, 20 racimos no sirven de nada; yo necesito hacer 20.000. Y me pasé dos años persiguiendo ese protocolo para hacer 20.000 racimos para ver cómo íbamos a procesarlos, hasta que un día finalmente lo conseguí y procedí a comenzar la validación.

Realizamos múltiples ensayos grandes; la mayoría de ellos se hicieron primero en Palesema, una plantación en la cual somos socios en Ecuador, y después, en Palmeiras cuando ya pudimos tener ANA en Colombia.

Iniciamos los primeros ensayos en julio de 2017. Ni siquiera habíamos cosechado los racimos cuando

decidimos lanzarnos en esto a gran escala. Montamos en Palesema un ensayo de 150 hectáreas en líquido, que es el primer ensayo grande que yo conozco en el mundo, y al mismo tiempo montamos otro de 600 hectáreas en fase sólida (Figura 1).

Después de un par de meses, mi gente me dijo en Palesema: “No será que ya tenemos suficiente para tomar los datos de extracción en la planta y suspendemos la aplicación líquida, porque 150 hectáreas de esta aplicación nos están chiflando y 600 en sólido, todavía las podemos manejar”. Cuando hicimos las aplicaciones líquidas, vimos el aumento en la extracción, pero se cayó el peso de los racimos; entonces, la aplicación líquida no nos pareció interesante.

Lo que presento en la Figura 2 es tomado de Cenipalma de 2017. Es el marco teórico sobre el momento en el que se deben hacer las aplicaciones. El polvo blanco es un ácido orgánico que llamamos ANA, que

Figura 1. Resultados de aplicaciones líquidas de ANA.

- Aplicación del protocolo desarrollado por Cenipalma en plantaciones comerciales.
- Aumento del contenido de aceite del racimo hasta del 30 %. Se validó en Palmeiras Colombia y en Palesema, Ecuador. En esta última, con ensayo industrial en 150 hectáreas.
- Aumento significativo de la extracción. Disminución del peso de racimos entre el 15 y el 30 % por la falta de nueces.
- Dificultad para pensar la fruta por la misma razón.
- Nueces existentes de polinización natural, 10 % aproximadamente, contra un 35 a un 45 % de la polinización asistida.



Figura 2. Marco teórico sobre el momento para la aplicación de ANA.



Estados fenológicos de aplicación para las fitohormonas. a) Estado fenológico 603 (preantesis III). b) Estado fenológico 607 (antesis). c) Siete días después de antesis (7 dda). d) Catorce días después de antesis (14 dda). Tomado de Cenipalma, 2017.



- Auxinas (previenen caída de frutos y estimulan llenado de los mismos y formación de partenocárpico, regulan la floración, enraizamiento).
- ANA - Ácido Alfa Naftalenacético.
- Aplicación en forma líquida.
- Sal sódica del ANA en polvo.
- ANA en forma ácida en polvo.

se usa para múltiples cosas: se usa como enraizador en cultivos de flores; como macollador en muchos cultivos de gramíneas; para producir frutos partenocárpicos, por ejemplo, en uvas sin semillas, etc. Por lo tanto, ANA es un producto químico altamente utilizado en la agricultura del mundo, en múltiples cultivos y por diversas razones.

La Figura 3 es una recopilación que desarrollamos en Palmeiras antes de que tuviéramos ANA y que sigue funcionando: las clases de racimos, que son muy importantes para este tema.

En la parte derecha de la Figura 3 se observan racimos con algunas zonas quemadas; son las partes donde el ANA no llegó. Esta hormona es un produc-

to completamente de contacto; lo que no toca, simplemente no se forma. Por eso es muy importante la calidad de la aplicación.

Resultados de los ensayos

En la Figura 4 hay un comparativo entre la aplicación de ANA soluble, que ya les dije que es una sal sódica de ANA, y del ANA normal, que es el que tenemos actualmente en Colombia. Encontramos que con la sal sódica de ANA se requiere mucho menos ANA que con el ácido orgánico. Los datos son bastantes similares: con 90 miligramos de ANA por inflorescencia hacíamos algo muy similar a lo que hacemos con 240 miligramos de ANA insoluble.

Figura 3. Clases de racimos de palma de aceite.

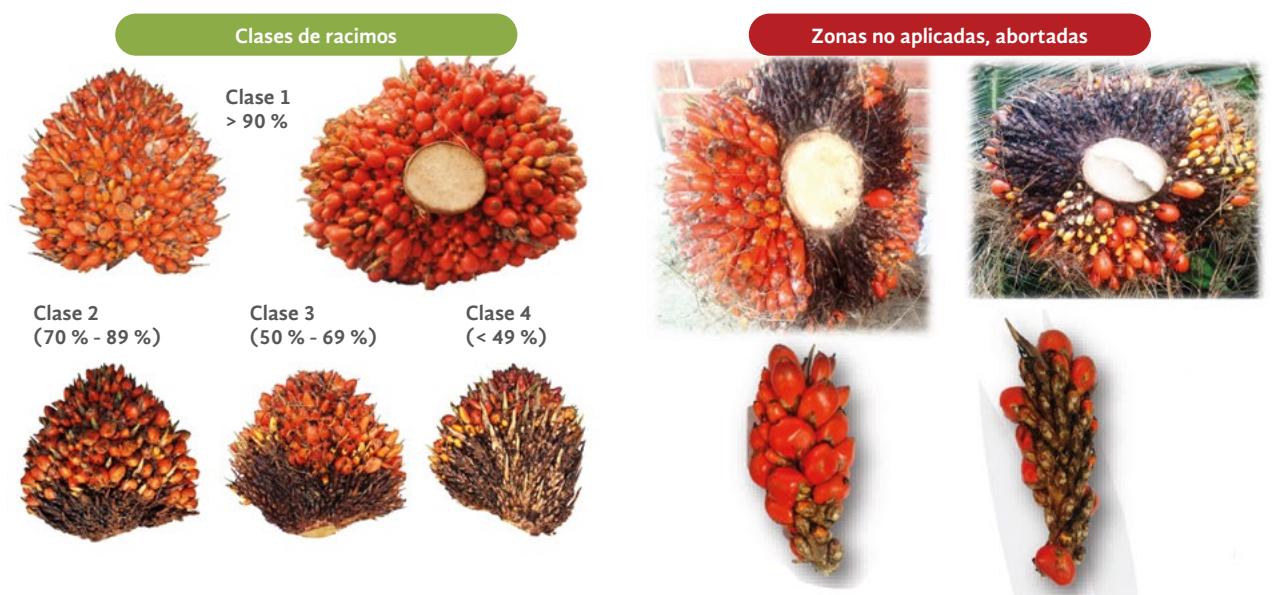


Figura 4. Resultados de ensayos a pequeña escala con ANA soluble en polvo y ANA insoluble (2018).

ANA sódica	60+50	Polen 1/15	90+50	Polen 1/15	120+50	Polen 1/15	240+50	Polen 1/15
Formación de frutos partenocárpicos (%)	74,8	69,0	77,8	66,6	74,9	64,7	73,7	60,8
Aumento o disminución del peso en el racimo contra el testigo (%)	+6		-8		-11		+9	
Peso del racimo (kg)	18,8	17,8	18,6	20,2	17,1	19,1	15,8	14,6
Tasa de extracción en laboratorio (%)	29,3	28,1	32,6	28,5	31,2	30,0	31,2	26,4
Aceite total en racimo (kg)	5,51	5,00	6,06	5,76	5,33	5,73	4,92	3,85
Almendra en racimo (%)	0,9	1,9	0,8	2,7	0,8	3,4	0,9	3,5

Continúa ▼

ANA ácida	90+50	Polen 1/15	180+50	Polen 1/15	240+50	Polen 1/15	240 inflorescencias quemadas
Formación de frutos partenocárpicos (%)	71,4	59,6	74,1	59,4	79,2	64,7	73,9
Aumento o disminución del peso en el racimo (%)	-9		+5		+9		-16
Peso del racimo (kg)	18,1	19,8	17,9	17,1	18,5	17,0	13,6
Tasa de extracción en laboratorio (%)	29,0	24,8	29,8	26,3	34,4	28,4	33,5
Aceite total en racimo (kg)	5,25	4,91	5,33	4,49	6,36	4,82	4,56
Almendra en racimo (%)	1,2	5,4	2,3	3,5	0,7	3,7	0,9

Los resultados de los ensayos que hicimos con 90 miligramos de ANA soluble y 240 de ANA insoluble se resumen en la Figura 5. En estas pruebas también revisamos los rendimientos laborales. Al comienzo, seguimos las indicaciones recomendadas por Cenipalma de hacer una aplicación cada

siete días y calculamos cuántos ingresos requeríamos hacer si realizábamos una aplicación por inflorescencia cada semana, y nos dimos cuenta de que, a mayor número de ingresos, mayor costo, menor eficiencia, pues caminábamos en la misma zona varias veces.

Figura 5. Resultados industriales de los ensayos y resultados de eficiencia laboral.

Ensayos y resultados industriales

Lote	Área	Tratamiento	Dosis	Prom. aplica	Prom. visita	Eficiencia
ANA soluble + 50 mg polen						
RP25	21,15	ANA-Na 90 (1 ing)	90 mg ANA + 50 mg polen	315	382	82 %
RP35	11,04	ANA-Na 90 (1 ing)	90 mg ANA + 50 mg polen	274	322	85 %
RP45	29,43	ANA-Na 90 (2 ing)	90 mg ANA + 50 mg polen	200	397	50 %
RP55	17,71	ANA-Na 90 (2 ing)	90 mg ANA + 50 mg polen	221	459	48 %
ANA insoluble + 100 mg polen						
RP35	11,04	ANA 240 (2 ing)	240 mg ANA + 100 mg polen	220	503	44 %
RP55	17,71	ANA 240 (2 ing)	240 mg ANA + 100 mg polen	268	582	46 %

Resultados eficiencia laboral

Ítem	ANA soluble + 50 mg polen		
	Polinización asistida	Polinización artificial dos ingresos	Polinización artificial un ingreso
Frecuencia (ingresos/área)	3	2	1
Tarea diaria	10 ha	6,5 ha	4,5 ha
Eficiencia	16 %	47 %	84 %
Flores posantesis	7 %	14 %	25 %
Cobertura	94 %	98 %	98 %
Recurso humano	-	=	-15 %

Como ya lo mencioné, llevamos a cabo múltiples ensayos de planta. Comenzamos haciendo *batches* de solo fruta con ANA y después terminamos realizando *batches*, porque era difícil, especialmente en las épocas de pico, llevar a cabo el seguimiento exacto de los *batches*. Simplemente hacíamos un *batch* grande en el día, tomábamos ese dato como el proceso del día, restábamos lo que no tenía ANA de lo que sí tenía ANA y determinábamos la extracción. Es una extracción calculada, pero nos dio muy buenos indicios desde el principio de que realmente podíamos obtener extracciones del 26, 27, 28 % sin mayor inconveniente (Figura 6).

En los datos de la Figura 6, en las cifras de la derecha, la extracción del día nos dio 24,43 %, pero la extracción extrapolada nos dio 26,63 %. La mayoría de los resultados que obtuvimos cuando arrancamos con ANA en fase sólida estaban por ese rango.

Conclusiones de los ensayos iniciales con ANA

Lo primero que logró el ANA fue viabilizar el cultivo. Este era un cultivo que no era viable; con él nos estába-

mos arruinando. Empezamos la siembra en el año 2007 y lo hicimos hasta 2009. Palmeiras tiene alrededor de 1.400 hectáreas de híbridos y todos los años perdíamos plata. Los pagos que hacíamos por mano de obra para la polinización asistida nunca se recuperaban.

Cuando llegó el ANA, por fin empezamos a ver que éramos capaces realmente de recuperar lo que invertíamos en polinización. En Palmeiras hemos tenido años de más de 18 racimos por palma promedio de la finca, hasta 19,5. No todos los años son iguales. Esto nos da productividades superiores a 30 toneladas con relativa facilidad.

Hay gente que tiene extracciones del 27 y 28 %. La mayoría en Tumaco estamos produciendo por encima de 7 toneladas de aceite por hectárea; en Urabá están produciendo 10 o 12 toneladas de aceite por hectárea. Eso es un récord mundial y dicen que el potencial es de 20, así que estamos lejos de donde tenemos que llegar.

Nosotros hemos hecho ensayos de aplicación de ANA en *guineensis*, pero las palmas van ganando altura y se hace muy difícil aplicarlo; entonces, la venta-

Figura 6. Ensayos de planta por *batches*.

Primer <i>batch</i> industrial (ANA soluble en polvo)				Tercer <i>batch</i> industrial 90 mg ANA soluble + 50 mg de polen (ANA soluble en polvo)	
	Pol. asistida	Un ingreso	Dos ingresos		
kg/racimo	12,40	11,38	11,87	Total fruta procesada	195.550 kg
t cosecha	2.381	2.185	2.279	Total fruta ensayos	131.730 kg
Extracción	20,9 %	23,8 %	24,8 %	Racimos tratados 87 %	114.605 kg
t aceite (192.000 racimos mes)	497	520	565	Extracción del día	24,43 %
% adicional	-	4,6	13,7	Fruta del 21 %	80.945 kg
Cuarto <i>batch</i> industrial (240 mg ANA soluble en polvo) + 100 polen, dos ingresos por semana				Aceite de la fruta del 21 %	16.998 kg
Total fruta procesada		55.320 kg		Total aceite producido	47.519 kg
Racimos tratados		100 %		Aceite del fruto tratado	30.521
Total aceite producido (pesado en báscula)		15.540 kg		Extracción fruto tratado extrapolado	26,63 %
Extracción del día		28,09 %			
Nueces adicionales		6.180 kg			
Nueces recuperadas		7.520 kg			

na para aplicar ANA realmente es relativamente corta. Nuestro cultivo de híbrido dependerá solamente de la altura a la que seamos capaces de aplicar ANA.

Adicionalmente, la producción de almendra no es importante en el híbrido; en definitiva, nunca lo fue. Antes del ANA tampoco lo fue. Nosotros extraíamos más o menos entre el 1 y 1,2 % de almendra; cuando vimos que podíamos producir fruta partenocárpica o empezamos a ver lo que salía de ANA, decidimos que nos podíamos olvidar de una vez de la almendra. Consideramos conveniente reemplazar la producción de almendra con aceite.

Ventajas y desventajas

La gente adoptó la aplicación del ANA muy fácilmente. Para los pequeños, por ejemplo, la aplicación de polen era casi imposible; la red de frío que se necesitaba era completamente irrealizable. El ANA, en cambio, es para todo el mundo, para grandes, pequeños y medianos; no hay ninguna limitante.

El ANA hace varias cosas. Cuando aplicábamos polen, había un temor al principio de que el ANA envenenaba el polen. No solamente envenena el polen, sino que también envenena los embriones una vez formados por la polinización natural. Ese dato es bien importante: toxicidad del ANA sobre el polen y también sobre los embriones.

Entre las principales desventajas es la falta de frutos normales, la falta de nueces, que en ese momento considerábamos que eran indispensables para procesar la fruta. Hoy en día, como les he dicho, no es un problema grave.

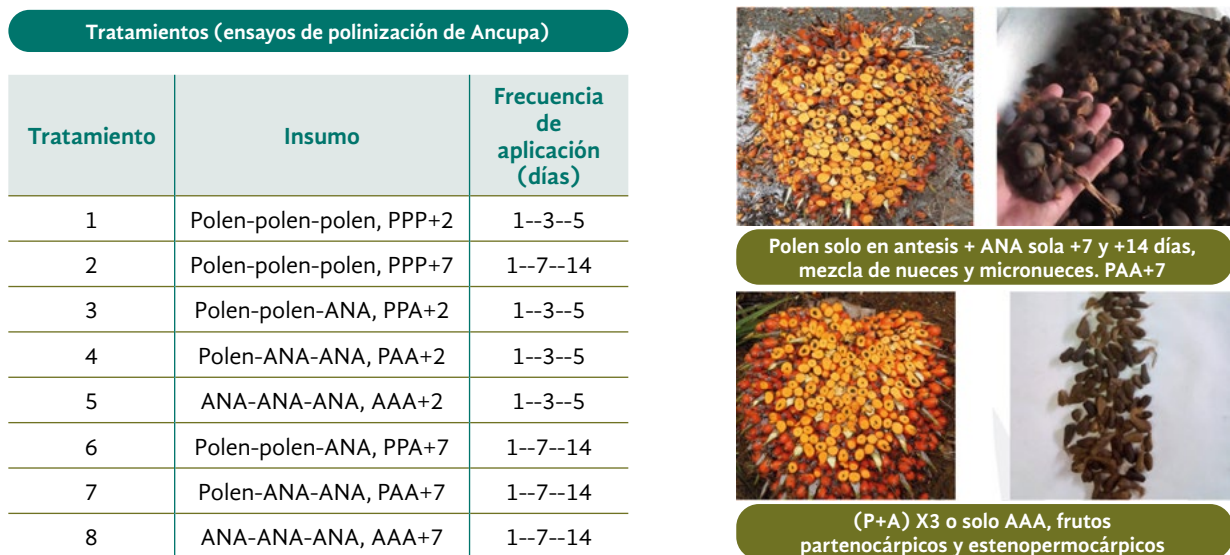
Diseño de fruta con ANA

Nos percatamos que, al modificar los protocolos de aplicación, podíamos diseñar la fruta. Al principio la gente me miraba un poco extrañada cuando hablaba de esto y me preguntaba: “¿Usted puede diseñar la fruta que producen?”. Sí, podemos hacerlo.

Dependiendo de los momentos en los que se aplique el polen o si se usa o no, la fruta se forma como uno quiere o como no se requiere. Nosotros empezamos a ver que, cambiando el modelo de aplicación, podíamos modificar claramente la formación del racimo; entonces, comenzamos a jugar con esto en múltiples ensayos.

Ya estando en este proceso, conocimos una investigación a nivel de laboratorio que hizo Ancupa para tratar de ver cómo dependiendo del sistema de aplicación se podía conformar la fruta. En las fotos de la parte superior de la Figura 7 es posible ver que todavía producíamos nueces y micronueces; en la parte inferior se evidencia que producimos solamente frutos partenocárpicos o estenopermocárpicos.

Figura 7. Ensayos de polinización de Ancupa.



Estenopermocárpicos son frutos que tienen un rudimento de nuez, pero no es normal; si se rompe, la mayoría no tiene nada por dentro; es decir, no tienen formación de endosperma y esto se debe a que el ANA envenena el embrión y no se forma la almendra.

Les recomiendo analizar los resultados presentados en la Figura 8. Es un trabajo fantástico hecho por los ecuatorianos relacionado con múltiples sistemas de aplicación de ANA. Estos son datos potenciales, pero si se analizan con mucho cuidado, se entiende mucho sobre qué es ANA.

Quiero hacer hincapié específicamente en un tratamiento. La letra A se refiere a la aplicación de ANA y la P significa polen. Los números que están a continuación son el número de días que deben pasar para la siguiente aplicación. Entonces, lo que deberíamos hacer todos, por lo menos en polvo, se llama AAA+2. Eso significa que, después de la primera aplicación,

vuelve dentro de dos días; es decir, el día tres, y luego el día cinco, y se cierra esa flor. Muy diferente a lo que había dicho Cenipalma de que había que pasar siete días entre aplicaciones.

Lo que quiero destacar es lo siguiente: las barras azules son los frutos normales que hay en ese racimo y lo que yo explicaba es que, cuando se aplica ANA muy seguido, incluso después de que hay polinización natural de los insectos, es posible destruir esas nueces, porque eso es lo que se quiere: que haya menos nueces.

Esto lo vimos muy temprano en Palmeiras: si se acortan los lapsos entre aplicaciones, se podía disminuir significativamente la formación de nueces y la cáscara no es aceite. Cuando se produce partenocárpico, mientras haya más, más aceite se obtiene. Los datos de la Figura 8 así lo indican con todo el análisis estadístico.

Figura 8. Potenciales de aceite en racimo a partir de diseños de fruta mediante la aplicación de ANA.



En esa gráfica pueden conocer el porcentaje de la extracción de aceite del racimo y de dónde proviene. Para AAA+2, solamente el 1,1 % de la extracción total procede de los normales; el 19,4 %, de los partenocárpicos; el 16,7 %, de los estenopermocárpicos y el racimo en total aporta el 37,2 %. Ustedes lo pueden comparar con todos los demás tratamientos y no hay nada igual a eso. Nosotros hoy en Palmeiras hacemos a escala industrial AAA+3, porque AAA+2 es supremamente costoso desde el punto de vista de mano de obra.

En la Tabla 1 organicé lo que sabemos de todos estos tratamientos. Como ya dije, el ideal para mí es AAA+2. En la práctica no conozco a nadie que haya hecho AAA+2; nosotros hacemos AAA+3.

Con respecto a adicionar nueces o no, en Tumaco estuvimos procesando por un tiempo con nueces de tagua. Ya no estamos afectando estas nueces de ninguna forma; además que escasearon mucho cuando todos tratamos de comprarlas a la vez.

Para terminar con el tema de diseño de fruta, definitivamente no queremos polen. Todo lo que apliquemos de polen es plata y tiempo perdido. Lo que buscamos es maximizar la producción de aceite y para eso no necesitamos nada de polen. No podemos

hacer nada con el que llega de los insectos; ese va a seguir llegando. Adicionalmente, no solamente no queremos aplicar polen, sino lograr destruir esos embriones que se empiezan a formar. Por lo tanto, tratar de hacer las aplicaciones lo más a menudo posible nos lleva a tener menos nueces y menos cascarilla y, obviamente, más aceite.

Calidad de la aplicación, polinización artesanal

En este momento creo que vale la pena revisar la aplicación líquida, porque hoy sabemos mucho más de ANA de lo que conocíamos hace cinco años cuando estuvimos haciendo esto. Lo más importante de todo es la calidad de la aplicación, de ahí el término que se inventó la gente de Monterrey, que le llamaron a esto 'polinización artesanal', porque cada inflorescencia se considera una artesanía, una obra de arte y eso es fundamental.

Ellos me enseñaron eso hace más de un año, lo implementamos inmediatamente y vimos que, realmente, la calidad de nuestra aplicación en el pasado era pobre y, a medida que vamos mejorando en ese aspecto, hay progresos que no esperábamos.

Tabla 1. Modelos de polinización en híbrido OxG.

Descripción del modelo	Nomenclatura	Extracción	Prod. nueces	Nivel de M.O.	Total ingresos	Acción en la extractora
Polinización natural	PN	Baja 13 a 18 %	Pobre	No hay M.O. adicional	0	Adicionar nueces de E.g.
Polinización asistida	P	20 %	Buena	Alto, 3 ingresos x sem.	3	Recircular, pero hay sobrante
Polinización artificial	A					
Polinización artificial + polen	(PA+7)X3	23 a 25 %	Regular	Alto, 3 ingresos x sem.	9	Adicionar y recircular
Polen + A otras 2	PAA+7	23 a 25 %	Buena	Intermedio, 3 ingresos x sem.	5	Recircular, pero hay sobrante
Polinización artificial	AAA+2	27 a 29 % ???	Inexistent. en lab.	Alto, 3 ingresos x sem.	9	Adicionar nueces de otras palmas
Polinización artificial	AAA+3	26 a 29 %	Muy pobre	Intermedio, 2 ingresos x sem.	6	Adicionar nueces de otras palmas
Polinización artificial	AAA+7	25 a 28 %	Muy pobre	Bajo, 1 ingreso x sem.	3	Adicionar nueces de otras palmas

En las gráficas de la Figura 9 presentamos los datos de racimos por palma de las dos fincas planas de Palmeiras. Con estas prácticas hemos estado muy cercanos a los 20 racimos por palma.

La polinización artesanal tiene un problema y es la alta necesidad de mano de obra. Se requiere más

de este rubro para hacer polinización artesanal, pero cuando vimos que somos capaces de hacer las aplicaciones de manera adecuada, la mano de obra se paga sobrada (Figura 10).

Nosotros pensábamos que era solamente un tema de extracción, pero no lo es. Resulta que lo que vemos

Figura 9. Racimos por palma al año en las fincas de Palmeiras Colombia.

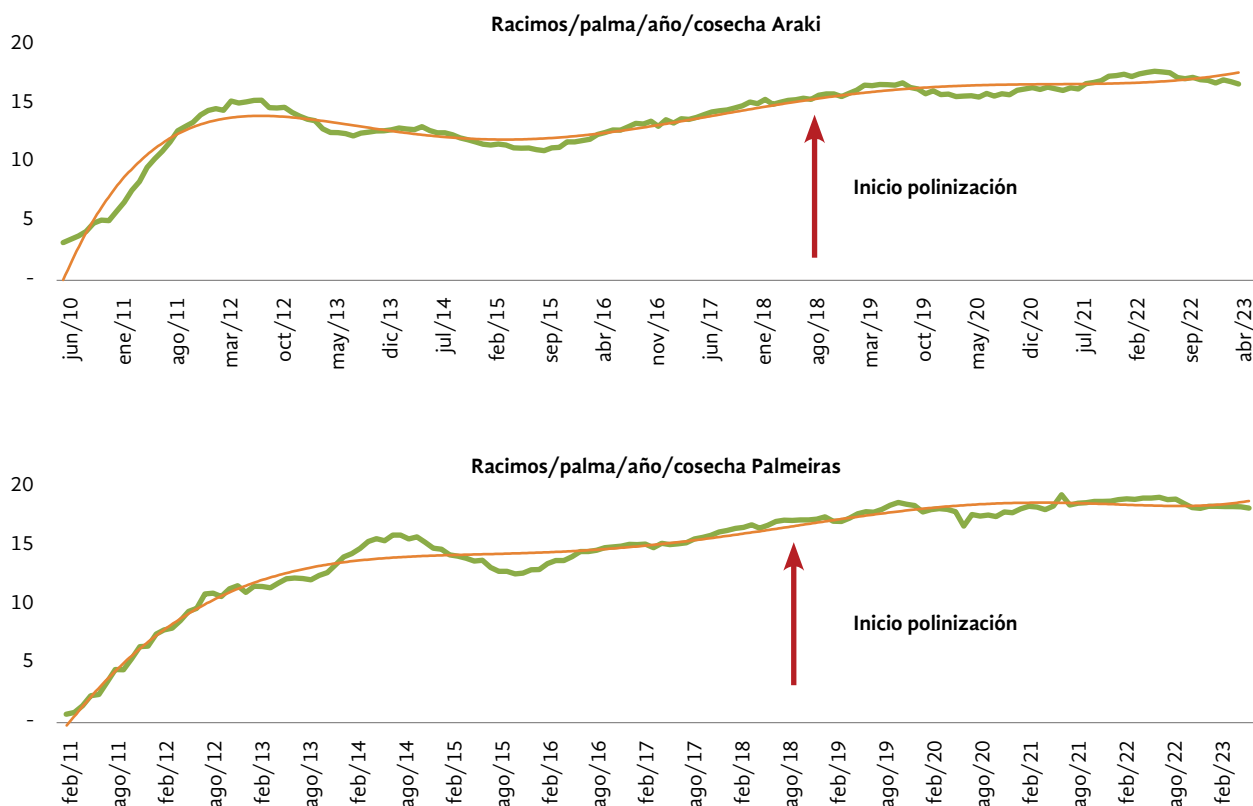


Figura 10. Resultados de la eficiencia laboral.

Ítem	Polinización asistida	Polinización artificial 2 ingresos/sem	Polinización artificial 1 ingresos/sem	Polinización artesanal
Frecuencia (ingresos/área)	3	2	1	3
Tarea diaria	10 ha	6,5 ha	4,5 ha	3,5 ha
Eficiencia	16 %	47 %	84 %	79 %
Flores posantesis	7 %	14 %	25 %	50 %
Cobertura	94 %	98 %	98 %	98 %
Recurso humano	-	=	-15 %	42,8 %

ahora, además de que nuestra extracción es mucho más alta que la anterior, es que el impacto que tenemos en el peso promedio de racimos desde que optamos por la polinización artesanal es muy importante (Figura 11).

Antes manejábamos pesos promedio de unos 14,5 kilos y hoy estamos en alrededor de 16,5 kilos, para palmas que tienen 20 racimos por palma al año. Estamos llegando con un número grande de lotes a 36, 37, 38 toneladas de fruto, que significan entre 8 toneladas y 9 toneladas; es decir, en abril cerré con 9 lotes por encima de 9 toneladas de aceite por hectárea. Entonces pensé que me empiezo a parecer a Urabá en Tumaco, con un suelo bastante diferente al de Urabá.

La Figura 12 está representado el comportamiento de la extracción en los últimos dos años y medio. Para estos registros hay que tener en cuenta que el segundo

semestre de 2022 fue bastante seco en Tumaco, tal vez el más seco de los últimos 45 años, con cinco meses seguidos con menos de 100 milímetros por mes, algo que es muy difícil en la zona.

En febrero del año 2021 empezamos a hacer polinización artesanal y en el segundo semestre de 2022 se vio un importante impacto en la extracción, aun cuando fue una época bastante seca. Yo aspiraba a que hiciéramos 24,5 en el primer semestre, esto incluye la compra de toda la fruta de proveedores; casi la mitad de lo que procesamos actualmente es comprado y la otra mitad es producción propia. Entonces, no solamente vimos mejoría en la extracción sino también lo estamos viendo en el peso de los racimos y eso es bien importante, porque nos da un techo diferente en la producción total de la plantación.

Figura 11. Evolución del peso de los racimos en las fincas de Palmeiras Colombia.

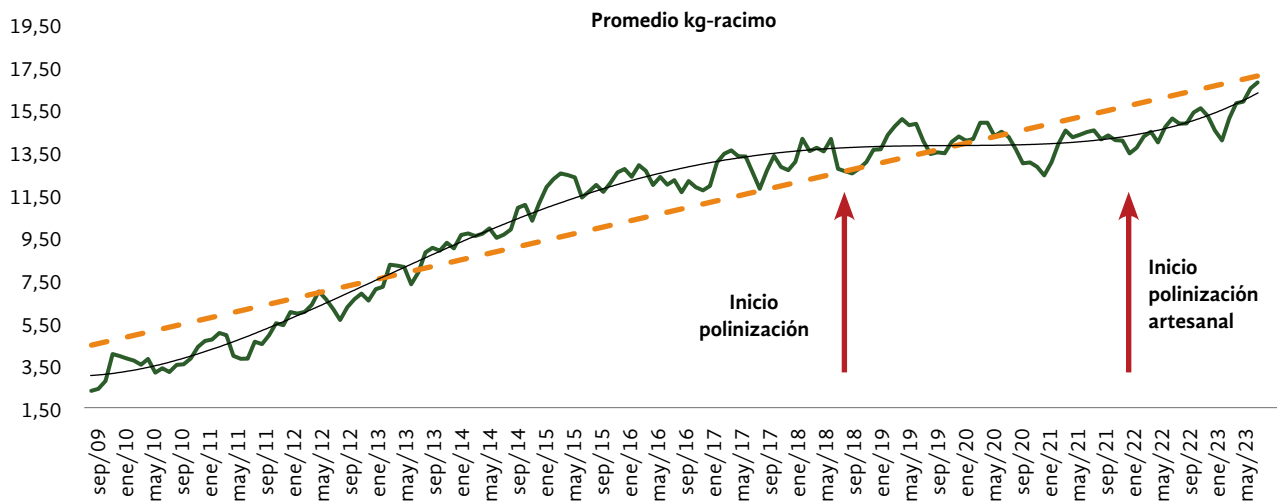
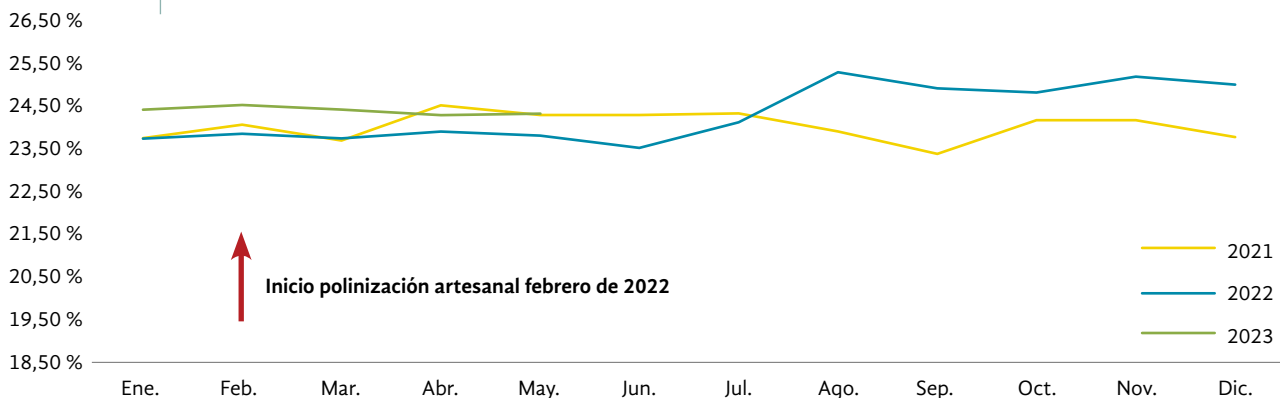


Figura 12. Comportamiento histórico de extracción en Palmeiras Colombia.



Para tener una idea sobre el impacto del ANA en palma joven, podemos ver en la Figura 13 el comportamiento histórico de un lote tradicional de sembrados de 2008 y uno joven de 7 años, que ha tenido bastantes cuidados, el cual está por encima con 31 toneladas de fruto y está llegando a 8 toneladas de aceite por hectárea. Eso nos cambia completamente el negocio, porque si somos capaces de reducir de esta manera el período improductivo, este es un negocio

completamente diferente al que teníamos, en lo que respecta a *guineensis* y en todo lo que quieran.

En la Figura 14 se presentan las estadísticas del mismo lote comparado con el promedio de plantación de Palmeiras. Esto está expresado en kilogramos/hectárea/año y resulta que a los 7 años llegó a los mismos pesos promedio (31 toneladas) que los de un lote que tiene 15 años.

Figura 13. Comportamiento histórico de pesos promedio de racimo de cultivo resiembra 2008 vs. 2016 con polinización.

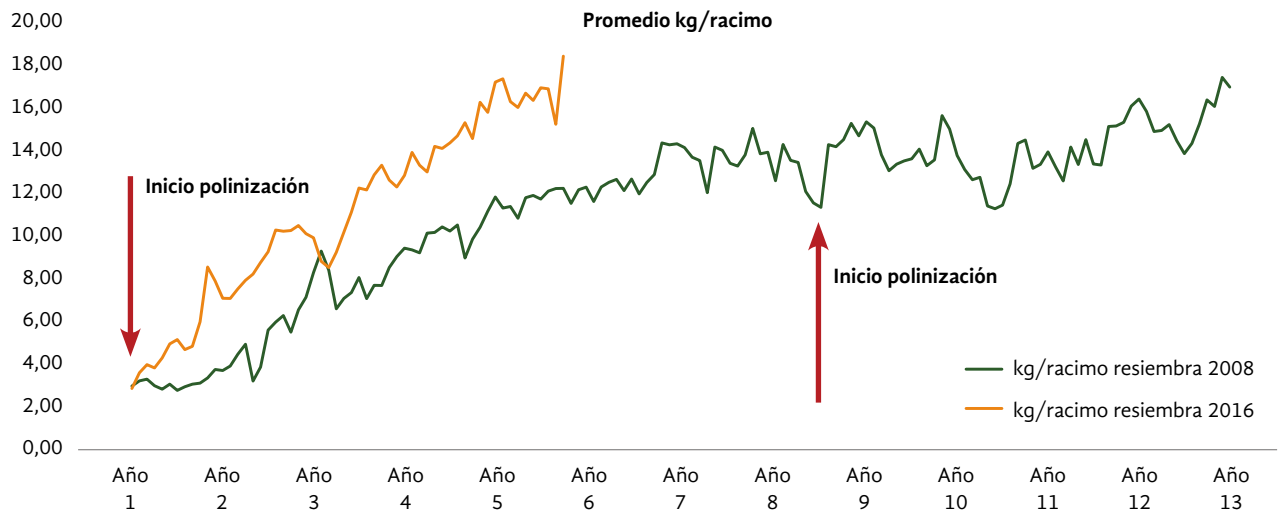
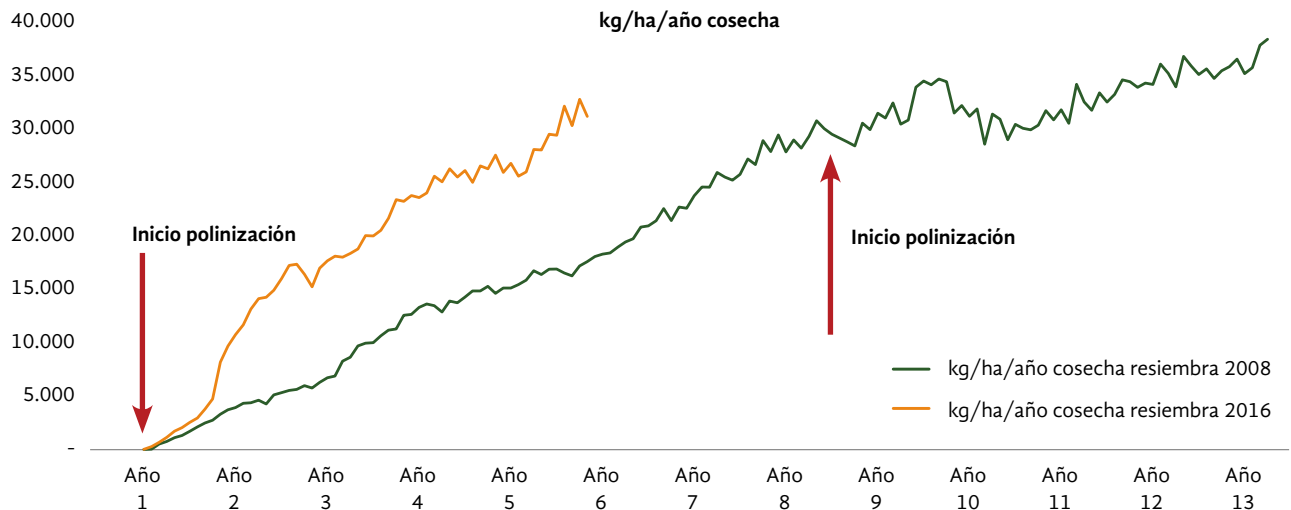


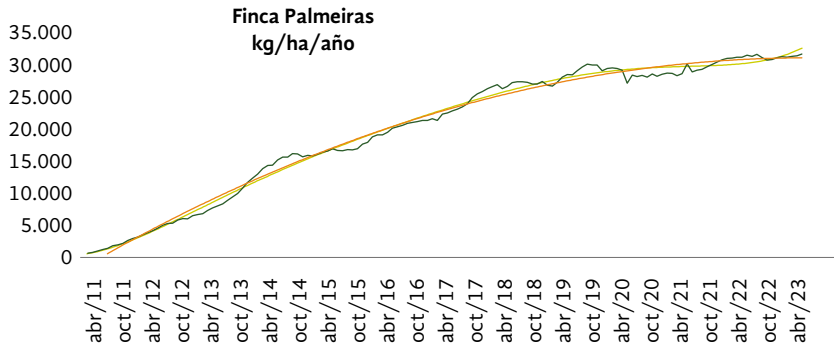
Figura 14. Comportamiento histórico de kilogramos/hectárea/año de un cultivo de 7 años vs. uno de 15 años.



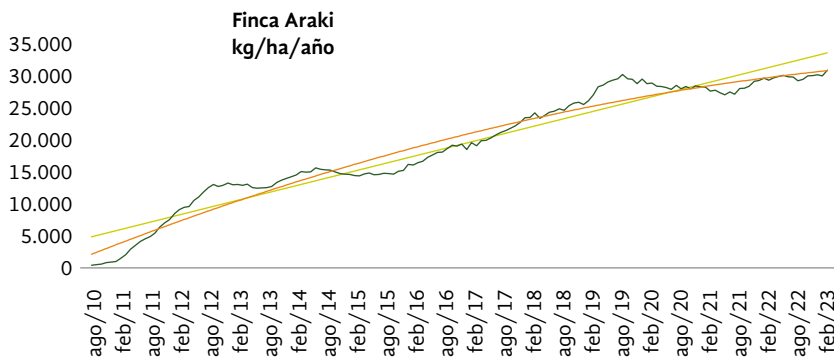
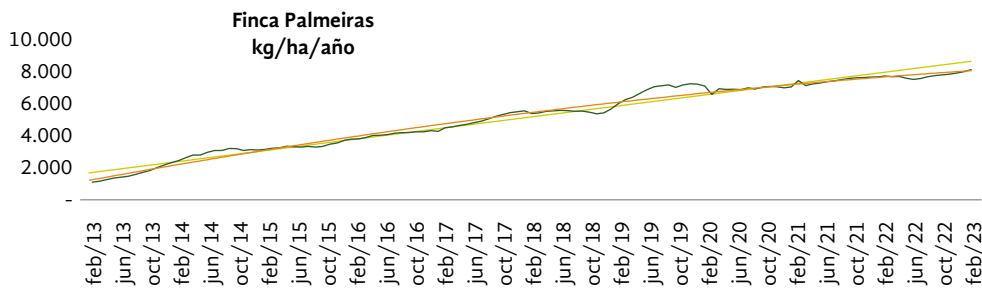
En cuanto a las curvas de producción de la plantación (Figura 15), la finca Palmeiras va un poquito más adelante que la finca Araki; entonces, de acuerdo con esta pendiente, la pregunta lógica es cuál es el te-

cho de esto. Aquí hablamos de 30 a 32 toneladas de fruto por hectárea y estamos llegando casi a 8 toneladas promedio de aceite por hectárea por finca, en casi 600 hectáreas.

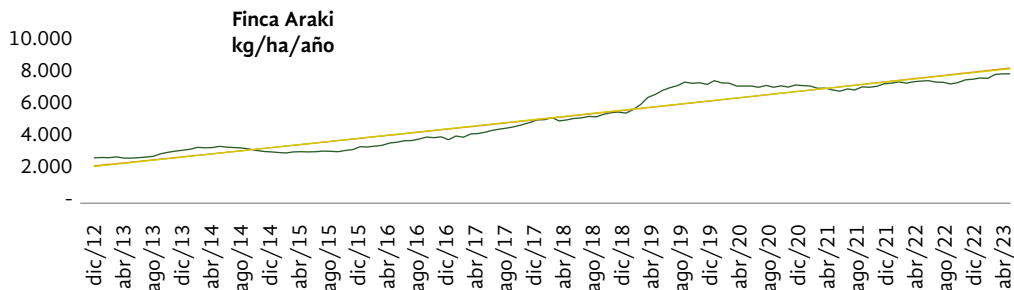
Figura 15. Evolución del peso del fruto en kilogramos y de aceite por hectárea por año de las fincas de Palmeiras Colombia.



En las gráficas se muestra en los últimos seis meses del año 2019 cambios favorables en la pendiente de la curva, resultado de la aplicación de ANA.



Los mejores lotes en ambas fincas están en más de 37 toneladas por hectárea de fruta y más de 9 toneladas de aceite/ha



Otro punto que quiero enfatizar en la finca Palmeiras es el impacto del ANA cuando empezamos a aplicarlo, pues las palmas se resienten. Veníamos simplemente con polen, luego aplicamos ANA y hubo un brinco en Araki como de 1.500 kilos de aceite por hectárea; en Palmeiras fue de casi 2 toneladas de aceite por hectárea. Las palmas experimentan un resentimiento, pero ya lograron superarlo y van otra vez hacia arriba. Ahora pensamos que el peso promedio puede ser de 16,5 kilos y eso implicaría que el techo está más cercano a 40 que a 35.

Conclusiones

Las aplicaciones de ANA en forma ácida en polvo son muy efectivas en la formación de fruto partenocárpico y en la mejoría de la extracción de aceite de todos los cultivares. Este es un tema en el que nosotros en Colombia no hemos trabajado, pero los ecuatorianos sí lo han hecho bastante; tienen muchos más cultivares que nosotros y han desarrollado una metodología o un protocolo para cada tipo de cultivar. Para cada uno hacen un tratamiento diferente y han encontrado que la maximización de la producción de aceite y de fruta depende del cultivar específicamente. En cambio, nosotros aquí decimos ANA para todos, Coari x La Mé, Unipalma, Amazon, a todos los cultivares les damos el mismo tratamiento. Los ecuatorianos han trabajado bastante en esto y creo que tenemos que seguirlos.

Un ingreso al lote por semana incrementa la eficiencia laboral, pero aumenta significativamente la formación de nueces, lo que disminuye la extracción. El ANA atrofia la formación de nueces y almendras y esto tiene claros efectos en la extracción.

Con dos ingresos de ANA en polvo por semana y una buena calidad de las aplicaciones se incrementa la extracción y el peso de los racimos de manera significativa. En las áreas de la inflorescencia donde el producto no llega, la fruta se aborta por completo.

Es posible el aprovechamiento de inflorescencias ayudadas y quemadas de hasta 28 días; con esta práctica se puede lograr una cobertura de inflorescencias superior al 98 %. Nosotros hicimos un ensayo en flores olvidadas por 28 días, otras personas han hecho ensayos de 40 días después de antesis, a las que se les aplica ANA y se forma un racimo; no es un racimo perfecto, pero es un racimo.

Se alcanza un incremento de por lo menos cinco puntos porcentuales de extracción. Antes del ANA estábamos alrededor del 20 % al 20,4 % y subimos a 25,5 %, y aspiramos llegar a 26 o 27 %. Como lo dije anteriormente, es un promedio de nuestra fruta más la de todos los proveedores. Y la producción de almendra desapareció prácticamente por completo y entonces importaremos palmiste el día de mañana.