

Polinización artificial: ¿ANA líquido o ANA sólido?

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



MAURICIO MOSQUERA MONTOYA
Investigador titular de Cenipalma

Camilo Colmenares, moderador. La siguiente presentación está a cargo del doctor Mauricio Mosquera, quien es investigador titular de Cenipalma. Mauricio es economista de la Universidad Nacional, tiene una maestría en Ciencias Económicas de la Universidad Nacional y un doctorado en Economía Aplicada de la Universidad de Florida. Su experiencia profesional es muy amplia: trabajó en la Contraloría General de la República, en Fedegan y en Cenipalma. Concretamente en nuestro sector, Mauricio se ha encargado de investigaciones económicas de *benchmarking* y estudio de costos de nuestra industria. Entonces, podemos decir que es uno de los que mejor conocen la estructura del costo de nuestro negocio y, por ello, tiene toda la autoridad para presentar el tema que va a exponer.

Mauricio Mosquera. Como siempre, es un placer compartir el fruto del trabajo que hemos hecho en Cenipalma. Empiezo por darle el crédito al equipo de validación, el cual está conformado por profesionales que reciben los mejores tratamientos provenientes de investigaciones de Cenipalma y los probamos a escala comercial en el campo. Ellos son:

Jhonatan Camperos, Alejandra García, Diego Hernández y Kelly Sinisterra.

Estos resultados los hemos obtenido de la mano con ustedes, en sus fincas. Vamos a mirar los trabajos que hemos adelantado en los dos medios de presentación del ANA, para que conozcan las ventajas y las desventajas de cada uno.

Requerimientos para los dos medios de polinización artificial

El equipo que se utiliza para la aplicación de ANA líquido consiste en un gancho, una bomba de espalda manual, una lanza con un manómetro y todos los elementos de protección personal; además, se requiere una mezcla de ANA en polvo al 98 %, etanol al 96 % y el coadyuvante Twin al 80 %. En lo que respecta a cifras, normalmente tenemos una tarea mínima de 300 inflorescencias por jornada, el volumen que se aplica por inflorescencia es de 150 milímetros, la concentración recomendada como mejor tratamiento de Cenipalma es de 1.200 ppm, el

volumen por día es de 45 litros y la bomba pesa 4,81 kilogramos. En total, la persona debe cargar casi 25 kilos (Figura 1). Esta última consideración es muy importante, porque vamos a ver el impacto que tiene sobre el rendimiento laboral.

También evaluamos los elementos relacionados para la aplicación de ANA en medio sólido. Para esta labor se requiere un gancho, una bomba insufladora, un canguro, un termo y un collar al que llaman ca-

mándula, que sirve para llevar la cuenta de las inflorescencias que se van tratando; además de protección personal. La mezcla consiste en ANA en polvo al 98 % más talco. La tarea mínima es la misma que para la de ANA líquido; el volumen por inflorescencia es de 3 a 8 gramos; la concentración, entre 6 y 8 %; el volumen por día, entre 0,9 y 2,4 kilos; el peso de la bomba más el canguro es de 1,54 kilos y todo el equipo suma casi 2 kilos de peso (Figura 2).

Figura 1. Requerimientos para la labor de polinización artificial con ANA líquido.



1. Gancho
2. Bomba de espalda manual
3. Lanza con manómetro
4. Casco (tipo: I clase: E)
5. Protector respiratorio
6. Guantes de carnaza
7. Botas de caucho

Mezcla:

1. ANA en polvo al 98 %
2. Etanol al 96 %
3. Twin 80
4. Coadyuvante

- Tarea mínima: 300 inflorescencias/jornada
- Volumen por inflorescencia: 150 ml
- Concentración: 1.200 ppm
- Volumen por día: 45 L
- Peso de la bomba: 4,81 kg
- Bomba + producto (aprox.): 24,81 kg

Figura 2. Requerimientos para la labor de polinización artificial con ANA sólido.



1. Gancho-Lanza
2. Bomba insufladora
3. Canguro
4. Termo
5. Collar (camándula)
6. Casco (tipo: I clase: E)
7. Protector respiratorio (tipo: N95)
8. Guantes de carnaza

Mezcla:

1. ANA en polvo al 98 %
2. Talco

- Tarea mínima: 300 inf/jornada
- Volumen por inflorescencia: 3-8 g
- Concentración: 6-8 %
- Volumen por día: 0,9 a 2,4 kg
- Peso de la bomba + canguro: 1,54 kg
- Bomba + canguro + producto: 1,75 kg

¿Qué hacemos nosotros? Primero consideramos los equipos que se utilizan y los elementos de protección personal; después hacemos un seguimiento y estructuramos diagramas de procesos que luego implementamos en *smartphones*. A continuación, se selecciona cada una de las tareas en los dispositivos, para levantar la información de los tiempos que cada operario se tarda en cada una. Al final se realiza una sumatoria para determinar cuánto tiempo requiere cada operación (Figura 3).

Los resultados de esta fase se compilaron en la barra fragmentada de colores de la Figura 3, que desglosa las actividades llevadas a cabo en una jornada laboral. Esto nos sirve para determinar con exactitud cuánto tiempo realmente una persona aplica ANA en un día de trabajo; en este caso, estamos hablando de 4 horas con 15 minutos. El resto del tiempo de la jornada diaria, el trabajador lo toma para ir al campo o devolverse de él o en lo que

denominamos ‘suplementos’. Este último término se refiere a una compensación que se da en tiempo por la fatiga de la persona o a los momentos en los que hay interrupciones, como cuando se tapa una boquilla; para esas situaciones se toman 2 horas con 42 minutos. Nuestro trabajo, en definitiva, consiste en medir la productividad laboral.

Algo muy importante en el tema de polinización es el número de inflorescencias que el trabajador tiene que atender por cada palma. Supongamos que un operario llega a una primera palma, para inspeccionar si hay inflorescencias que debe tratar; si no encuentra nada, se dirige a la siguiente palma, donde hay dos inflorescencias: una para primera aplicación y otra para segunda o tercera. En ese momento debe abrir brácteas, marcar, aplicar y contar. Luego continúa con otra palma y en esa asumimos que tampoco había inflorescencias para tratar, pero la inspección toma determinado tiempo (Figura 4).

Figura 3. Estudio de tiempos y movimientos para la labor de polinización.

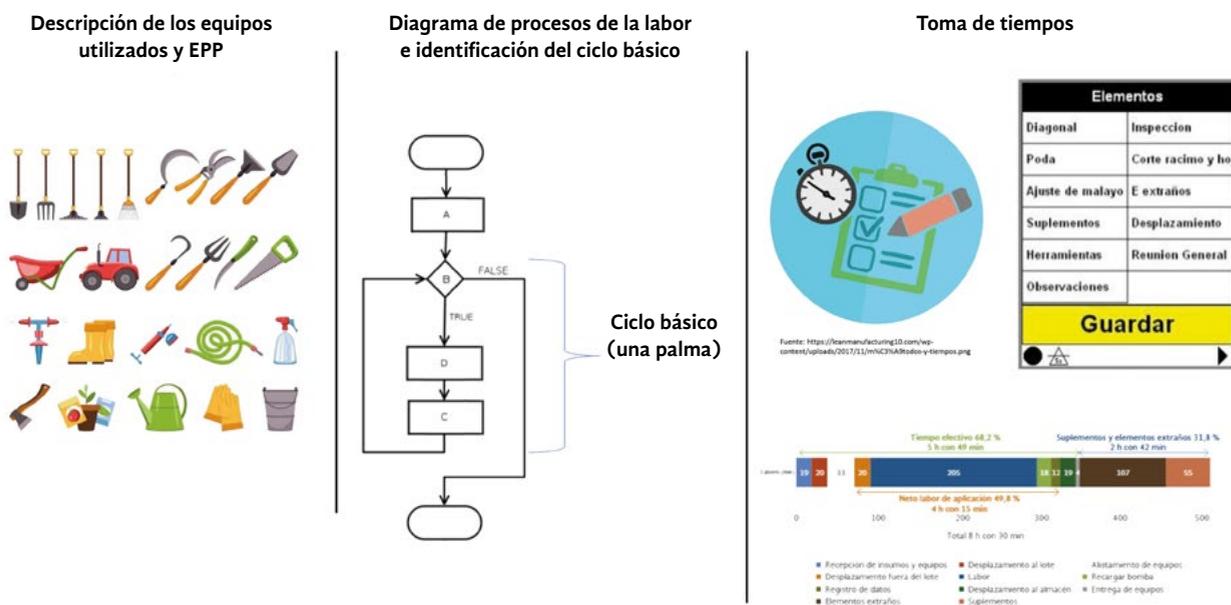
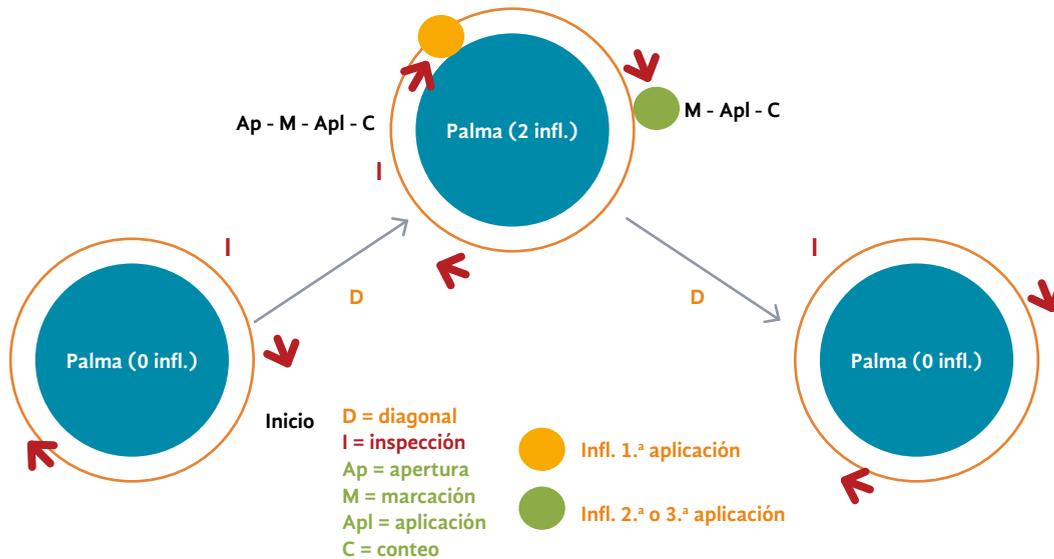


Figura 4. Repercusiones de la cantidad de inflorescencias sobre el rendimiento de la labor.



¿Por qué esto es importante? Porque el número de inflorescencias tiene un efecto muy importante en el rendimiento de la labor (Figura 5). Comparativamente entre los dos medios de presentación del ANA, a un trabajador que aplica ANA sólido le toma 97,5 segundos hacer toda la tarea en una palma que tiene tres inflorescencias, mientras que con ANA líquido le toma 88 segundos en un caso similar. Para dos inflorescencias le toma 84 segundos con ANA sólido, mientras que para el mismo número de in-

florescencias con ANA líquido le toma 75, y así sucesivamente. Cuando no hay inflorescencias, el personal que trabaja con ANA líquido se tarda más que quien lo hace con ANA sólido, por tener que cargar la bomba ocupada con el líquido; los tiempos son de 13 y 11 segundos, respectivamente.

Estas mediciones las realizamos en las cuatro zonas palmeras del país, en siete plantaciones, y comparamos las diversas presentaciones del ANA en cada una de ellas (Tabla 1). Estos trabajos también

Figura 5. Diferencias en el rendimiento de la labor según el número de inflorescencias y el medio de polinización artificial.

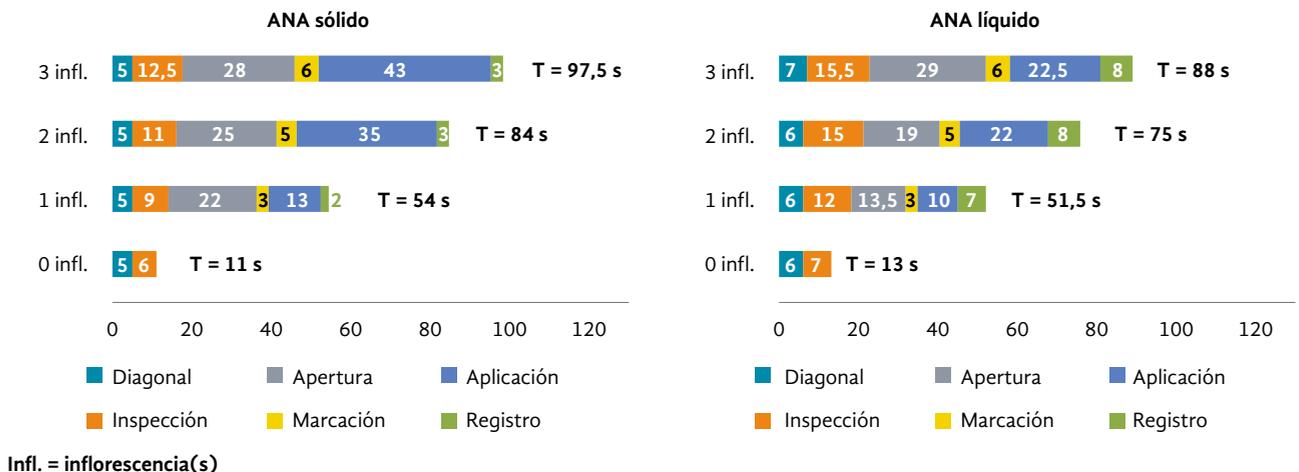


Tabla 1. Localización de las evaluaciones.

Zona palmera	Zona Suroccidental		Zona Oriental		Zona Norte			Zona Central				
Plantación	P1		P2		P3			P4	P5		P6	P7
Presentación	Líquido	Sólido	Líquido	Sólido	Líquido	Líquido	Líquido	Sólido	Líquido	Sólido	Líquido	Sólido
Año de estudio	2021	2021	2021	2021	2021	2021	2021	2021	2020	2020	2020	2019
Cultivar	Coari x Super Téneras	Coari x Super Téneras	Coari x La Mé	Brasil x Djongo	Coari x La Mé	Coari x La Mé (Fortuna)	OxD (8254)	CxL	Brasil x Djongo	Brasil x Djongo	Coari x La Mé	Coari x La Mé
Año de siembra	2013	2013	2012	2012	2016	2016	2016	2008	2012	2012	2012	2006

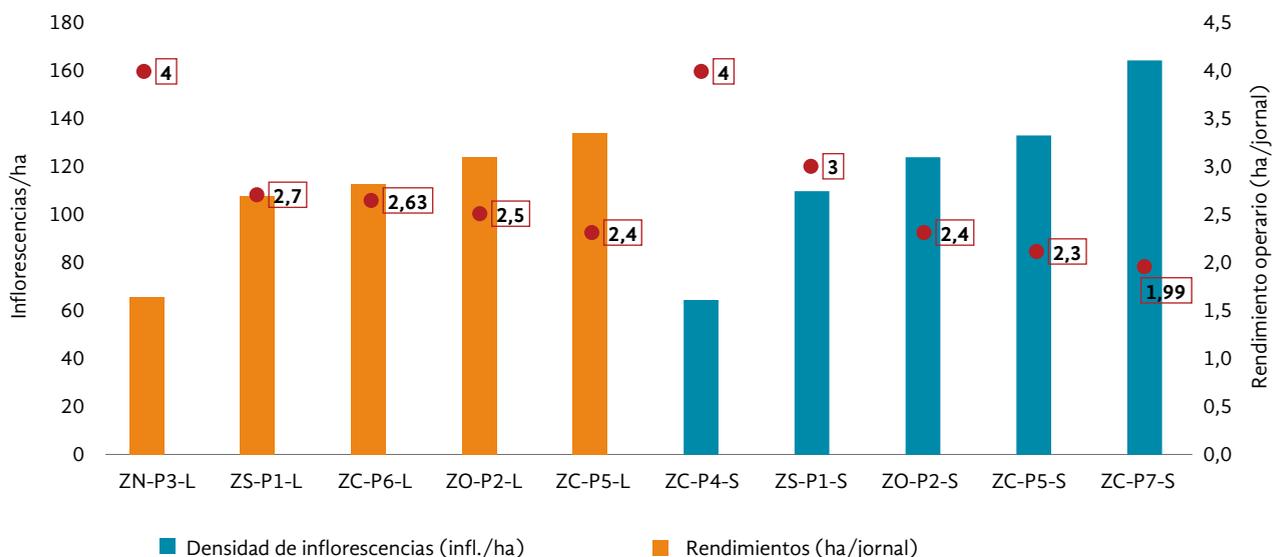
(P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7: número de la plantación).

nos permitieron determinar qué tipo de cultivares son los más sembrados en el país. Los que se apartan de la tendencia en la Zona Norte corresponden a ensayos que hicimos en el campo experimental Palmar de la Sierra. Los años de siembra indican que las palmas fueron adultas en todos los casos.

En la Figura 6 ilustramos el primer resultado. En la gráfica determinamos la densidad de inflorescencias

contra el rendimiento de la labor. Las barras de color naranja representan los trabajos con ANA líquido y las de azul, los trabajos con ANA sólido. Entonces, si hay 60 inflorescencias por hectárea, el operario alcanza a cubrir 4 hectáreas en un día tanto para ANA líquido como para sólido. Y lo que vamos viendo es que, en la medida en la que hay un mayor número de inflorescencias, a la persona le rinde menos.

Figura 6. Densidad de inflorescencias y rendimiento de la labor de polinización artificial.



Para ANA líquido y ANA sólido, el rendimiento de la labor, medido en hectáreas por jornal, es inversamente proporcional a la cantidad de inflorescencias que se deben tratar por hectárea.

Entonces, la primera conclusión es que en una plantación con alta productividad; es decir, con muchas inflorescencias por hectárea, al operario le va a rendir menos en cuanto al cubrimiento de área. Por lo tanto, la primera recomendación es no asignar áreas para la tarea de un día, sino más bien un número de inflorescencias en una jornada diaria de trabajo.

Dicho de otra manera, tanto para ANA líquido como para ANA sólido, el rendimiento de la labor medido en hectáreas por jornal es inversamente proporcional a la cantidad de inflorescencias que se deben tratar por hectárea. Esta conclusión es muy importante, porque muchas veces la pregunta es cuánta área le asigno al trabajador y ese no debe ser el enfoque. Lo conveniente es saber cuánta producción hay en el campo y cuántas inflorescencias es necesario tratar. Esa es la pregunta que nos debemos plantear.

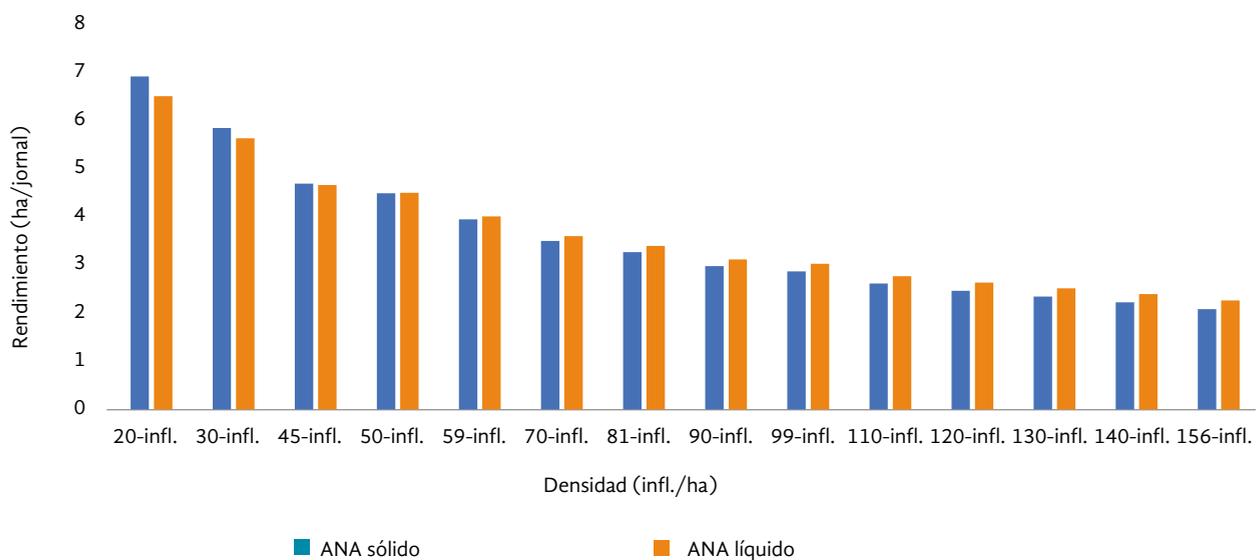
Algo similar se ilustra en la Figura 7, en la que se representa la densidad de inflorescencia tanto para ANA líquido como para ANA sólido; es decir, la cantidad de inflorescencias por hectárea versus el rendimiento laboral. En este esquema se ve perfectamente la curvatura que indica que, a mayor número

de inflorescencias, para las dos alternativas de polinización artificial, a la persona le rinde menos. Por lo tanto, le cuesta hacer las dos hectáreas y media si la productividad es muy alta en las plantaciones.

La deducción a partir de estos resultados es que la asignación dada a una persona depende del número de veces que se entra a polinizar. Ya que nosotros evaluamos los trabajos y las recomendaciones de Cenipalma, la primera entrada se hace en antesis con ANA; la segunda, a los siete días después de antesis y la tercera, a los 14 días después de antesis.

Otro aspecto que es interesante evaluar es la tendencia de las barras en la Figura 7. Las que representan la polinización con ANA sólido (azules) hasta cierto punto van por encima del ANA líquido (barras de color naranja) y después cambia la tendencia. Inferimos que en épocas de baja floración o si se trata de una plantación de baja productividad, la aplicación de ANA sólido permite cubrir una mayor área; por otro lado, en picos de floración o si se trata de una plantación con alta productividad, el rendimiento de la labor utilizando ANA líquido es mayor. ¿Cuáles pueden ser las razones? El peso y la fatiga, por eso les mostramos la información de los casi 25

Figura 7. Rendimiento de la labor de polinización artificial.



En épocas de baja floración (o baja productividad), la aplicación de ANA sólido permite cubrir una mayor área; sin embargo, en picos de floración (o alta productividad), el rendimiento de la labor utilizando ANA líquido es mayor. Razón: peso y fatiga.

kilos que tiene que cargar el personal que emplea ANA líquido, mientras que el de ANA sólido debe llevar solo 2 kilos.

Los datos obtenidos de la relación entre el rendimiento del operario contra el costo por inflorescencia se registraron en la Figura 8. En esa plantación, el operario alcanza a cubrir 4 hectáreas, porque no hay tanta productividad, y el costo por inflorescencia es de 363 pesos. En el caso extremo con la presentación líquida de ANA, se observa un rendimiento menor por parte del operario, quien cubre 2,5 hectáreas, pero en este caso resulta más económica la inflorescencia, a 310 pesos. La tendencia es muy similar cuando se aplica

ANA sólido. Esto significa que, cuando el trabajador recorre un área mayor, resulta más costoso, porque la persona está caminando más de lo que puede aplicar.

En la Tabla 2 vemos cuánto vale la labor de polinización artificial por hectárea al año y el costo por tonelada para rendimiento del cultivo desde las 15 toneladas de fruto por hectárea al año, hasta 35 t RFF/ha. La relación entre la productividad y el dinero invertido es inversa, porque le estamos pagando a la gente por pasear por el campo cuando tenemos 15 toneladas de fruto por hectárea, mientras que con 35 toneladas de fruto por hectárea le pagamos a la gente efectivamente por polinizar.

Figura 8. Rendimiento y costo unitario de la labor de polinización artificial.

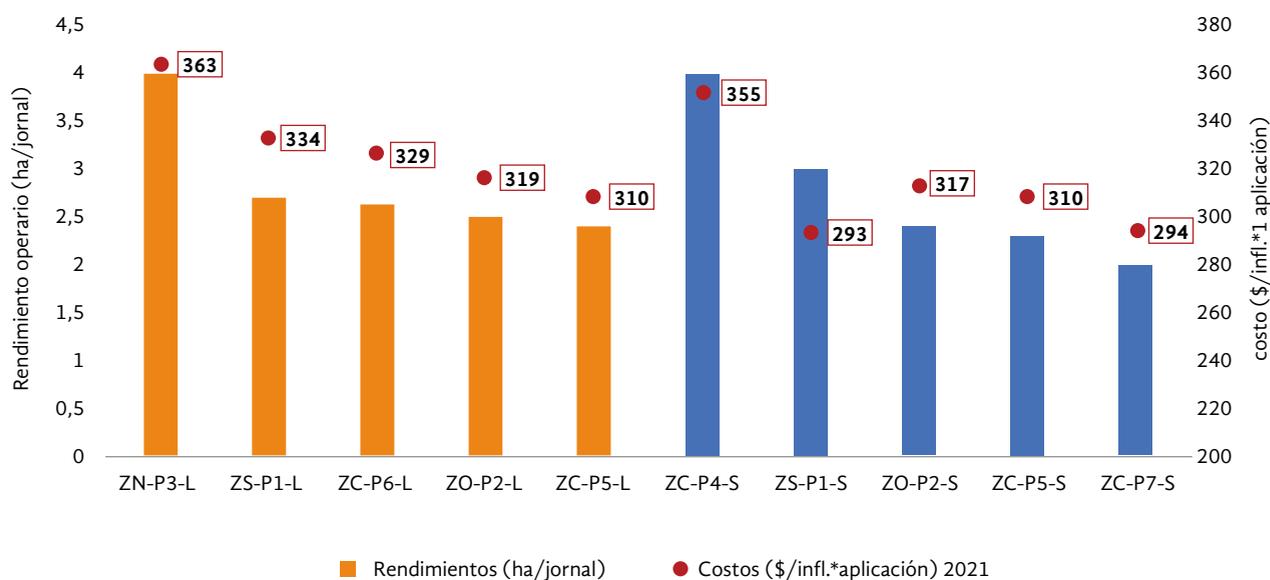


Tabla 2. Costos de la labor de polinización artificial.

Producción (t RFF/ha al año)	Costo polinización artificial (\$/ha al año)	Costo (\$/t RFF)
15	\$ 1.166.319	\$ 77.755
20	\$ 1.387.653	\$ 69.383
25	\$ 1.552.059	\$ 62.082
30	\$ 1.667.925	\$ 55.598
35	\$ 1.743.768	\$ 49.822

Aunque las metodologías son las mismas, no necesariamente en cada lugar se hace de la misma manera; por esta razón, para *fruit set* y potencial de aceite (Tabla 3) comparamos las mediciones para las presentaciones líquida y sólida en una misma empresa. El *fruit set* en todos los casos está por encima del 70 %, lo cual es bastante bueno. En lo que respecta al potencial de aceite, detectamos una ventaja para las presentaciones de ANA líquido pues, comparativamente con los de ANA sólido, casi no hay diferencias. Los registros de las dos presentaciones fueron de 28,6 a 28,3 para la Zona Suroccidental; de 30,4 a 30,1 para la Zona Oriental, y en la Zona Central, el ANA líquido estuvo por encima del sólido.

Conclusiones

De los estudios que hemos venido haciendo en todas las zonas, vemos que, a mayor número de inflorescencias por hectárea, que llamamos densidad de inflorescencias, es menor el rendimiento en hectáreas cubiertas por el operario de polinización en un día.

Si la densidad de inflorescencias es baja, que puede ser un “valle de floración” o por baja productividad, la aplicación de ANA en medio sólido permite cubrir mayor área al operario. En contraste, cuando la densidad de inflorescencias es alta, en picos de floración o alta productividad, el rendimiento de la labor utilizando ANA en medio líquido es mayor.

El costo de la polinización artificial se ve influenciado principalmente por la productividad futura de los cultivos, lo que a su vez condiciona el rendimiento

de la mano de obra. Esto también va a impactar la cosecha más adelante.

En lo que concierne al peso medio de racimos, las evaluaciones que realizamos a escala comercial no nos permiten decir que un tipo de polinización sea mejor que la otra. La experticia del operario en campo probablemente pueda estar haciendo que tengamos esos resultados, que no permiten concluir en favor de uno u otro método.

Ambas presentaciones de ANA permiten conformaciones de racimos superiores al 74 %; eso es muy bueno. Y la aplicación de ANA en medio líquido –estas ya son reflexiones que hacemos con compañeros de Cenipalma– puede ser que genere menos problemas de deriva si esta es un inconveniente.

Sigo convencido de que en palma alta es más fácil manejar líquido, pues el manejo hidráulico parece estar más estudiado que el neumático, para llevar polvo a unas inflorescencias que se encuentren a gran altura.

Finalmente, vimos un caso en el que el ANA en medio líquido mostró mayor potencial de aceite a nivel experimental en donde todo se hace muy controlado; hallamos evidencia de que hubo una diferencia por encima de 3 puntos en comparación con el ANA sólido. Luego, vale la pena explorar esta diferencia, porque puede llegar a representar mucho dinero.

Espero que esta información sea útil para ustedes y les permitan tomar decisiones acertadas en este tema. Muchísimas gracias.

Tabla 3. *Fruit set* y potencial de aceite.

Zona palmera	Zona Suroccidental		Zona Oriental		Zona Central	
Plantación	P1		P2		P5	
Presentación	Líquido	Sólido	Líquido	Sólido	Líquido	Sólido
<i>Fruit set</i> (%)	85	85,9	96,7	92,3	74,4	77,1
Potencial aceite (%)	28,6	28,3	30,4	30,1	38,1	35,7