

Artículo original / Original article

Simulación del proceso de polinización entomófila asistida en las plantaciones aceiteras del Shanusi para planificar escenarios futuros de producción*

Simulation of assisted entomophilic pollination process in Shanusi oil plantations to plan future production scenarios

Zamora-Pinedo, Herson  0000-0002-0727-8553¹

¹Universidad Nacional de San Martín, Tarapoto, Perú

✉ Hezapi.21@gmail.com

Recibido: 20/10/2021;

Aceptado: 22/11/2021;

Publicado: 20/01/2022

Resumen: Las plantaciones de palma aceitera requieren de manejo y control de variables que permitan garantizar un exitoso proceso de cosecha, en el que garanticemos altos niveles de eficacia de las plantaciones y eficiencia en el uso de los recursos asignados. Diseñamos un modelo de simulación del proceso de polinización entomófila asistida en plantaciones de palmas aceiteras para la proyección de escenarios futuros de producción. Realizamos un estudio no experimental, de tipo descriptivo propositivo para generar el modelo de simulación aplicando la metodología de dinámica de sistemas. Trabajamos con una muestra de 72 palmicultores, cuyas parcelas están ubicadas en la de Región Loreto - Perú, a quienes aplicamos un instrumento para conocer el total de hectáreas, número de parcelas, área, año de siembra, hectáreas en producción, con una polinización natural, racimos por planta, kilos por planta y porcentaje de inflorescencia polinizada y sin polinizar. El resultado fue que planificamos escenarios futuros de producción en las plantaciones de palma aceitera basándose en la simulación del proceso de polinización entomófila asistida utilizando el modelo construido desde el año 2019 hasta el 2030. Concluimos que a través del modelo de simulación creado aplicando la metodología de dinámica de sistema es posible predecir escenarios futuros de producción en las plantaciones de palma aceitera del Shanusi.

Palabras clave: dinámica; modelo; planificación; producción; sistemas

Abstract: Oil palm plantations require the management and control of variables that allow guaranteeing a successful harvesting process, in which we guarantee high levels of plantation effectiveness and efficiency in the use of assigned resources. We designed a simulation model of the assisted entomophilic pollination process in oil palm plantations for the projection of future production scenarios. We carried out a non-experimental study, of a descriptive purposeful type, to generate the simulation model applying the systems dynamics methodology. We work with a sample of 72 palm growers, whose plots are located in the Loreto Region - Peru, to whom we apply an instrument to know the total hectares, number of plots, area, year of sowing, hectares in production, with natural pollination. , racemes per plant, kilos per plant and percentage of inflorescence pollinated and not pollinated. The result was that we planned future production scenarios in oil palm plantations based on the simulation of the assisted entomophilic pollination process using the model built from 2019 to 2030. We conclude that through the simulation model created applying the methodology of system dynamics it is possible to predict future production scenarios in the Shanusi oil palm plantations.

Keywords: dynamic; model; planning; production; systems

*El artículo es el resultado de un trabajo de investigación para la obtención del título profesional en Ingeniería de Sistemas e Informática en la Universidad Nacional de San Martín, Perú.

Cómo citar / Citation: Zamora-Pinedo, H. (2022). Simulación del proceso de polinización entomófila asistida en las plantaciones aceiteras del Shanusi para planificar escenarios futuros de producción. *Revista científica de sistemas e informática*, 2(1), e133. <https://doi.org/10.51252/rcsi.v2i1.133>

I. Introducción

El problema de la polinización radica en la inadecuada distribución de los mosquitos polinizadores en las palmas aceiteras del Shanusi, lo cual demanda mayor tiempo y costo para dicho proceso y muchas veces por falta de mano de obra calificada se asignan tareas a personal que no ha sido capacitado; estos no realizaban un trabajo eficaz y eficiente, por consiguiente causan altas tasas de mortalidad de los mosquitos; además, se desconocen herramientas y tecnologías que ayuden a mejorar dicho proceso, por lo cual se realizó una simulación del proceso de polinización entomófila asistida para planificar escenarios futuros. Esto es respaldado por la afirmación de Jacome Bernal (2015) quien cuantifica la polinización asistida según los siguientes costos: El kilo de polen se compra a \$500.000 a un proveedor, el cual es el encargado de distribuir el polen a Salamanca Oleaginosas S.A., dos kilos alcanzan para una semana dependiendo de la explosión de flor que exista, para un total de 8 kilos de polen por mes, en un mes el costo del polen equivale a \$4.000.000. En un año el costo de la polinización equivale a \$48.000.000. Un bulto de 50 kg. Talco Inerte está costándole a la empresa \$23.000; el cual alcanza para utilizar hasta por un periodo de tiempo de un mes. Al año se gastan aproximadamente 12 bultos x \$23.000 es \$276.000, el costo total anual es de \$48.276.000.

En el presente estudio se ha identificado el desinterés por conocer nuevos procesos de polinización entomófila asistida en plantaciones de palmas aceiteras del Shanusi debido a que los productores prefieren realizar el proceso de la manera tradicional, ya que no cuentan con herramientas o capacitaciones, lo que implica más tiempo y recursos ocasionando pérdidas de la producción; sin embargo, según Céspedes Reátegui (2014), expresa que en los últimos años se están incrementando áreas de cultivo de palma aceitera en la región Loreto y uno de los factores de la producción es el proceso natural de polinización que en interacción con las condiciones ambientales de la región hace que los medios polinizadores estén condicionados a ejercer una fecundación oportuna y adecuada, obteniendo en muchas plantaciones un bajo rendimiento de racimos, entonces será necesario desarrollar técnicas de polinización asistida; sin embargo, si no aplicamos una dosis adecuada de polen y talco el rendimiento de racimos y de frutos por racimos alcanzará baja productividad.

La investigación buscó verificar en qué medida la simulación del proceso de polinización entomófila asistida en las plantaciones aceiteras del Shanusi, contribuye en la planificación de escenarios futuros de producción. Se simuló el proceso de polinización entomófila asistida en plantaciones de palmas aceiteras del Shanusi, durante el 2018, donde caracterizamos dicho proceso de polinización entomófila asistida, además se diseñó un modelo de simulación del proceso que nos permitió planificar escenarios futuros de producción en las plantaciones de palma aceitera basándose en la simulación del proceso de polinización.

La importancia de esta investigación radica en el control para tomar decisiones en el proceso de polinización. En base a ello, se busca simular escenarios del proceso de polinización entomófila asistida en plantaciones de palmas aceiteras del Shanusi, durante el 2018 para lo cual se utilizaron los siguientes componentes: caracterización del proceso de polinización entomófila asistida en plantaciones de palmas aceiteras, diseño del modelo de simulación del proceso de polinización entomófila asistida en plantaciones de palmas aceiteras y planificación de escenarios futuros de producción en las plantaciones de palma aceitera basándose en la simulación del proceso de polinización entomófila asistida.

Simulación proceso de polinización entomófila asistida

Para Cantú González et al. (2016), la utilización de la simulación en los procesos de manufactura sin lugar a duda es una herramienta de gran aprovechamiento para el desempeño operacional. Gracias a la simulación es posible tomar decisiones sobre probables cambios a efectuar en los procesos de manufactura sin tener que generar cambios físicos que puedan entorpecer las operaciones. El uso de la simulación de procesos mejora la eficiencia, incrementa la moral en el lugar de trabajo y en general contribuye al desempeño operacional.

La polinización

La palma aceitera produce flores masculinas y femeninas, en inflorescencias distintas y en forma separada, en una misma planta, de manera que se necesita trasladar el polen de una flor a otra, es por esta razón que se necesita de agentes polinizadores para asegurar un buen fructificación. La polinización se debe iniciar entre los 26 a 28 meses de sembrada la palma. Para asegurar la buena formación de frutos y racimos, con índices de extracción, de más de 20 %, es necesario hacer la polinización asistida, la cual puede ser manual o entomófila (Arévalo Solsol, 2010).

La polinización manual

Consiste en la utilización de una mezcla de polen – talco, la proporción de mezclas es de 20 partes de talco por uno de polen, de esta mezcla se espolvorea 0.1 gr/inflorescencia femenina, en estado de antesis (receptiva), tiene olor a anís. El polinizador debe revisar planta por planta para detectar las inflorescencias en estado receptivo, la flor permanece en este estado 03 días, luego caduca, el porcentaje de fructificación es de 60% de frutos normales (Arévalo Solsol, 2010).

La polinización entomófila

Las inflorescencias femeninas y masculinas emiten un suave olor a anís, que atraen especialmente a unos pequeños insectos (curculionidos), que se alimentan y se producen en las flores masculinas, estos insectos tienen el cuerpo cubierto de vellosidades al que se adhieren los granos de polen, que luego debe moverse entre las flores femeninas van liberando y asegurando la polinización. Uno de los insectos que mejor se ha establecido en plantaciones de América, es el *Elaeidobius Kamerunicus*, recomendado para la polinización entomófila. Se capturan los insectos en los cultivos adultos de más de 07 años de edad, luego se los libera en los cultivos jóvenes. La liberación de los polinizadores obedece a un sistema que asegure una población de 20.000 insectos/Ha. cada tres días. con la polinización entomófila, el porcentaje de fructificación es de 80%. Ambas modalidades de polinización se suspenden entre 6 y 7 años de edad de las Palmas, que es cuando la emisión de flores masculinas es suficiente para abastecer la necesidad de polen y los insectos polinizadores ya se han establecido asegurando de esta manera el fructificación de las flores femeninas en forma natural. El porcentaje de fructificación alcanza el 85 – 95% de frutos normales (Arévalo Solsol, 2010).

Escenarios futuros

Baranzelli et al. (2017) señala que comprender el presente, analizar los requerimientos del porvenir y elaborar escenarios futuros. La comprensión del presente se refiere a conocer qué ha sido el sistema territorial los últimos cincuenta años, es decir, hacer una retrospectiva. Trata, en suma, de identificar el mayor número posible de variables que incidieron e inciden en el comportamiento de un territorio. El análisis de los requerimientos de porvenir se refiere a ubicar

las variables del sistema territorial en tendencias pesadas, emergentes y hechos portadores de futuro. Luego, hacer un análisis estructural para conocer la influencia o la dependencia de las variables contrastadas entre sí. La elaboración de escenarios versa sobre la elaboración de hipótesis y un análisis del comportamiento para finalmente construir escenarios futuros para un sistema territorial. Incluye, además, optar con la variable largo plazo sobre un escenario futuro deseado.

Tiempo de proceso, costo del proceso, número de inflorescencia femenina polinizadas mensualmente, número de recurso humanos.

Para Fontanilla et al. (2016), los híbridos son materiales que debido a sus condiciones fisiológicas requieren polinización asistida durante toda su vida útil, por lo cual un inversionista que desee sembrar estos materiales debe considerar la disponibilidad de mano de obra en la zona.

Realizar polinización asistida implica contar con operarios que además de polinizar, realicen otras labores como alistar insumos y materiales, supervisar la labor de polinizadores y apoyar. Se muestran los requerimientos de mano de obra que tienen las nueve plantaciones visitadas entorno a la labor de polinización, así como los rendimientos y el área que cubren. Los costos reportados por las plantaciones participantes. El costo promedio en las plantaciones de la zona oriental fue de \$1.032.003/ha, que incluye la mano de obra de polinización y supervisores de la misma, los insumos (polen + talco), el costo de administración y el transporte de los operarios, así como bonificaciones monetarias pagadas para incentivar la labor.

Tabla 1. Costos de polinización

Zona	Plantación	Costo (\$/Ha)	Nº de veces en el año que ingresan a una hectárea
Oriental	A	962.500	150
	B	1.100.000	156
	C	1.033.000	156
Suroccidental	G	883.894	-
	H	700.000	156
	I	845.988	156

Fuente: Fontanilla et al. (2016).

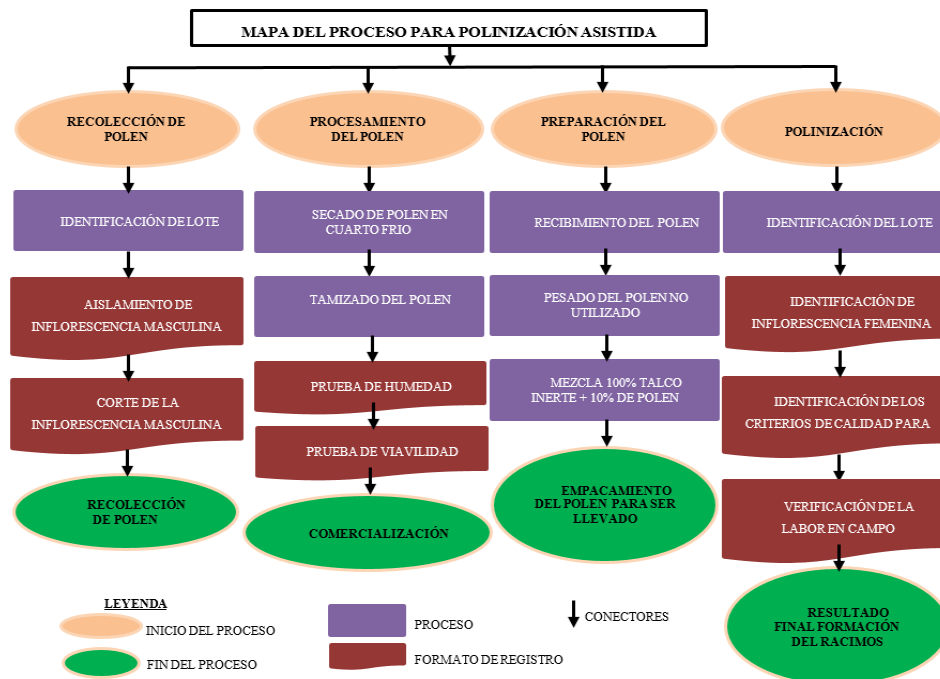
2. Materiales y métodos

El estudio se realizó en las plantaciones de palma aceitera del Shanusi que se encuentra ubicado en el Distrito de Pampa Hermosa, Provincia de Alto Amazonas, Región Loreto. Geográficamente se encuentra situada entre las coordenadas 370580 N y 9322964 E, con una altitud de 126 m.s.n.m. Las condiciones climatológicas son estables y favorables para la producción y crecimiento de la palma aceitera. La información climatológica se recuperó de la fuente Climate-Data.org (2019). El clima está clasificado como tropical con precipitaciones significativas, incluso en el mes más seco hay mucha lluvia. Esta ubicación está clasificada como Af po2r (García, 2004).

Se aplicó un nivel descriptivo propositivo, para realizarlo, se ha llevado a cabo un estudio de las características del proceso de polinización entomológica asistida a través del estudio de diferentes teorías reflejadas en el marco teórico y también en gabinete, ya que se asistió a campo y en el mismo se hizo la recolección de datos mediante instrumentos. De una población de 370 palmicultores se tomó a una muestra de 72 en un estudio no experimental para recoger los

datos y características del proceso productivo de palma aceitera. En la descripción del proceso de Polinización entomófila asistida para el área de palmas aceiteras del Shanusi – Yurimaguas, se utilizó como medio de recolección de investigación la entrevista, la cual brinda la posibilidad de conocer el entorno del palmicultor.

Figura 1. Diagrama de secuencia de la distinción de regiones en los fotogramas del video.



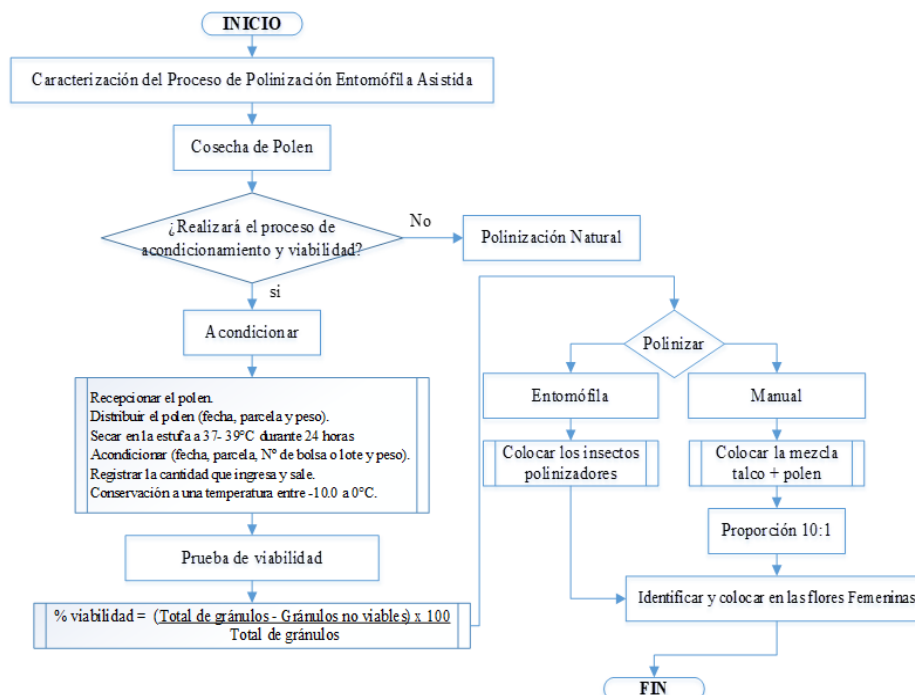
Fuente: Torres Beltran (2014).

3. Resultados y discusión

3.1. Caracterización del proceso de polinización

Para la caracterización del proceso de polinización entomófila asistida en plantaciones de palmas aceiteras del Shanusi se realizó el siguiente diagrama que ayudó a tener un mejor entendimiento de dicho proceso (Figura 2).

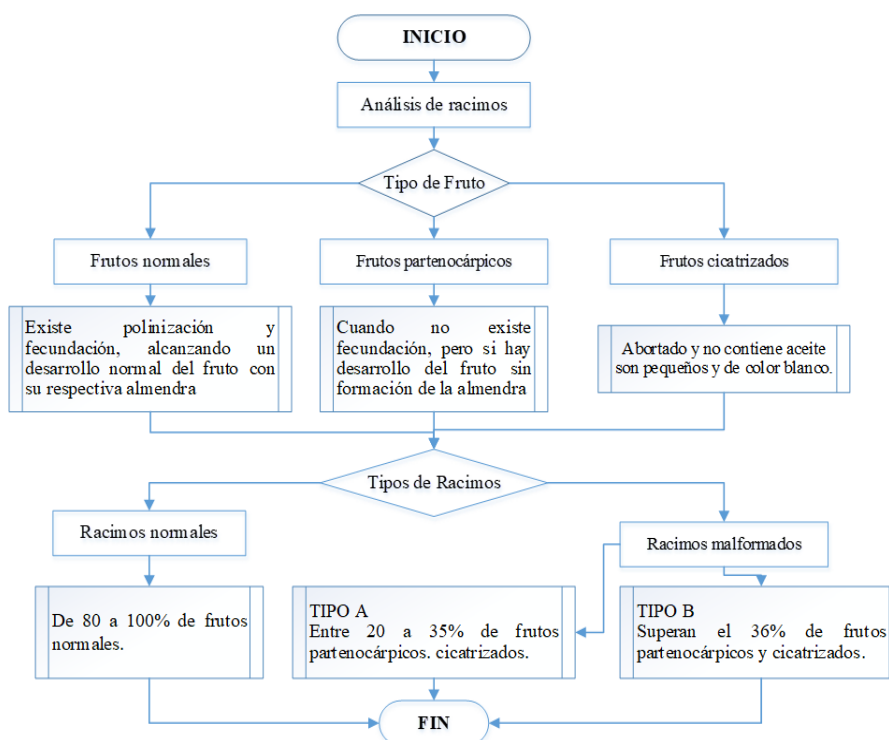
Figura 2. Caracterización del proceso de polinización.



3.2. Análisis de tipos frutos y tipos de racimos

Para el análisis de tipo de fruto y racimo se realizó el siguiente diagrama, según la entrevistas y datos recolectados en la investigación (Figura 3).

Figura 3. Análisis de tipos de frutos y tipos de racimos.



Según Indupalsa (2018), se logró acopiar un total de 66,042.39 TM de racimos de fruta fresca de palma (RFF) de los cuales el 58.52% procede de la zona de Loreto y el 41.48% de la zona de San Martín existiendo una extensión agrícola aproximadamente entre estas dos regiones de 6,110 has de palma aceitera. A continuación, se detalla el acopio total por sectores.

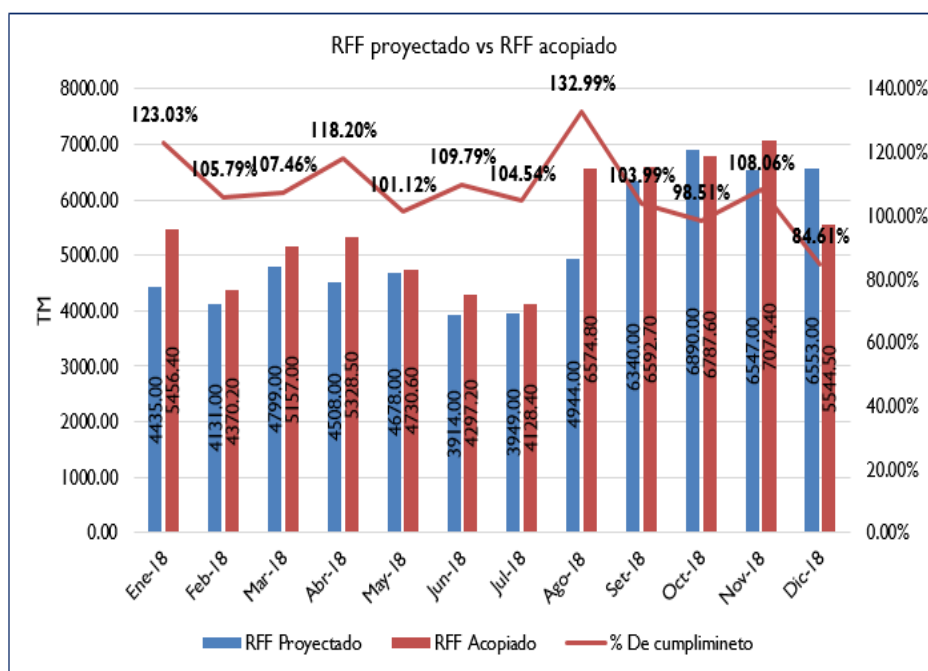
Tabla 2. Información relaciona con la producción de fruta fresca de palma.

Región	Sector	TM acopiado	% Representación por sector	% Representación por región
Loreto	Bajo Shanusi	3,079.29	4.66%	58.52 %
	Mariano Melgar	2,825.62	4.28%	
	Miguel Grau	12,126.04	18.36%	
	Pampa Hermosa	13,531.20	20.49%	
	San Juan De Pamplona	5,667.40	8.58%	
	Santo Tomas	1,421.56	2.15%	
San Martín	Barranquita	549.96	0.83%	42.48%
	Bonilla	2,466.90	3.74%	
	Convento	1,341.72	2.03%	
	Davicillo	5,008.89	7.58%	
	Las Palmas	18.92	0.03%	
	Metilluyoc	3,676.77	5.57%	
	Micaela Bastidas	33.58	0.05%	
	Nueva Libertad	2,927.84	4.43%	
	Pintuyaquillo	1,503.65	2.28%	
	Pongo Yumbatos	1,779.37	2.69%	
	Puerto Perú	4.71	0.01%	
	San Fernando	153.57	0.23%	
	San Juan de Pacchilla	9.17	0.01%	
	San Miguel	4,595.49	6.96%	
	Sangamayoc	2,100.12	3.18%	
Santiago de Borja	1,220.62	1.85%		
Total		66,042.39	100%	100%

Fuente: Memoria anual 2018 – Indupalsa (2018).

Durante en el año 2018 se acopió 66,042.39 TM. de RFF siendo la proyección de 61,688.00 TM., cumpliendo en un 107.06% de lo programado. A continuación, se presenta una comparación entre lo proyectado y acopiado de racimos de fruta fresca de palma durante el 2018. Así mismo el siguiente gráfico se muestra los meses de menor producción (junio – julio) debido a los escasos de lluvias; de igual manera el mes de mayor producción es el mes de noviembre con 7074.40 TM.

Figura 4. RRF proyectado vs RRF acopiado.

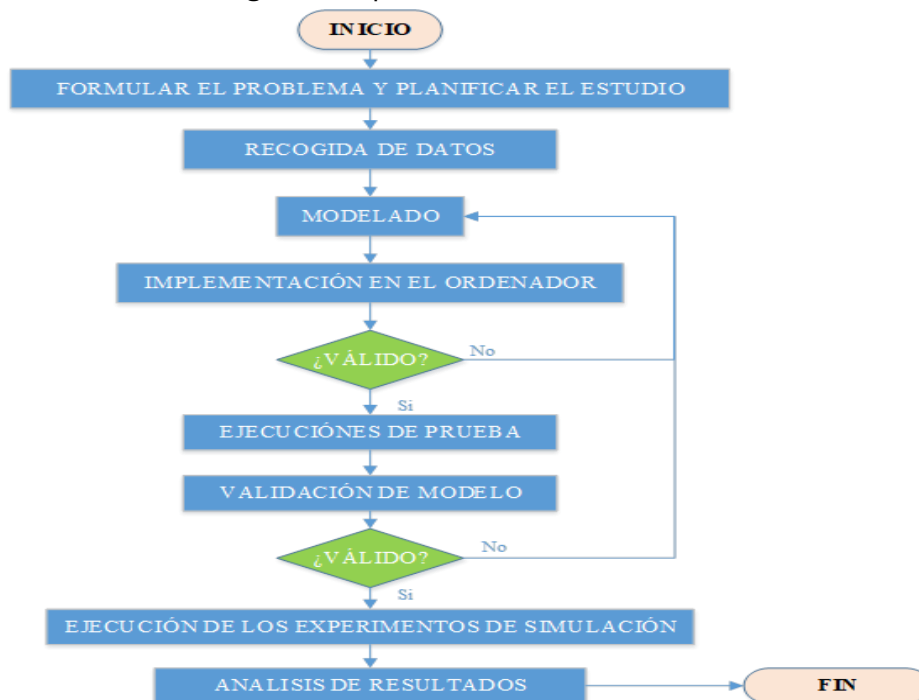


Fuente: Memoria anual 2018 - Indupalsa (2018).

3.3. Diseño de un modelo de simulación del proceso de polinización entomófila asistida en plantaciones de palmas aceiteras

Para llevar a cabo la simulación del proceso de polinización se siguió una serie de etapas, ampliamente discutidas en la literatura científica (Grande Blesa et al., 2011):

Figura 5. Etapas de un estudio de simulación.



Fuente: Grande Blesa et al. (2011)

En el diagrama se despliegan las siguientes variables que forman el modelo de simulación para el proceso. De la variable población en función a la aplicación de mosquitos polinizadores y la muerte de mosquitos considerando frecuencia de polinización y tasa de mortalidad de los mosquitos se ve afectada la polinización.

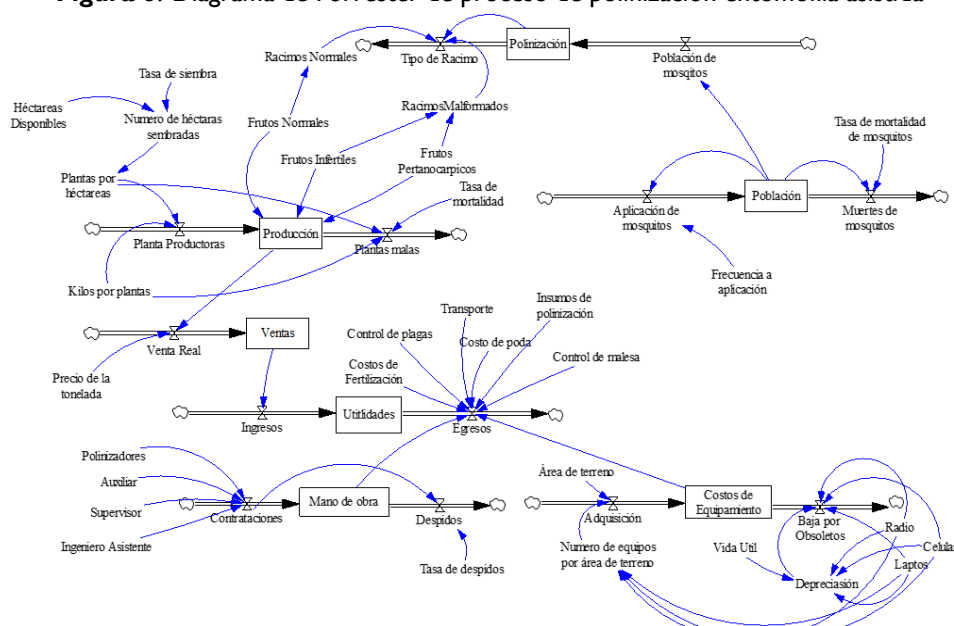
Se consideró también la variable polinización en función a la población de mosquitos como base para determinar el tipo de racimo, basado en racimos normales (80%), malformados (36%) y partenocárpicos (35%). Según fuentes recuperadas en la visita al lugar de producción.

Del mismo modo se consideró la variable producción en función a las plantas productoras mas no plantas malas, donde influye los frutos infértiles, normales y partenocárpicos, para el cálculo de la producción de las plantas productoras se obtuvo del kilo por plantas (según recopilación de información de campo se obtiene 13.23 Kg) por el número de plantas por hectárea y para las plantas malas; las plantas productoras por la tasa de mortalidad por kilos por planta.

En dicho modelo se consideró también la variable costo de equipamiento para la polinización en función a la adquisición y la baja por obsoletos, para la adquisición se tuvo en cuenta el área de terreno y el número de equipos por área de terreno. Para la baja por obsoletos se tuvo en cuenta los equipos como celular, laptops y radios, de los cuales se calculó su depreciación en función a su vida útil de cada equipo. Así mismo se consideró la variable mano de obra en función a las contrataciones (polinizadores, auxiliar, supervisores e ingeniero asistente) menos los despidos de dicha mano de obra bajo una tasa de despidos.

Como última variable se tuvo en cuenta las utilidades que están en función de los ingresos menos los egresos de todo el proceso de polinización. Para los ingresos se consideró las ventas del producto de la producción total teniendo como referencia que el año 2018 la tonelada de fruto fresco de palma costo 930 soles y como egresos a costos de equipamiento, mano de obra, control de maleza, control de plagas, costos de la fertilización, insumos de polinización y transporte.

Figura 6. Diagrama de Forrester de proceso de polinización entomófila asistida



3.4. Planificación de escenarios futuros de producción en las plantaciones de palma aceitera basándose en la simulación del proceso de polinización entomófila asistida.

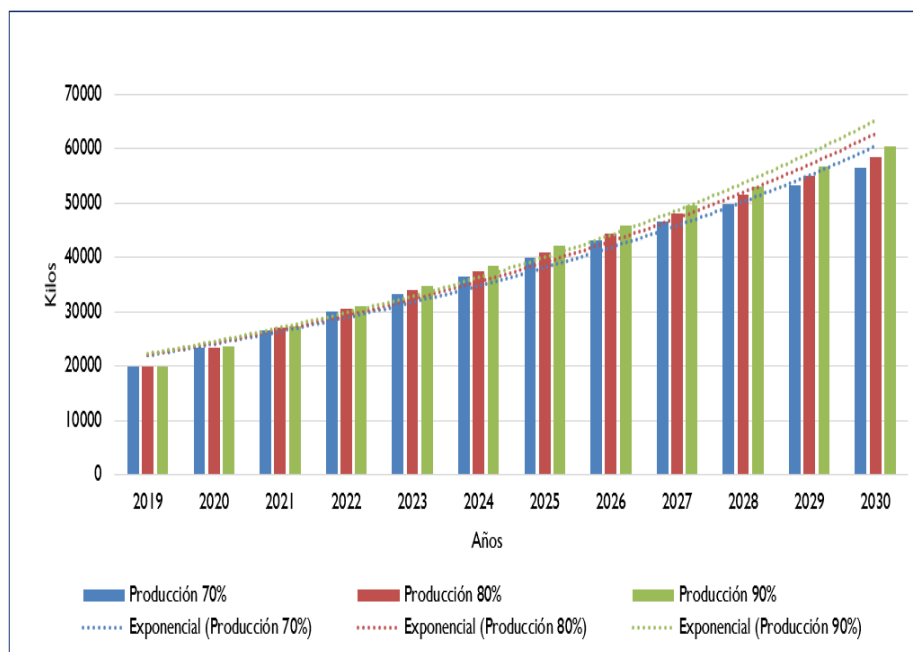
Para el desarrollo de este objetivo se ha realizado la simulación de dicho proceso con el siguiente escenario de producción entre el año 2019 al 2030, de dicha simulación se obtuvieron los siguientes gráficos de las variables antes descritas.

Producción proyectada. Producción proyectada del año 2019 al 2030 en porcentajes de 70%, 80% y 90 % de frutos normales por racimos.

Tabla 3. Producción proyectada

Años	Producción 70%	Producción 80%	Producción 90%
2019	20000	20000	20000
2020	23,317.4	23,496.2	23,680.0
2021	26,634.9	26,992.4	27,359.9
2022	29,952.3	30,488.6	31,030.9
2023	33,269.7	33,984.9	34,719.9
2024	36,587.1	37,481.1	38,399.8
2025	39,904.6	40,977.3	42,079.8
2026	43,222.0	44,473.5	45,759.7
2027	46,539.4	47,969.7	49,439.7
2028	49,856.9	51,465.9	53,119.7
2029	53,174.3	54,962.1	56,799.6
2030	56,491.0	58,458.3	60,479.6

Figura 7. Producción proyectada.

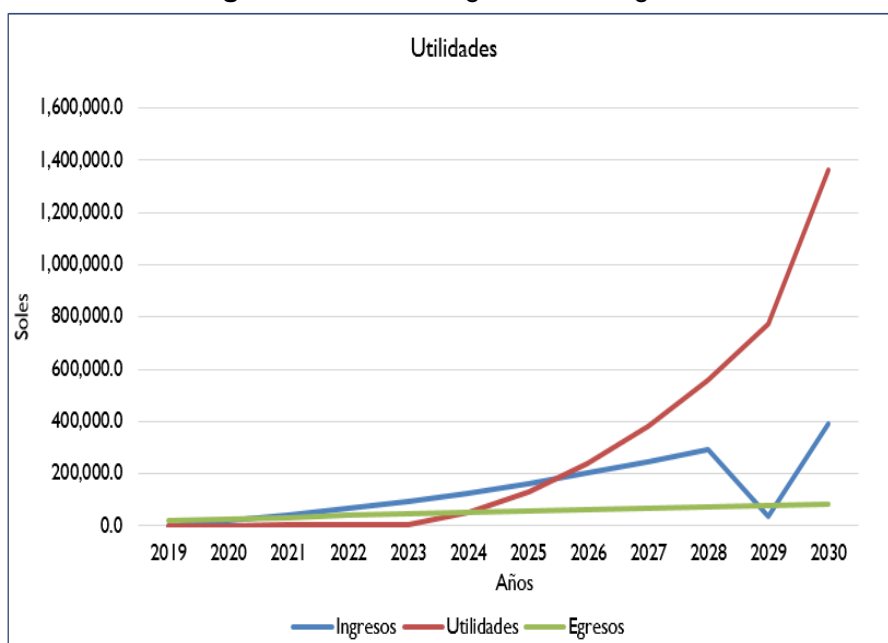


3.5. Utilidades

Tabla 4. Producción proyectada

Año	Ingresos	Utilidades	Egresos
2019	0.0	500.0	22,080.0
2020	18,600.0	2,000.0	27,690.0
2021	40,620.0	2,550.0	33,310.0
2022	66,070.0	3,100.0	38,930.0
2023	94,930.0	3,781.0	44,540.0
2024	127,200.0	54,170.0	50,160.0
2025	162,900.0	131,200.0	55,770.0
2026	202,100.0	238,400.0	61,390.0
2027	244,600.0	379,100.0	67,010.0
2028	290,600.0	556,700.0	72,620.0
2029	34,000.0	774,700.0	78,240.0
2030	392,800.0	1,360,000.0	83,850.0

Figura 8. Utilidades - Ingresos menos egresos



De la Figura 6 (diagrama de forrester) se despliegan las siguientes variables que forman el modelo de simulación para el proceso, de la variable población en función a la aplicación de mosquitos polinizadores y la muerte de mosquitos considerando frecuencia de polinización y tasa de mortalidad de los mosquitos se ve afectada la polinización, del mismo modo se consideró la variable producción en función a las plantas productoras menos las plantas malas, donde influye los frutos infértiles, normales y partenocárpicos, para el cálculo de la producción de las plantas productoras se obtuvo del kilo por plantas (según recopilación de información de campo se obtiene 13.23 kg) por el número de plantas por hectárea y para las plantas malas; las plantas productoras por la tasa de mortalidad por kilos por planta.

En dicho modelo se consideró también la variable costo de equipamiento para la polinización en función a la adquisición y la baja por obsoletos, para la adquisición se tuvo en

cuenta el área de terreno y el número de equipos por área de terreno, y para la baja por obsoletos se tuvo en cuenta los equipos como celular, laptops y radios; de los cuales a se calculó su depreciación en función a su vida útil de cada equipo.

Así mismo, se consideró la variable mano de obra en función a las contrataciones (polinizadores, auxiliar, supervisores e ingeniero, asistente) menos los despidos de dicha mano de obra bajo una tasa de despidos, como última variable se tuvo en cuenta las utilidades que están en función de los ingresos menos los egresos de todo el proceso de polinización. Para los ingresos se consideró las ventas del producto de la producción total teniendo como referencia que el año 2018 la tonelada de fruto fresco de palma costo S/930.00 y como egresos a costos de equipamiento, mano de obra, control de maleza, control de plagas, costos de la fertilización, insumos de polinización y transporte.

De la Tabla 3 y Figura 7 (producción proyectada), se rescata que existe una producción exponencial en relación a los kilos por años, con una producción inicial del 2019 de 20,000 kg y para el 2030 de 56,491.0 kg para la proyección del 70%, y para la producción proyectada del 80% se tiene para el 2019 de 20,000 kg y para el 2030 la cantidad de 58,458.3 kg y como última proyección del 90% se tiene para el 2019 de 20,000 kg y para el 2030 de 60,479.6 kg, habiendo una relación significativa en relación a la producción proyectada.

De la Tabla 4 y Figura 8 (utilidades - Ingresos menos egresos), esta forma de representar la relación ingresos-egresos -utilidad permite evaluar la repercusión que sobre las utilidades tiene cualquier movimiento o cambio de cualquiera de estas variables (los costos de producción, el volumen de producción, mano de obra, equipamiento y los precios), para el modelo hay un crecimiento incremental en la proyección del 2019 al 2030.

4. Conclusiones

Se logró caracterizar el proceso de polinización entomófila asistida identificándose las dosis de aplicación de mosquitos polinizadores, la variedad, tipos de racimos, frutos, costos de los insumos para la polinización, costos de mano de obra, costos de equipamiento, el precio de la tonelada métrica de fruto fresco de palma aceitera, la producción por hectáreas, costos en el mercado en el año 2018 como referencia para los próximos años el cual podría variar según la bolsa de valores.

Se ha diseñado un modelo que permite proyectar resultados para el periodo 2019 al 2030. Dicho modelo del proceso de polinización entomófila asistida brinda una explicación realista donde se muestran los factores que intervienen y sus influencias dentro de todos los procesos que conforman el sistema.

A través de la simulación basada en la metodología de dinámica de sistema se puede predecir escenarios futuros de producción en las plantaciones de palma aceitera del Shanusi con la identificación de las variables que intervienen para tomar decisiones futuras. El proceso de polinización entomófila asistida si influye en la producción de frutos frescos de palma aceitera del Shanusi, como lo muestran las gráficas en las que se observa la influencia entre las variables del modelo. Así mismo, la población de mosquitos polinizadores influye en la producción de frutos frescos de palma aceitera del Shanusi.

Referencias bibliográficas

- Arévalo Solsol, P. W. (2010). *Manual técnico del cultivo de palma aceitera*. Ministerio de Agricultura.
<https://www.midagri.gob.pe/portal/download/pdf/direccionesyoficinas/dgca/Cartilla-de-difusion-Palma.pdf>
- Baranzelli, M. C., Boero, M. L., Córdoba, S. A., Ferreiro, G., Maubecin, C., Paiaro, V., Renny, M., Rocamundi, N., Sazatornil, F., Sosa Pivatto, M., & Soteras, F. (2018). Socios por naturaleza: una propuesta didáctica para comprender la importancia de la interacción mutualista entre las flores y sus polinizadores. *Enseñanza de las Ciencias*. 36(1), 181.
<https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2239>
- Cantú González, J. R., Guardado García, M. del C., & Balderas Herrera, J. L. (2016). Simulación de procesos, una perspectiva en pro del desempeño operacional. *Revista Iberoamericana de Producción Académica y Gestión Educativa*, 3(5).
<https://www.pag.org.mx/index.php/PAG/article/view/567>
- Céspedes Reátegui, J. J. (2014). *Dosis de polen y talco en polinización asistida y su efecto sobre el rendimiento de racimos en Elaeis Guineensis Jacq. palma aceitera*. Pampa Hermosa – Yurimaguas [Universidad Nacional de la Amazonia Peruana].
<http://repositorio.unapikitos.edu.pe/handle/20.500.12737/3329>
- Climate-Data.org. (2019). *Clima Pongo de Caynarachi: Temperatura, climograma y tabla climática para Pongo de Caynarachi*. Climate-Data.org. <https://es.climate-data.org/america-del-sur/peru/san-martin-1044/>
- Fontanilla, C., Rincón, V., Mesa, E., Mariño, D., Barrera, E., & Mosquera, M. (2016). Estimación del rendimiento de la mano de obra en labores de cultivo de palma de aceite: caso polinización asistida. *Revista Palmas*, 37(2), 21–35.
<https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/11736>
- García Amaro, E. (2004). *Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen*. (2nd ed.). Universidad Nacional Autónoma de México.
- Grande Blesa, A. (2011). *Desarrollo y validación de un modelo de simulación para el complejo asistencial médico tecnológico de Navarra (CAMTNA)* [Universidad Pública de Navarra].
<https://hdl.handle.net/2454/4510>
- Indupalsa S.A. (2018). *Memoria anual 2018 - Industria de palma aceitera de Loreto y San Martín S.A.*
- Jacome Bernal, M. A. (2015). *Cuantificar la polinización asistida en el híbrido interespecífico o OxG palma de aceite, en la plantación Salamanca Oleaginosas S.a. Tumaco*. [Universidad de Nariño].
<http://sired.udenar.edu.co/434/>
- Torres Beltrán, L. P. (2014). *Caracterización del proceso de polinización asistida en palma de aceite (Elaeis Guineensis) en la empresa UNIPALMA de los Llanos S.A.* [Universidad Santo Tomás].
<http://hdl.handle.net/11634/23166>

Financiamiento

Ninguno.

Conflicto de intereses

El artículo no presenta conflicto de intereses.

Contribución de autores

Zamora-Pinedo, Herson: Tesista y redactor del artículo.