

Estanderización de un método de recolección de polen en el cultivo de palma de aceite *elaeis guineensis jacq.* en la empresa el oasis de puerto wilches, Santander.

GEINER BARBA NAVARRO, EDUARDO EMIRO CORREA CONTRERAS
 Escuela de Ingeniería Agronómica, Universitaria de investigación y desarrollo (UNIPAZ)
 Barrancabermeja, Colombia
 Geiner.barba@unipaz.edu.co
 Eduardo.correa@unipaz.edu.co

Abstract— The study was carried out in the Oasis company located in the Puerto Wilches municipality, Santander included in the village of El Cristal, with humid-tropical climates according to the Holldridge scale. Its purpose was to standardize a pollen collection method, which seeks to improve the efficiency of the process that exists when updated. A descriptive non-experimental research design was used, through the analysis of variables that affect the characterization of the collection process such as the efficiency in the process and the viability of the pollen. As a result of 126 inflorescences with 3873 g of pollen and with the traditional procedure, 40 inflorescences were collected with 1890 g, achieving a greater range of work, due to the simplicity of the process. Achieving an efficiency per operator of 121 g / h, obtaining an average viability of 63.2% although this has flaws for its commercialization due to its low viability, but is suitable for use within the farm.

KEY WORDS:

Inflorescences, characterization, process, efficiency, pollen, oil palm.

I.INTRODUCCIÓN

Desde los años noventa se ha venido incrementando el establecimiento del híbrido interespecífico de palma de aceite O X G (*Elaeis oleífera* Cortes x *Elaeis guineensis* Jacq.) el cual se caracteriza por su tolerancia a plagas, enfermedades, lento crecimiento, alto contenido de ácidos grasos insaturados y carotenos¹, éste material se ha convertido en una alternativa de

Cultivo por su tolerancia a la enfermedad conocida como pudrición de cogollo la cual arrasó por completo cultivos de palma de la especie *Elaeis guineensis* Jacq. En varias zonas del país.

Este material presenta un problema del bajo cuajamiento de frutos, debido a que el polen que produce presenta baja viabilidad; sus inflorescencias masculinas son muy escasas y carecen de un olor atractivo a los insectos polinizadores, además de poseer inflorescencias femeninas, las cuales están cubiertas de unas brácteas pedunculares que dificultan la entrada de los polinizadores y del polen; ocasionando con ello una baja eficacia de la polinización (*fruit set*)².

Esta problemática se ha contrarrestado suministrando al híbrido, polen recolectado del material *Elaeis guineensis* Jacq. Aplicándolo de manera manual a las inflorescencias femeninas del híbrido OXG, lo cual conlleva a una mayor proporción de frutos normales con un mayor contenido de aceite y por lo tanto a una mayor producción de este.

Con el fin de efectuar la polinización manual al material híbrido, es necesario proveer polen del material *Elaeis guineensis* Jacq. El cual presenta alta viabilidad y se produce de manera abundante en sus inflorescencias masculinas.

TAMAÑOS DE FUENTE PARA ARTÍCULOS

¹ Hacienda la cabaña, Multimedia: Palma de aceite alto oleico (híbrido OxG), en colaboración con Cirad, Fedepalma y Convenio Alianza en Palma, citado por SÁNCHEZ, Rodríguez Ángela *et al.* Polinización asistida en palma de aceite. Tecnologías para la agroindustria de la palma de aceite: guía para facilitadores. Bogotá (Colombia), 2011. p. 52.

² *Ibíd.*, p. 14.

II. DESARROLLO DE CONTENIDOS

La presente investigación se realizó en la empresa el Oasis que dispone de 210 ha, ubicada en la vereda el Cristal del municipio de Puerto Wilches (Santander) debido a que cuenta con materiales de siembra con la edad adecuada para la recolección del polen durante el semestre B del 2018, como también cuenta con una topografía plana. (Ver figura 3 y 4). Coordenadas: Latitud: 7°16'9.73"N; Longitud: 73°38'14.25"O

Figura 1. Delimitación geográfica macro de la empresa El Oasis en el municipio de Puerto Wilches (Santander)



Fuente: www.googlemaps.com

1.Descripción edafoclimática de la empresa el Oasis. La finca cuenta con suelos franco limosos, permeabilidad óptima, con edades de siembras de 10,12 y 14 años, luminosidad de horas sol entre 6-8 horas por día, con pluviometría entre 1500-2000 mm, pH (5.5), altitud de 80 msnm, y una temperatura promedio de 28 centígrados.

Estudios previos. Para la concepción de este trabajo investigativo fue de gran ayuda la guía para facilitadores de Cenipalma de tecnologías para la agroindustria de la palma de aceite, enfático de la polinización asistida³, hacia los palmicultores de la región.

Conforme a esta guía, se procedió hacer un estudio previo dentro de la misma empresa el Oasis, para determinar el comportamiento que tiene el método de recolección de polen, con el embolsado de las inflorescencias, generando resultados comparativos para este trabajo investigativo.

Dentro de una semana de embolsado, se logró recolectar 1890 g con 40 inflorescencias cosechadas, teniendo una totalidad de tiempo de 31 h en toda la ejecución de la labor. Conforme a estos datos se pudo

³ SÁNCHEZ, Rodríguez Ángela *et al.* Polinización asistida en palma de aceite. Tecnologías para la agroindustria de la palma de aceite: guía para facilitadores. Bogotá (Colombia), 2011. p. 53.

calcular el rendimiento del operario, generando un valor de 61 g/h, teniendo en cuenta que estos valores pueden estar infravalorados debido a que los factores abióticos (clima, temperatura, brillo solar, estación del tiempo) no pudieron estar a favor para la aparición de inflorescencias masculinas.

1.2 Descripción del método propuesto. Se buscaron inflorescencias en estado de pre-antesis tres (según la escala fenológica) en los lotes de la empresa, aplicándoles un repelente como también la marcación de la palma, luego se espera un lapso de 3 a 5 días para dejar que sus botones florales abran y posteriormente, cosecharlas para recolectar el polen, se procede a su almacenamiento refrigerado y satisfactoriamente, se pasa hacer pruebas de viabilidad al polen obtenido.

Teniendo en cuenta el protocolo de Sánchez⁴ para la recolección de polen, se propuso los siguientes pasos:

1.3 Selección de un lote. Para una adecuada selección de un lote como fuente de polen, se deben considerar las siguientes pautas (Ver figura 2).

- ❖ La edad de la palma.
- ❖ Numero de inflorescencias masculinas.
- ❖ Viabilidad del polen.

Figura 2. Aspecto general para la selección de un lote



Fuente: elaboración propia.

1.4 Censo en busca de inflorescencias. Se procede a recorrer el lote en busca de inflorescencias masculinas en forma de “U” (calle a calle) revisando cada palma, dejando inflorescencias que presenten insectos polinizadores, lo que contribuye a mantener una polinización interna del lote, como también que los operarios tomen solo una inflorescencia de una misma palma a pesar que esta tenga dos o más.

1.5 Aplicación del repelente. Se escogen los días lunes y martes para los días de censo y aplicación de repelente, para tener el resto de días de la semana a plena disposición para la recolección de inflorescencias.

La aplicación del producto (repelente) se basa en la búsqueda de inflorescencias masculinas que se encuentran en estado de antesis 603 (según escala fenológica⁵), se inicia fumigando con una bomba de espalda, la cual tiene alargada la salida de emisión con la inserción de una manguera y una vara de madera de tres m, que permite al operario alcanzar la altura de las inflorescencias, aplicándole homogéneamente el producto a la inflorescencias masculina, seguidamente se hace marcación de la palma con una cinta de color, como también en la tabla de censo. (Ver figura 3)

Figura 3. Modelo de aplicación del operario aplicando el repelente en la inflorescencia



Fuente: elaboración propia.

1.6 Recolección de polen. Para la cosecha de polen se escogieron los días jueves, viernes y sábados. El operario se sube con una escalera donde se encuentra la inflorescencia en antesis 607 (según escala fenológica⁶) y con la mayor rigurosidad, cortarla con un palin, luego bajarla y sacudirla sobre un balde golpeándola hasta retirar por completo todo el polen que se encuentra adherido a ella. (Ver figura 4y 5).

⁵ HORMAZA, Paola Andrea, *et al.* Generalidades sobre la morfología y fenología de la palma de aceite. Colombia: Cenipalma, 2010. p. 78.

⁶ HORMAZA, Paola Andrea, *et al.* Generalidades sobre la morfología y fenología de la palma de aceite. Colombia: Cenipalma, 2010. p. 78.

Figura 4 Y 5. Labores de recolección de polen



Fuente: elaboración propia.

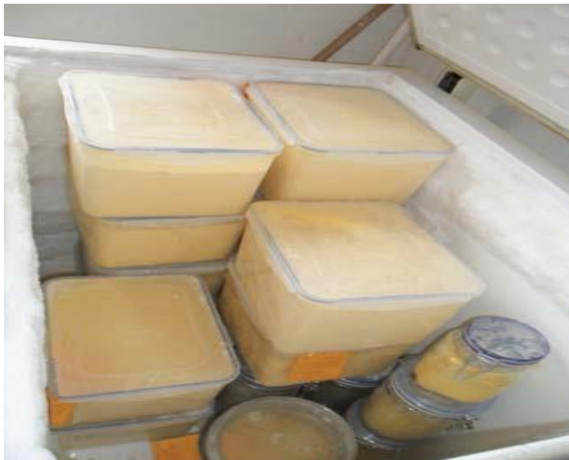
Figura 6. Actividad de tamizado del polen para eliminar impurezas



Fuente: elaboración propia.

1.7 Almacenamiento de polen. El polen se recolectó en horas de la mañana, posteriormente se procede a retirar las impurezas mediante un tamiz, seguidamente se almacena en una cava con hielo con el fin de bajar la temperatura que pueda afectar la viabilidad del material, conforme a esto se procede a llevar el polen al laboratorio donde se efectúan las pruebas de viabilidad, luego se procede al secado y se coloca en neveras de temperaturas de menos 10 grados centígrados que ayudan en la conservación. (Ver figura 7)

Figura 7. Almacenamiento para conservar en refrigeración los granos de polen



Fuente: elaboración propia.

51.8 Fase de análisis (laboratorio)

❖ **Preparación de los medios para la siembra del polen.** Se trabajó con el protocolo de viabilidad de polen, propuesto por Turner y Gilbanks⁷ con el cual se prepara un medio de cultivo a base de agar-agar (1,2g- Pronagar) y sacarosa o azúcar morena (11g) disueltos en 100 ml de agua destilada

La mezcla se deja hervir durante cinco minutos y se vierten aproximadamente cinco ml de medio en cajas o platos de Petri (5 mm de grosor).

1.9 Siembra del polen en los medios. Se puede hacer con un pincel o un pequeño trozo de algodón en contacto con el mismo; se sacude una vez para eliminar el exceso de polen y se hacen barridos ligeros sobre

⁷ TURNER. P.D y GILBANKS, R. A. oil palm cultivation and management. The incorporated society of planters. Kuala Lumpur. 1974.

una malla muy fina o un tamiz de 200 micras Se deben hacer por lo mínimo tres cultivos por cada fuente de polen (por polen recolectado por operario o comprado en casas comerciales).

Luego, se cierra la caja Petri para mantener la humedad y se lleva al horno a temperatura de 38-40°C durante dos horas para que ocurra la germinación de los granos.

1.10 Conteo de granos de polen. Antes de leer se recomienda aplicar gotas de cualquier tinte para células (como: azul de lactofenol, azul de metileno etc.) para teñir los granos de polen y facilitar su conteo. Luego se lleva al microscopio la caja de Petri para el respectivo conteo de los granos germinados y no germinados en el campo de 10X.

1.11 VARIABLES A EVALUAR

❖ **Cantidad de polen recolectado.** Se tomaron registros de la cantidad de polen recolectado por operario, en donde es pesado al finalizar la jornada diaria de recolección y este dato es llevado a un promedio semanal.

❖ **Tiempo del operario por horas.** Se organizaron registros de los tiempos ejercidos por los operarios en la realización completa de la labor, en donde son tomados los tiempos en que inicia la jornada, hasta finalizar el día, llegando a promediar estas labores por semanas.

❖ **Eficiencia de la recolección.** Se determinó midiendo la cantidad de polen recolectado del operario por la cantidad de tiempo tomado por el operario al realizar la labor.

❖ **Viabilidad del polen recolectado.** Se estimó, mediante e muestreo en laboratorio de aquellos granos de polen germinados, sobre el total de granos de polen sembrados en la muestra de laboratorio para obtener un porcentaje.

II. RESULTADOS

2.1 DESCRIPCIÓN DE LAS ETAPAS DEL MÉTODO DE RECOLECCIÓN DE POLEN

En la figura 8 se observa el diagrama del proceso vinculado con la recolección de polen, obteniendo los siguientes resultados.

- ❖ **Selección del lote.** Se contó con un área distribuida en 7 lotes (Búfalo, Nacadero, Mina A, Mina B, Avispero, Mil cien y setecientos) los cuales cuentan con áreas similares entre 14 y 18 ha, edades de 10 años, siembras 2008, con inflorescencias aptas y palmas con buen porte.

- ❖ **Censo en busca de inflorescencias.** Semanas trabajadas en total: ocho semanas y se obtuvo 682 inflorescencias.

- ❖ **Aplicación del repelente.** Un total de 682 inflorescencias con su respectivo repelente y su previa marcación tanto en la palma, como en el formato de censo.

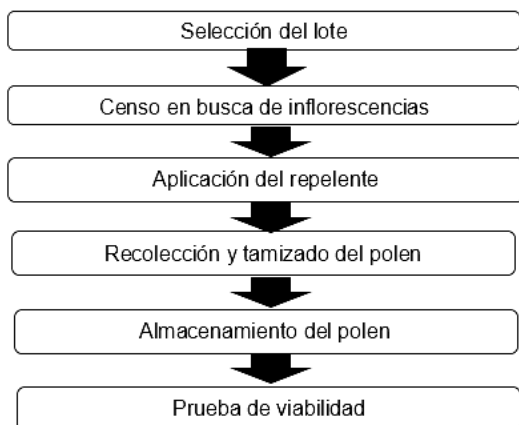
- ❖ **Recolección de polen.** Se pudo recolectar de 682 inflorescencias un total de 20.770g de polen.

- ❖ **Almacenamiento de polen.** Se logró almacenar una cantidad total de 20.770g de polen manteniéndolas en un refrigerador con temperaturas aptas para conservar.

- ❖ **Prueba de viabilidad.** promedio de viabilidad de las ocho semanas trabajadas 62,75%

Con la descripción de cada etapa del método propuesto, se logró organizar una secuencia del orden en que va cada paso, iniciando desde la selección de lote, hasta finalizar en la prueba de viabilidad, (ver figura 8).

Figura 8. Secuencia del procedimiento propuesto de recolección de polen



Fuente: elaboración propia

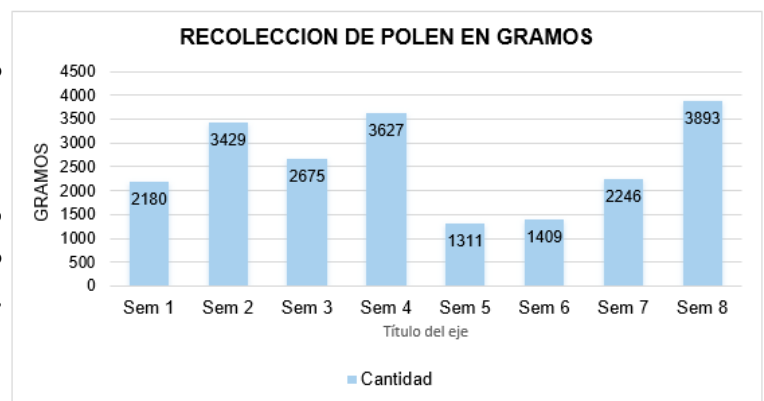
Las cantidades de lotes trabajados, número de inflorescencias censadas, aplicación del repelente, recolección y posterior almacenamiento del polen con sus respectivas pruebas de viabilidad,

son la conformación de estas etapas ejecutadas y caracterizadas de la recolección de polen, las cuales tienen similitud a lo establecido por Sánchez Rodríguez Ángela, Daza Édison Ruiz, Romero Rodrigo y Romero Angulo Hernán Mauricio. Donde la logística de cada paso a paso de este proceso, tiene una gran importancia para la obtención final, de polen con buena calidad y viabilidad.

2.2 DETERMINACIÓN DE LA CANTIDAD DE POLEN RECOLECTADO

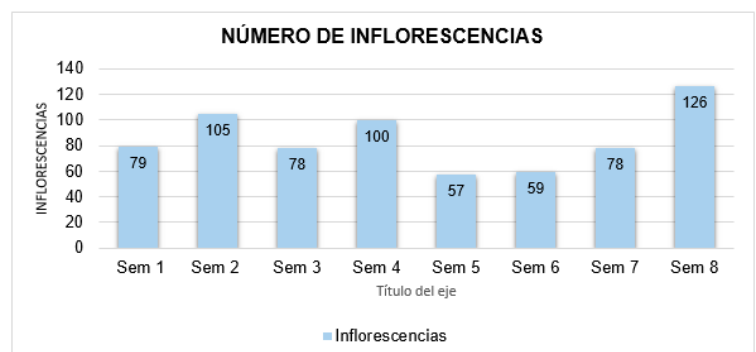
En el estudio se logró obtener 682 inflorescencias para un total de 20.770 g de polen recolectado por operario en ocho semanas, calculando un promedio por inflorescencia de 30,4 g, las figura 9 y 10 muestran que en la octava semana fue donde más polen se recolectó con una cantidad de 3.893 g con 126 inflorescencias y en donde la menor cantidad recolectada fue en la quinta semana con una cantidad de 1.311g con 57 inflorescencias.

Figura 1. Cantidades de recolección de polen



Fuente: elaboración propia.

Figura 10. Número de inflorescencias por semana



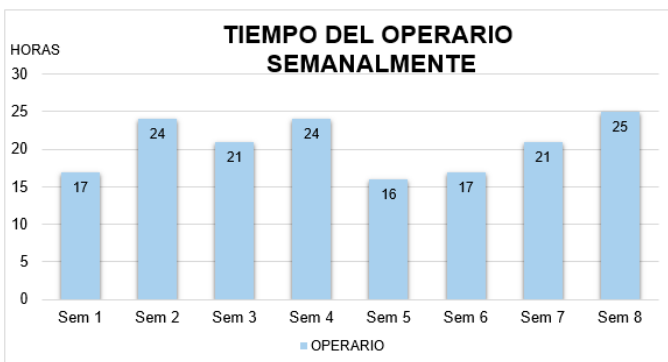
Fuente: elaboración propia.

Existen diferencias en cuanto al trabajo presentado por Sánchez Rodríguez Ángela, Daza Édison Ruiz, Romero Rodrigo y Romero Angulo Hernán Mauricio, 2011. En donde las cantidades recogidas por inflorescencia masculina con el método tradicional del embolsado, tiene como resultado de 40 a 30g por inflorescencia de polen en un solo tratamiento, garantizando el polen debido a su sello con el embolsado.

2.3 TIEMPO DEL OPERARIO REALIZANDO LA LABOR

El tiempo total ejecutado en la recolección de polen fue de 165 h en las ocho semanas trabajadas, el mayor tiempo fue presentado en la octava semana con 25 h trabajadas y el menor tiempo fue presentado la quinta semana con 16 h trabajadas por semana, con un promedio de 20,5 h por semana, como se representa en la figura 11 que está a continuación.

Figura 11. Relación de tiempos por operario



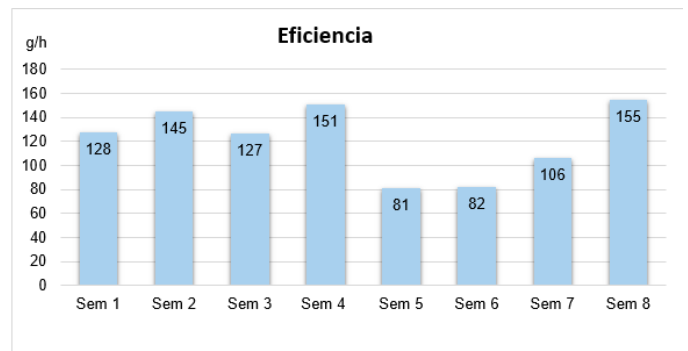
Fuente: elaboración propia.

El aumento del tiempo de trabajo en la labor dependía de la cantidad de inflorescencias que se presentaron en el lote por tanto tiene afinidad por lo expuesto por Corley R.V.H.; Gray, B.S.; Ng, S.K. “En donde el aumento de inflorescencias masculinas son causados por función de varios elementos, los cuales son: factores genéticos, edad de la palma, condiciones nutricionales, cambios climáticos, estrés hídrico y la poda excesiva.

2.4 DETERMINACION DEL RENDIMIENTO DE LA LABOR

La eficiencia fluctúa directamente proporcional en cuanto al peso en gramos de polen versus número de horas trabajadas en la semana, en la figura 12 se puede observar que se alcanzó una mayor eficiencia de la labor en la octava semana obteniendo valores de 155 g/h por operario, siendo los más representativos y donde se obtuvo menor eficiencia, fue en la quinta semana con 81 g/h teniendo un promedio de 121 g/h.

Figura 12. Promedio de valores de eficiencia



Fuente: elaboración propia.

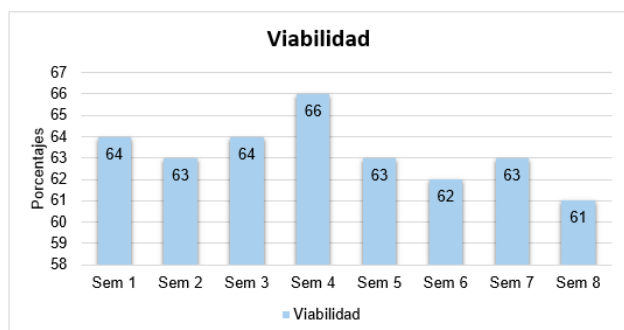
Los datos obtenidos en el estudio previo dentro de la empresa, con el método de recolección mediante el embolsado, brindó resultados de 61 g/h por operario que, en comparación con el método de recolección propuesto, se obtuvo un promedio de 121 g/h, mostrando diferencias del 98 % de eficiencia en la labor.

2.4 VIABILIDAD DEL POLEN RECOLECTADO

En la figura 13 se logra observar el porcentaje de viabilidad de las ocho semanas trabajadas, teniendo el mayor resultado en la semana cuatro (para los 3 siembras de cultivo) un promedio de 66%; y se observó el más bajo promedio en la octava semana con valores de 61%; obteniendo de las ocho semanas un promedio de 63.25% de viabilidad.

En la semana cuatro tuvo mayor viabilidad teniendo una totalidad de 133 granos sembrados, donde 88 de éstos germinaron y 54 no germinaron, brindando porcentajes de 66% de viabilidad; para la semana octava hubo menor viabilidad obteniendo 139 granos totales teniendo como resultado 85 granos germinados y 55 no germinados, arrojando valores porcentuales de 61% de viabilidad

Figura 13. Porcentaje de viabilidad del polen recolectado



Fuente: elaboración propia.

Según lo referenciado por Sánchez *et al.* Estipula que un porcentaje aceptable de viabilidad del polen germinado debe ser mayor al 70%, para poder ser comercializado. Según lo encontrado en la investigación se halla un porcentaje promedio de 63.25%, aclarando que este polen no puede ser utilizado a nivel comercial, pero sí para uso interno en las fincas.

Tabla 1. Medidas estadísticas para el porcentaje de viabilidad del polen

SEMANAS	GRANOS GERMINADOS	GRANOS NO GERMINADOS	GRANOS TOTALES	PORCENTAJES DE VIABILIDAD	DESVIACIÓN ESTANDAR	COEFICIENTE DE VARIACIÓN
1	89	50	139	64%	2,3	3,3
2	92	54	147	63%	2,2	4
3	95	54	149	64%	3,3	2,2
4	88	54	133	66%	2,7	3,9
5	93	45	148	63%	2,2	4
6	82	55	133	62%	3,0	5,2
7	94	51	148	63%	1,3	2,4
8	85	55	139	61%	2,0	2,5

Fuente: elaboración propia

En la tabla se aprecian los porcentajes de viabilidad para cada semana, alcanzando el mayor porcentaje la semana cuatro con el 66%, para estos valores se pudo calcular la desviación estándar no mayor de 3.3 a 1.3, como también se pudo organizar el coeficiente de variación, que iba de 2,2 a 5,2; teniendo en cuenta que estos promedios de viabilidad eran muy propensos a cambios, debido a las condiciones climáticas en campo que entorpecían la labor de recolección (lluvia o brillo solar).

III. CONCLUSIONES

Fue posible precisar las etapas de recolección de polen con la metodología propuesta en este trabajo investigativo, describiendo todo el proceso comenzando con una selección de lote, censo de inflorescencias, aplicación del repelente, recolección y tamizado del polen, almacenamiento del polen y una prueba de viabilidad del polen recolectado.

Se logra concluir que con el método propuesto hay mayor captación de polen que con el método tradicional, debido a la simplicidad del método, el operario puede alcanzar más área y esta ventaja se ve reflejada en una mayor recolección de polen dentro de la empresa.

De igual manera, se consiguió determinar los promedios de eficiencia de los métodos de recolecciones de polen; con el tradicional se alcanzó 61 g/h, mientras que con el método propuesto se obtuvo 121 g/h, llegando a obtener hasta el 98.3% de rendimiento, el método propuesto referente al tradicional.

Se logró determinar un promedio de 63% de todas las semanas realizando las pruebas y con estos márgenes no es factible la comercialización de este polen, pero si puede servir para la utilización interna dentro de las fincas.

Se logró cumplir con el supuesto de investigación, en el cual, fue posible la estandarización de un método, que fuera más eficiente, al proceso actual de recolección de polen, logrando aumentar la captación de polen en la empresa el Oasis de Puerto Wilches, Santander.

REFERENCIAS

- [1] ADAM, H.; JOVANNIC, S.; ESCOUTE, J.; DUVAL, Y.; VERDEIL, J.; -L.; TREGAR, J. W. Reproductive developmental complexity in the African oil palm (*Elaeis guineensis*, *Arecaceae*). *American journal of botany*. 2005. 92 (11): 1836-1852. p. 157.
- [2] ALANG, Z. C.; MOIR, G. F. J. y JONES, L. H. *Composition, degradation and utilization of endosperm during germination in the oil palm (Elaeis guineensis)*. *Annals of Botany*. 1998. 61: 261-268. p. 290.
- [3] ALVARADO, A.; BULGARELLI, J. y MOYA, B. Germinación del polen en poblaciones derivadas de un híbrido entre *Elaeis guineensis* Jack. Y *E. oleifera* HBK, Cortes ASD papers. 2000. p.94.
- [4] ANON, *Notes on the botany of the oil palm 3. The stem and the apex*. *J. W. Afr. Inat. Oil Palm Res.* 1961. 3: 277-279. p. 304.
- [5] BEIRNAERT, A. *Introduction a la biologie florale du palmier a huile (Elaeis guineensis Jacquin)*. *Serie scientifique de institut national pour l'Etude. Agronomique du congo belge*. 1935. 5: 3-42. p. 88.
- [6] BEIRNAERT, A. y VANDERWEYEN, R. *Contribution à l'étude génétique et biométrique des variétés d'Elaeis guineensis jacquin*. *Publications de l'institut National pour l'étude Agronomique (Vol. série scie)*. Belgian Congo. 1941. p. 323.
- [7] BERMEIO, M.V. Liofilización. *Memorias Seminario Liofilización Baxter*. Universidad de Valencia, España. 1999. p. 110.
- [8] CAUTIN, R. y AGUSTI, M. *Phenological growth stages of the cherimoya tree*. *Scientia Horticulturae*. 2005. 105(4): 491-497. p. 510.
- [9] CAYON, G. Aspectos fisiológicos y bioquímicos de la maduración de los frutos de palma de aceite (*Elaeis guineensis*, *Jacq.*) Primer curso internacional sobre el cultivo de la palma de aceite. Bogotá (Cenipalma). 1996. (pp. 294-106). p.178.
- [10] CORLEY R.V.H.; GRAY, B.S.; Ng, S.K. *Productivity of the oil palm (Elaeis guineensis Jacq.) in Malaysia*. *Experimental Agriculture (Inglaterra)* 1971. p. 136.
- [11] EKARATNE, S. N. R. y SENATHIRAJAH, S. *Viability of oil palm pollen. Eleais guineensis Jacq.* *Annals of botany*. 1993. 51 (5): 661-668. p. 672.