

CAPÍTULO II. FENOLOGÍA VEGETATIVA Y REPRODUCTIVA DE LA PALMA IMPERIAL *Roystonea oleracea* EN EL HUMEDAL RAMSAR DE ISLA SANTAY.

Resumen

La fenología estudia los eventos que ocurren en las plantas a lo largo del tiempo como el crecimiento, floración y fructificación, también estudia los fenómenos morfológicos de la planta. Su importancia radica en la producción periódica de las estructuras vegetativas y reproductivas. Este estudio se realizó en una zona de alta perturbación de individuos de palma imperial *Roystonea oleracea* en el área de conservación de Isla Santay, se tomaron un total de 80 muestras aleatorias para las observaciones fenológicas. Se evaluaron los datos fenológicos de los módulos vegetativos hojas incipientes, desarrolladas y seniles; módulos fenológicos reproductivos de inflorescencias incipientes, jóvenes y maduras; infrutescencias jóvenes, maduras y seniles en un periodo de tiempo de un año periodo 2020 – 2021. Para determinar el comportamiento de estos patrones entre y por clases de edades o altura delimitadas, se realizó el análisis estadístico de la prueba paramétrica ANOVA y t - Student. Exponiendo los resultados mediante gráficas y tablas que serán detallados en el presente trabajo.

Palabras clave: clase de edad, patrones, palma imperial, exótica.

1. Introducción

Según Lieth (1974) la fenología es el estudio de la ocurrencia de eventos, factores biológicos repetitivos y las causas de su ocurrencia en relación con fuerzas bióticas y abióticas selectivas y de su interrelación entre las fases caracterizadas por estos eventos, dentro del mismo o varias especies (como se citó en Custódio Talora & Morellato, 2000).

Por otra parte, la fenología es el estudio de las fases o actividades del ciclo de vida de plantas o animales y su ocurrencia temporal a lo largo del año, contribuyendo a la comprensión de los patrones reproductivos y vegetativos de plantas y animales que dependen de ellos (Mantovani et al., 2003).

Fournier y Charpantier (1975) afirman que: “Estos estudios son de suma importancia para comprender la dinámica compleja de los ecosistemas forestales, ya que el conocimiento fenológico es escaso y fragmentado en las regiones tropicales” (como se citó en Mantovani et al., 2003).

La fenología puede contribuir a la solución de algunos problemas forestales, ya que sienta bases para comprender la biología de la reproducción de las especies, la dinámica de las comunidades, las interacciones planta-animal y la evolución de la historia de vida de los animales que dependen de las plantas para su alimentación (Custódio Talora & Morellato, 2000).

Vílchez y Rocha (2004) indican que “A través del estudio de la fenología, se tratan de establecer las posibles causas de su presencia con relación a factores bióticos y abióticos” (como se citó en Ochoa Gaona et al., 2008).

Entre los factores abióticos que pueden influir en la variación temporal de la fenología reproductiva de las especies, se ha enfatizado en las horas de brillo solar, la humedad relativa, la temperatura y la precipitación, siendo ésta última, la principal variable estudiada en la fenología tropical (Ochoa Gaona et al., 2008).

Otros estudios sugieren que el conocimiento sobre fenología permite evaluar la disponibilidad de recursos durante todo el año. Por lo tanto, el conocimiento de la floración y la fructificación permiten predecir los períodos de reproducción de las plantas, sus ciclos de crecimiento y otras características de gran valor en el manejo forestal (Mantovani et al., 2003).

Por otro lado, el conocimiento y la comprensión de los patrones fenológicos de las especies arbóreas en los ecosistemas naturales es de interés básico en los estudios ecológicos sobre la biodiversidad, productividad y organización comunitaria y sobre las interacciones de las plantas con la fauna, y también es de gran importancia en los programas de conservación, recursos genéticos, manejo forestal y planificación de áreas silvestres (Camacho & Orozco, 1998).

De acuerdo con otros estudios las fenologías reproductivas de especies arbóreas en áreas forestales son necesarios para proporcionar parámetros para la conservación y la explotación racional, reconciliando la sostenibilidad con la economía (Mantovani et al., 2003).

Una metodología para evaluar los eventos fenológicos se basa en la caracterización de fenofases (floración, brotes de floración, frutos, frutos verdes, frutos maduros, caída de hojas y brotación) y su intensidad (Fournier & Charpantier, 1975).

De acuerdo con Mantovani et al., (2003) el período reproductivo es una fase de gran importancia para la dinámica de las poblaciones y para la sobrevivencia misma de la especie. A partir de este período, la floración y la dispersión merecen destacarse. También, enfatizaron que el período de floración debe ser una adaptación de la especie a la dispersión de sus diásporas, que se optimizaría cuando los agentes dispersantes tuvieran excelentes condiciones para su acción.

Los patrones fenológicos pueden variar dentro de una especie si se evalúan en diferentes ecosistemas, debe tenerse en cuenta que la tasa de floración y fructificación puede variar entre poblaciones, entre individuos y entre años. Varios factores pueden influir en estas variaciones fenológicas (Stephenson, 1981).

Varios factores pueden influir en estas variaciones fenológicas, la exposición a la luz, el daño a las hojas, el estrés hídrico y el aborto floral son algunos de los factores más importantes que influyen en los patrones fenológicos de las plantas (Mantovani et al., 2003).

La fenología vegetativa (botones foliares y posteriormente hojas, ramas, tallos y cortezas) de individuos perennes y caducifolios se encuentra estrechamente relacionada con la disponibilidad de agua como factor causal del proceso de síntesis y es relativamente fácil de predecir. Por otro lado, la fenología reproductiva o floral (desarrollo de flores y frutos) depende de la compleja interacción de una

serie de factores endógenos y exógenos que intervienen en la inducción de la floración tales como temperatura ambiental, fotoperiodo, humedad ambiental, entre otros (Casiano Dominguez & Paz Pellat, 2018).

Según Rathcke & Lacey (1985) los estudios fenológicos permiten comprender mejor la respuesta de las comunidades a su ambiente físico, la aparición, transformación o desaparición rápida de los órganos vegetales se llama fase fenológica o fenofase. El intervalo entre dos fenofases constituye la etapa o el estadio fenológico. La fenología de una especie puede ser descrita por medio de estadios particulares, tales como la formación y desarrollo de hojas, floración, fructificación, dispersión de semillas y germinación (Hormaza Martínez et al., 2010).

Basados en los datos de observaciones fenológicas, es posible definir las regularidades en el crecimiento de la palma en relación con su medio, esto genera información útil para el control o erradicación de la misma, siendo parte fundamental en la biodiversidad de los ecosistemas vegetales de Isla Santay y su conservación (Ayala et al., 2016).

El estudio de eventos periódicos, regulados principalmente por el clima y cambios estacionales, se denomina fenología, el comienzo y el fin de las fases sirven como un medio para conocer el desarrollo de las plantas (Custódio Talora & Morellato, 2000).

Debido a la favorable condición biológica y al largo proceso de perturbación a la que isla Santay ha estado expuesta, la palma *Roystonea oleracea*, una vez introducida, se ha desarrollado en diferentes sectores de la isla con grupos de palmas de diversa densidad, interrumpiendo el desarrollo biológico natural de las plantas nativas.

A partir de la designación internacional como sitio RAMSAR (2010) se empezó a monitorear los notables cambios en la biodiversidad de la isla, posiblemente generados por la actividad humana, cuya acción, en la introducción de la palma imperial *Roystonea oleracea*, puede haber generado efectos nocivos sobre la condición natural de la isla Santay, pudiendo realizar este tipo de acciones en otros ambientes de la costa ecuatoriana similares a la isla los cuales deben ser estimados para mitigar sus impactos negativos mediante el estudio de su fenología.

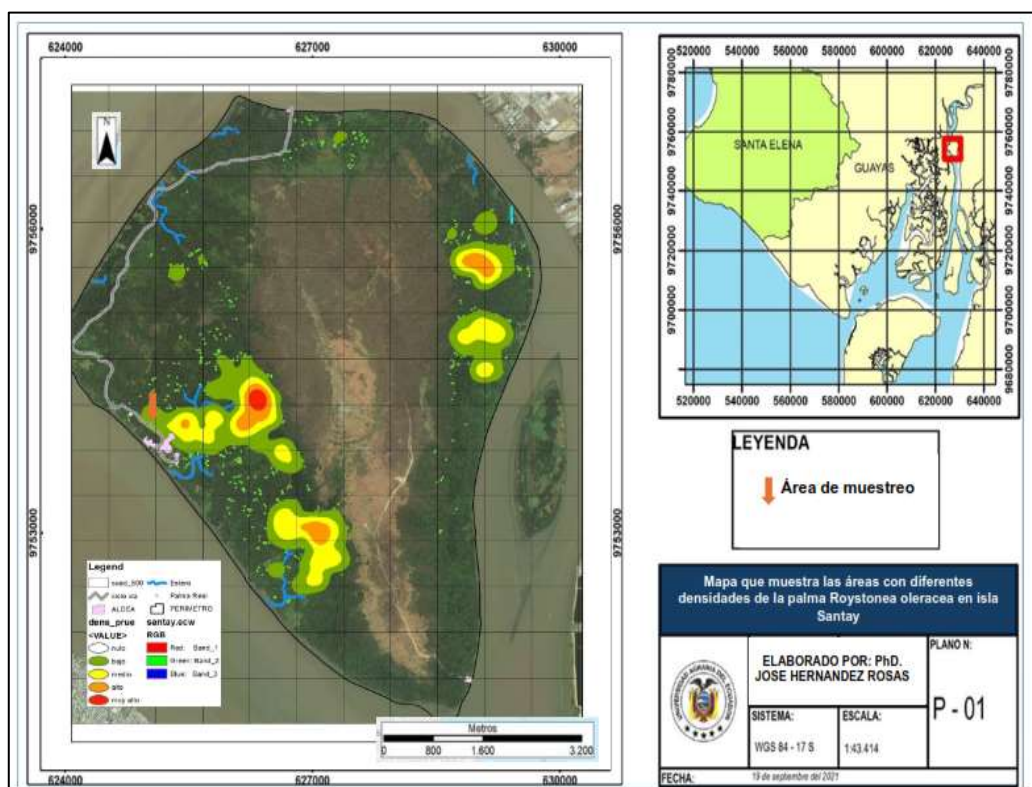
La importancia de los recursos naturales, paisajísticos, económicos, históricos, culturales y de biodiversidad de la isla Santay, área protegida y sitio RAMSAR, la convierten en un área de interés mundial y prioritaria para la conservación (Ministerio del Ambiente de Ecuador, 2011).

El crecimiento poblacional de la palma afecta la biodiversidad de la isla, provocando el desplazamiento e interrupción del desarrollo natural de las plantas nativas. Los ciclos del crecimiento y la reproducción de las plantas son cruciales para entender el funcionamiento de los ecosistemas (Lieth, 1974), de ahí que el interés en los patrones fenológicos y en los procesos que los controlan se haya incrementado en los últimos años, especialmente, en entender la forma como afectan la sincronización de los ciclos vitales de las plantas (Frankie et al., 1998).

El presente capítulo pretende generar y registrar información de los eventos fenológicos vegetativos y reproductivos de la palma imperial *R. oleracea*, contribuyendo con información para la implementación de planes para su manejo en isla Santay.

Figura 16

Ubicación del área de estudio



Nota. Fuente: Castro (2021).

2. Materiales y Métodos.

2.1. Área de Estudio.

El trabajo se desarrolló en la isla Santay ubicada en la provincia del Guayas, Cantón Durán; en un área con alta densidad de palmas ubicada en el sendero Huaquillas cercano a la eco-aldea, único centro poblado en isla Santay, cuyas coordenadas geográficas se detallan en la Tabla 10.

Tabla 10

Ubicación geográfica del área de muestreo

Punto	Latitud (S)	Longitud (W)
↓	02°13'32.04"	079°52'00.30"

Nota. Fuente: Castro (2021).

En la Figura 16, se representa cartográficamente la ubicación del área de muestreo.

2.2. Diseño de Investigación

Se seleccionaron 80 individuos al azar, clasificándolos en función del número de cicatrices o huellas que deja las hojas en los tallos al caerse, y se separaron en cuatro categorías o clases de altura con 20 individuos o muestras cada una (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**11).

Las clases de altura serán interpretadas como clases de edades para el análisis.

Tabla 11

Tratamientos según la clasificación de las clases de edades de la palma

Tratamiento	Clases de altura (m)	N° de muestras	Caracterización
T1	0 – 1,5	20	Cicatrices por
T2	1,5 – 3	20	caída de hojas,
T3	3 – 15	20	altura y diámetro
T4	>15	20	a la altura de pecho (DAP)

Nota. Fuente: Castro (2021).

2.3. Trabajo de Campo

Los individuos seleccionados y separados se marcaron en grupos de 20 individuos de palma por cada clase, a los que se les determinó la altura y el diámetro a la altura del pecho (DAP) (Nielsen, 2001). A estos individuos marcados se le realizaron observaciones mensuales del número de hojas incipientes (nuevas sin expandir), desarrolladas y seniles; y del número de inflorescencias incipientes

(botones), jóvenes y maduras, y, el número de infrutescencias jóvenes, maduros y seniles (Ramírez-Bullón, 2014) (Figura 17).

2.4. Métodos y Técnicas

2.4.1. Marcaje, Altura, DAP y Selección de Palmas

Las palmas seleccionadas se marcaron con cinta, asignándole una clave numérica para su reconocimiento en función de su altura, cicatrices por hojas caídas y el DAP; y se registraron en el cuaderno de campo para llevar un control en la información recopilada durante el periodo de evaluación.

Según Sanín et al., (2013), la edad aproximada se determina mediante el recuento de las cicatrices o huellas dejadas por la caída o muerte de las hojas. En el caso de *Roystonea oleracea* se utilizó como criterio que bajo las condiciones de la Isla Santay esta palma registra tres cicatrices o huellas en su tronco, producto de la senescencia y caída de sus hojas, obtenido de observaciones anteriores (no publicadas), que será verificado.

Figura 17

Imagen fotográfica de los módulos de la palma

Nota. Hojas (a), Inflorescencia (b), Infrutescencia (c) de *Roystonea oleracea*. Fuente:



Herrera et al., (2017).

2.4.2. Observación Fenológica

Las observaciones fenológicas se realizaron mensualmente a lo largo de los doce meses del año, iniciando en agosto del 2020 y terminando en julio 2021, en los veinte individuos de las cuatro clases o grupos de edades: 1 clase (0 – 1,5 m), 2 clase (1,5 – 3 m), 3 clase (3 – 15 m) y 4 clase (15 > m). (Figura 18).

Los datos se recopilaron en tablas con la estadística descriptiva y se representaron mediante gráficas de las secuencias a lo largo del tiempo de los valores promedio con sus desviaciones estándar respectivas, para analizar el comportamiento en cada una de ellas, realizando comparaciones con estadística inferencial.

Figura 18

*Imágenes de los de palmas *R. oleracea* por clase de altura (edad)*



Nota. Clase (a) 0 -1.5 – 15 m, Clase (b) 1.5 – 3 m, Clase (c) 3 -15 m, Clase (d) > 15 m. Fuente: Castro (2021).

2.4.3. Análisis Estadístico

El comportamiento de las fenofases de las cuatro clases de edad, fue comparado mediante análisis de varianza ANOVA de un factor con el software SPSS (IBM Corp. Released, 2021). El resultado de esta prueba de hipótesis (ANOVA), busca demostrar la diferencia entre la varianza dentro del grupo y entre grupos (Steel & Torrie, 1985).

Para el análisis de las fenofases reproductivas entre las épocas climáticas (6 meses de lluvia vs 6 meses de sequía), utilizamos la prueba t – Student para muestras independientes, que busca demostrar la diferencia entre las medias de cada una de las fenofases reproductivas entre las estaciones climáticas.

En ambos casos, partiendo de dos hipótesis

H_0 = No existe diferencia entre los grupos o medias.

H_1 = Existe diferencia entre los grupos o medias.

Para interpretar el resultado de las pruebas estadísticas, establecemos el nivel de significancia, denominado alfa (α), en 0,05, que es la probabilidad de rechazar la hipótesis nula cuando en realidad es cierta (Steel & Torrie, 1985). Para identificar qué grupos son los que tienen medias diferentes entre sí, usamos la prueba de comparación múltiple de Scheffé con 5% de confianza mediante el programa estadístico SPSS (IBM Corp. Released, 2021).

3. Resultados

3.1. Delimitación por clases de los Individuos de palma *imperial Roystonea oleracea*

Se realizó la clasificación en grupo o clases de edad, tomando como referencia las determinaciones de la altura, diámetro a la altura del pecho (DAP) y número de cicatrices en el fuste de la palma, que permitieron establecer los rangos de altura, diámetro a la altura del pecho (DAP) y número promedio de cicatrices presentes en el fuste producto de la caída de hojas de las palmas, organizando cuatro clases como se muestra en la Tabla 12.

Tabla 12

Clasificación de clases o grupos de edades de la Palma

Grupos	Altura	DAP (Diámetro a la altura del pecho)	Número de Cicatrices
1	0 – 1.5 m	0.09 – 0.22 m	0
2	1,5 – 3 m	0,17 – 0,68 m	0 – 12
3	3 – 15 m	0,43 – 0,94 m	16 – 113
4	15 > m	1,49 – 1,97 m	102 - 230

Nota. Fuente: Castro (2021)

3.2. Determinación de la Fenología Vegetativa y Reproductiva de las Cuatro Clases de Edades de *Roystonea oleracea*

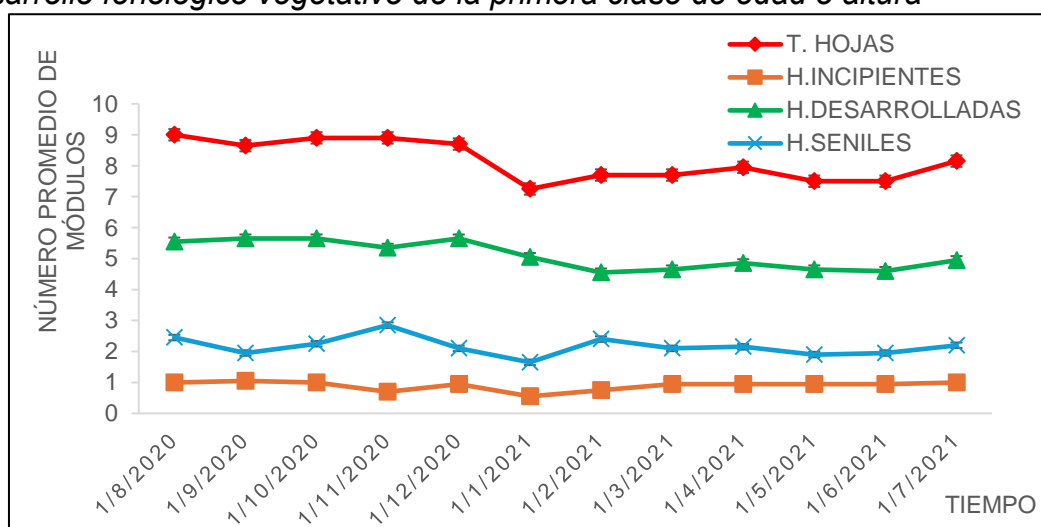
Los resultados se repasan en dos bloques, en el primero el desarrollo fenológico vegetativo (módulos vegetativos: hojas incipientes, hojas desarrolladas, hojas seniles) en las cuatro clases de edades, y, el segundo el desarrollo fenológico reproductivo (módulos reproductivos: inflorescencias incipientes, jóvenes, maduras, infrutescencia jóvenes, maduras y seniles) en la última clase de edad.

3.2.1. Desarrollo Fenológico Vegetativo de la Palma Imperial

Los resultados del desarrollo fenológico vegetativo de la primera clase de edad de individuos seleccionados de la palma imperial *R. oleracea* se presentaron a lo largo de un periodo de 12 meses, en donde el número promedio de módulos representado por las hojas incipientes, desarrolladas y seniles presentan pequeñas variaciones entre agosto del 2020 a julio del 2021 (Figura 19).

Figura 19

Desarrollo fenológico vegetativo de la primera clase de edad o altura



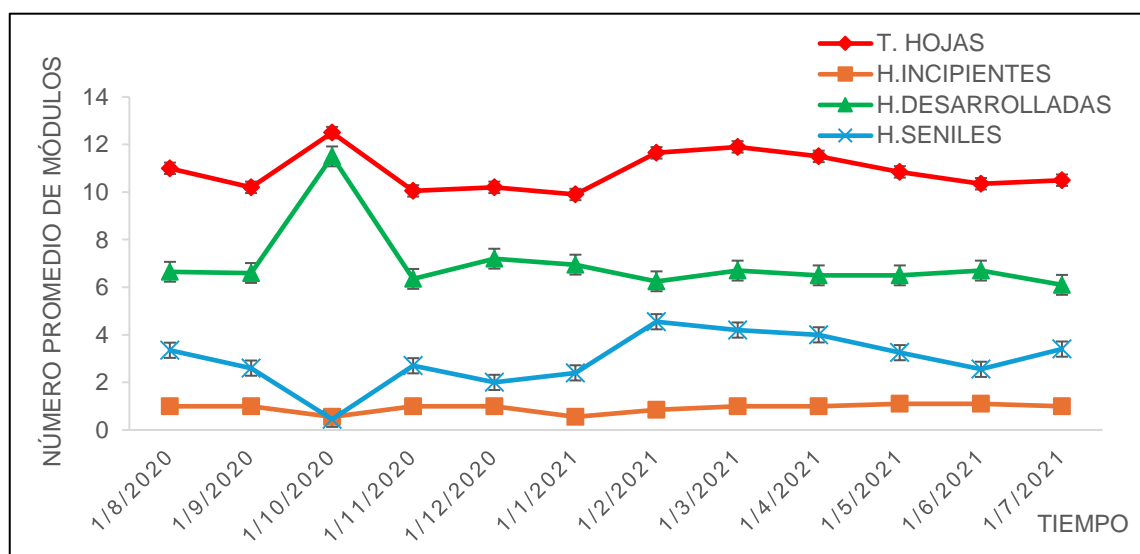
Nota. Desarrollo fenológico vegetativo de la primera clase de edad o altura. Fuente: Castro (2021).

La línea verde representa a las hojas desarrolladas que se encuentran en mayor cantidad durante todo el año, en comparación de las hojas seniles (línea celeste) donde se observa un leve aumento de las hojas seniles en el mes de noviembre. Los valores promedio de hojas incipientes (línea naranja) se encuentran en menor proporción, pero constante durante el año en comparación al resto de hojas observadas (Figura 19).

La fenología vegetativa a lo largo del periodo de observación de 12 meses, de la segunda clase de edad o altura de la palma imperial *R. oleracea*, (**Error! No se encuentra el origen de la referencia.20**), presentó mayor cantidad promedio de las hojas desarrolladas (línea verde) durante todo el año de observación con un incremento en el mes de octubre. El número promedio de hojas seniles (línea celeste) disminuyó en el mes de octubre, aumentando a partir del mes de febrero. Los valores promedio de hojas incipientes (línea naranja) se encuentran en menor proporción durante el año en comparación al resto de hojas observadas.

Figura 20

Desarrollo fenológico vegetativo de la segunda clase de edad o altura

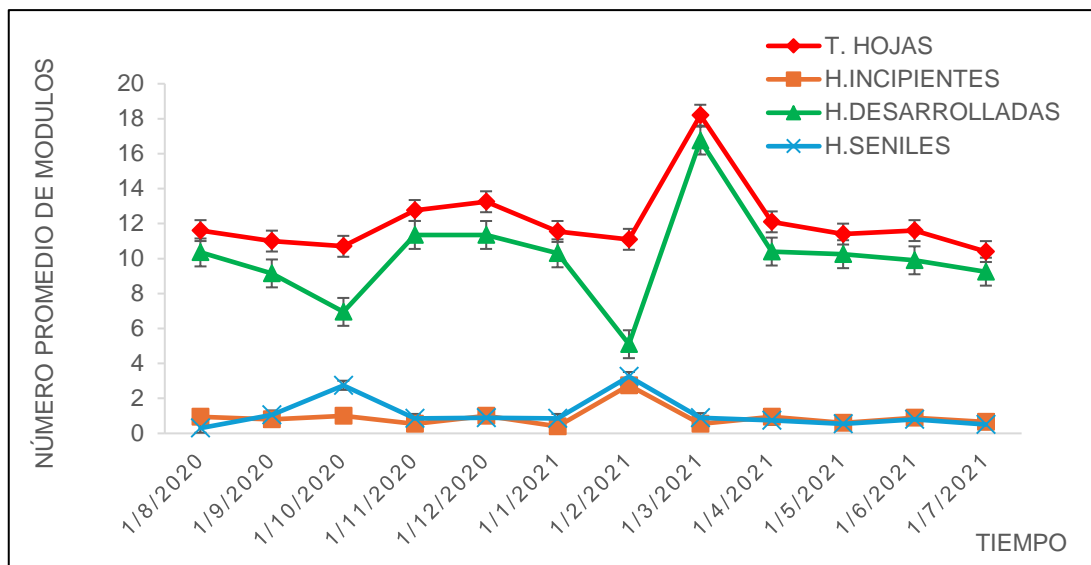


Nota. Fuente: Castro (2021).

Los resultados del desarrollo fenológico vegetativo de la tercera clase de edad de la palma imperial *R. oleracea* a lo largo de un periodo de 12 meses, se presentan en la Figura 21.

Figura 21

Desarrollo fenológico vegetativo de la tercera clase de edad o altura

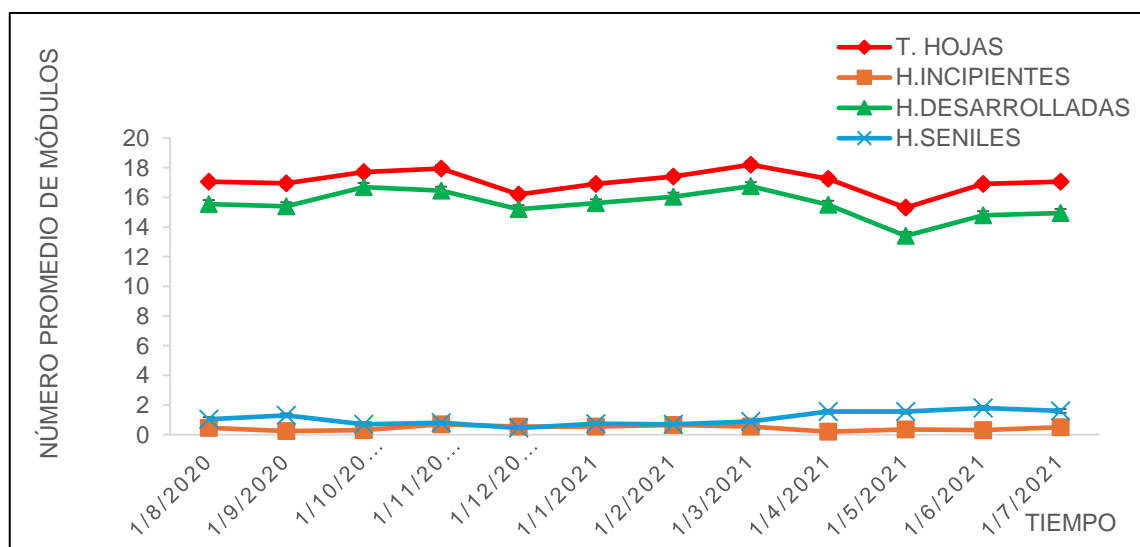


Nota. Fuente: Castro (2021).

Como en las clases de edad anteriores, el número promedio de hojas desarrolladas (línea verde) fue mayor durante todo el año con una disminución en los meses de octubre y febrero, incrementando en el mes de marzo, mientras el número de hojas seniles (línea celeste) incrementa en los meses de octubre y febrero y el número de hojas incipientes (línea naranja) hay un ligero incremento en el mes de febrero, entre ambas hay un comportamiento bastante similar en los meses observados (Figura 21).

Figura 22

Desarrollo fenológico vegetativo de la cuarta clase de edad o altura



Nota. Fuente: Castro (2021).

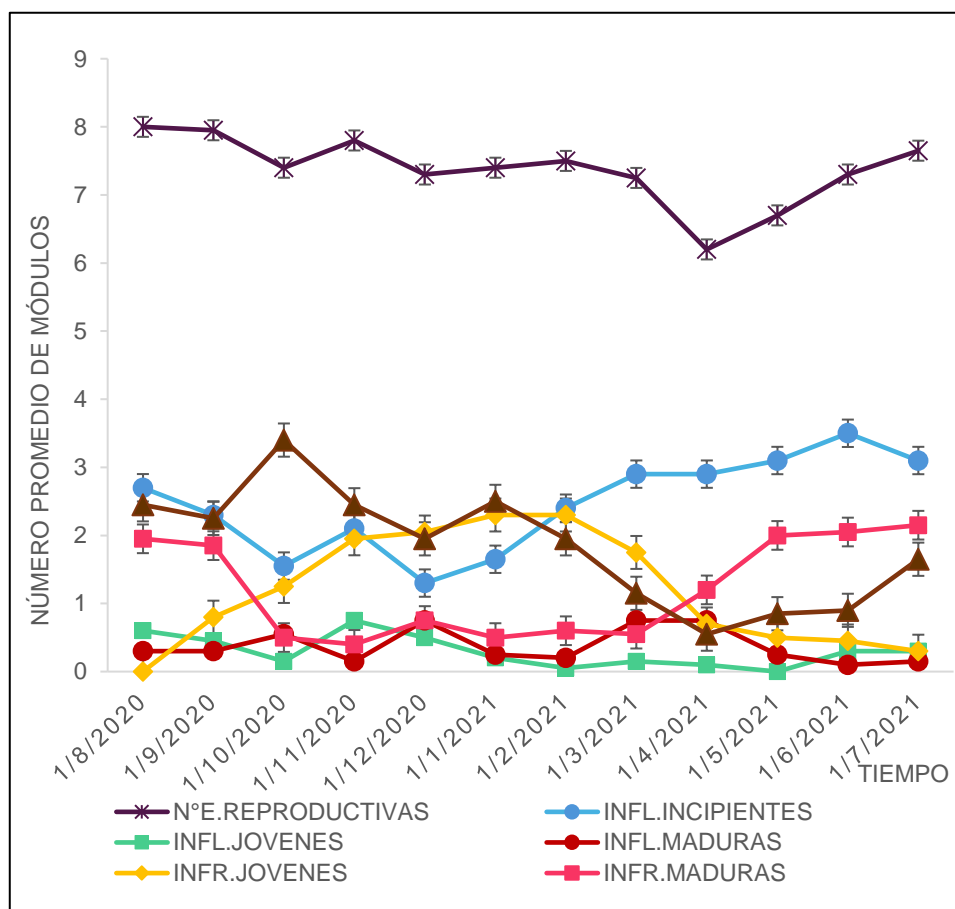
En la Figura 22, se exponen los resultados obtenidos para la cuarta clase de edad o altura de los individuos seleccionados de la palma imperial *Roystonea oleracea*, a lo largo de los 12 meses de observación. Las hojas desarrolladas (línea verde) se encuentran en mayor proporción durante todo el año de observación con una disminución en el mes de mayo, las hojas seniles (línea celeste) y las hojas incipientes (línea naranja) se hayan en menor proporción en todo el año sin diferencias apreciables entre ambas durante la observación.

3.2.2. Desarrollo Fenológico Reproductivo de la Palma Imperial

En la cuarta clase de edad o altura, las palmas alcanzan su etapa reproductiva presentando inflorescencias incipientes, jóvenes y maduras, infrutescencias jóvenes, maduras y seniles, cuyo número promedio fue observado y cuantificado en los individuos seleccionados de la palma imperial *R. oleracea*, durante agosto del 2020 y julio del 2021 (¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.23).

Figura 23

Desarrollo fenológico reproductivo de la cuarta clase de edad o altura



Nota. Fuente: Castro (2021).

Las inflorescencias incipientes (línea azul) se encontraron en mayor proporción durante todo el año de observación con una leve disminución en los meses de octubre y diciembre, incrementando a partir del mes de enero; las inflorescencias jóvenes (línea verde agua) se observaron en menor proporción durante todo el año de observación con un incremento en el mes de noviembre; las inflorescencias maduras (línea roja), presentaron un número promedio bajo durante todo el año de observación con incrementos puntuales en los meses de diciembre, marzo y abril.

Por otro lado, en las fases de la fructificación, las infrutescencias jóvenes (línea naranja) se encuentran en mayor proporción durante todo el año de observación incrementando a partir del mes de septiembre, con un número máximo entre los meses de enero y febrero, disminuyendo hasta un número mínimo en el mes de agosto, las infrutescencias maduras (línea fucsia) se presentan en todo el año con una disminución entre los meses de octubre a marzo, y las infrutescencias seniles (línea marrón) se presentan entre las fases de fructificación con una mayor proporción durante los meses de agosto a enero, con un máximo en el mes de octubre y un descenso a partir del mes de marzo (Figura 23).

3.3. Análisis Estadístico de los Patrones Fenológicos

El análisis del comportamiento de los patrones fenológicos de los diferentes módulos se realizó mediante comparaciones entre los tratamientos (clases de edades o altura), separando el análisis en dos grupos: desarrollo fenológico vegetativo y desarrollo fenológico reproductivo.

3.3.1. Análisis Estadístico Descriptivo e Inferencial de los Módulos Fenológicos Vegetativos

En la Tabla 13 se presentan los resultados de la comparación del número de cada uno de los módulos vegetativos entre los tratamientos (clases de edades o altura) mediante análisis de varianza (ANOVA).

Se observa que para el tratamiento (clase de edad o altura) del módulo de hojas incipientes, se obtuvo una media de 0,90 hojas incipientes en la clase de edad del tratamiento T1, una media de 0,97 hojas incipientes en la clase de edad T2, 0,94 hojas incipientes promedio en el grupo de edad T3 y un promedio de 0,45 hojas incipientes en el grupo de edad T4. En la comparación del número de hojas desarrolladas se observó que el número promedio de hojas desarrolladas para las

clases de edades (tratamiento) T1, T2, T3 y T4 fueron 5,10, 6,57, 9,69 y 15,53 respectivamente. Por último, el número de hojas seniles presentó una media de 21,63 en el tratamiento T1, 31,24 en T2, una media de 10,68 en T3, y 10,96 en T4.

Al comparar el número promedio de los diferentes módulos de hojas entre los tratamientos (clases de edades o altura), el estadístico de la prueba “F” para las hojas incipientes arrojó un valor de 6,79, al comparar el número de hojas desarrolladas el valor estadístico de la prueba “F” arrojó un valor de 269,80 y para las hojas seniles el estadístico de la prueba “F” arrojó un valor de 30,10. Las comparaciones del número de todos los módulos entre los diferentes tratamientos, el valor P o nivel de significancia fue menor a 0,05, lo que indica que existen diferencias significativas entre tratamientos.

Tabla 13

Análisis de varianza de las fenofases vegetativas entre clases de edades

Módulo	T	M	n	Media	Desviación Estándar	Error	Suma de cuadrado	gl	Cuadrado medio	F	Sig.
Hojas incipientes	T1			0.90	0.15076	0.04352	2.20	3	0.73	6.79	0.001
	T2	12	20	0.97	0.14512	0.04189					
	T3			0.94	0.60102	0.1735					
	T4			0.45	0.16301	0.04706					
Hojas desarrolladas	T1			5.10	0.44897	0.12961	768.98	3	256.33	269.80	0
	T2	12	20	6.57	0.3086	0.08909					
	T3			9.69	1.6244	0.46893					
	T4			15.53	0.9299	0.26845					
Hojas seniles	T1			21,63	0.30905	0.08921	34.80	3	11.60	30.10	0
	T2	12	20	31,24	0.80199	0.23151					
	T3			10,68	0.77772	0.22451					
	T4			10,96	0.44541	0.12858					

Nota. Tratamientos, clases de edad o altura (T), meses de observación (M), número de muestras (n), grados de libertad (gl), estadístico de prueba (F), y el valor P o nivel de significancia del 0,05. Fuente: Castro (2021).

Las hipótesis estadísticas en la comprobación de las diferencias entre clases de edades (alturas), son:

H_0 = Las medias del número de módulos vegetativos es igual en las cuatro clases de edad o altura.

H_1 = Al menos una de las medias del número de módulos vegetativos es diferente en las cuatro clases de edad o altura.

Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula, confirmando que no todas las medias son iguales entre las clases de edad o altura.

En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.14**, se observa la diferencia de las medias del número de cada uno de los módulos entre tratamientos (clases de edad o altura) con un nivel de significancia del 0,05. El número promedio de hojas incipientes entre los tratamientos T1 y T4 fue diferente con una significancia de 0,016; mientras que entre los tratamientos T2 y T4 los promedios de hojas insipientes fue diferente con una significancia de 0,004; y entre T3 y T4 se obtuvo una diferencia significativa de 0,007.

Tabla 14

Diferencia del promedio del número de los diferentes módulos entre tratamientos

Módulo	Clases (I)	Clases (J)	Diferencia de medias (I-J)	Sig.
Hojas Incipientes	T1	T2	-0.06667	0.969
		T3	-0.04417	0.991
		T4	.45417*	0.016
	T2	T1	0.06667	0.969
		T3	0.0225	0.999
		T4	.52083*	0.004
	T3	T1	0.04417	0.991
		T2	-0.0225	0.999
		T4	.49833*	0.007
	T4	T1	-.45417*	0.016
		T2	-.52083*	0.004
		T3	-.49833*	0.007
Hojas desarrolladas	T1	T2	-1.46917*	0.007
		T3	-4.59167*	0
		T4	-10.43333*	0
	T2	T1	1.46917*	0.007
		T3	-3.12250*	0
		T4	-8.96417*	0
	T3	T1	4.59167*	0
		T2	3.12250*	0
		T4	-5.84167*	0
	T4	T1	10.43333*	0
		T2	8.96417*	0
		T3	5.84167*	0
Hojas seniles	T1	T2	-.96167*	0.006
		T3	1.09417*	0.001
		T4	1.06667*	0.002

	T1	.96167*	0.006
T2	T3	2.05583*	0
	T4	2.02833*	0
	T1	-1.09417*	0.001
T3	T2	-2.05583*	0
	T4	-0.0275	1
	T1	-1.06667*	0.002
T4	T2	-2.02833*	0
	T3	,02750	1,000

Nota. Tratamientos, clases de edad o altura (T), diferencias significativas con un nivel de confianza de 0,05 (*). (I, J) son constantes para diferenciar las comparaciones múltiples. Fuente: Castro (2021).

Así mismo, obtuvimos que el número promedio de hojas desarrolladas de los tratamientos T1 y T2 fueron diferentes con una significancia de 0,007; además, entre T1 y T3, T1 y T4, T2 y T4 y entre T3 y T4 el número de hojas desarrolladas fueron diferentes con una significancia de 0,000. Por último, en la Tabla 6, se registró la diferencia del número promedio de hojas seniles entre las clases de edades o altura entre los tratamientos o clases de edades T1 y T2 con una diferencia significativa de 0,006; T1 y T3 con una diferencia significativa de 0,001; T1 y T4 con una diferencia significativa de 0,002; T2 y T3 y T2 y T4 con una diferencia significativa de 0,000.

En la Tabla 15 se muestran los resultados obtenidos de la comparación entre el número de hojas incipientes, desarrolladas y seniles para los diferentes tratamientos (clase de edad o altura) mediante análisis de varianza (ANOVA).

Tabla 15

Análisis de varianza entre las fenofases vegetativas de los diferentes tratamientos

Clase de edad	Módulos	M	n	Media	Desviación Estándar	Error	Suma de cuadrados	gl	Cuadrado medio	F	Sig.
T1	Hojas incipientes			0,9	0,15076	0,04352					
	Hojas desarrolladas	12	20	5,10	0,44897	0,12961	111,21	2	55,61	521,62	0
	Hojas seniles			2,16	0,30905	0,08921					
T2	Hojas incipientes			0,97	0,1451	0,0419					
	Hojas desarrolladas	12	20	6,57	0,3086	0,0891	191,34	2	95,67	377,90	0
	Hojas seniles			3,12	0,802	0,2315					

	Hojas incipientes			0,94	0,60102	0,1735					
T3	Hojas desarrolladas	12	20	9,69	1,62441	0,4689	603.01	2	301,50	250,92	0
	Hojas seniles			1,07	0,77772	0,2245					
	Hojas incipientes			0,45	0,16301	0,04706					
T4	Hojas desarrolladas	12	20	15,53	0,92992	0,26845	1745.00	2	872,50	2402,01	0
	Hojas seniles			1,10	0,44541	0,12858					

Nota. Tratamiento, clases de edades o altura (T1), meses de observación (M), número de muestras (n), grados de libertad (gl), estadístico de prueba (F), y el valor P o nivel de significancia del 0,05. Fuente: Castro (2021).

Se observa que para el tratamiento 1 (primera clase de edad o altura), se obtuvo un promedio de 0,9000 hojas incipientes, 5,0958 hojas desarrolladas, y 2,1625 hojas seniles, con el tratamiento 2 (segunda clase de edad o altura) se estimó un promedio de 0,9667 hojas incipientes, 6,5650 hojas desarrolladas, y, 3,1242 hojas seniles y por último, en el tratamiento 4 (cuarta clase de edad o altura) el número promedio de hojas incipientes, desarrolladas y seniles fue 0,4458, 15,5292 y 1,0958 respectivamente.

Al comparar entre el número promedio de los módulos vegetativos de cada uno de los tratamientos (clase de edad o altura) (Tabla 15), obtuvimos que para el tratamiento 1 (primera clase de edad o altura), el estadístico de la prueba “F” arrojó un valor de 521,62, mientras que para los tratamientos 2, 3 y 4 el estadístico de la prueba “F” fue 377,90, 250,92 y 2402,01 respectivamente, siendo el valor P o nivel de significancia menor de 0,05, lo que indica que existen diferencias entre los módulos vegetativos de todos los tratamientos.

Estas diferencias entre el número promedio de los módulos vegetativos de los tratamientos son basadas en las siguientes hipótesis:

H_0 = Los promedios del número de los módulos vegetativos son iguales en cada una de las clases de edad o altura.

H_1 = Al menos uno de los promedios del número de los módulos vegetativos es diferente en cada una de las clases de edad o altura.

Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula, afirmando que no todos los promedios del número de los módulos vegetativos son iguales en cada una de las clases de edad o altura.

A continuación, en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.16** se registran las diferencias entre los promedios del número de cada módulo vegetativo de cada tratamiento (clase de edad o altura), con un nivel de Significancia de 0,05, estas diferencias en el tratamiento 1 (primera clase de edad o altura) se presentaron entre hojas incipientes y hojas desarrolladas, hojas incipientes y hojas seniles y hojas desarrolladas y hojas seniles con una diferencia significativa de 0, con el tratamiento 2 (segunda clase de edad o altura) se presentaron entre hojas incipientes y hojas desarrolladas, hojas incipientes y hojas seniles y hojas desarrolladas y hojas seniles también con una diferencia significativa de 0.

En el caso del tratamiento 3 (tercera clase de edad o altura), solo se observaron entre hojas jóvenes y hojas desarrolladas y entre hojas desarrolladas y hojas seniles con una diferencia significativa de 0. Por último, el tratamiento 4 (cuarta clase de edad o altura) se presentaron entre hojas incipientes y hojas desarrolladas y entre hojas desarrolladas y hojas seniles con una diferencia significativa de 0, y entre hojas incipientes y hojas seniles con una diferencia de 0,042.

Tabla 16

Diferencia entre el promedio del número de cada módulo vegetativo por tratamiento

Clase de edad	Módulos (I)	Módulos (J)	Diferencia de medias (I-J)	Sig.
T1 (0 -	Hojas incipientes	Hojas desarrolladas	-4,19583*	0
		Hojas seniles	-1,26250*	0
	Hojas desarrolladas	Hojas incipientes	4,19583*	0
		Hojas seniles	2,93333*	0
	Hojas seniles	Hojas incipientes	1,26250*	0
		Hojas desarrolladas	-2,93333*	0
T2	Hojas incipientes	Hojas desarrolladas	-5,59833*	0
		Hojas seniles	-2,15750*	0
	Hojas desarrolladas	Hojas incipientes	5,59833*	0
		Hojas seniles	3,44083*	0
	Hojas seniles	Hojas incipientes	2,15750*	0
		Hojas desarrolladas	-3,44083*	0
T3	Hojas incipientes	Hojas desarrolladas	-8,74333*	0
		Hojas seniles	-0,12417	0,96
	Hojas desarrolladas	Hojas incipientes	8,74333*	0
		Hojas seniles	8,61917*	0
Hojas seniles	Hojas incipientes	0,12417	0,96	

		Hojas desarrolladas	-8,61917*	0
	Hojas incipientes	Hojas desarrolladas	-15,08333*	0
		Hojas seniles	-,65000*	0,04
T4	Hojas desarrolladas	Hojas incipientes	15,08333*	0
		Hojas seniles	14,43333*	0
	Hojas seniles	Hojas incipientes	,65000*	0,04
		Hojas desarrolladas	-14,43333*	0

Nota. Medias diferentes significativamente con un nivel de confianza de 0,05 (*). (I, J) son constantes para diferenciar las comparaciones múltiples. Fuente: Castro (2021).

El desarrollo fenológico vegetativo de hojas incipientes, hojas desarrolladas y hojas seniles presentan diferencias entre tratamientos a un nivel de significancia menor a 0,05, las diferencias de las medias del módulo fenológico hojas incipientes se da entre el T1 y T4, T2 y T4, T3 y T4; en el módulo fenológico hojas desarrolladas se dan entre todos los tratamientos; en el módulo fenológico hojas seniles se dan entre T1 y T2, T1 y T3, T1 y T4, T2 y T3, T2 y T4.

En cada tratamiento los módulos fenológicos anteriormente mencionados difieren entre sí a un nivel de significancia menor a 0,05, las diferencias de las medias en el T1 – T2 – T4 se dan entre hojas incipientes y hojas desarrolladas, hojas incipientes y hojas seniles, hojas desarrolladas y hojas seniles; en el T3 se dan entre hojas incipientes y hojas desarrolladas, hojas desarrolladas y hojas seniles.

3.3.2. Análisis estadístico descriptivo e inferencial de los módulos fenológicos reproductivos

Los resultados de la comparación del número promedio de los módulos reproductivos (inflorescencias incipientes, incipientes, maduras; infrutescencias incipientes, maduras, y seniles) dl tratamiento T4 (cuarta clase de edad o altura), entre las época seca y lluviosa, mediante el análisis de t – Student, se muestran en la Tabla 17.

Tabla 17

Comparación del número promedio de módulos reproductivos entre las épocas de lluvia y sequía

Módulo	Época	M	n	Media	Desviación Estándar	Error	t calculado	gl	t tabulado (95%, 10 gl)
Inflorescencias incipientes	Seca			1,81	0,6651	0,2715	1,001		
	Lluvia			2,09	0,7351	0,3001			
Inflorescencias jóvenes	Seca			0,4167	0,232	0,0946	10,128*		
	Lluvia			0,1667	0,178	0,0727			
Inflorescencias maduras	Seca			0,2417	0,1828	0,0746	5,366*		
	Lluvia			0,4583	0,3262	0,1332			
Infrutescencias jóvenes	Seca	6	20	0,7167	0,7712	0,3148	2,021*	10	1,812
	Lluvia			1,5417	0,9052	0,3696			
Infrutescencias maduras	Seca			1,0167	0,6955	0,2839	1,895*		
	Lluvia			0,7167	0,2543	0,1038			
Infrutescencias seniles	Seca			1,9167	1,1865	0,4844	0,808		
	Lluvia			1,425	0,8365	0,3415			

Nota. Meses de observación (M), número de muestras (n), T calculado ($t_{\text{calculado}}$), grados de libertad (gl), t tabulado ($t_{\text{tabulado (95\%, 10 gl)}}$). Fuente: Castro (2021).

Al comparar el número promedio de los diferentes módulos reproductivos entre épocas mediante la t de Student, el estadístico calculado “ $t_{\text{calculado}}$ ” para los módulos inflorescencias jóvenes y maduras y las infrutescencias jóvenes y maduras, arrojaron valores de 10,128, 5,366, 2,021 y 1,895 respectivamente, los cuales fueron mayores al valor “ t_{tabulado} ” de 1,812 con 10 gl y un nivel de significancia de 95%, indicando que existen diferencias significativas entre épocas. Solo las comparaciones entre épocas del número promedio de inflorescencias incipientes y de infrutescencias seniles generaron valores del estadístico calculado inferiores al t_{tabulado} ($t_{\text{calculado}} < t_{\text{tabulado}}$), indicando que no existen diferencias significativas.

Tabla 18

Diferencia de promedios entre los módulos reproductivos

Módulos (I)	Módulos (J)	Diferencia de medias (I-J)	Sig.
Inflorescencias incipientes	Inflorescencias. Jóvenes	1,65833*	0
	Inflorescencias Maduras	160000*	0
	Infrutescencias Jóvenes	0,82083	0,129
	Infrutescencias Maduras	1,08333*	0,014
	Infrutescencias Seniles	0,27917	0,959

	Inflorescencias Incipientes	-1,65833*	0
	Inflorescencias Maduras	-0,05833	1
Inflorescencias jóvenes	Infrutescencias Jóvenes	-0,8375	0,115
	Infrutescencias Maduras	-0,575	0,504
	Infrutescencias Seniles	-1,37917*	0,001
	Inflorescencias Incipientes	-1,60000*	0
	Inflorescencias. Jóvenes	0,05833	1
Inflorescencias maduras	Infrutescencias Jóvenes	-0,77917	0,172
	Infrutescencias Maduras	-0,51667	0,622
	Infrutescencias Seniles	-1,32083*	0,001
	Inflorescencias Incipientes	-0,82083	0,129
	Inflorescencias. Jóvenes	0,8375	0,115
Infrutescencias jóvenes	Inflorescencias Maduras	0,77917	0,172
	Infrutescencias Maduras	0,2625	0,968
	Infrutescencias Seniles	-0,54167	0,571
	Inflorescencias Incipientes	-1,08333*	0,014
	Inflorescencias. Jóvenes	0,575	0,504
Infrutescencias maduras	Inflorescencias Maduras	0,51667	0,622
	Infrutescencias Jóvenes	-0,2625	0,968
	Infrutescencias Seniles	-0,80417	0,145
	Inflorescencias Incipientes	-0,27917	0,959
	Inflorescencias. Jóvenes	1,37917*	0,001
Infrutescencias seniles	Inflorescencias Maduras	1,32083*	0,001
	Infrutescencias Jóvenes	0,54167	0,571
	Infrutescencias Maduras	0,80417	0,145

Nota. Promedios diferentes significativamente con un nivel de confianza de 0,05 (*). (I, J) son constantes para diferenciar las comparaciones múltiples. Fuente: Castro (2021).

Para la comparación del número promedio de módulos reproductivos entre épocas, se plantearon las siguientes hipótesis estadísticas:

H₀= Los promedios del número de módulos reproductivos (inflorescencias incipientes, jóvenes y maduras, e infrutescencias jóvenes, maduras y seniles) son iguales entre la época seca y lluviosa.

H₁= Los promedios del número de módulos reproductivos (inflorescencias incipientes, jóvenes y maduras, e infrutescencias jóvenes, maduras y seniles) no son iguales entre la época seca y lluviosa.

Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula para los módulos inflorescencias jóvenes y maduras y las infrutescencias jóvenes y maduras, mientras que, se acepta la hipótesis nula para los módulos inflorescencias incipientes e infrutescencias seniles.

A continuación, en la Tabla 18 se muestran las diferencias de los promedios del número de módulos reproductivos de la palma *R. oleracea* con un nivel de Sig. de 0,05, en donde el número promedio de las inflorescencias incipientes presenta diferencias significativas con el de las inflorescencias jóvenes y maduras con un p valor de 0,000; mientras que son diferentes significativamente con el número de las infrutescencias maduras con un p valor de 0,014. Por otro lado, el número promedio de inflorescencias jóvenes y maduras y las infrutescencias seniles son diferentes significativamente con un p valor de 0,001.

El número promedio de inflorescencias incipientes, infrutescencias jóvenes y seniles, así como el número promedio de inflorescencias jóvenes y maduras y las infrutescencias jóvenes y maduras, como el número promedio de infrutescencia jóvenes y seniles no presentaron diferencias significativas.

Discusión

Dado que existen pocos estudios sobre la fenología de la palma imperial *Roystonea oleracea*, el objetivo de este trabajo es proporcionar información de su fenología durante un año de observación en el humedal Ramsar Isla Santay. En dicha isla, se encuentra esta especie invasora, la cual tiene la capacidad de dispersarse de manera natural a largas distancias en áreas inundables, como es el caso de la Isla, que experimenta inundaciones debido a la dinámica constante de las mareas (Ayala et al., 2016; Valdivieso, 2018).

El estudio de la fenología es una herramienta valiosa para entender las interacciones dinámicas entre las comunidades vegetales y sus ambientes (Williams Linera y Meave, 2002). Las observaciones realizadas a los individuos de *Roystonea oleracea* ayudan a comprender los factores que pueden influir en la reproducción, la sobrevivencia o la adaptación de estas especies en Isla Santay. Además, conocer los ciclos reproductivos de las plantas es crucial para la conservación y el manejo de especies nativas y amenazadas, aunque los estudios al respecto son limitados (Belo et al., 2013).

El desarrollo fenológico vegetativo hace referencia al crecimiento y ciclo de vida de las hojas. En el caso de la palma imperial, se observaron diferentes etapas del desarrollo foliar: las hojas jóvenes, denominadas "espadas" por su forma característica; las hojas desarrolladas, que se abren por completo; y finalmente, las hojas seniles, que han alcanzado su madurez y envejecen.

Durante el año de observación, todos los individuos de *Roystonea oleracea* mostraron un desarrollo fenológico vegetativo continuo. Sin embargo, en la primera clase se observó una menor proporción de hojas totales en comparación con las últimas clases evaluadas. El comportamiento fenológico varió entre las diferentes clases de edad de las palmas, sin embargo, en todas las clases de edad o altura se registra la presencia de una hoja incipiente durante todo el período de observación, con una hoja nueva cada cuatro meses aproximadamente. Para Jiménez-Martín (2018) la palma *Aiphanes graminifolia*, en la Reserva La Meseta (Santander, Colombia), también presenta tres hojas nuevas, pero en un período de nueve meses, mientras que Martínez et al. (2021) indican que la palma *Ceroxylon quindiuense* a lo largo de un gradiente altitudinal en la Cordillera Central de Colombia desarrolla hasta cinco hojas nuevas en un año.

En América del Sur, los patrones fenológicos de las plantas muestran un predominio de ciclos estacionales en la floración, aunque la fructificación puede ser más variable (Belo et al., 2013). Varios estudios han demostrado que el comportamiento reproductivo de las palmas es muy variable y puede observarse durante todo el año (Benjumea, 2012). Por ejemplo, las palmas amazónicas como *Oenocarpus bataua* presentan fenofases de duración supra-anual (Rojas Robles & Stiles, 2009), mientras que algunas especies del género *Euterpe* tienen fenofases anuales (Lara Vásquez, 2011). La floración, que comienza con los botones florales y las flores maduras, está principalmente influenciada por las precipitaciones al inicio de la estación lluviosa, lo que también incrementa la producción de flores y la fructificación (Cabrera & Wallace, 2007).

Cabrera y Wallace (2007) mencionan que, en la época húmeda, las palmas como *Oenocarpus bataua* experimentan una floración menor de tipo anual a continua, con una duración de entre 7,25 y 3,77 meses, alcanzando un pico de productividad del 40% durante la época húmeda. En Isla Santay, *Roystonea oleracea* presenta una floración constante, con un comportamiento similar tanto en la época seca

como en la lluviosa, en las palmas que alcanzan la madurez reproductiva durante el año de observación, al igual que *Raphia taedigera* en los pantanos costeros (humedales) del noreste de Costa Rica (Meyers, 2013).

En cuanto al desarrollo fenológico reproductivo, se analizaron las inflorescencias y las infrutescencias, es decir, el conjunto de flores y frutos que se presentan en cada palma. Las inflorescencias incipientes emergen en forma de una estructura oblonga que sobresale de la palma; al abrirse, se transforman en inflorescencias jóvenes, con una apariencia de ramillete verde. Con el tiempo, estas adquieren un tono amarillento y son visitadas por abejas, momento en el que se consideran inflorescencias maduras. Posteriormente, dan lugar a infrutescencias jóvenes, caracterizadas por ramilletes con frutos verdes. A medida que maduran, los frutos adquieren un color rojo oscuro, atrayendo aves e insectos, y finalmente, se secan y caen, convirtiéndose en infrutescencias seniles.

Al comparar los patrones fenológicos reproductivos de *Roystonea oleracea*, se encontraron diferencias a lo largo del año, ya que algunos individuos presentaron una mayor cantidad de inflorescencias e infrutescencias que otros, pero todos los individuos de la cuarta clase de edad o altura, considerados como reproductivos presentaron inflorescencias, mientras que Jiménez Martín (2018), reporta que solo el 38% de individuos de la palma *Aiphanes granifolia*, desarrolló inflorescencias. Por otra parte, Martínez et al. (2021) indican que la palma en peligro de extinción *Ceroxylon quindiuense* a lo largo de un gradiente altitudinal en la Cordillera Central de Colombia, floreció sincrónicamente en dos periodos en el año, aunque algunos individuos aislados florecieron durante todo el año.

Existen reportes de floración de palmas en una selva del sureste de Veracruz, México, que concentran su floración durante la época de menor precipitación (Ibarra-Manríquez, 1992), a diferencia de lo observado en el humedal Ramsar de isla Santay con *Roystonea oleracea*, que mantiene la floración durante todo el año, con un ligero incremento en la época de sequía.

En cuanto a la fructificación, *Roystonea oleracea* muestra un patrón continuo durante todo el año, sin diferencias significativas entre la época seca y lluviosa, así mismo, en *Oenocarpus bataua*, se observó un patrón continuo con una duración de entre 6,50 y 2,38 meses, con picos de fructificación que varían entre el 60% y el 80% durante la época húmeda (Cabrera & Wallace, 2007). Sin embargo, Ibarra-

Manríquez (1992), reporta disminución de la fructificación en la época de sequía, con un ligero máximo en el mes de febrero en palmas de una selva cálida húmeda del sureste de Veracruz, México.

Para analizar el comportamiento fenológico, vegetativo y reproductivo de la palma imperial, se utilizó el análisis estadístico ANOVA, evaluando patrones fenológicos según la edad o altura de los individuos y comparándolos entre los distintos grupos.

Las observaciones fenológicas vegetativas indicaron que en todas las clases de edad o altura se mantiene un desarrollo constante de hojas a lo largo del año, es decir, a medida que una hoja envejece, otra nueva emerge, asegurando la continuidad del ciclo de vida. En el caso del desarrollo reproductivo, este también se presentó durante todo el año, aunque solo en la última clase de edad o altura, donde algunas palmas alcanzaron la madurez reproductiva.

Al comparar los patrones fenológicos vegetativos entre las clases de edad, se rechazaron las hipótesis nulas, lo que indica la existencia de diferencias entre los grupos. Para identificar en qué clases se presentaban estas diferencias, se aplicó la prueba de varianzas iguales de Scheffé, con un nivel de confianza del 0,05.

En el módulo fenológico de hojas incipientes, se encontraron diferencias entre la primera y la cuarta clase, entre la segunda y la cuarta clase, y entre la tercera y la cuarta clase. En el módulo de hojas desarrolladas, hubo diferencias entre todas las clases de edad o altura. Por su parte, en el módulo de hojas seniles, se identificaron diferencias en todas las clases, excepto entre la tercera y la cuarta clase de edad.

En todas las clases de edad o altura se registraron diferencias entre los módulos fenológicos vegetativos. En la primera, segunda y cuarta clase de edad o altura, estas diferencias se dieron entre todos los módulos evaluados, mientras que en la tercera clase se observaron diferencias únicamente entre hojas incipientes y desarrolladas, y entre hojas desarrolladas y seniles.

Para comparar los módulos fenológicos reproductivos, se analizaron los individuos de la última clase de edad, dado que en esta etapa se alcanza la madurez reproductiva. Al contrastar los datos fenológicos de cada módulo a lo largo del año, se aceptaron las hipótesis nulas, lo que sugiere que no existen diferencias significativas en su comportamiento. No obstante, al comparar los módulos

reproductivos dentro de la última clase de edad, se rechazó la hipótesis nula, lo que indica que los eventos reproductivos de la palma imperial varían entre sí.

Para identificar estas diferencias, se aplicó la prueba de varianzas iguales de Scheffé. Se encontró mayor asincronía en la relación entre inflorescencias incipientes e inflorescencias jóvenes, entre inflorescencias incipientes e inflorescencias maduras, entre inflorescencias incipientes e infrutescencias maduras, entre inflorescencias jóvenes e infrutescencias seniles, y entre inflorescencias maduras e infrutescencias seniles. El monitoreo se realizó mensualmente durante un año, utilizando binoculares de largo alcance para facilitar la observación.

Conclusiones

El comportamiento fenológico vegetativo y reproductivo varía según la clase de edad o altura, lo que confirma la hipótesis de la investigación, que planteaba la existencia de diferencias fenológicas en la palma imperial en la isla Santay, según la edad o altura de los individuos estudiados.

Las primeras clases, en comparación con la última, presentan una menor proporción de hojas. En cuanto a los módulos reproductivos, no se evidenciaron grandes diferencias estacionales, probablemente debido a que la zona de estudio es un humedal con dinámica de mareas y áreas inundables. Además, las palmas en esta región enfrentan un entorno de alta perturbación, lo que las lleva a desarrollar estrategias de sobrevivencia adaptativas.

El estudio fenológico realizado en la isla Santay resulta relevante para comprender la relación entre la palma imperial (*Roystonea oleracea*) y su entorno. Los resultados sugieren que esta especie presenta un crecimiento exponencial y una gran capacidad de adaptación a las condiciones del ecosistema en el que se desarrolla.