

### **CAPÍTULO III. DISPERSIÓN DE SEMILLAS DE LA PALMA *Roystonea oleracea* POR LA ACCIÓN DE MAREAS, EN LA ISLA SANTAY, PROVINCIA DEL GUAYAS.**

#### **Resumen**

La introducción de especies exóticas es la segunda causa de pérdida de diversidad biológica en el mundo. La palma imperial ha sido introducida a lo largo de todo el país, pero en la Isla Santay (Guayas, 02°13'S y 079°50'E) mantiene grandes poblaciones dispersadas en la isla en menos de 50 años. El objetivo de este trabajo de investigación fue estudiar la dispersión de semillas de la palma *Roystonea oleracea* debido a la acción de mareas en la isla Santay, durante la época de lluvia (febrero – mayo de 2017). Para ello, se obtuvieron las características biométricas de las unidades de dispersión, implementando 1200 señuelos visibles para pruebas de movilidad, diferenciándolos en cuatro grupos de 300 señuelos. La liberación de estos señuelos se realizó en función de las fechas en que ocurre la pleamar, según la predicción de mareas para el año 2017, y en dos áreas con diferente nivel de perturbación. Se registraron los datos de dirección, distancia y velocidad para cada liberación durante dos semanas. Luego del estudio, se concluyó que las unidades de dispersión de la palma tienden a moverse en sentido N – S – O y las unidades de dispersión que obtuvieron mayor distancia recorrida y velocidad máxima en el tiempo total de observación (216 horas, siendo mayor en el área de alta perturbación), fueron los frutos con embrión y frutos sin embrión.

**Palabras claves:** invasoras, movilidad, perturbación, patrón, señuelos.

## 1. Introducción

Los humedales son zonas de la superficie terrestre que permanecen inundadas de forma permanente o temporal, donde el agua es el principal factor que determina las características del ecosistema (Secretaría de la Convención de Ramsar, 2010).

El humedal Isla Santay fue designado como un sitio RAMSAR de Importancia Internacional el 31 de octubre del año 2000 (Delgado Mendoza et al., 2000). Se trata de una formación sedimentaria natural compuesta por dos islas (Santay y Gallo) y un tramo del río Guayas. Está situada entre los cantones Guayaquil y Durán, en la provincia del Guayas, y abarca un área total de 4.705 hectáreas.

Esta isla forma parte del estuario más grande de la costa occidental de Sudamérica y se compone de terrenos planos aluviales con depósitos halófitos y fluviomarinos, que están influenciados durante todo el año por las variaciones estacionales y las mareas (Jaramillo et al., 2008).

Hace más de un siglo, la actividad humana modificó la Isla Santay mediante la práctica de la ganadería y el cultivo de arroz, lo que alteró el paisaje natural. Sin embargo, algunas áreas de manglar ubicadas en la parte oriental lograron conservarse. En 1979, tras un proceso de expropiación, se redujeron significativamente la ganadería y el cultivo de arroz, lo que permitió que la isla iniciara un proceso de recuperación natural (Delgado, 2015).

En la isla Santay se han realizado dos estudios preliminares con el objetivo de establecer estrategias de conservación para el humedal. El primero, llevado a cabo en 2002 por el Comité Ecológico del Litoral, con apoyo del Ministerio del Ambiente y el Servicio Técnico de Cooperación Alemana, buscó preservar los valores ecológicos, funciones y características del humedal mediante un aprovechamiento sostenible de sus recursos naturales, integrando a la comunidad local (Jaramillo et al., 2002).

El segundo estudio, realizado en 2011 por la Subsecretaría Marino-Costera y el Ministerio del Ambiente de Ecuador, tuvo como propósito fortalecer la capacidad de gestión del área protegida a través del monitoreo y evaluación del ecosistema. Además, promovió la restauración y conservación de los recursos naturales, el uso responsable de los bienes y servicios, la educación ambiental y el desarrollo de

investigaciones científicas (Subsecretaría de Gestión Marino-Costera; Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2011).

El humedal RAMSAR Isla Santay, al estar rodeado constantemente por el río Guayas, se ve directamente afectado por la dinámica de las mareas, similar a lo que ocurre en los estuarios (Clapham, 1992). Este fenómeno contribuye a la dispersión de semillas y al establecimiento de nuevas especies vegetales.

En los humedales, el régimen hídrico determina cambios a corto y largo plazo en la distribución, composición, productividad y dinámica de nutrientes en las comunidades vegetales, siguiendo modelos ecológicos complejos (Finlayson, Cowie & Baylei, 1990).

La dispersión de semillas es el mecanismo por el cual las plantas amplían su área de distribución, permitiéndoles colonizar nuevos espacios. Existen distintos tipos de dispersión, ya sea por medios abióticos (factores físicos) o bióticos (factores biológicos) (Traveset & Rodríguez-Pérez, 2019).

Un estudio en Honduras sobre la palma africana, una especie exótica invasora en humedales costeros del Caribe identificó tres mecanismos principales de dispersión de sus semillas, destacando la hidrocoria como el más efectivo dentro de un área definida, ya que gran parte de estas palmas se establecen en zonas inundables (Carrasco & Flores, 2012).

Otro estudio en Colombia, enfocado en la dispersión y establecimiento de especies de mangle en el río Ranchera, propuso una metodología para analizar los patrones de dispersión de semillas durante el periodo de máxima fructificación. Se emplearon semillas de *A. germinans*, *L. racemosa* y *R. mangle* para evaluar la relación entre el número de propágulos por especie, la distancia recorrida y el tiempo transcurrido desde su liberación hasta su anclaje final en un área determinada (Lema et al., 2003).

En Chile, se investigó el papel de la hidrocoria en la dispersión de especies invasoras, como *Acacia dealbata*, en ríos de la VI Región. Los resultados indicaron que el transporte de semillas por el río estaba relacionado con el número de Reynolds, sugiriendo que una mayor turbulencia favorecía la dispersión a mayores distancias. Además, aunque las semillas tenían una alta tasa de sedimentación, su

capacidad de flotación facilitaba su transporte por saltos en lugar de flotación laminar (Zamorano, 2016).

En el caso de la palma *Roystonea oleracea*, no se han registrado estudios sobre su dispersión por efecto de las mareas, ya que su hábitat natural se encuentra en áreas continentales sin influencia mareal (Bonadie, 1998).

Hacia 1995, aún se practicaban la ganadería y el cultivo de arroz en la isla Santay. Además, se realizaba tala de árboles nativos para la producción de carbón y se introdujeron especies frutales como el mango y la palma de coco, así como otras plantas ornamentales y medicinales, entre ellas *Roystonea oleracea*, *Typha sp.*, algunas *Poaceae*, *Erythrina glauca*, *Bauhinia aculeata*, *Caesalpinia paipai* y *Prosopis juliflora* (Jaramillo et al., 2008).

Herrera et al. (2017) reportaron la distribución potencial de la palma *Roystonea oleracea* en Ecuador, determinando que en la isla Santay esta especie cubre aproximadamente 43 hectáreas y está naturalizada. Se la considera un posible invasor en los humedales. A pesar de que la isla Santay es un área protegida de relevancia mundial, no existen estudios específicos sobre los patrones de dispersión de semillas ni el establecimiento de esta especie invasora.

La introducción de especies exóticas ha generado cambios en el ecosistema de la isla, desplazando a las especies nativas y expandiéndose rápidamente en menos de 50 años. Un ejemplo claro es la *Roystonea oleracea* (Jacq.) Cook, conocida como palma imperial. Según Herrera et al. (2017), su éxito invasivo podría atribuirse a varias características biológicas, como la viabilidad de sus semillas y su capacidad de dispersión, que probablemente es potenciada por la acción de las mareas en el estuario de la isla Santay, además de los agentes dispersores previamente documentados en la literatura (Nascimento et al., 2013).

El análisis de la distribución etaria de esta palma en la isla sugiere que no sigue un patrón continuo, ya que se observan brechas entre las clases de edad. Esto podría estar relacionado con la dispersión y extracción de semillas debido al movimiento de las mareas, en particular durante la pleamar, que ocurre en ciertas horas del día y afecta principalmente las zonas costeras donde se concentra la mayor cantidad de individuos de esta especie (Hernández-Rosas, comunicación personal, 2017, [cap. 1, 2025]).

Este capítulo busca determinar el impacto de las mareas del río Guayas en la dispersión de las semillas de *Roystonea oleracea* en la isla Santay.

## 2. Materiales y Métodos

### 2.1. Área de Estudio

El trabajo se desarrolló en la isla Santay ubicada en el cantón Durán de la provincia del Guayas; en el curso del río Guayas y frente a la ciudad de Guayaquil, específicamente el estudio se realizó en dos áreas con diferentes densidades de la palma *Roystonea oleracea* en la isla Santay ubicada en el sendero Huaquillas, cercano a la eco-aldea, cuyas coordenadas geográficas se detallan en la Tabla 19.

**Tabla 19**

*Ubicación geográfica de las áreas de muestreo*

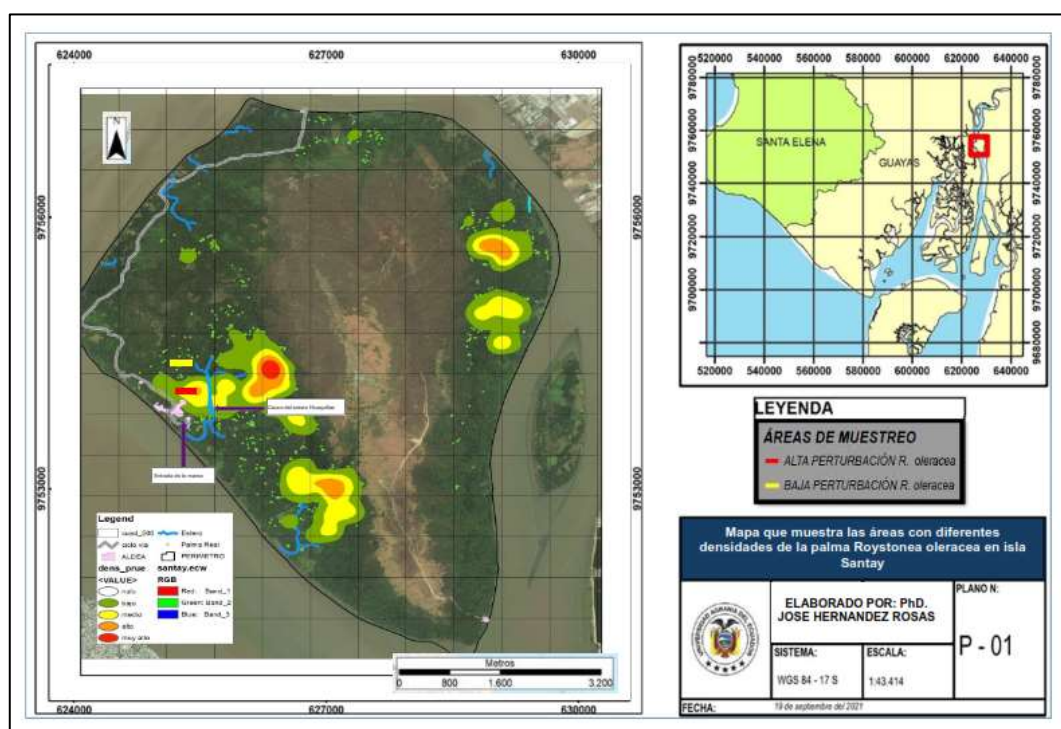
Punto	Latitud (S)	Longitud (W)
ALTA DENSIDAD	02°13'31"	079°52'2"
BAJA DENSIDAD	02°13'26"	079°52'2"

*Nota.* Fuente: Valdivieso (2018).

En la Figura 24, se representa cartográficamente la ubicación del área de muestreo.

**Figura 24**

*Ubicación del área de estudio*



*Nota.* Fuente: Valdivieso (2018).

## 2.2. Diseño de la Investigación

En esta investigación de campo, se trabajó durante la época de lluvia, en dos áreas con diferentes densidades de *R. oleracea* (alta y baja), representando dos niveles de perturbación, donde se realizaron 5 liberaciones de diferentes grupos de señuelos (frutos y semillas de la palma *Roystonea oleracea*), se tomaron observaciones durante 2 semanas en cada liberación, y se obtuvieron datos de rumbo, distancia y velocidad de movilidad de los señuelos con la finalidad de comprobar o refutar la hipótesis planteada en este estudio.

Las liberaciones de los señuelos se realizaron en función de las fechas en que ocurrió la pleamar, (Figura 25) (Instituto Oceanográfico de la Armada, 2017), y se muestran en la Tabla 20.

**Figura 25**

*Estación Guayaquil – Río – Mareas anuales predichas, enero - junio, 2017*



*Nota.* Fuente: Instituto Oceanográfico de la Armada (2017).

La altura de las mareas en las fechas de liberación de los señuelos se indica en la Tabla 20.

**Tabla 20**

*Altura de la marea en las cinco liberaciones*

<b>Liberaciones</b>	<b>Fecha</b>	<b>Altura de la marea (cm)</b>
1	28/02/2017	477
2	14/03/2017	456
3	28/03/2017	482
4	11/04/2017	450
5	27/04/2017	483

*Nota.* Fuente: Instituto Oceanográfico de la Armada (2017).

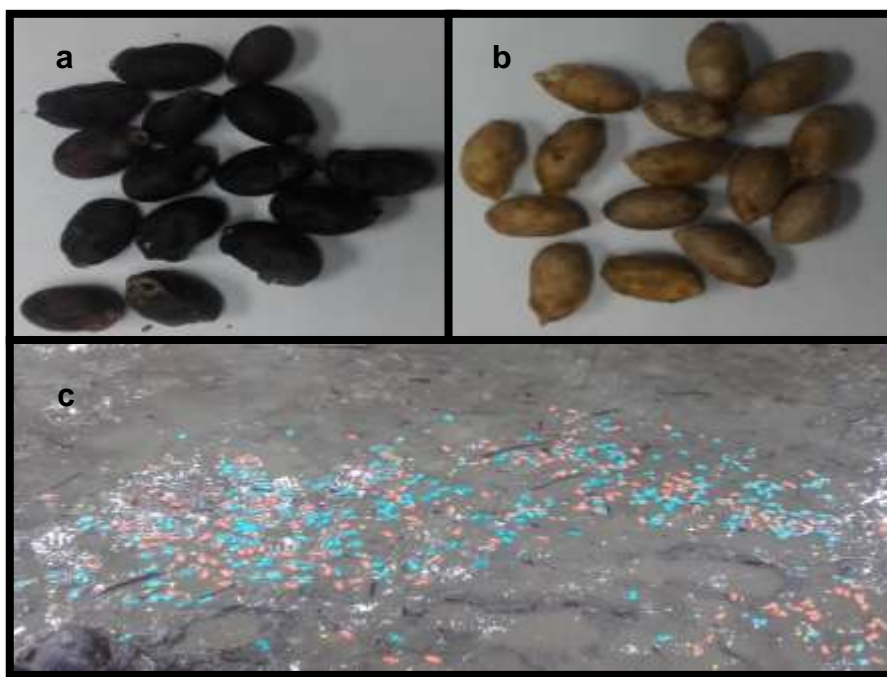
### 2.3. Elaboración de Señuelos

Los señuelos se elaboraron con las mismas frutas de *R. oleracea*, las cuales se recolectaron mediante trampas (mallas), colocadas en la base de palmas en sectores con gran abundancia de estas. Las frutas se separaron en dos grupos mediante el método gravimétrico de flotación, diferenciando entre frutas cuyas semillas presentan embrión de las que no poseen embrión en un número de 600 frutas por cada grupo.

Luego, para obtener las características biométricas de las frutas se pesaron y se midió el largo y ancho de 30 frutas con embrión y 30 frutas sin embrión (Figura 26a), seguidamente se les retiró la pulpa y de nuevo se obtuvo su peso y dimensiones características (largo y ancho) pero sin pulpa (Figura 26b).

#### Figura 26

*Imágenes de los señuelos*



*Nota.* Frutas (a), semillas (b) y su conversión en señuelos liberados (c) de *Roystonea oleracea*. Fuente: Valdivieso (2018).

Después, se retiró la pulpa a los 1200 frutos, separando 600 semillas (300 semillas con embrión y 300 semillas sin embrión), las cuales se envolvieron con cinta de papel hasta lograr reproducir su peso con pulpa. Las 600 semillas restantes se dejaron sin pulpa (300 con embrión y 300 sin embrión).

De esta forma se obtuvo 4 grupos de señuelos (muestras), los cuales mediante pintura en aerosol no tóxica se diferenciaron en colores de la siguiente manera:

- Grupo1: 300 frutos con pulpa y embrión. (Color Naranja)
- Grupo2: 300 frutos con pulpa y sin embrión. (Color Turquesa)
- Grupo3: 300 frutos sin pulpa y embrión. (Color Amarillo)
- Grupo4: 300 frutos sin pulpa y sin embrión. (Color Lila)

#### 2.4. Liberación y Monitoreo de los Señuelos

Se mezclan igual cantidad de señuelos de cada uno de los grupos y se dispersaron manualmente en cantidades iguales en cada una de las áreas, tomando la ubicación cartográfica mediante un GPS del punto donde fueron arrojados los señuelos inicialmente (Figura 26c).

El registro de datos se llevó a cabo en un periodo de dos semanas: la primera semana se hizo a diario y luego dos veces por semana. En estos se tomaron datos de distancia, velocidad, dirección y tiempo que recorre la semilla, diferenciándolo entre los cuatro grupos, estos datos se obtuvieron por medio de un GPS, brújula y flexómetro.

Para el establecimiento del patrón de movilidad de los señuelos, a partir de la ubicación inicial de los puntos de liberación (Tabla 21), se registró la dirección en que se movieron los señuelos mediante una brújula, así mismo se obtuvo datos de los patrones que siguieron los señuelos. Esta metodología se aplicó en cada liberación.

**Tabla 21**

*Coordenadas geográficas de la ubicación del punto inicial de las liberaciones de los señuelos*

<b>Liberaciones</b>	<b>Alta densidad de palmas</b>		<b>Baja densidad de palmas</b>	
1	S 02°13'32.1''	O 079°52'03.1''	S 02°13'22.1''	O 079°52'03.6''
2	S 02°13'31.9''	O 079°52'01.8''	S 02°13'22.4''	O 079°52'03.6''
3	S 02°13'31.6''	O 079°52'01.5''	S 02°13'22.7''	O 079°52'03.2''
4	S 02°13'31.1''	O 079°52'01.9''	S 02°13'23.7''	O 079°52'02.9''
5	S 02°13'30.9''	O 079°52'01.0''	S 02°13'25.7''	O 079°52'05.1''

*Nota.* Fuente: Valdivieso (2018).

Se consideraron en cada observación, las siguientes direcciones: Norte (N), Nor – Este (NE), Este (E), Sur – Este (SE), Sur (S), Sur – Oeste (SO), Oeste (O), Nor-Oeste (NO). Se cuantificó la cantidad de señuelos presentes y perdidos desde el primer día de observación en el punto de liberación, siguiendo el cronograma establecido. Esto se realizó en las 5 liberaciones y en las dos áreas con diferentes niveles de perturbación.

## **2.5. Análisis Estadístico Inferencial**

Al ser dos grupos de muestras independientes sin una distribución normal, colectadas al azar con una escala de medición continua, se realizó la prueba no paramétrica U de Mann-Whitney para determinar las diferencias de las características biométricas de las unidades de dispersión, es decir, entre los frutos y semillas, los frutos con embrión y los frutos sin embrión, semillas con embrión y semillas sin embrión. Así mismo, al considerar tres o más grupos de muestras, se realizaron análisis comparativos de las variables: patrón de movilidad, distancia, tiempo y velocidad con la que los señuelos se mueven entre las liberaciones, los tipos de señuelos y áreas con diferentes densidades de *R. oleracea* (intensidades de perturbación), mediante la prueba no paramétrica de diferencia de medianas de Kruskal Wallis, con la finalidad de encontrar diferencias significativas (Walpole et al., 2012).

En ambas pruebas se consideraron como las siguientes hipótesis estadísticas:

H<sub>1</sub>: H<sub>ecol</sub>: M<sub>1</sub> ≠ M<sub>2</sub> ≠ M<sub>3</sub> las medianas no son iguales (Hipótesis ecológica)

H<sub>0</sub>: M<sub>1</sub> = M<sub>2</sub> = M<sub>3</sub> las medianas son iguales (Hipótesis nula)

Dónde: la hipótesis ecológica establece que entre las medianas de los grupos existe diferencia y la hipótesis nula establece que entre las medianas no existe diferencia.

## **3. Resultados**

### **3.1. Determinación de las Características Biométricas de las Unidades de Dispersión (Frutos y Semillas) de *Roystonea oleracea***

En la Tabla 22 se muestran las propiedades biométricas, peso y dimensiones características (largo por ancho) de una muestra de 120 frutos, de las cuales 30 con pulpa y embrión, 30 con pulpa sin embrión, 30 sin pulpa, pero con embrión y 30 sin pulpa y sin embrión.

Los grupos que presenta mayor promedio en peso, largo y ancho son: frutos con pulpa y embrión, peso  $\bar{X}$ : 0,94g, Min: 0,77g y Max: 1,07g; largo  $\bar{X}$ : 1,86cm, Min: 1,60cm y Max: 2,00cm y ancho  $\bar{X}$ : 1,43cm, Min: 1,30cm y Max: 1,50cm y frutos con pulpa sin embrión, peso  $\bar{X}$ : 0,89g, Min: 0,73g y Max: 1,02g; largo:  $\bar{X}$ : 1,88 cm, Min: 1,70cm y Max: 2,00cm y ancho  $\bar{X}$ : 1,45cm, Min: 1,30cm y Max: 1,60cm.

En comparación con los grupos que presentan menor promedio en peso, largo y ancho que son: frutos sin pulpa y embrión, peso  $\bar{X}$ : 0,43g, Min: 0,39g y Max: 0,48g; largo  $\bar{X}$ : 1,23g, Min: 0,19cm y Max: 1,31cm y ancho  $\bar{X}$ : 0,71cm, Min: 0,69cm y Max: 0,75cm y frutos sin pulpa y sin embrión, peso  $\bar{X}$ : 0,40g, Min: 0,33g y Max: 0,45g; largo  $\bar{X}$ : 1,32cm, Min: 1,20cm y Max: 1,40cm y ancho  $\bar{X}$ : 0,71cm, Min: 0,69cm y Max: 0,75cm. Con una diferencia aproximada de 0,45 g de peso.

**Tabla 22**

*Características biométricas de los frutos*

Grupos	Características biométricas	Promedio	Desviación Estándar	Coefficiente Variación	Mínimo	Máximo
Frutos con pulpa y embrión	Peso (g)	0,94	0,07	0,07	0,77	1,07
	Largo (cm)	1,86	0,10	0,06	1,60	2,00
	Ancho (cm)	1,44	0,07	0,05	1,30	1,50
Frutos con pulpa y sin embrión	Peso (g)	0,89	0,08	0,09	0,73	1,02
	Largo (cm)	1,88	0,09	0,05	1,70	2,00
	Ancho (cm)	1,45	0,07	0,05	1,30	1,60
Frutos sin pulpa, pero con embrión	Peso (cm)	0,43	0,02	0,06	0,39	0,48
	Largo (cm)	1,23	0,20	0,16	0,19	1,31
	Ancho (cm)	0,71	0,01	0,02	0,69	0,75
Frutos sin pulpa y sin embrión	Peso (cm)	0,40	0,03	0,06	0,33	0,45
	Largo (cm)	1,32	0,06	0,04	1,20	1,40
	Ancho (cm)	0,71	0,01	0,02	0,69	0,75

*Nota.* Fuente: Valdivieso (2018).

El análisis estadístico inferencial de las características biométricas de los frutos con pulpa y frutos sin pulpa se realizó mediante la prueba no paramétrica U de Mann-Whitney en Minitab (2017).

En la Tabla 5 se presentan las diferencias significativas de las características biométricas (peso, largo, ancho y largo x ancho), de *Roystonea oleracea* entre los frutos con pulpa y embrión y frutos sin pulpa y embrión; frutos con pulpa y sin embrión y frutos sin pulpa y sin embrión; frutos con pulpa y embrión y frutos con

pulpa y sin embrión; frutos sin pulpa y embrión y frutos sin pulpa y sin embrión. Las hipótesis propuestas fueron:

H<sub>0</sub>: El promedio de las características biométricas de los frutos con pulpa y embrión (a); frutos con pulpa y sin embrión (b); frutos con pulpa y embrión (c); frutos sin pulpa y embrión (d) son iguales al promedio de las características biométricas de los frutos sin pulpa y embrión (a); frutos sin pulpa y sin embrión (b); frutos con pulpa y sin embrión (c); frutos sin pulpa y sin embrión (d).

H<sub>1</sub>: El promedio de las características biométricas de los frutos con pulpa y embrión (a); frutos con pulpa y sin embrión (b); frutos con pulpa y embrión (c); frutos sin pulpa y embrión (d) son diferentes al promedio de las características biométricas de los frutos sin pulpa y embrión (a); frutos sin pulpa y sin embrión (b); frutos con pulpa y sin embrión (c); frutos sin pulpa y sin embrión (d).

**Tabla 23**

*Comparación de las propiedades biométricas de los diferentes tipos de señuelos*

Comparaciones	n	Peso (g)				Largo (cm)				Ancho (cm)				Largo x ancho(cm <sup>2</sup> )			
		Mdna.	W	p	D.	Mdna.	W	P	D.	Mdna.	W	p	D.	Mdna.	W	p	D.
(a) Frutos con pulpa y embrión	30	0,955	1365,0	< 0,0001	*	1,90	1365,0	<0,0001	*	1,45	1365,0	< 0,0001	*	2,75	1365,0	< 0,0001	*
Frutos sin pulpa con embrión	30	0,432				1,29				0,71				0,91			
(b) Frutos con pulpa y sin embrión	30	0,886	1365,0	< 0,0001	*	1,90	1365,0	<0,0001	*	1,50	1365,0	< 0,0001	*	2,70	1365,0	< 0,0001	*
Frutos sin pulpa y sin embrión	30	0,408				1,30				0,70				0,94			
(c) Frutos con pulpa y embrión	30	0,95	1096,0	0,0076	*	1,9	899,0	0,807		1,45	872,0	0,490		2,75	887,0	0,685	
Frutos con pulpa y sin embrión	30	0,89				1,9				1,50				2,70			
(d) Frutos sin pulpa con embrión	30	0,43	1194,0	< 0,0001	*	1,29	632,5	< 0,0001	*	0,71	984,0	0,285		0,91	689,0	0,0007	*
Frutos sin pulpa y sin embrión	30	0,41				1,30				0,70				0,94			

*Nota.* Número de muestras (n), Medianas (Mdna.), estadístico Mann-Whitney (W), valor crítico (p), Significancia (D), \*: Se rechaza la hipótesis nula (H<sub>0</sub>) Fuente: Valdivieso (2018)

En la comparación (a) y (b) de la Tabla 23, el valor crítico de “p”  $< 0,0001$  es menor al nivel de significancia establecido de 0,05, por lo tanto, el promedio de las características biométricas (peso, largo, ancho y largo por ancho) de los frutos con pulpa y embrión (a), frutos con pulpa y sin embrión (b) son diferentes al promedio de las características biométricas de los frutos sin pulpa y embrión (a), frutos sin pulpa y sin embrión (b). Se rechaza la hipótesis nula  $H_0$  y se acepta la hipótesis alternativa  $H_1$ .

En la comparación (c) de la Tabla 23, el peso arrojó un valor crítico de “p” 0,0076 menor al nivel de significancia establecido de 0,05, por lo tanto, el promedio del peso de los frutos con pulpa y embrión (c) son diferentes al promedio del peso de los frutos con pulpa y sin embrión (c).

En este caso, se rechaza la hipótesis nula  $H_0$  y se acepta la hipótesis alternativa  $H_1$ . Las otras características biométricas (largo, ancho y largo por ancho) no presentan diferencias significativas.

En la comparación (d) de la Tabla 23, el peso y largo arrojó un valor crítico de “p”  $< 0,0001$ , en el largo por ancho arrojó un valor crítico de “p” 0,0007 menores al nivel de significancia establecido de 0,05, por lo tanto, el promedio del peso, largo y largo por ancho de los frutos sin pulpa y embrión (d) son diferentes al promedio del peso, largo y largo por ancho de los frutos sin pulpa y embrión (d). En este caso, se rechaza la hipótesis nula  $H_0$  y se acepta la hipótesis alternativa  $H_1$ . En el ancho no presenta diferencias significativas.

### **3.2. Cantidad de los Señuelos (Frutos y Semillas) de la Palma *R. oleracea* Movilizados**

En la Tabla 24 se presenta los valores promedios de la cantidad de señuelos que se movilizan, los que no se movilizan y los perdidos, después de los cinco, siete y nueve días de liberación en el área de alta densidad de palmas (alta perturbación).

Los grupos con mayor cantidad de señuelos movilizados después de los primeros cinco días de liberación en los cinco pulsos fueron S.C.P.S.E. (señuelos con pulpa y sin embrión) y S.C.P.E. (señuelos con pulpa y embrión), presentando la primera liberación la mayor cantidad promedio de señuelos movilizados S.C.P.S.E. (271.2 señuelos).

**Tabla 24***Valores promedios de los grupos de señuelos en el área de alta y baja densidad de R. oleracea (alta y baja perturbación)*

Área	Días después de la Liberación	Grupos de señuelos	Liberaciones														
			1			2			3			4			5		
			S.M.	S.S.M	S.P	S.M.	S.S.M	S.P	S.M.	S.S.M	S.P	S.M.	S.S.M	S.P	S.M.	S.S.M	S.P
Alta Densidad	5	S.C.P.E.	269.60	27.40	3.00	173.80	125.00	1.20	158.20	141.20	0.6	189.60	110.20	0.20	161.40	138.20	0.40
		S.S.P.E.	215.20	84.00	0.80	147.00	153.00	0.00	154.00	146.00	0.0	173.00	127.00	0.00	150.00	150.00	0.00
		S.C.P.S.E.	271.20	26.80	2.00	180.00	117.40	2.60	166.60	132.20	1.2	190.20	108.80	1.00	176.40	123.40	0.20
		S.S.P.S.E.	216.60	83.00	0.40	163.80	136.20	0.00	140.00	160.00	0.0	172.00	128.00	0.00	156.00	144.00	0.00
	7 y 9	S.C.P.E.	297.00	0.00	3.00	177.00	120.00	3.00	166.00	133.00	1.00	197.00	101.00	2.00	162.50	136.00	1.50
		S.S.P.E.	254.00	44.00	2.00	150.00	150.00	0.00	160.00	140.00	0.00	182.00	118.00	0.00	150.00	150.00	0.00
		S.C.P.S.E.	297.00	0.00	3.00	187.00	109.00	4.00	166.00	131.00	3.00	198.00	99.00	3.00	179.00	119.00	2.00
		S.S.P.S.E.	253.00	46.00	1.00	199.00	101.00	0.00	169.00	131.00	0.00	180.00	120.00	0.00	156.00	144.00	0.00
Baja Densidad	5	S.C.P.E.	239.60	60.40	0.00	160.00	136.00	4.00	149.40	150.00	0.60	151.00	147.60	1.40	170.00	130.00	0.00
		S.S.P.E.	241.00	59.00	0.00	122.60	176.40	1.00	108.40	191.60	0.00	135.00	165.00	0.00	121.00	179.00	0.00
		S.C.P.S.E.	243.00	57.00	0.00	165.40	129.40	5.20	154.60	144.20	1.20	160.40	136.20	3.40	171.00	129.00	0.00
		S.S.P.S.E.	232.20	67.80	0.00	169.00	131.00	0.00	104.60	195.40	0.00	143.00	157.00	0.00	116.00	184.00	0.00
	7 y 9	S.C.P.E.	277.00	22.00	1.00	181.00	116.00	3.00	169.00	129.00	2.00	153.00	145.00	2.00	170.00	130.00	0.00
		S.S.P.E.	215.00	84.00	1.00	159.00	140.00	1.00	110.00	190.00	0.00	135.00	165.00	0.00	121.00	179.00	0.00
		S.C.P.S.E.	278.50	20.00	1.50	184.00	110.00	6.00	175.00	122.00	3.00	162.00	134.00	4.00	171.00	129.00	0.00
		S.S.P.S.E.	221.00	79.00	0.00	193.00	105.00	2.00	110.00	190.00	0.00	143.00	157.00	0.00	116.00	184.00	0.00

*Nota.* Señuelos: movilizados (S.M), sin movilizar (S.S.M), perdidos (S.P). Grupos de señuelos: con pulpa y embrión (S.C.P.E.), sin pulpa con embrión (S.S.P.E.), con pulpa y sin embrión (S.C.P.S.E.), sin pulpa y sin embrión (S.S.P.S.E.). Fuente: Valdivieso (2018).

Los grupos que tienen mayor cantidad de señuelos sin movilizar fueron S.S.P.E. (señuelos sin pulpa y embrión) y S.S.P.S.E. (señuelos sin pulpa y sin embrión), por lo tanto, en la tercera liberación se obtuvieron la mayor cantidad promedio de señuelos sin movilizar S.S.P.S.E. (160 señuelos).

Con respecto a los señuelos perdidos, los grupos de mayor cantidad promedio fueron S.C.P.E. con 3 señuelos en la primera liberación y S.C.P.S.E. con 2.6 señuelos en la segunda liberación.

Los grupos con mayor cantidad de señuelos movilizados después del séptimo y noveno día de liberación en los cinco pulsos fueron S.C.P.S.E. y S.C.P.E., con excepción de la segunda y tercera liberación que fueron S.S.P.S.E. y S.C.P.S.E. Teniendo a la primera liberación con mayor cantidad promedio de señuelos movilizados S.C.P.S.E. y S.C.P.E. (297 señuelos cada grupo) (Tabla 24).

Los grupos con mayor cantidad de señuelos sin movilizar fueron S.S.P.E. y S.S.P.S.E., por lo tanto, en la segunda y quinta liberación se obtuvieron la mayor cantidad promedio de señuelos sin movilizar S.S.P.E. (150 señuelos).

El grupo con mayor cantidad promedio de señuelos perdidos fueron S.C.P.S.E. con 4 señuelos en la segunda liberación y S.C.P.E. con 3 señuelos en la primera y segunda liberación.

En ambos periodos de tiempo (los cinco primeros días) y (séptimo y noveno día) los grupos de señuelos que más se movilizaron fueron S.C.P.S.E. y S.C.P.E., en el área de alta perturbación.

Los grupos con mayor cantidad de señuelos sin movilizar fueron S.S.P.E. y S.S.P.S.E., por lo tanto, en la segunda y quinta liberación se obtuvieron la mayor cantidad promedio de señuelos sin movilizar S.S.P.E. (150 señuelos).

El grupo con mayor cantidad promedio de señuelos perdidos fueron S.C.P.S.E. con 4 señuelos en la segunda liberación y S.C.P.E. con 3 señuelos en la primera y segunda liberación.

En ambos periodos de tiempo (los cinco primeros días) y (séptimo y noveno día) los grupos de señuelos que más se movilizaron fueron S.C.P.S.E. y S.C.P.E., en el área de alta perturbación.

Los valores promedios de la cantidad de señuelos que se movilizan, los que no se movilizan y los perdidos, después de los cinco, siete y nueve días de liberación en el área de baja densidad de palmas (baja perturbación) (Tabla 24).

Los grupos con mayor cantidad de señuelos movilizados en las liberaciones fueron S.C.P.S.E. y S.C.P.E., con excepción de la primera liberación que fueron S.C.P.S.E. y S.S.P.E., donde se obtuvo la mayor cantidad promedio de señuelos movilizados S.C.P.S.E. (243 señuelos).

Los grupos con mayor cantidad de señuelos sin movilizar en la tercera, cuarta y quinta liberación fueron S.S.P.S.E. y S.S.P.E., en cambio en la primera liberación fueron S.S.P.S.E. y S.C.P.E. y en la segunda liberación fue S.S.P.E., siendo la tercera liberación donde se obtuvieron la mayor cantidad promedio de señuelos sin movilizar S.S.P.S.E. (195.4 señuelos) (Tabla 24).

Los grupos con mayor cantidad promedio de señuelos perdidos fueron S.C.P.S.E. con 5.2 señuelos y S.C.P.E. con 4 señuelos en la segunda liberación.

Los grupos con mayor cantidad de señuelos movilizados después del séptimo y noveno día de liberación en la primera, tercera, cuarta y quinta liberación fueron S.C.P.S.E. y S.C.P.E., en cambio en la segunda liberación fue S.S.P.S.E., por lo tanto, en la primera liberación se obtuvieron la mayor cantidad promedio de señuelos movilizados S.C.P.S.E. (278.5 señuelos).

Los grupos con mayor cantidad promedio de señuelos sin movilizar en la primera, tercera, cuarta y quinta liberación fueron S.S.P.S.E. y S.S.P.E., en cambio en la segunda liberación fue S.S.P.E., por lo tanto, en la tercera liberación se obtuvieron la mayor cantidad promedio de señuelos sin movilizar S.S.P.S.E. y S.S.P.E. (190 señuelos).

Los grupos con mayor cantidad promedio de señuelos perdidos fueron S.C.P.S.E. con 6 señuelos y S.C.P.E. con 3 señuelos en la segunda liberación.

En ambos periodos de tiempo (los cinco primeros días) y (séptimo y noveno día) los grupos de señuelos que más se movilizaron fueron S.C.P.S.E. y S.C.P.E. en el área de baja perturbación.

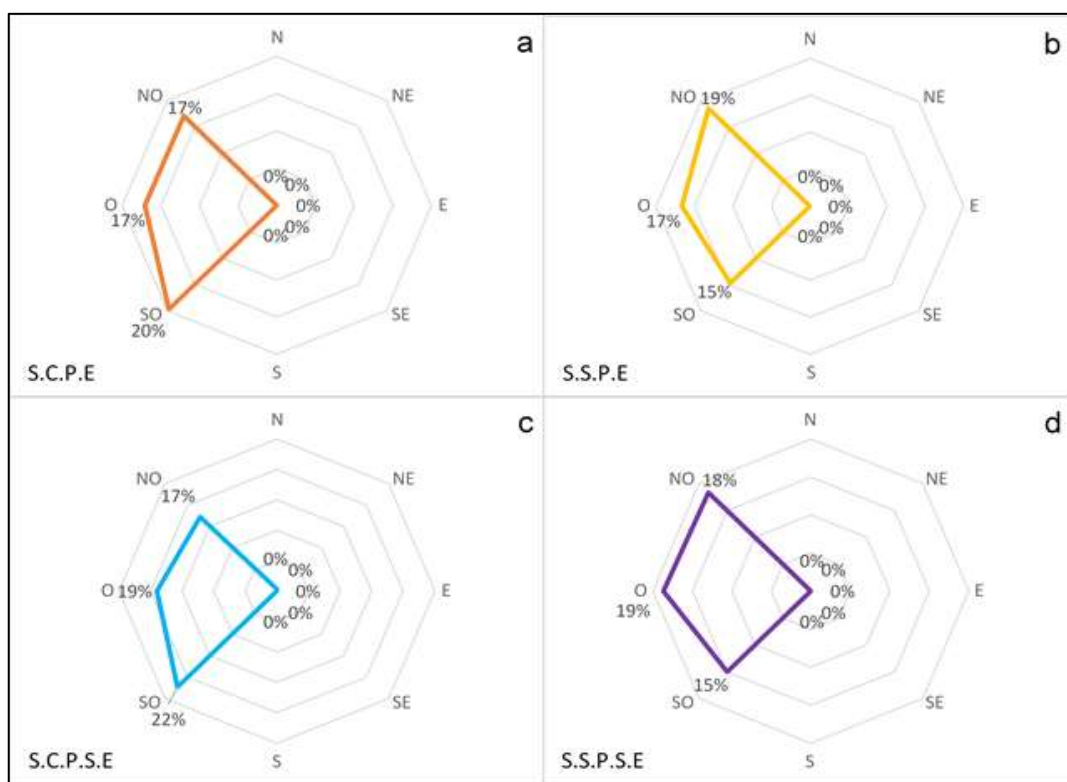
### 3.3. Dirección de la Movilidad de los Señuelos (Frutos y Semillas) de la Palma *R. oleracea*

Inicialmente, se determinó que en todas las liberaciones los primeros cinco días de estudio presentaron un patrón común, mientras que en el séptimo y noveno día de observación presentaron otro patrón.

Así mismo, todas las liberaciones, presentaron particularidades, por lo tanto, se muestran los resultados del patrón de movilidad de los señuelos correspondientes con las liberaciones que se realizaron durante la pleamar, más alta, intermedia y más baja, en las dos áreas de estudio

**Figura 27**

*Patrón de la dirección de movilidad de los señuelos en el área de alta densidad de palmas, liberación 5 (primeros cinco días)*



*Nota.* S.C.P.E.: señuelos con pulpa y embrión (a), S.S.P.E.: señuelos sin pulpa con embrión (b), S.C.P.S.E.: señuelos con pulpa y sin embrión (c), S.S.P.S.E.: señuelos sin pulpa y sin embrión (d). Fuente: Valdivieso (2018).

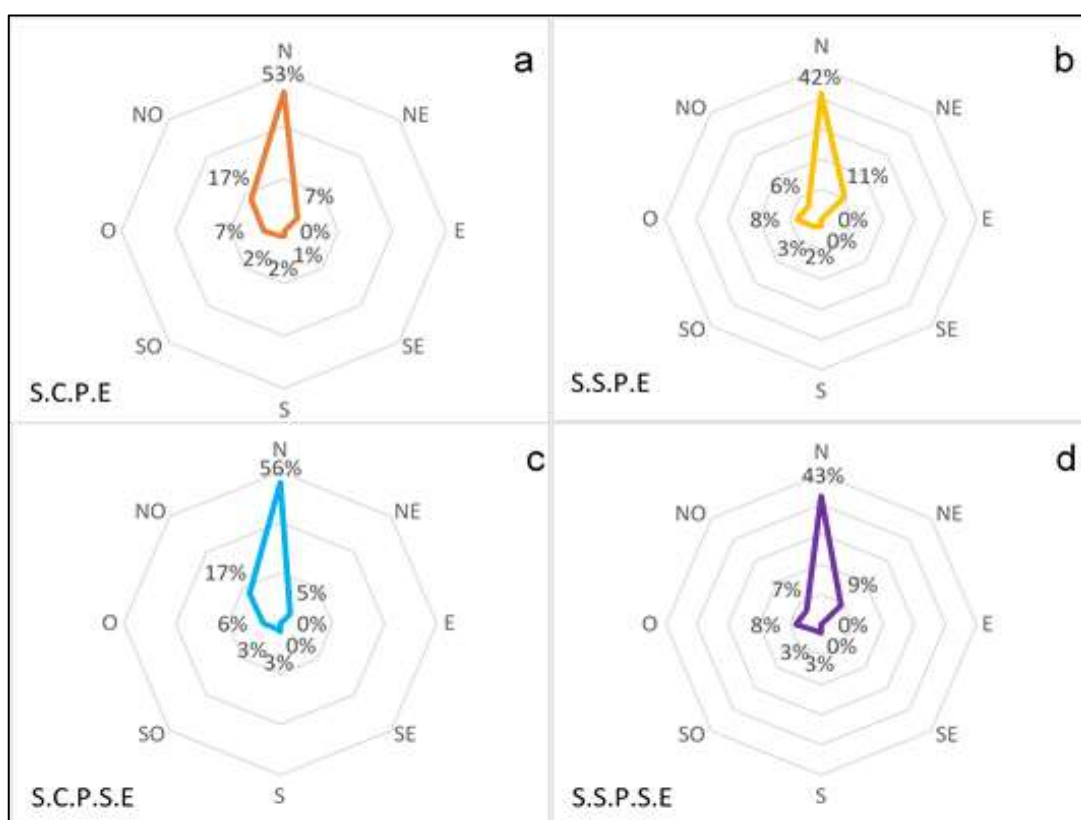
En la Figura 27 se puede observar que los diferentes grupos de señuelos en el área de alta densidad de palmas (alta perturbación) presentan un mayor porcentaje de

movilidad en dirección N-O, O y S-O variando en menos del cuatro por ciento entre ellos, en la quinta liberación (los primeros cinco días a partir de la liberación) que ocurrió durante la pleamar más alta, mostrando un polígono con una clara direccionalidad hacia el N-O, O y S-O.

El 20 % de los señuelos S.C.P.E. se movilizaron hacia el SO, mientras que hacia NO y O se movilizaron el 17% respectivamente (Figura 27a), pero el 19% de los señuelos S.S.P.E. se dirigen hacia el NO, el 17% hacia el O y hacia el SO se moviliza el 15% (Figura 27b). Así mismo, el 22% de los señuelos S.C.P.S.E. se dirigen hacia el SO, el 19 % hacia el O, y el 17% se dirige hacia el NO (Figura 27c). Por otro lado, el 19% de los señuelos S.S.P.S.E. se dirigen hacia el O, el 18% hacia el NO, y el 15% se dirige hacia el SO (Figura 27d).

### Figura 28

*Patrón de la dirección de movilidad de los señuelos en el área de alta densidad de palmas, liberación 1 (primeros cinco días)*



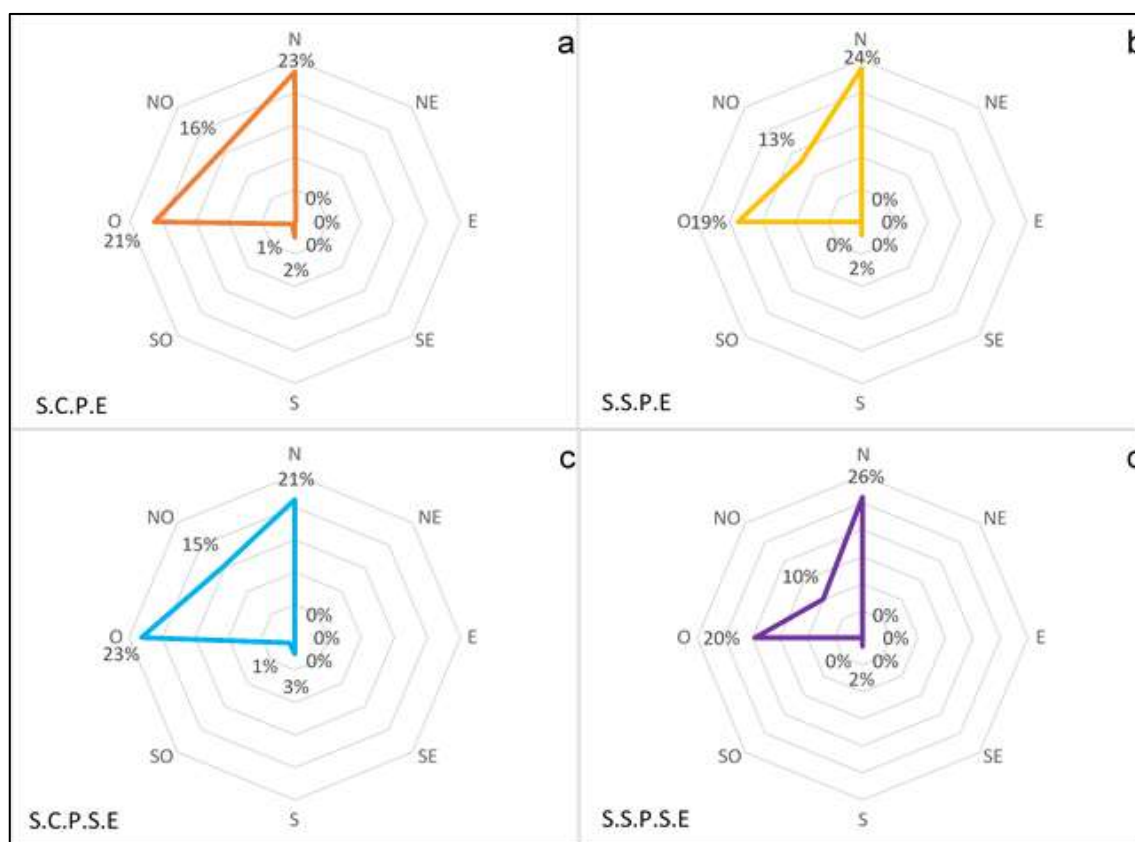
*Nota.* S.C.P.E.: señuelos con pulpa y embrión (a), S.S.P.E.: señuelos sin pulpa con embrión (b), S.C.P.S.E.: señuelos con pulpa y sin embrión (c), S.S.P.S.E.: señuelos sin pulpa y sin embrión (d). Fuente: Valdivieso (2018).

En la Figura 28 se observa que los diferentes grupos de señuelos en el área de alta densidad de palmas (alta perturbación) presentan un mayor porcentaje de movilidad en dirección N en la primera liberación (los primeros cinco días a partir de la liberación), que ocurrió durante la pleamar intermedia, mostrando un polígono con una clara direccionalidad hacia el N.

El 53 % de los señuelos S.C.P.E. se movilizaron hacia el N, el 17 % hacia el NO, mientras que hacia el SE solo se moviliza el 1% (Figura 28a), mientras que el 42% de los señuelos S.S.P.E. se dirige hacia el N, el 11% hacia el NE y hacia el S solo se moviliza el 2% (Figura 28b). Por otro lado, el 56 % de los señuelos S.C.P.S.E. se dirigen hacia el N, el 17% hacia el NO, y el 3 % se dirigen hacia el SO y S (Figura 28c). Así mismo, el 43% de los señuelos S.S.P.S.E. se dirigen hacia el N, el 7% hacia el NO, mientras que el 3% se dirige hacia el SO y S (Figura 28d).

**Figura 29**

*Patrón de la dirección de movilidad de los señuelos en el área de alta densidad de palmas, liberación 4 (primeros cinco días)*



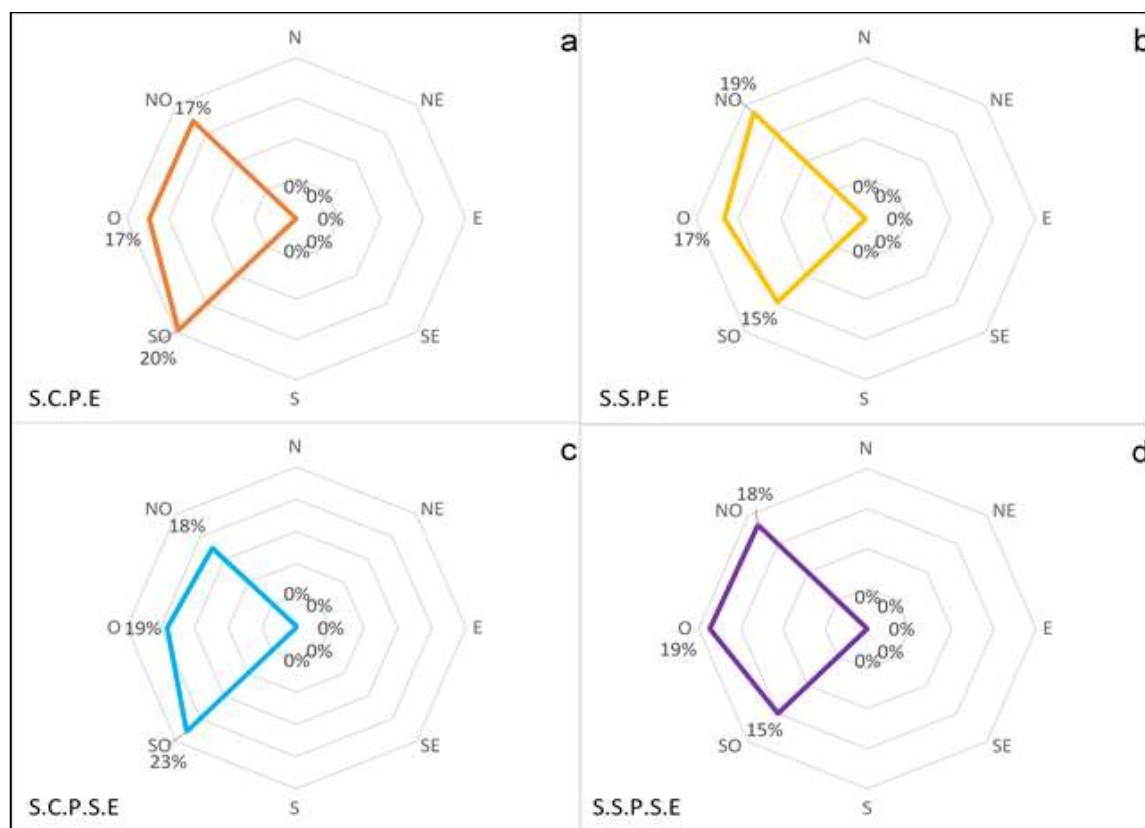
*Nota.* S.C.P.E.: señuelos con pulpa y embrión (a), S.S.P.E.: señuelos sin pulpa con embrión (b), S.C.P.S.E.: señuelos con pulpa y sin embrión (c), S.S.P.S.E.: señuelos sin pulpa y sin embrión (d). Fuente: Valdivieso (2018).

En la Figura 29 se puede observar que los diferentes grupos de señuelos en el área de alta densidad de palmas (alta perturbación), presentan un mayor porcentaje de movilidad en dirección N, N-O y O en la cuarta liberación (los primeros cinco días a partir de la liberación), que ocurrió durante la pleamar más baja, mostrando un polígono con una direccionalidad hacia el N, N-O y O.

El 23% de los señuelos S.C.P.E. se movilizan hacia el N, hacia el NO se movilizan el 16%, mientras que hacia el SO se movilizan solo el 1% (Figura 29a). Por otro lado, el 24% de los señuelos S.S.P.E. se movilizan hacia el N, hacia el NO se movilizan el 13% y hacia el S se movilizan el 2% (Figura 29b). El 23% de los señuelos S.C.P.S.E. se movilizan hacia el O, el 15% hacia el NO, y hacia el SO se movilizan el 1% (Figura 29c). Así mismo, el 26% de los señuelos S.S.P.S.E. se dirigen hacia el N, el 10% hacia el NO y hacia el S se movilizan el 2% (Figura 29d).

### Figura 30

*Patrón de la dirección de movilidad de los señuelos en el área de alta densidad de palmas, liberación 5 (séptimo y noveno día)*



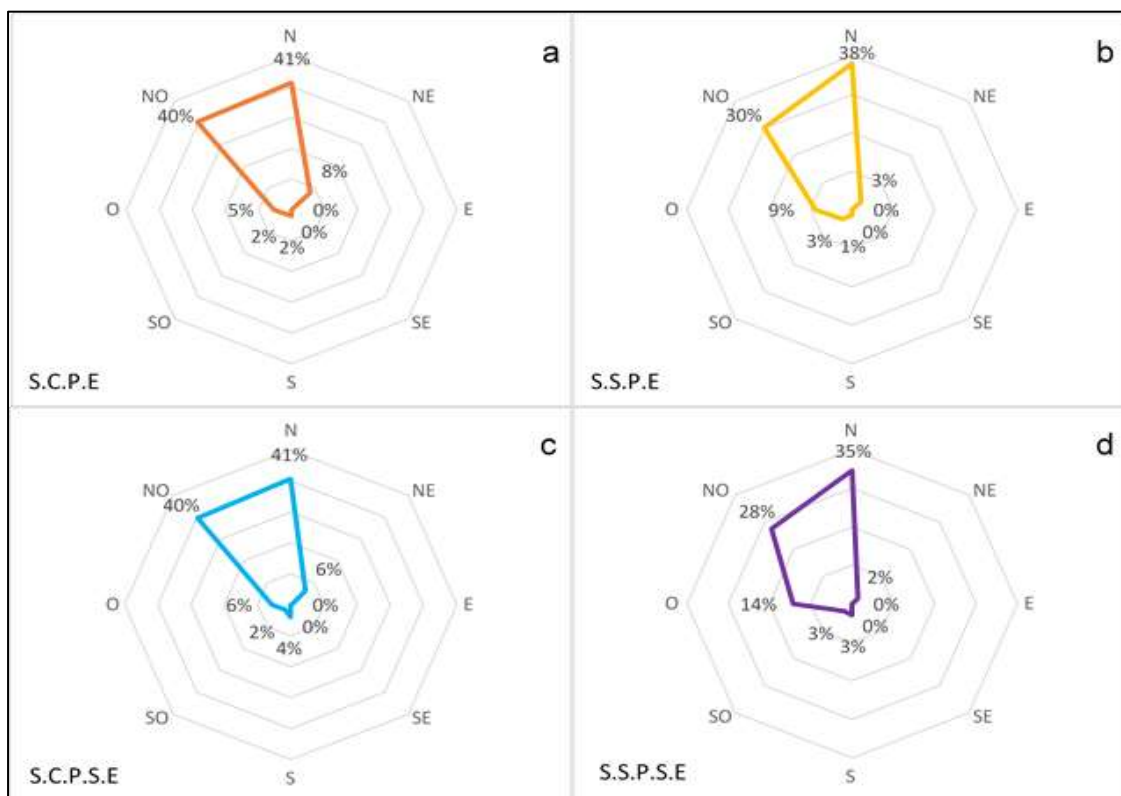
*Nota.* S.C.P.E.: señuelos con pulpa y embrión (a), S.S.P.E.: señuelos sin pulpa con embrión (b), S.C.P.S.E.: señuelos con pulpa y sin embrión (c), S.S.P.S.E.: señuelos sin pulpa y sin embrión (d). Fuente: Valdivieso (2018).

En la Figura 30 se observaron que los diferentes grupos de señuelos en el área de alta densidad de palmas (alta perturbación), presentaron un mayor porcentaje de movilidad en dirección N-O, O y S-O en la quinta liberación (séptimo y noveno día), que ocurrió durante la pleamar más alta, mostrando un polígono con una direccionalidad hacia el N-O, O y S-O.

De los señuelos S.C.P.E., el 20% se movilizan hacia el NO, el 17% se movilizan hacia el NO y O respectivamente (Figura 30a), mientras que el 19% de los señuelos S.S.P.E. se movilizan hacia el NO, hacia el O se dirigen el 17% y el 15% se dirigen hacia el SO (Figura 30b). Por otro lado, el 23% de los señuelos S.C.P.S.E. se movilizan hacia el SO, el 19% hacia el O y el 18% se movilizan hacia el NO (Figura 30c). Así mismo, el 19% de los señuelos S.S.P.S.E. se movilizan hacia el O, el 18% hacia el NO y el 15 % se movilizan hacia el SO (Figura 30d).

**Figura 31**

*Patrón de la dirección de movilidad de los señuelos en el área de alta densidad de palmas, liberación 1 (séptimo y noveno día)*



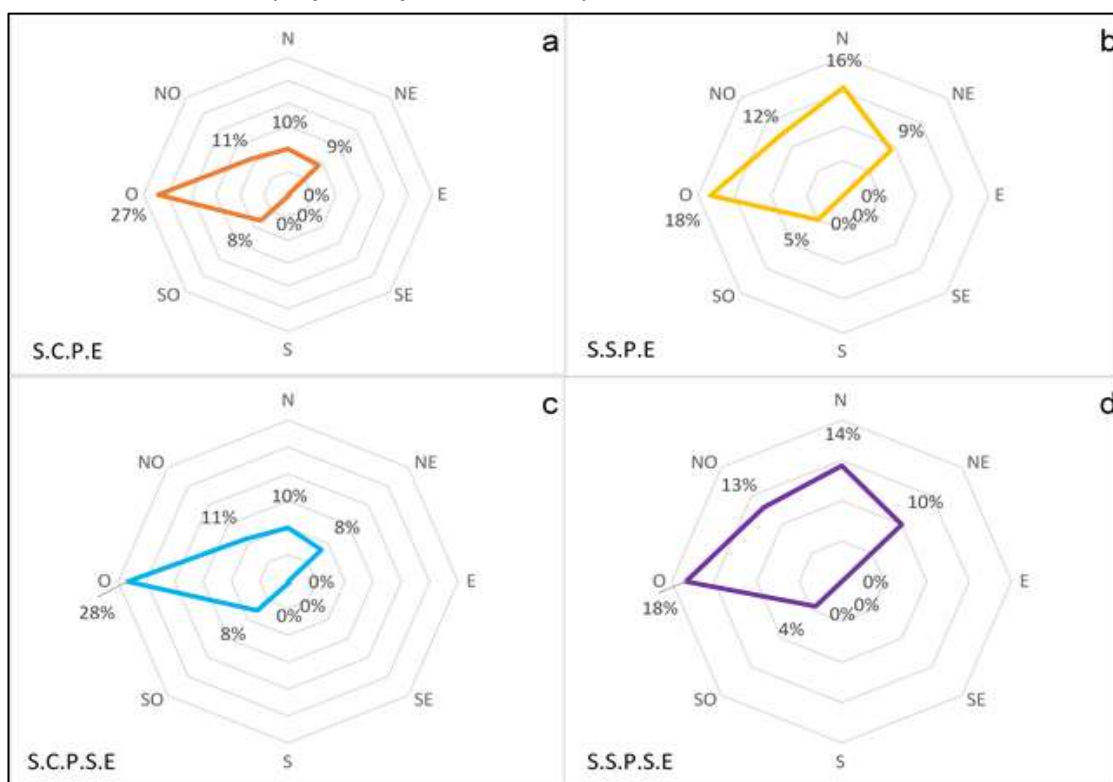
*Nota.* S.C.P.E.: señuelos con pulpa y embrión (a), S.S.P.E.: señuelos sin pulpa con embrión (b), S.C.P.S.E.: señuelos con pulpa y sin embrión (c), S.S.P.S.E.: señuelos sin pulpa y sin embrión (d). Fuente: Valdivieso (2018).

Siguiendo en el área de alta densidad de palmas (alta perturbación), en la Figura 31 se observaron que los diferentes grupos de señuelos presentaron un mayor porcentaje de movilidad en dirección N y N-O en la primera liberación (séptimo y noveno día), que ocurrió durante la pleamar intermedia, mostrando un polígono con una direccionalidad hacia el N y N-O.

Los señuelos S.C.P.E. se movilizaron hacia el N en un 41%, el 8% hacia el NE y el 2% se movilizaron hacia el SO y S respectivamente (Figura 31a), por otro lado, el 38% de los señuelos S.S.P.E. se movilizaron hacia el N, el 9% hacia el SO, mientras que el 1% se movilizaron hacia el S (Figura 31b). El 41% de los señuelos S.C.P.S.E. se movilizan hacia el N, el 6% hacia el O y NE respectivamente y hacia el SO solo se movilizaron el 2% (Figura 31c). Así mismo, el 35% de los señuelos S.S.P.S.E. se movilizaron hacia el N, el 14% hacia el O y el 2% se movilizaron hacia el NE (Figura 31d).

**Figura 32**

*Patrón de la dirección de movilidad de los señuelos en el área de alta densidad de palmas, liberación 4 (séptimo y noveno día)*



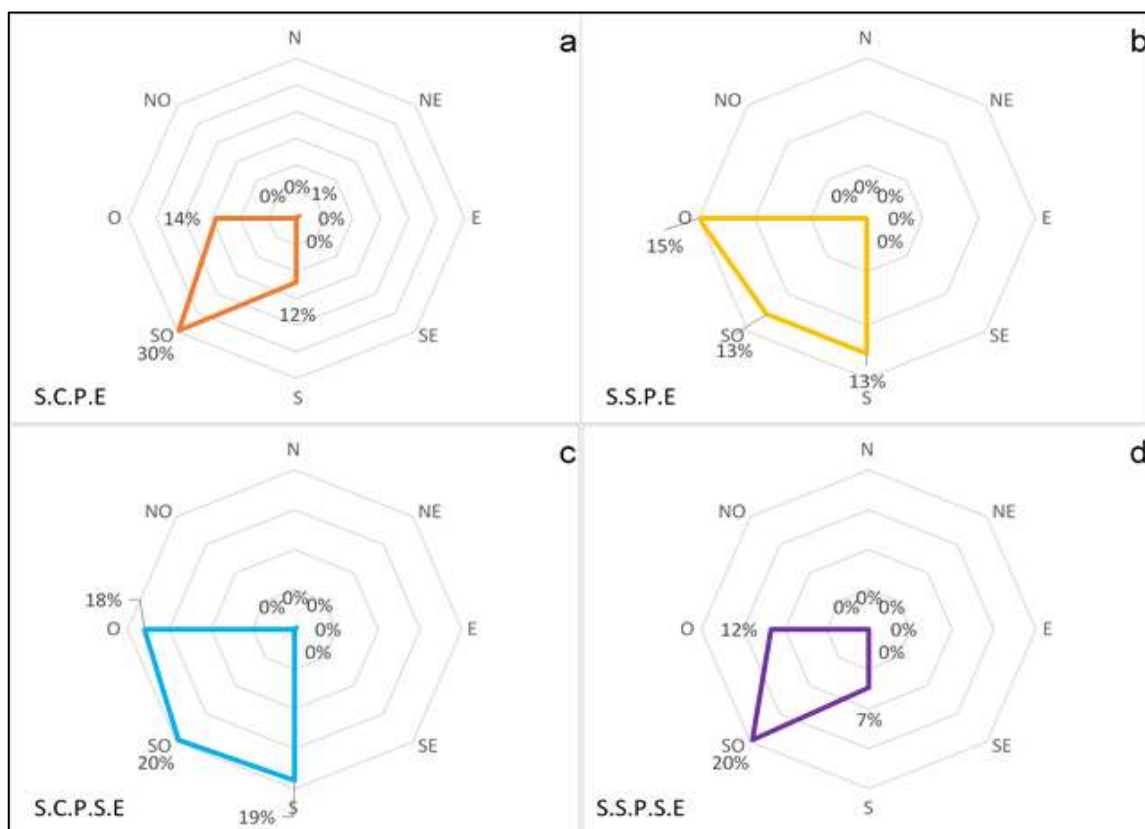
*Nota.* S.C.P.E.: señuelos con pulpa y embrión (a), S.S.P.E.: señuelos sin pulpa con embrión (b), S.C.P.S.E.: señuelos con pulpa y sin embrión (c), S.S.P.S.E.: señuelos sin pulpa y sin embrión (d). Fuente: Valdivieso (2018).

Así mismo, en el área de alta densidad de palmas (alta perturbación), se observaron que los diferentes grupos de señuelos presentaron un mayor porcentaje de movilidad en dirección O en la cuarta liberación (séptimo y noveno día), que ocurrió durante la pleamar más baja, mostrando un polígono con una direccionalidad hacia el O (Figura 32).

El 27 % de los señuelos S.C.P.E. se movilizan hacia el O, el 10% hacia el N y el 8% se movilizaron hacia el SO (Figura 32a), además, el 18% de los señuelos S.S.P.E. se movilizaron hacia el O, el 12% hacia el NO y el 5% se movilizaron hacia el SO (Figura 32b). Por otro lado, el 28% de los señuelos S.C.P.S.E. se movilizaron hacia el O, el 10% hacia el N y el 8% se movilizaron hacia el SO y NO respectivamente (Figura 32c). Así mismo, el 18% de los señuelos se movilizaron hacia el O, el 13% hacia el NO y el 4% se movilizaron hacia el SO (Figura 32d).

**Figura 33**

*Patrón de la dirección de movilidad de los señuelos en el área de baja densidad de palmas, liberación 5 (primeros cinco días)*



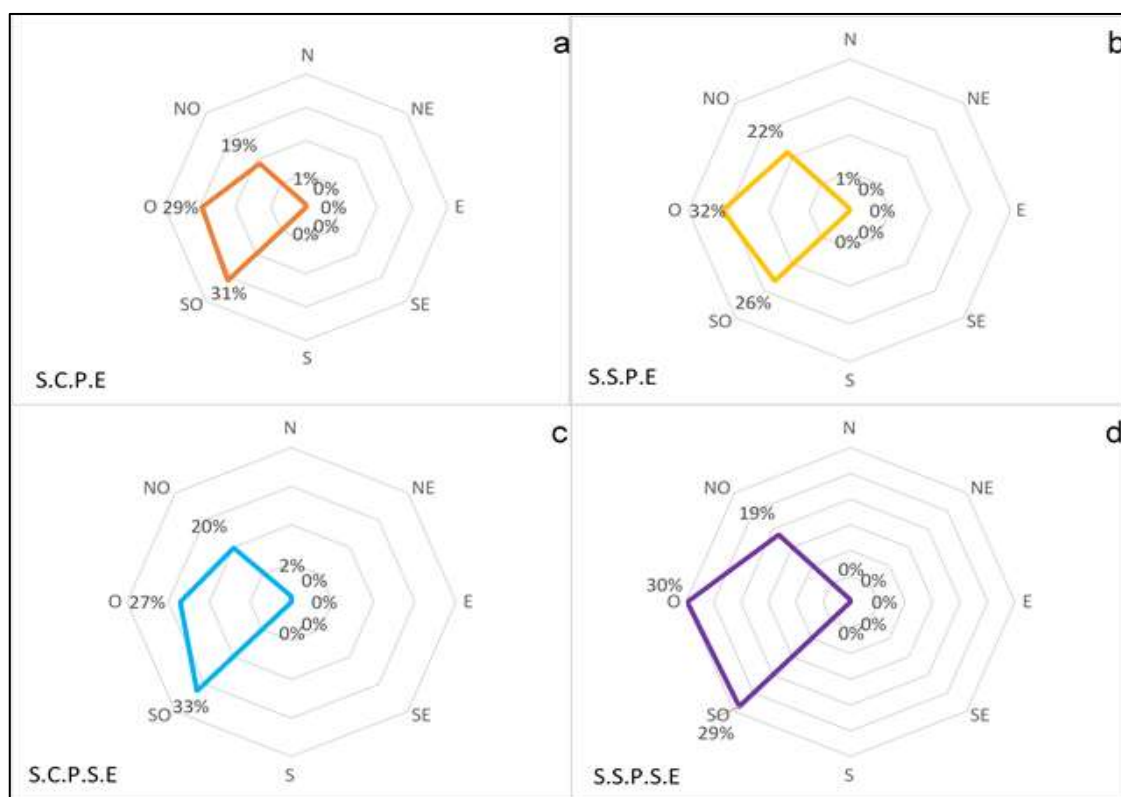
*Nota.* S.C.P.E.: señuelos con pulpa y embrión (a), S.S.P.E.: señuelos sin pulpa con embrión (b), S.C.P.S.E.: señuelos con pulpa y sin embrión (c), S.S.P.S.E.: señuelos sin pulpa y sin embrión (d). Fuente: Valdivieso (2018).

En la Figura 33 se observaron que los diferentes grupos de señuelos en el área de baja densidad de palmas (baja perturbación), presentaron un mayor porcentaje de movilidad en dirección O y S-O y S en la quinta liberación (los primeros cinco días a partir de la liberación), que ocurrió durante la pleamar más alta, mostrando un polígono con una direccionalidad hacia el O, S-O y S.

En la pleamar más alta, se observa que el 30% de los señuelos S.C.P.E. se movilizaron hacia el SO, el 12% hacia el S y hacia el NE solo se movilizó el 1% (Figura 33a), mientras que el 15% de los señuelos S.S.P.E. se movilizaron hacia el O y hacia el SO y S se movizaron en 13% respectivamente (Figura 33b). Por otro lado, el 20% de los señuelos S.C.P.S.E. se movizaron hacia el SO, el 19% hacia el S y el 18% se movizaron hacia el O (Figura 33c). Así mismo, el 20% de los señuelos S.S.P.S.E. se movizaron hacia el SO, el 12% hacia el O y el 7% se movizaron hacia el S (Figura 33d).

### Figura 34

*Patrón de la dirección de movilidad de los señuelos en el área de baja densidad de palmas, liberación 1 (primeros cinco días)*



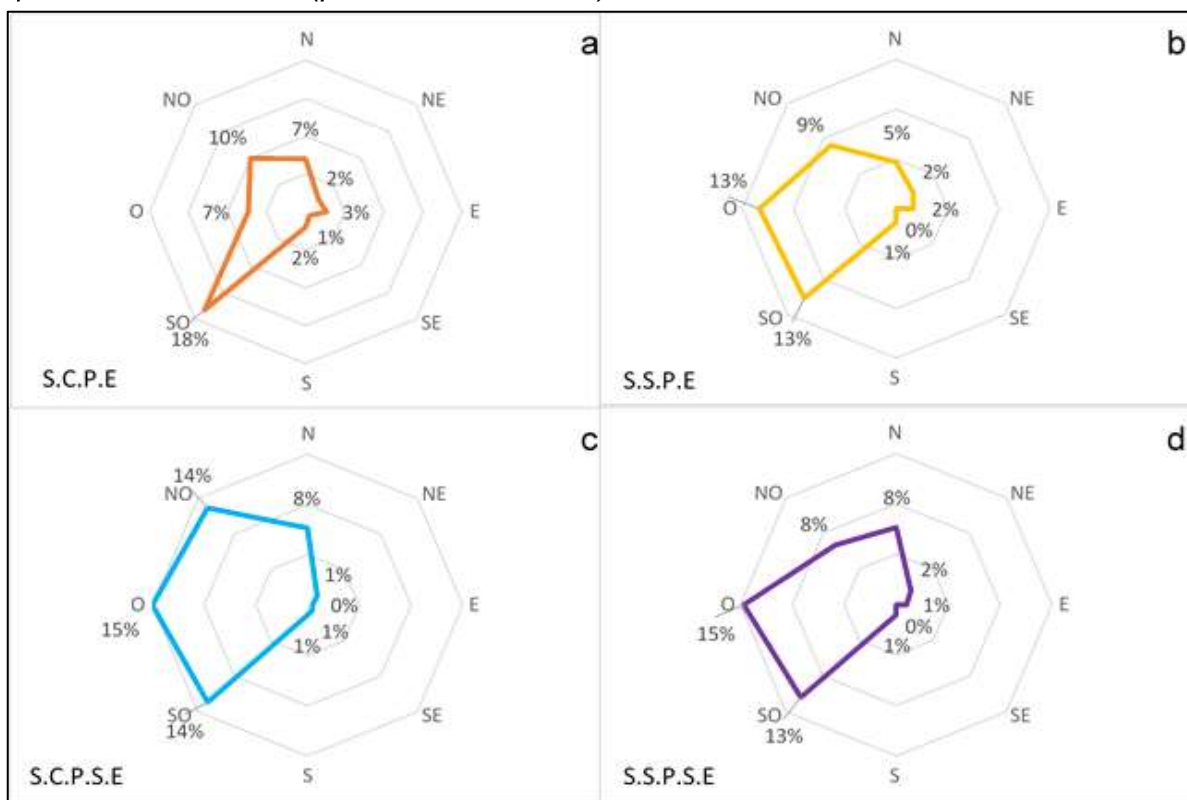
*Nota.* S.C.P.E.: señuelos con pulpa y embrión (a), S.S.P.E.: señuelos sin pulpa con embrión (b), S.C.P.S.E.: señuelos con pulpa y sin embrión (c), S.S.P.S.E.: señuelos sin pulpa y sin embrión (d). Fuente: Valdivieso (2018).

Como se observa en la Figura 34, los diferentes grupos de señuelos en el área de baja densidad de palmas (baja perturbación), presentaron un mayor porcentaje de movilidad en dirección N-O, O y S-O en la primera liberación (los primeros cinco días a partir de la liberación), que ocurrió durante la pleamar intermedia, mostrando un polígono con una direccionalidad hacia el N-O, O y S- O.

Se observa que el 31% de los señuelos S.C.P.E. se movilizaron hacia el SO, el 19% hacia el NO y hacia el NE solo se movilizaron el 1% (Figura 34a), mientras que el 32% de los señuelos S.S.P.E. se movilizaron hacia el O, el 22% hacia el NO y hacia el NE solo se movilizaron el 1% (Figura 34b). Por otro lado, el 33% de los señuelos S.C.P.S.E. se movilizaron hacia el SO, el 20% hacia el NO y el 2% se movilizaron hacia el NE (Figura 34c). Así mismo, el 30% se movilizaron hacia el O, el 29% hacia el SO y el 19% se movilizaron hacia el NO (Figura 34d).

**Figura 35**

*Patrón de la dirección de movilidad de los señuelos en el área de baja densidad de palmas, liberación 4 (primeros cinco días)*



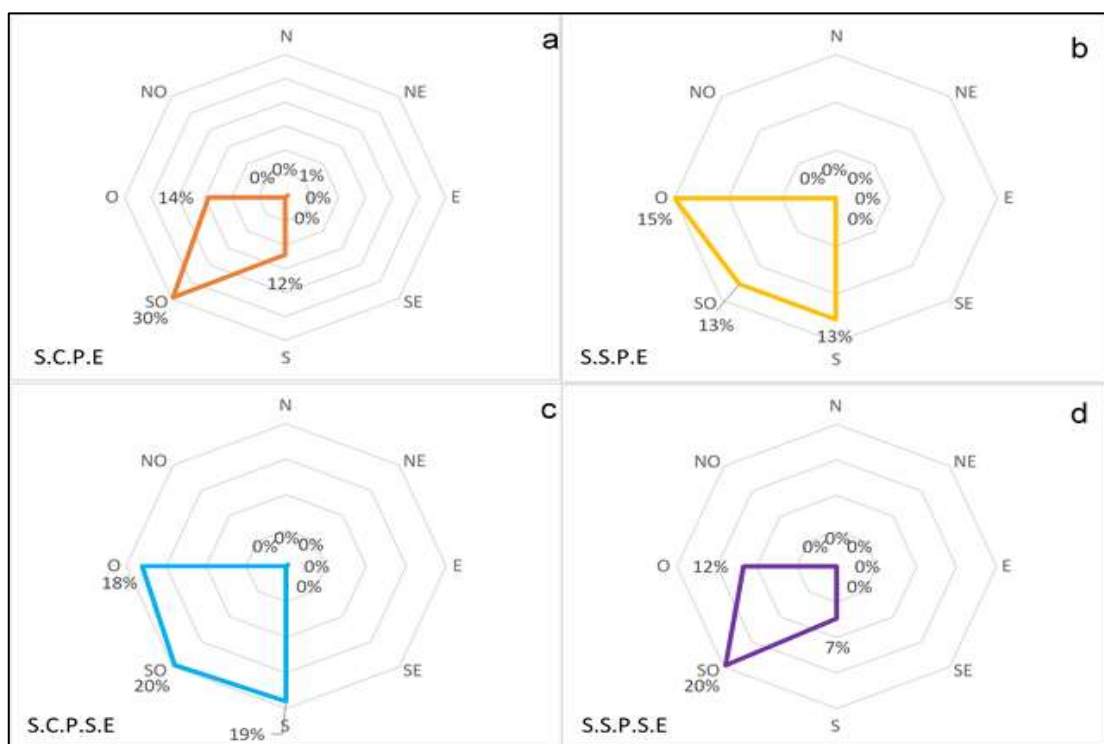
*Nota.* S.C.P.E.: señuelos con pulpa y embrión (a), S.S.P.E.: señuelos sin pulpa con embrión (b), S.C.P.S.E.: señuelos con pulpa y sin embrión (c), S.S.P.S.E.: señuelos sin pulpa y sin embrión (d). Fuente: Valdivieso (2018).

Siguiendo en el área de baja densidad de palmas (Baja perturbación), en la Figura 35 se observaron que los diferentes grupos de señuelos presentaron un mayor porcentaje de movilidad en dirección N-O, O y S-O en la cuarta liberación (los primeros cinco días a partir de la liberación), que ocurrió durante la pleamar más baja, mostrando un polígono con una direccionalidad hacia el N-O, O y S-O.

En la pleamar más baja, se observaron que el 18% de los señuelos S.C.P.E. se movilizaron hacia el SO, el 7% se movilizaron hacia el N y O respectivamente y hacia el SE solo se movilizó el 1 % (Figura 35a), mientras que el 13% de los señuelos S.S.P.E. se movilizaron hacia el O y SO respectivamente, el 5% hacia el N y solo el 1% se movilizaron hacia el S (Figura 35b). Por otro lado, el 15% de los señuelos S.C.P.S.E. se movilizaron hacia el O, el 8% hacia el N y el 1% se movilizaron hacia el NE, SE y S respectivamente (Figura 35c). Así mismo, el 15% de los señuelos S.S.P.S.E. se movilizaron hacia el O, el 8% hacia el N y NO respectivamente y hacia el S y E solo se movilizaron el 1% (Figura 35d).

**Figura 36**

*Patrón de la dirección de movilidad de los señuelos en el área de baja densidad de palmas, liberación 5 (séptimo y noveno día)*



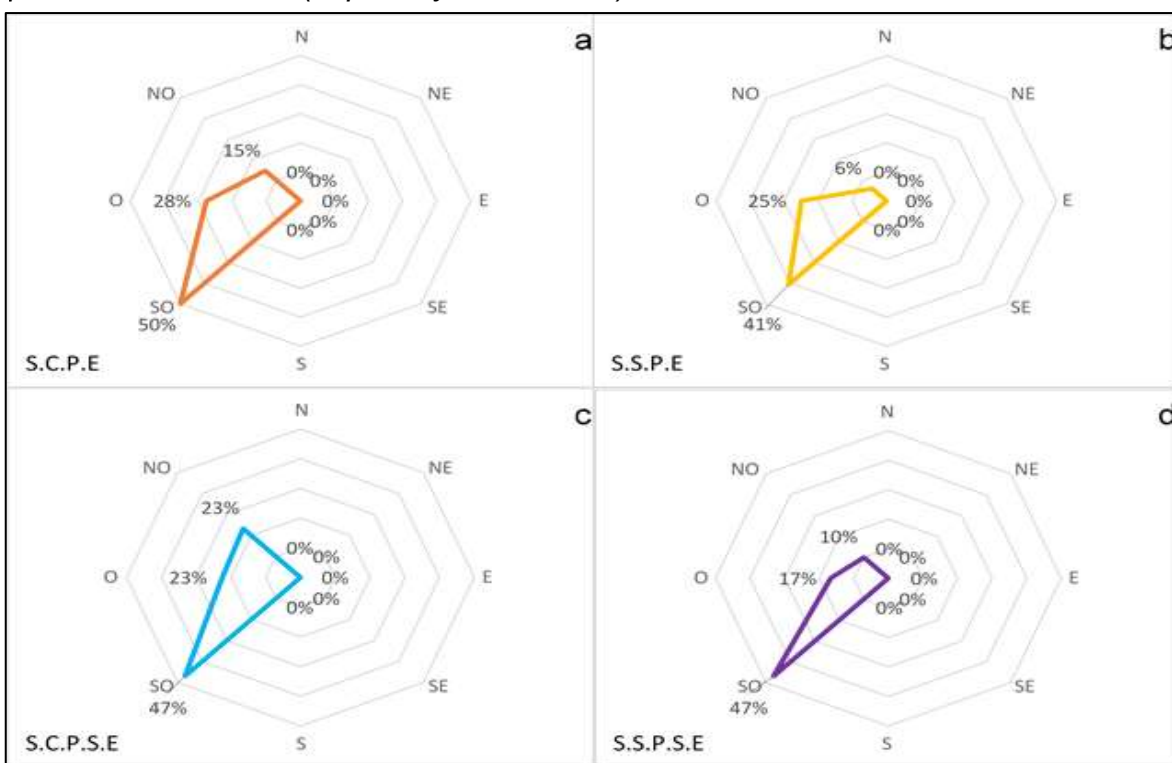
*Nota.* S.C.P.E.: señuelos con pulpa y embrión (a), S.S.P.E.: señuelos sin pulpa con embrión (b), S.C.P.S.E.: señuelos con pulpa y sin embrión (c), S.S.P.S.E.: señuelos sin pulpa y sin embrión (d). Fuente: Valdivieso (2018).

En la Figura 36 se observa que los diferentes grupos de señuelos en el área de baja densidad de palmas (baja perturbación), presentaron un mayor porcentaje de movilidad en dirección O, S-O y S en la quinta liberación (séptimo y noveno día), que ocurrió durante la pleamar más alta, mostrando un polígono con una direccionalidad hacia el O, S-O y S.

En este caso, el 30% de los señuelos S.C.P.E. se movilizaron hacia el SO, el 12% hacia el S y hacia el NE solo se movilizó el 1% (Figura 36a), de los señuelos S.S.P.E., el 15% se movilizaron hacia el O y el 13% se movilizaron hacia el SO y S respectivamente (Figura 36b). Por otro lado, el 20% de los señuelos S.C.P.S.E. se movilizaron hacia el SO, el 19% hacia el S y el 18% se movilizaron hacia el O (Figura 36c). Así mismo, el 20% se movilizaron hacia el SO, el 12% hacia el O y el 7% se movilizaron hacia el S (Figura 36d).

**Figura 37**

*Patrón de la dirección de movilidad de los señuelos en el área de baja densidad de palmas, liberación 1 (séptimo y noveno día)*



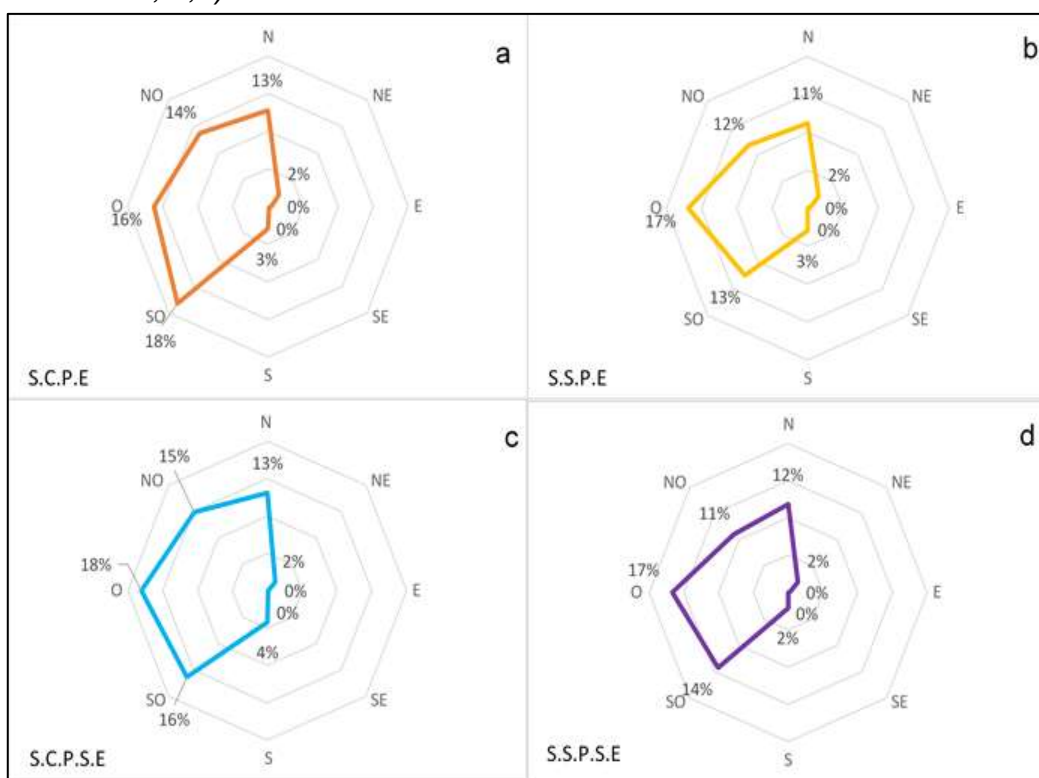
*Nota.* S.C.P.E.: señuelos con pulpa y embrión (a), S.S.P.E.: señuelos sin pulpa con embrión (b), S.C.P.S.E.: señuelos con pulpa y sin embrión (c), S.S.P.S.E.: señuelos sin pulpa y sin embrión (d). Fuente: Valdivieso (2018).

Por otro lado, en la Figura 37 se observa que los diferentes grupos de señuelos en el área de baja densidad de palmas (baja perturbación), presentaron un mayor porcentaje de movilidad en dirección S-O en la primera liberación (séptimo y noveno día), que ocurrió durante la pleamar intermedia, mostrando un polígono con una direccionalidad hacia el S-O.

En la Figura 37a se observa que el 50% de los señuelos S.C.P.E. se movilizaron hacia el SO, el 28% hacia el O y el 15% se movilizaron hacia el NO. En la Figura 37b, muestra que el 41% de los señuelos S.S.P.E. se movilizaron hacia el SO, el 25% hacia el O y el 6% se movilizan hacia el NO. Por otro lado, en la Figura 37c, tenemos que el 47% de los señuelos S.C.P.S.E. se movilizaron hacia el SO, el 23% se movilizaron hacia el O y NO respectivamente. Por último, en la Figura 37d, se visualiza que el 47% de los señuelos S.S.P.S.E. se movilizaron hacia el SO, el 17% hacia el O y el 10% se movilizaron hacia el NO.

**Figura 38**

*Patrón de la dirección de movilidad de los señuelos en toda el área, (liberaciones 5, 1,4)*



*Nota.* S.C.P.E.: señuelos con pulpa y embrión (a), S.S.P.E.: señuelos sin pulpa con embrión (b), S.C.P.S.E.: señuelos con pulpa y sin embrión (c), S.S.P.S.E.: señuelos sin pulpa y sin embrión (d). Fuente: Valdivieso (2018).

Finalmente, en la Figura 38 se observan que los diferentes grupos de señuelos durante las pleamares (alta, intermedia y baja) en ambas áreas (alta y baja densidad de palmas), presentaron un mayor porcentaje de movilidad en dirección N a S-O.

El 18% de los señuelos S.C.P.E. se movilizaron hacia el SO, el 13% hacia el N, y hacia el NE solo se movilizó el 2% (Figura 38a). En relación con los señuelos S.S.P.E., el 17% se movilizaron hacia el O, el 12% hacia el NO y el 2% se movilizó hacia el NE (Figura 38b). Por otro lado, el 18% de los señuelos S.C.P.S.E. se movilizaron hacia el O, el 15% hacia el NO y hacia el NE se movilizaron el 2% (Figura 38c). Así mismo, el 17% de los señuelos S.S.P.S.E. se movilizaron hacia el O, el 12% hacia el N y el 2% hacia el S y NE (Figura 38d).

#### **3.4. Distancia Alcanzada en el Tiempo por los Señuelos (Frutos y Semillas) de la Palma *R. oleracea*.**

El papel de las mareas en función de la distancia y tiempo de la movilidad de los señuelos (frutos y semillas), se determinó para cada liberación, durante dos semanas, obteniendo la distancia de movilidad de los grupos de señuelos con una cinta métrica. En la primera semana se realizaron observaciones diarias (del primer al quinto día) y en la segunda semana se realizaron dos observaciones (séptimo y noveno día).

Se registró la distancia promedio y distancia máxima de los cuatro grupos de señuelos desde el primer día de observación en el punto de liberación, siguiendo el cronograma establecido. Esto se realizó en las 5 liberaciones y en las dos áreas con diferentes niveles de perturbación.

En la Tabla 25 se observa la distancia promedio y distancia máxima en centímetros de los cuatro grupos de señuelos, señuelos con pulpa y embrión (S.C.P.E.), señuelos sin pulpa y embrión (S.S.P.E.), señuelos con pulpa y sin embrión (S.C.P.S.E.), señuelos sin pulpa y sin embrión (S.S.P.S.E.) durante los siete días a partir de la liberación en las áreas de alta y baja densidad de palmas alta y baja (perturbación).

Los grupos de señuelos que obtuvieron mayor distancia promedio en las cinco liberaciones fueron S.C.P.E. y S.C.P.S.E. y los grupos de señuelos con menor distancia promedio fueron S.S.P.E. y S.S.P.S.E.

La mayor distancia promedio fue de 1659 cm del grupo S.C.P.E., seguido del grupo S.C.P.S.E. con 1608 cm, en la primera liberación. En cambio, la menor distancia promedio fue de 378 cm del grupo S.S.P.S.E., seguido del grupo S.S.P.E. con 406 cm, en la tercera liberación.

Los grupos de señuelos que obtuvieron la mayor distancia máxima en las cinco liberaciones fueron S.C.P.E. y S.C.P.S.E., y los grupos de señuelos con menor distancia máxima fueron S.S.P.E. y S.S.P.S.E.

La mayor distancia máxima fue de 4450 cm del grupo S.C.P.S.E., seguido del grupo S.C.P.E. con 4040 cm, en la quinta liberación. En cambio, la menor distancia máxima fue de 500 cm del grupo S.S.P.S.E., seguido del grupo S.S.P.E. con 1050 cm, en la tercera liberación.

**Tabla 25**

*Distancia promedio y distancia máxima de los grupos de señuelos en las áreas de alta y baja densidad de palmas (niveles de perturbación)*

Densidad de palmas	Grupos de señuelos	Liberaciones									
		1		2		3		4		5	
		Distancia (cm)		Distancia (cm)		Distancia (cm)		Distancia (cm)		Distancia (cm)	
		promedio	máxima	promedio	máxima	promedio	máxima	promedio	máxima	promedio	máxima
Alta	S.C.P.E.	1659	3300	896	3900	426	1250	629	2150	972	4040
	S.S.P.E.	679	2080	454	1870	406	1050	484	1510	781	2000
	S.C.P.S.E.	1608	3500	1012	4000	506	1530	644	2270	1306	4450
	S.S.P.S.E.	643	2000	520	1870	378	500	494	1260	811	2000
Baja	S.C.P.E.	1801	2850	350	1070	388	800	290	1100	625	1400
	S.S.P.E.	751	2000	261	735	268	800	243	730	420	1110
	S.C.P.S.E.	1837	2850	367	1125	443	1135	332	1400	744	2400
	S.S.P.S.E.	776	2000	347	735	281	800	253	730	345	2050

*Nota.* Grupos de señuelos: señuelos con pulpa y embrión (S.C.P.E.), señuelos sin pulpa con embrión (S.S.P.E.), señuelos con pulpa y sin embrión (S.C.P.S.E.), señuelos sin pulpa y sin embrión (S.S.P.S.E.). Fuente: Valdivieso (2018).

También en la Tabla 25 se observan la distancia promedio y distancia máxima en centímetros de los cuatro grupos de señuelos, semillas con pulpa y embrión (S.C.P.E.), semillas sin pulpa y embrión (S.S.P.E.), semillas con pulpa y sin embrión (S.C.P.S.E.), semillas sin pulpa y sin embrión (S.S.P.S.E.) durante los siete días a partir de la liberación en el área de baja perturbación.

Los grupos de señuelos que obtuvieron mayor distancia promedio en las cinco liberaciones fueron S.C.P.S.E. y S.C.P.E. y los grupos de señuelos con menor distancia promedio fueron S.S.P.E. y S.S.P.S.E.

La mayor distancia promedio fue de 1837 cm del grupo S.C.P.S.E., seguido del grupo S.C.P.E. con 1801 cm, en la primera liberación. En cambio, la menor distancia promedio fue de 243 cm del grupo S.S.P.E., seguido del grupo S.S.P.S.E. con 253 cm, en la cuarta liberación.

Los grupos de señuelos que obtuvieron mayor distancia máxima en las cinco liberaciones fueron S.C.P.S.E. y S.C.P.E. (con excepción de la tercera liberación), en la tercera liberación solo fue el grupo S.C.P.S.E., y los grupos de señuelos con menor distancia máxima fueron S.S.P.E. y S.S.P.S.E.

La mayor distancia máxima fue de 2850 cm de los grupos S.C.P.S.E. y S.C.P.E., en la primera liberación. En cambio, la menor distancia máxima fue de 730 cm de los grupos S.S.P.S.E. y S.S.P.E., en la cuarta liberación.

En cuanto a la distancia máxima promedio recorrida por los diferentes grupos de señuelos, por la acción de las mareas, en función del tiempo transcurrido, desde las liberaciones que se realizaron durante la pleamar más alta, intermedia y más baja, en las dos áreas de estudio.

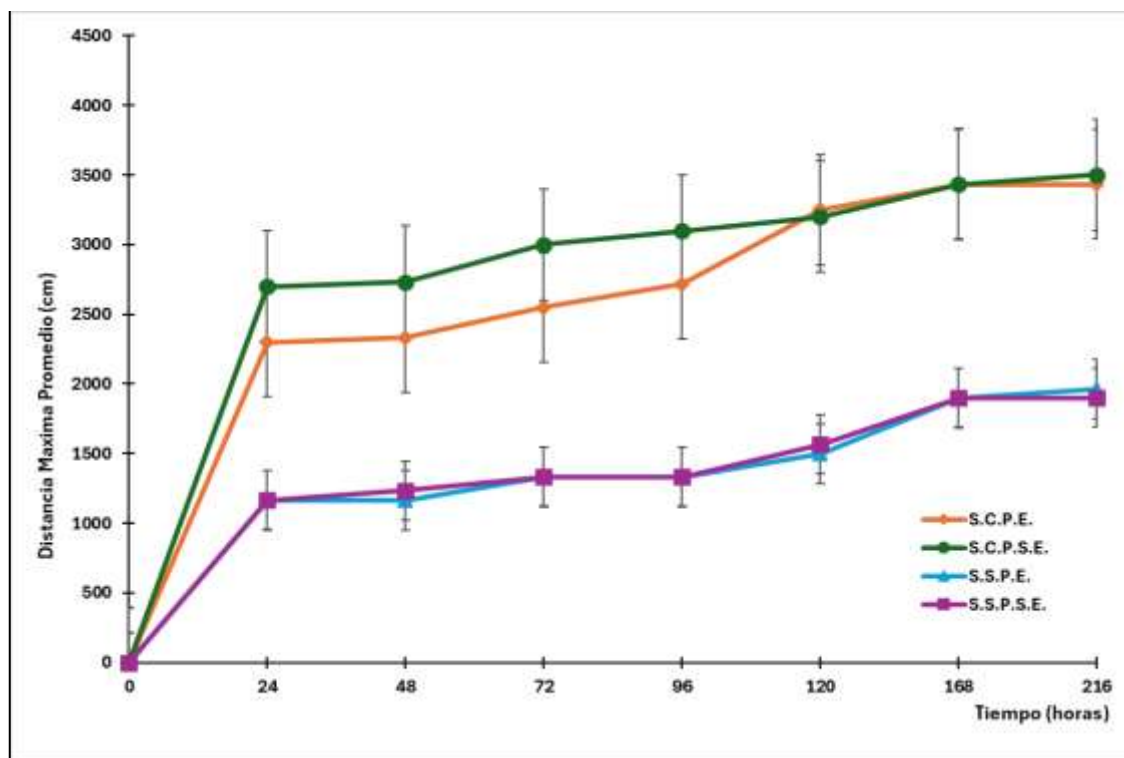
En la Figura 16 se observa la distancia máxima promedio de los cuatro grupos de señuelos S.C.P.E., S.S.P.E., S.C.P.S.E., S.S.P.S.E. en el área de alta densidad de palmas (alta perturbación).

A las 24 horas, los señuelos S.C.P.E. alcanzaron una distancia máxima promedio de 2300 cm, a las 120 horas obtuvieron 3250 cm y a las 216 horas consiguieron 3433 cm, por su parte los señuelos S.S.P.E. alcanzaron una distancia máxima promedio de 1167 cm a las 24 horas, a las 120 horas obtuvieron 1500 cm, a las 216 horas consiguieron 1967 cm. Por otro lado, los señuelos S.C.P.S.E. alcanzaron una distancia máxima promedio de 2700 cm a las 24 horas, a las 120 horas obtuvieron 3200 cm y a las 216 horas consiguieron 3500 cm. Así mismo, a las 24

horas los señuelos S.S.P.S.E. alcanzaron una distancia máxima de 1167 cm, a las 120 horas obtuvieron 1567 cm y a las 216 horas consiguieron 1900 cm (Figura 39).

**Figura 39**

*Distancia máxima promedio de los señuelos en el tiempo en el área de alta densidad de palmas*



*Nota.* S.C.P.E.: señuelos con pulpa y embrión, S.S.P.E.: señuelos sin pulpa con embrión, S.C.P.S.E.: señuelos con pulpa y sin embrión, S.S.P.S.E.: señuelos sin pulpa y sin embrión. Fuente: Valdivieso (2018).

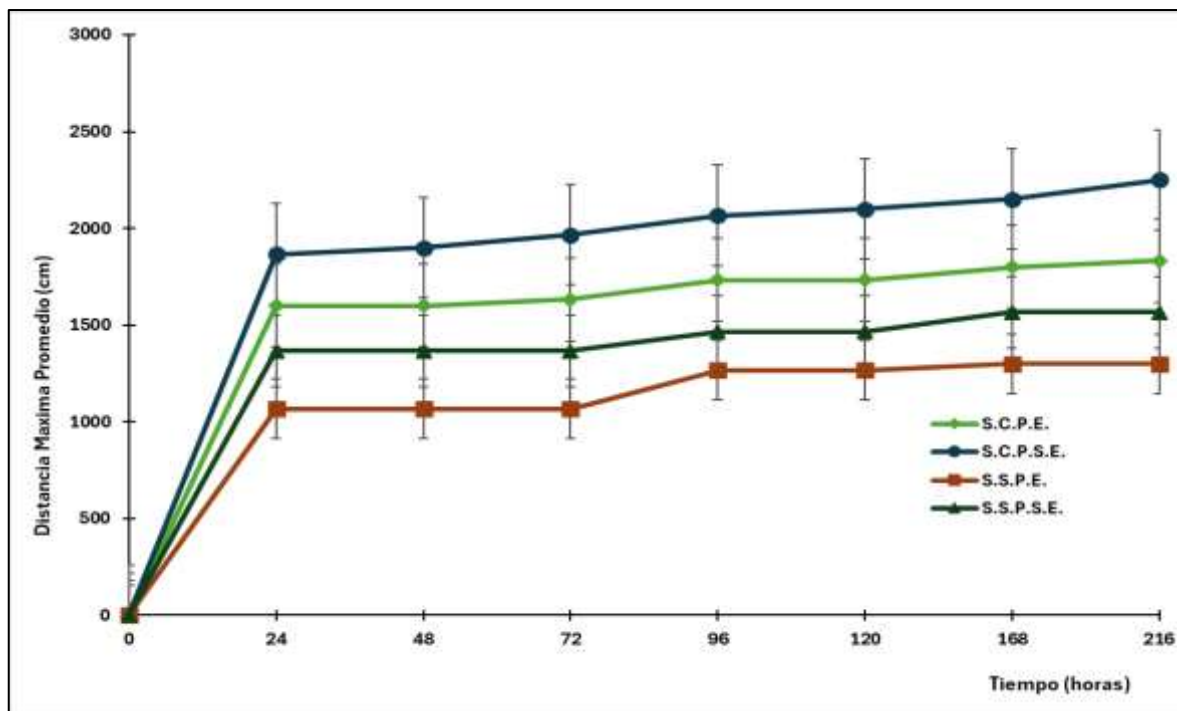
En la Figura 40 se presentan la distancia máxima promedio de los cuatro grupos de señuelos S.C.P.E., S.S.P.E., S.C.P.S.E., S.S.P.S.E. en el área de baja densidad de palmas (baja perturbación).

A las 24 horas los señuelos S.C.P.E. alcanzaron una distancia máxima de 1600 cm, a las 120 horas obtuvieron 1733 cm y a las 216 horas alcanzaron 1833 cm, mientras que los señuelos S.S.P.E. a las 24 horas, alcanzaron una distancia máxima de 1067 cm, a las 120 horas obtuvieron 1267 cm y a las 216 horas consiguieron 1300 cm. Por otro lado, a las 24 horas los señuelos S.C.P.S.E. alcanzaron una distancia máxima de 1867 cm, a las 120 horas obtuvieron 2100 cm y a las 216 horas consiguieron 2250 cm, así mismo, a las 24 horas los señuelos S.S.P.S.E.

alcanzaron una distancia máxima de 1367 cm, a las 120 horas obtuvieron 1467 cm y a las 216 horas consiguieron 1567 cm (Figura 40).

**Figura 40**

*Distancia máxima promedio de los señuelos en el tiempo en el área de baja densidad de palmas*



*Nota.* S.C.P.E.: señuelos con pulpa y embrión, S.S.P.E.: señuelos sin pulpa con embrión, S.C.P.S.E.: señuelos con pulpa y sin embrión, S.S.P.S.E.: señuelos sin pulpa y sin embrión. Fuente: Valdivieso (2018).

### **3.5. Velocidad de Movilización Alcanzada por los Señuelos (Frutos y Semillas) de la Palma *R. oleracea***

La velocidad de movilización alcanzada por los señuelos (frutos y semillas), se determinó durante dos semanas, calculando el cociente entre la distancia recorrida por los señuelos expresada en centímetros (cm) y el tiempo de observación expresado en horas (h). La primera semana se obtuvo diariamente (24h, 48h, 72h, 96h y 120h), y durante la segunda semana se determinó solo dos veces (168h y 216h).

**Tabla 26**

*Velocidad promedio y velocidad máxima de los grupos de señuelos en el área de alta y baja densidad de palmas (niveles de perturbación)*

Densidad de palmas	Grupos de señuelos	Liberaciones									
		1		2		3		4		5	
		Velocidad (cm/h)		Velocidad (cm/h)		Velocidad (cm/h)		Velocidad (cm/h)		Velocidad (cm/h)	
		Promedio	Máxima	Promedio	Máxima	Promedio	Máxima	Promedio	Máxima	Promedio	Máxima
Alta	S.C.P.E.	40.25	122.87	50.52	158.33	7.69	20.83	23.26	62.50	32.33	89.58
	S.S.P.E.	20.50	62.38	23.08	70.83	6.75	19.17	9.27	18.75	21.15	63.75
	S.C.P.S.E.	40.75	122.88	52.08	163.33	14.71	39.58	24.15	66.67	48.10	141.67
	S.S.P.S.E.	20.45	62.38	16.99	38.33	5.74	17.29	9.35	18.75	21.15	63.75
Baja	S.C.P.E.	32.62	96.67	8.81	23.75	6.38	19.17	11.98	37.08	17.55	54.17
	S.S.P.E.	20.12	56.25	7.74	20.42	5.91	16.67	9.05	28.33	14.46	45.42
	S.C.P.S.E.	32.62	96.67	12.19	37.50	8.21	20.83	14.67	43.75	30.07	93.75
	S.S.P.S.E.	19.64	57.08	7.74	20.42	5.91	16.67	9.05	28.33	26.50	83.33

*Nota.* Grupos de señuelos: señuelos con pulpa y embrión (S.C.P.E.), señuelos sin pulpa con embrión (S.S.P.E.), señuelos con pulpa y sin embrión (S.C.P.S.E.), señuelos sin pulpa y sin embrión (S.S.P.S.E.). Fuente: Valdivieso (2018).

Se calculó la velocidad promedio y velocidad máxima, de los cuatro grupos de señuelos desde el primer día de observación en el punto de liberación, siguiendo el cronograma establecido. Esto se realizó en las 5 liberaciones y en las dos áreas con diferentes niveles de perturbación.

En la Tabla 26 se observan la velocidad promedio y velocidad máxima en centímetro/hora de los cuatro grupos de señuelos: (S.C.P.E., S.S.P.E., S.C.P.S.E., S.S.P.S.E..) durante los siete días a partir de la liberación en el área de alta y baja densidad de palmas (niveles de perturbación).

En el área de alta densidad de palmas, los grupos de señuelos que obtuvieron mayor velocidad promedio en las cinco liberaciones fueron S.C.P.S.E. y S.C.P.E. y los grupos de señuelos con menor velocidad promedio fueron S.S.P.E. y S.S.P.S.E.

La mayor velocidad promedio fue de 52.08 cm/h del grupo S.C.P.S.E., seguido del grupo S.C.P.E. con 50.52 cm/h, en la segunda liberación.

En cambio, la menor velocidad promedio fue de 5.74 cm/h del grupo S.S.P.S.E., seguido del grupo S.S.P.E. con 6.75 cm/h, en la tercera liberación.

Los grupos de señuelos que obtuvieron mayor velocidad máxima en las cinco liberaciones fueron S.C.P.S.E. y S.C.P.E. y los grupos de señuelos con menor velocidad máxima fueron S.S.P.E. y S.S.P.S.E.

La mayor velocidad máxima fue de 163.33 cm/h del grupo S.C.P.S.E., seguido por el grupo S.C.P.E. con 158.33 cm/h, en la segunda liberación. En cambio, la menor velocidad máxima fue de 18.75 cm/h de los grupos S.S.P.S.E. y S.S.P.E., en la cuarta liberación.

En relación al área de baja densidad de palmas, los grupos de señuelos que obtuvieron mayor velocidad promedio en las cinco liberaciones fueron S.C.P.S.E. y S.C.P.E. y los grupos de señuelos con menor velocidad promedio fueron S.S.P.E. y S.S.P.S.E. (Tabla 26). La mayor velocidad promedio fue de 32.62 cm/h de los grupos S.C.P.S.E. y S.C.P.E., en la primera liberación. En cambio, la menor velocidad promedio fue de 5.91 cm/h de los grupos S.S.P.S.E. y S.S.P.E., en la tercera liberación.

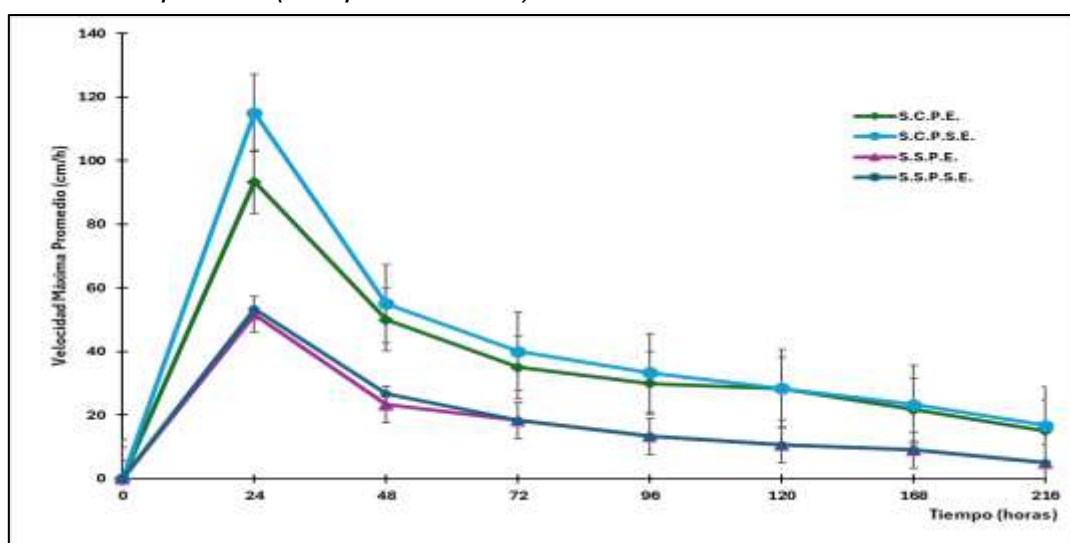
Los grupos de señuelos que obtuvieron mayor velocidad máxima en la primera, segunda, tercera y cuarta liberación fueron S.C.P.S.E. y S.C.P.E. y en la quinta liberación fueron S.C.P.S.E. y S.S.P.S.E. y los grupos de señuelos con menor velocidad máxima fueron S.S.P.S.E. (con excepción en la quinta liberación) y S.S.P.E.

La mayor velocidad máxima fue de 96.67 cm/h de los grupos S.C.P.S.E. y S.C.P.E., en la primera liberación. En cambio, la menor velocidad máxima fue de 16.67 cm/h de los grupos S.S.P.S.E. y S.S.P.E., en la tercera liberación.

Por otro lado, en la Figura 18 se observaron la Velocidad Máxima Promedio de los cuatro grupos de señuelos S.C.P.E., S.S.P.E., S.C.P.S.E., S.S.P.S.E. en el área de alta densidad de palmas (alta perturbación) en los diferentes intervalos de tiempo establecidos.

#### Figura 41

*Velocidad máxima promedio de los señuelos Vs. Tiempo, en el área de alta densidad de palmas (alta perturbación)*



*Nota.* S.C.P.E.: señuelos con pulpa y embrión, S.S.P.E.: señuelos sin pulpa con embrión, S.C.P.S.E.: señuelos con pulpa y sin embrión, S.S.P.S.E.: señuelos sin pulpa y sin embrión. Fuente: Valdivieso (2018).

Se observa que a las 24 horas los señuelos S.C.P.E. alcanzaron una velocidad máxima promedio de 93 cm/h, a las 120 horas logran 28 cm/h y a las 216 horas consiguieron 15 cm/h. En relación con los señuelos S.S.P.E., a las 24 horas alcanzaron una velocidad máxima de 52 cm/h, a las 120 horas obtuvieron 11

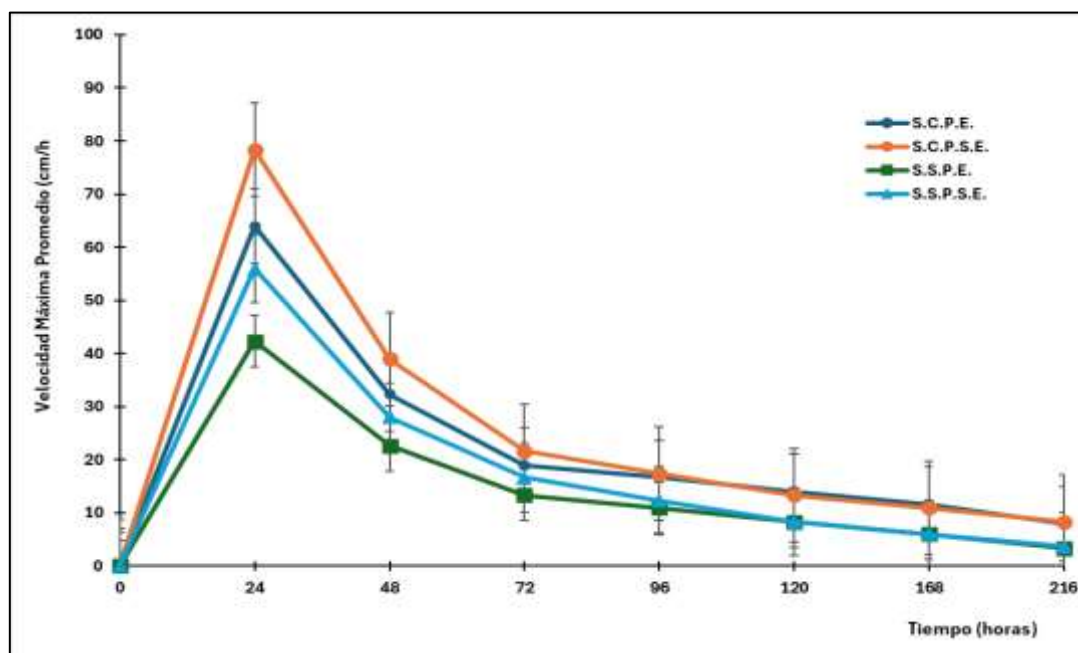
cm/h y a las 216 horas consiguieron 5 cm/h. Por otro lado, a las 24 horas los señuelos S.C.P.S.E. alcanzaron una velocidad máxima de 115 cm/h, a las 120 horas obtuvieron 28 cm/h y a las 216 horas consiguieron 17 cm/h. Así mismo, a las 24 horas los señuelos S.S.P.S.E. alcanzaron una velocidad máxima de 53 cm/h, a las 120 horas obtuvieron 11 cm/h y a las 216 horas consiguieron 5 cm/h (Figura 41).

En la Figura 42 se observa la Velocidad Máxima Promedio de los cuatro grupos de señuelos S.C.P.E., S.S.P.E., S.C.P.S.E. y S.S.P.S.E. en el área de baja densidad de palmas (baja perturbación), en relación con el tiempo transcurrido desde su liberación.

### Figura 42

*Velocidad máxima promedio de los señuelos Vs. Tiempo, en el área de baja densidad de palmas (baja perturbación)*

Nota. S.C.P.E.: señuelos con pulpa y embrión, S.S.P.E.: señuelos sin pulpa con



embrión, S.C.P.S.E.: señuelos con pulpa y sin embrión, S.S.P.S.E.: señuelos sin pulpa y sin embrión. Fuente: Valdivieso (2018).

A las 24 horas los señuelos S.C.P.E. alcanzaron una velocidad máxima de 64 cm/h, a las 120 horas obtuvieron 14 cm/h y a las 216 horas consiguieron 8 cm/h, en relación con los señuelos S.S.P.E., a las 24 horas alcanzaron una velocidad

máxima de 42 cm/h, a las 120 horas obtuvieron 8 cm/h y a las 216 horas consiguieron 3 cm/h.

**Tabla 27**

*Comparación entre las direcciones (N, NE, E, SE, S, SO, O, NO) de los grupos de señuelos, en las áreas de alta y baja densidad de palmas (Kruskal Wallis)*

VARIABLE	DIRECCION	SEÑUELOS	n	ALTA DENSIDAD DE PALMAS			BAJA DENSIDAD DE PALMAS						
				MEDIANA	PROMEDIO DE RANGOS	H	gl	P	MEDIANA	PROMEDIO DE RANGOS	H	gl	P
DIRECCIÓN DE LA MOVILIDAD	E	S.C.P.E.	5	0	9.2	21.51	7	0.003*	0	10.8	26.51	7	<0.0001*
	N			0.29	21				1.43	17			
	NE			0	14.5				0	12.3			
	NO			42.85	29				7.43	22.5			
	O			51.43	32.4				43	31.6			
	S			5.43	16.8				28.14	23.4			
	SE			0	11.3				0	9.6			
	SO			47	29.8				89	36.8			
	E	S.S.P.E.	5	0	10	20.11	7	0.005*	0	11.6	28.67	7	<0.0001*
	N			0	21.4				0	14.4			
	NE			0	15.8				0	12			
	NO			38.57	26.6				5.14	23.4			
	O			50	32				45	33.8			
	S			4.57	19				20.9	25.4			
	SE			0	10				0	9			
	SO			41.14	29.2				38	34.4			
	E	S.C.P.S.E.	5	0	8.1	24.55	7	0.001*	0	8.8	26,92	7	<0.0001*
	N			1	22.9				3.29	18.9			
	NE			0	13.1				0.86	12.8			
	NO			42.29	28.6				10.14	23.7			
	O			57	33.2				54	33			
	S			5.71	18.4				25.29	22.9			
	SE			0	9.7				0	9			
	SO			53.57	30				59	34.9			
	E	S.S.P.S.E.	5	0	9.5	20.97	7	0.004*	0	11.1	27.39	7	<0.0001*
	N			0	21.1				0.86	16.6			
	NE			0	15.3				0	13.1			
	NO			36	26.1				6.29	23.1			
O	56			32.8	44				32.8				
S	3.43			20.9	16.43				23				
SE	0			9.5	0				8.5				
SO	36.71			28.8	59				35.8				

Nota. número de observaciones (n), grados de libertad (gl), estadístico de Kruskal Wallis (H), probabilidad (p), diferencias significativas (\*). Fuente: Valdivieso (2018).

Por otro lado, a las 24 horas los señuelos S.C.P.S.E. alcanzaron una velocidad máxima de 78 cm/h, a las 120 horas obtuvieron 13 cm/h y a las 216 horas consiguieron 8 cm/h. Así mismo, a las 24 horas los señuelos S.S.P.S.E. alcanzaron una velocidad máxima de 56 cm/h, a las 120 horas obtuvieron 8 cm/h y a las 216 horas consiguieron 4 cm/h (Figura 42).

### **3.6. Análisis Estadístico Inferencial Kruskal Wallis**

#### **3.6.1. Dirección de Movilidad de los Señuelos**

Los resultados obtenidos del patrón de movilidad de semillas de la palma y el papel de las mareas en función de la distancia, tiempo y velocidad alcanzada por los señuelos (frutos y semillas) de la palma *R. oleracea* se realizó mediante la prueba no paramétrica Kruskal Wallis, por medio del software Minitab (2017).

A continuación, se describen las diferencias significativas entre las ocho direcciones (N, NE, E, SE, S, SO, O, NO) de movilidad, en las cinco liberaciones para cada grupo de señuelos (S.C.P.E.; S.S.P.E.; S.C.P.S.E.; S.S.P.S.E.) en cada área de perturbación.

Se establecen las siguientes hipótesis:

H<sub>0</sub>: Las direcciones (N, NE, E, SE, S, SO, O, NO), en las diferentes liberaciones de cada grupo de señuelos (S.C.P.E.; S.S.P.E.; S.C.P.S.E.; S.S.P.S.E.) son iguales.

H<sub>1</sub>: Las direcciones (N, NE, E, SE, S, SO, O, NO), en las diferentes liberaciones de cada grupo de señuelos (S.C.P.E.; S.S.P.E.; S.C.P.S.E.; S.S.P.S.E.) son diferentes.

En la Tabla 9 se presenta la comparación de las cinco liberaciones en función de las direcciones de la movilidad de los diferentes grupos de señuelos (S.C.P.E., S.S.P.E., S.C.P.S.E., S.S.P.S.E.), en las áreas de alta y baja densidad de palmas, en donde para todas las liberaciones el estadístico H arrojó un valor con un “p” crítico menor al nivel de significancia establecido de 0.05, por lo tanto, las direcciones de movilidad, en las diferentes liberaciones de los grupos de señuelos presentan diferencias significativas, es decir, se rechaza la hipótesis H<sub>0</sub> y se acepta la hipótesis alternativa H<sub>1</sub>.

### 3.6.2. Distancia Máxima Recorrida por los Señuelos

Así mismo, se describen las diferencias significativas de la distancia máxima entre los cuatro grupos de señuelos, en cada una de las áreas de perturbación y luego para ambas áreas.

Se proponen las siguientes hipótesis:

H<sub>0</sub>: La distancia máxima recorrida por los cuatro grupos de señuelos en el área de alta y/o baja densidad de palmas (alta perturbación y/o baja perturbación) presentan medianas iguales.

**Tabla 28**

*Comparación de la distancia máxima alcanzada por los cuatro grupos de señuelos en las diferentes liberaciones, en las áreas de alta y baja densidad de palmas*

Variable	Densidad de palmas	Grupos de señuelos	n	Mediana	Promedio de rangos	gl	H	P
Distancia Máxima	Alta	S.C.P.E.	5	3300.00	13.40	3	7.59	0.0546
		S.C.P.S.E.	5	3500.00	14.80			
		S.S.P.E.	5	1870.00	7.30			
		S.S.P.S.E.	5	1870.00	6.50			
	Baja	S.C.P.E.	5	1100.00	11.20	3	4.64	0.198
		S.C.P.S.E.	5	1400.00	14.80			
		S.S.P.E.	5	800.00	7.30			
		S.S.P.S.E.	5	800.00	8.70			

*Nota.* número de observaciones (n), grados de libertad (gl), estadístico de Kruskal Wallis (H), probabilidad (p), diferencias significativas (\*). Fuente: Valdivieso (2018).

H<sub>1</sub>: La distancia máxima recorrida por los cuatro grupos de señuelos en el área de alta y/o baja densidad de palmas (alta perturbación y/o baja perturbación) presentan medianas distintas.

En la Tabla 28 se puede observar que el estadístico H, arrojó un valor de 7.59 con un valor crítico “p” de 0.0546 ligeramente mayor al nivel de significancia establecido de 0.05, por lo tanto, la distancia máxima recorrida por los cuatro grupos de señuelos en el área de alta densidad de palmas (alta perturbación) no

presenta diferencias significativas, es decir, se acepta la hipótesis nula  $H_0$  y se rechaza la hipótesis alternativa  $H_1$ .

Así mismo, se puede observar que el estadístico H, arrojó un valor de 4.64, con un valor crítico p de 0.198 mayor al nivel de significancia establecido de 0.05, por lo tanto, la distancia máxima recorrida por los cuatro grupos de señuelos en el área de baja densidad de palmas (baja perturbación) no presenta diferencias significativas, es decir, se acepta la hipótesis nula  $H_0$  y se rechaza la hipótesis alternativa  $H_1$ .

La Tabla 11 presenta que al comparar la distancia máxima recorrida por los grupos de señuelos en todas las liberaciones entre el área de alta y baja densidad de palmas, el estadístico W, arrojó un valor de 513.0, con un valor crítico "p" de 0.0055 menor al nivel de significancia establecido de 0.05, por lo tanto, la distancia máxima recorrida por los cuatro grupos de señuelos entre las dos áreas de perturbación presenta diferencias significativas, es decir, se rechaza la hipótesis nula  $H_0$  y se acepta la hipótesis alternativa  $H_1$

**Tabla 29**

*Comparación de la distancia máxima de los cuatro grupos de señuelos en las diferentes liberaciones, entre las dos áreas*

<b>Variable</b>	<b>Nivel de perturbación</b>	<b>n</b>	<b>Medianas</b>	<b>W</b>	<b>p</b>
Distancia	Alta	20	2000.00	513.0	0.0055*
Máxima	Baja	20	1117.50		

*Nota.* número de muestras (n), Medianas (Mdna), estadístico Mann-Whitney (W), valor crítico (p), \*: Se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ). Fuente: Valdivieso (2018).

### **3.6.3. Velocidad Máxima Alcanzada por los Grupos de Señuelos**

Por otro lado, se describen las diferencias significativas de la velocidad máxima alcanzada entre los cuatro grupos de señuelos, en cada una de las áreas de perturbación y luego para ambas áreas.

Se proponen las siguientes hipótesis:

H<sub>0</sub>: La velocidad máxima alcanzada por los cuatro grupos de señuelos en el área de alta y/o baja densidad de palmas (alta perturbación y/o baja perturbación) presentan medianas iguales.

H<sub>1</sub>: La velocidad máxima alcanzada por los cuatro grupos de señuelos en el área de alta y/o baja densidad de palmas (alta perturbación y/o baja perturbación) presentan medianas distintas.

En la Tabla 30 se puede observar que el estadístico H, arrojó un valor de 7.58, con un valor crítico “p” de 0.05 igual al nivel de significancia establecido de 0.05, por lo tanto, la velocidad máxima alcanzada por los cuatro grupos de señuelos en el área de alta densidad de palmas (alta perturbación), presenta diferencias significativas, es decir, se rechaza la hipótesis nula H<sub>0</sub> y se acepta la hipótesis alternativa H<sub>1</sub>.

**Tabla 30**

*Comparación de la velocidad máxima alcanzada por los cuatro grupos de señuelos en las diferentes liberaciones, en el área de alta y baja densidad de palmas*

Variable	Densidad de palmas	Grupos de señuelos	N	Medianas	Promedio de rangos	gl	H	p
Velocidad Máxima	Alta	S.C.P.E.	5	89.58	13.1	3	7.58	0.05
		S.C.P.S.E.	5	122.88	14.9			
		S.S.P.E.	5	62.38	8.1			
		S.S.P.S.E.	5	38.33	5.9			
	Baja	S.C.P.E.	5	37.08	10.6	3	1.92	0.5889
		S.C.P.S.E.	5	43.75	13.4			
		S.S.P.E.	5	28.33	8.5			
		S.S.P.S.E.	5	28.33	9.5			

*Nota.* número de observaciones (n), grados de libertad (gl), estadístico de Kruskal Wallis (H), probabilidad (p), diferencias significativas (\*). Fuente: Valdivieso (2018).

De igual forma, se puede observar que el estadístico H, arrojó un valor de 1.92, con un valor crítico “p” de 0.5889 mayor al nivel de significancia establecido de 0.05, por lo tanto, la velocidad máxima alcanzada por los cuatro grupos de señuelos en el área de baja densidad de palmas (baja perturbación) no presenta

diferencias significativas, es decir, se acepta la hipótesis nula  $H_0$  y se rechaza la hipótesis alternativa  $H_1$ .

La Tabla 31 presenta que el estadístico  $W$ , arrojó un valor de 475.0, con un valor crítico “ $p$ ” de 0.0809 mayor al nivel de significancia establecido de 0.05, por lo tanto, la velocidad máxima alcanzada por los cuatro grupos de señuelos entre las dos áreas de perturbación no presenta diferencias significativas, es decir, se acepta la hipótesis nula  $H_0$  y se rechaza la hipótesis alternativa  $H_1$ .

**Tabla 31**

*Comparación de la velocidad máxima de los cuatro grupos de señuelos en las diferentes liberaciones, entre las dos áreas*

Variable	Nivel de perturbación	n	Medianas	W	P
Velocidad	Alta	20	3.13	475.0	0.0809
Máxima	Baja	20	37.29		

*Nota.* número de muestras (n), Medianas (Mdna), estadístico Mann-Whitney (W), valor crítico (p), \*: Se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ). Fuente: Valdivieso (2018).

#### 4. Discusión

Al analizar las características biométricas (Tabla 23), se encontraron diferencias estadísticamente significativas (Tabla 24) al comparar los frutos con pulpa y embrión con aquellos sin pulpa y embrión, así como los frutos con pulpa y sin embrión con los que carecen de pulpa y embrión. Además, al contrastar los frutos con pulpa y embrión con los que tienen pulpa, pero no embrión, solo se observó una diferencia significativa en el peso. Por otro lado, la comparación entre los frutos sin pulpa y embrión y los frutos sin pulpa y sin embrión mostró diferencias significativas en el peso, el largo y la relación largo-ancho.

Un estudio realizado por Bonadie (1998) sobre *Roystonea oleracea* determinó que los frutos presentan una longitud promedio de  $16.45 \pm 1.03$  mm, un ancho de  $9.71 \pm 1.21$  mm y un peso de  $1.002 \pm 0.039$  g. De manera similar, Zucaratto & Pires (2014) describen que los frutos miden entre 1.3 y 1.7 cm de largo, con un diámetro de 0.8 a 1.0 cm. Comparando estos datos con los resultados del presente estudio, se observa que los valores promedio obtenidos para el peso,

la longitud y el ancho de los frutos se encuentran dentro de un rango similar. Sin embargo, no se hallaron en la literatura reportes sobre las características biométricas de los frutos sin pulpa (semillas) utilizados en este estudio que permitan establecer una comparación.

Estas características biométricas de los frutos y semillas de *R oleracea*, nos permitió el diseño de un sistema de cuatro grupos de señuelos: Señuelos con pulpa y embrión (S.C.P.E.), señuelos sin pulpa y embrión (S.S.P.E.), señuelos con pulpa y sin embrión (S.C.P.S.E.) y señuelos sin pulpa y sin embrión (S.S.P.S.E.), a los cuales se les evaluó su dispersión por la acción de las mareas, determinando el patrón de movilidad, la distancia, tiempo y velocidad que alcanzaron los señuelos.

Según Aubrey y Speer (1985), al acercarse la marea a la costa e ingresar en un estuario, se hace evidente la diferencia en la velocidad entre la pleamar y la bajamar. Durante la pleamar, el avance de la marea supera a la onda salina, desplazando las aguas fluviales hacia el interior del estuario. En este momento, el movimiento es más rápido, mientras que en la bajamar ocurre lo contrario, con una reducción en la velocidad del flujo (Lomónaco et al., 2007).

En relación con el patrón de movilidad de los señuelos (unidades de dispersión, que incluyen frutos con y sin pulpa de palma), se observaron variaciones según la intensidad de la pleamar y la densidad de palmas en el área de estudio.

En la zona con alta densidad de palmas (alta perturbación), durante la pleamar más alta (quinta liberación), en los primeros cinco días, los señuelos mostraron un mayor desplazamiento en dirección N-O, O y S-O. En contraste, en la pleamar intermedia (primera liberación), se registró una mayor movilidad hacia el norte (N), mientras que en la pleamar más baja (cuarta liberación), las principales direcciones de desplazamiento fueron N, N-O y O.

En los días séptimo y noveno de muestreo, durante la pleamar más alta, los señuelos mantuvieron una mayor movilidad en dirección N-O, O y S-O. Durante la pleamar intermedia, su desplazamiento se concentró en N y N-O, y en la pleamar más baja, la movilidad predominante fue hacia el oeste (O).

Por otro lado, en la zona con baja densidad de palmas (baja perturbación), durante la pleamar más alta (quinta liberación), en los primeros cinco días, los señuelos presentaron una mayor movilidad en dirección O, S-O y S. En la pleamar intermedia (primera liberación), los principales desplazamientos ocurrieron en dirección N-O, O y S-O, mientras que en la pleamar más baja (cuarta liberación), los señuelos se movieron mayoritariamente en dirección N-O, O y S-O.

En los días séptimo y noveno de muestreo, durante la pleamar más alta, los señuelos (frutos con y sin pulpa de palma) se desplazaron principalmente en dirección O, S-O y S. En la pleamar intermedia, la movilidad predominó hacia S-O, y en la pleamar más baja, los señuelos se dirigieron mayormente hacia N-O, O y S-O.

Estos resultados indican que no existe una única dirección de movilidad de los señuelos entre liberaciones, en relación con las diferentes intensidades de pleamar. En la zona de alta densidad de palmas (alta perturbación), durante la pleamar más alta, los señuelos se desplazaron principalmente en dirección N-O y S-O; en la pleamar intermedia, en dirección N; y en la pleamar más baja, hacia N-O. En la zona de baja densidad de palmas (baja perturbación), la movilidad predominante en la pleamar más alta fue hacia O, S-O y S, mientras que, en las pleamares intermedia y baja, los señuelos se movieron principalmente en dirección N-O y O.

Las diferencias en la dirección de movilidad de los señuelos pueden estar influenciadas por la aleatoriedad en los puntos de liberación, lo que impide determinar un patrón único. No obstante, en todas las liberaciones, los señuelos tendieron a desplazarse mayoritariamente entre N y S-O.

Además, en ambas áreas, las direcciones de movilidad (N, NE, E, SE, S, SO, O, NO) en las distintas liberaciones de cada grupo de señuelos (S.C.P.E.; S.S.P.E.; S.C.P.S.E.; S.S.P.S.E.) presentaron diferencias estadísticamente significativas con un nivel de significancia de 0.05.

Finalmente, se identificó que los puntos de liberación en la zona de alta densidad de palmas (alta perturbación) están más alejados del estero La Huaquillas en

comparación con los puntos de liberación en la zona de baja densidad de palmas (baja perturbación). Este factor influye en el desplazamiento de los señuelos, ya que el estero actúa como un canal de drenaje rápido.

En la isla Santay, el aumento de la marea sigue la dirección del cauce del río Guayas hacia el norte (N), mientras que su descenso ocurre en dirección sur (S). Por otro lado, el cauce del estero Huaquillas fluye hacia el oeste (O), lo que influye en el desplazamiento de los señuelos en dirección Norte-Suroeste (N - S-O). Se ha observado que, en el área de alta densidad de palmas (alta perturbación), los señuelos tienden a moverse predominantemente en dirección Norte-Suroeste (N - S-O), mientras que, en el área de baja densidad de palmas (baja perturbación), su movilidad es mayormente hacia Oeste-Suroeste (O - S-O).

En la bibliografía revisada no se encontró una referencia directa sobre la dirección que pueden seguir las unidades de dispersión al ser transportadas por el efecto de las mareas, pudiendo ser considerado como pionero.

En cuanto al impacto de las mareas en la distancia recorrida por los señuelos, en ambas áreas, durante un periodo de 216 horas, se observó que la mayor distancia se alcanzó en la zona de alta densidad de palmas (alta perturbación). Según Nora et al. (2011), las especies vegetales cuyas semillas recorren grandes distancias suelen tener una mayor capacidad de dispersión, mientras que una dispersión limitada a distancias cortas puede restringir el movimiento de la población (Premoli & Rovere, 2005).

En el área de alta densidad de palmas (alta perturbación), los señuelos que alcanzaron mayores distancias durante la pleamar más alta fueron los S.C.P.S.E., con 4450 cm, seguidos de los S.C.P.E., con 4040 cm. Durante la pleamar intermedia, los S.C.P.S.E. recorrieron 3500 cm, seguidos por los S.C.P.E., con 3300 cm. Finalmente, en la pleamar más baja, los S.C.P.S.E. alcanzaron 2270 cm, mientras que los S.C.P.E. registraron un desplazamiento de 2150 cm.

En la zona con baja densidad de palmas (baja perturbación), los señuelos que alcanzaron la mayor distancia durante la pleamar más alta fueron los S.C.P.S.E.,

con 2400 cm, seguidos por los S.S.P.S.E., que lograron 2050 cm. Durante la pleamar intermedia, los señuelos con mayor alcance fueron los S.C.P.S.E. y S.C.P.E., alcanzando 2850 cm. En la pleamar más baja, los S.C.P.S.E. recorrieron 1400 cm, seguidos por los S.C.P.E., que alcanzaron 1100 cm.

Por otro lado, la velocidad máxima de todos los grupos de señuelos se registró a las 24 horas, siendo el área de alta densidad de palmas (alta perturbación) donde se obtuvo la mayor velocidad. En esta zona, durante la pleamar más alta, el señuelo más veloz fue el S.C.P.S.E., con 141.67 cm/h, seguido por el S.C.P.E., con 89.58 cm/h. En la pleamar intermedia, los señuelos más rápidos fueron los S.C.P.S.E. y S.C.P.E., con 122.88 cm/h. Durante la pleamar más baja, el S.C.P.S.E. alcanzó una velocidad de 66.67 cm/h, mientras que el S.C.P.E. registró 62.5 cm/h.

En la zona de baja densidad de palmas (baja perturbación), durante la pleamar más alta, los señuelos más veloces fueron los S.C.P.S.E., con 93.75 cm/h, seguidos por los S.S.P.S.E., con 83.33 cm/h. En la pleamar intermedia, los S.C.P.S.E. y S.C.P.E. alcanzaron 96.67 cm/h, mientras que, en la pleamar más baja, los S.C.P.S.E. lograron 43.75 cm/h y los S.C.P.E., 37.08 cm/h.

En el área con alta densidad de palmas, los señuelos S.C.P.S.E. y S.C.P.E. registraron las mayores distancias recorridas y velocidades en la pleamar más alta. En contraste, en la zona de baja densidad de palmas, estos señuelos alcanzaron sus valores máximos durante la pleamar intermedia. En ambas áreas experimentales, la pleamar más baja fue donde se registraron las menores distancias y velocidades.

Los resultados obtenidos mediante la prueba de Kruskal-Wallis (con un 95 % de confianza) muestran diferencias estadísticamente significativas en la distancia máxima recorrida por los cuatro grupos de señuelos entre las dos áreas, con un valor crítico "p" de 0.0055. Sin embargo, en el caso de la velocidad máxima, no se encontraron diferencias significativas (valor "p" de 0.0809).

Cabe destacar que, en ambas áreas experimentales, los señuelos que recorrieron mayores distancias y alcanzaron mayores velocidades fueron los

S.C.P.E. (con pulpa y embrión) y los S.C.P.S.E. (con pulpa sin embrión), con diferencias mínimas entre sí.

El principio de Arquímedes establece que cualquier objeto total o parcialmente sumergido en un fluido experimenta una fuerza de empuje equivalente al peso del fluido desplazado. Si un objeto tiene un peso concentrado en un solo punto dentro del fluido, tenderá a hundirse. Sin embargo, si el mismo peso se distribuye sobre una superficie mayor, se sostendrá mejor (Douglas & Giancoli, 2006).

En este sentido, la presencia de pulpa en los señuelos S.C.P.E. y S.C.P.S.E. aumenta su superficie y flotabilidad, permitiéndoles recorrer mayores distancias y alcanzar mayores velocidades en comparación con los señuelos S.S.P.E. y S.S.P.S.E., que carecen de pulpa.

Este mismo principio se observa en la dispersión de los mangles. Un estudio determinó que las especies de mangles con unidades de dispersión más grandes suelen encontrarse en zonas con mayor impacto de las mareas, como las costas, mientras que aquellas con unidades más pequeñas se desplazan mejor en áreas donde el efecto de la marea es menor, como los estuarios (Feller & Stitnik, 1996).

Los señuelos S.C.P.E., que presentan las características biométricas de los frutos con pulpa y embrión, favorecen la dispersión de la palma *R. oleracea*, ya que las semillas con embrión pueden germinar y dar origen a nuevos individuos (Doria, 2010), siendo la hidrocoría, un síndrome presente en grupos de plantas asociadas a humedales, permitiéndoles una eficiente propagación por flotación (Boedeltje, et al. 2004), como en este caso.

Por otro lado, los señuelos S.C.P.S.E., que representan frutos con pulpa sin embrión, son consumidos por aves. Según Bonadie & Bacon (2000), durante la época de mayor fructificación de la palma *R. oleracea* en el pantano de Nariva (Trinidad), se observó durante 14 meses que la dieta principal de loros y guacamayos incluía estos frutos.

## 5. Conclusiones

Las unidades de dispersión de la palma *Roystonea oleracea*, representadas por sus frutos, muestran diferencias biométricas estadísticamente significativas en comparación con las unidades de dispersión representadas por sus semillas.

Al analizar los frutos con embrión y sin embrión, se encontraron diferencias únicamente en el peso. En cambio, al comparar las semillas con embrión y sin embrión, se identificaron diferencias en peso, longitud y la relación entre longitud y ancho. Para el estudio, se utilizaron cuatro grupos de señuelos: SCPE, SCPSE, SSPE y SSPSE.

Durante la temporada de lluvias en la isla Santay, la acción de las mareas influye en el patrón de movilidad de las unidades de dispersión de la palma *R. oleracea*. Estas se desplazan hacia el norte (N) debido a la interacción entre el cauce del río Guayas y el flujo de las mareas en la misma dirección. En contraste, cuando ocurre el reflujó en dirección sur (S) y el cauce del estero La Huaquillas fluye hacia el oeste (O), el movimiento de las unidades de dispersión se orienta en sentido suroeste (S-O).

Todos los grupos de señuelos fueron transportados por la acción de las mareas, pero aquellos que representaban frutos con y sin embrión recorrieron las mayores distancias y alcanzaron las velocidades más altas. En el área con alta densidad de palmas (alta perturbación), todos los señuelos fueron desplazados a mayores distancias y velocidades en comparación con el área de baja densidad de palmas (baja perturbación).