Título del estudio	:	Primer monitoreo en el marco de la Evaluación ambiental para determinar hidrocarburos aromáticos policíclicos, bioquímica sanguínea y perfil hematológico de cormorán guanay «*Phalacrocorax bougainvillii*» y ostrero americano «*Haematopus palliatus*» de zonas afectadas por los derrames de petróleo en el mar ocurrido en enero 2022
Fecha de ejecución	:	Del 24 al 30 de mayo de 2022
Expediente de evaluación	:	004-2022-DEAM-EAS
Código de acción	:	0003-5-2022-414
Tipo de evaluación	:	Programada
Fecha de aprobación	:	30 de junio de 2022
Reporte N.º	:	REAS-076-2022-STEC

1. INFORMACIÓN GENERAL

Tabla 1.1 Información general respecto de la actividad realizada

a.	Zona evaluada	Distrito Ancón, provincia y departamento Lima; distrito Pisco, provincia Pisco, departamento Ica.
b.	Unidades fiscalizables en la zona de estudio o actividades económicas	Refinería La Pampilla S.A.A. – (RELAPASAA)
c.	Problemática identificada	Zonas afectadas por el derrame de hidrocarburos de petróleo ocurrido en el mar frente a la refinería La Pampilla
d.	Periodo de ejecución	Del 24 al 30 de mayo de 2022

Tabla 1.2 Listado de profesionales

N.º	Nombres y Apellidos	Profesión	Actividad desarrollada
1	Lázaro Walther Fajardo Vargas	Ingeniero químico	Gabinete
2	Llojan Chuquisengo Picón	Licenciado en química	Gabinete
3	Carlos Zavalaga Reyes	Licenciado en biología	Campo y gabinete
4	Alfonso Zúñiga Hartley	Médico veterinario	Campo y gabinete
5	Cinthia Irigoin Lovera	Licenciada en biología	Campo y gabinete
6	Emil Rivas Mogollón	Biólogo	Campo y gabinete
7	Jennyfer Zuñiga Zavala	Bióloga	Campo y gabinete
8	Giovanna Miriam Pinto Alcarraz	Química	Gabinete

2. OBJETIVO

Realizar el primer monitoreo, en el marco de la Evaluación ambiental para determinar hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAPs), bioquímica sanguínea y perfil hematológico en el cormorán guanay «*Phalacrocorax bougainvillii*» y ostrero americano «*Haematopus palliatus*» de zonas afectadas por los derrames de petróleo en el mar ocurrido en enero 2022 y zonas control, de concordancia con el primer objetivo específico del plan de evaluación[1].

[1] Informe N.°0088-2022-OEFA/DEAM-STEC.

3. METODOLOGÍA

El monitoreo consideró la evaluación de individuos adultos de cormorán guanay «*Phalacrocorax bougainvillii*» para determinar los niveles toxicológicos de hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAPs), perfil hematológico y bioquímica sanguínea en sangre, localizados en la Isla Grande del Islote Grupo de Pescadores (zona afectada por los derrames de petróleo crudo de la refinería La Pampilla ocurrido en enero 2022) y en la Isla Chincha Norte (zona control).

A continuación, se detalla los protocolos, estaciones de monitoreo, equipos y criterios de evaluación utilizados.

3.1. Protocolo de monitoreo

Tabla 3.1 Protocolo de monitoreo

Componente ambiental	Nombre	Autores	Sección	Dispositivo Legal	Entidad	País	Tipo evaluación
Aves	Foraging in Guanay cormorant and Peruvian booby, the major guano-producing seabirds in the Humboldt Current System*	Weimerskirch, H., Bertrand, S., Silva, J., Bost, C. y Peraltilla, S.	Volumen 458 Páginas 231–245	doi:10.3354/meps09752	Marine Ecology Progress Series	Alemania	Capturas, recapturas
Aves	Health assessment of Guanay Cormorant (*Phalacrocorax bougainvillii*) and Peruvian Pelican (Pelecanus thagus) populations at Punta San Juan, Peru*	Watson, M., Langan, J., Allender, M., Cardeña, M., Cárdenas-Alayza, S y M. Adkesson	Volumen 52(3) Páginas 975-985	doi.org/10.1638/2019-0119.1	Journal of Zoo and Wildlife Medicine	Estados Unidos	Capturas, toma de muestras de sangre, análisis de muestras de sangre

*: Se tomó los artículos científicos como referencia ya que no se cuenta con guías o protocolos estandarizados para la captura de guanay.

3.2. Ubicación de estaciones de monitoreo

Tabla 3.2 Zonas de muestreo

N.º	Código	Coordenadas UTM WGS-84 Zona 18 L		Descripción
		Este (m)	Norte (m)	
1	IGP-01	253093	8697294	Isla conocida por los pescadores locales como Isla Grande. Forma parte del Islote Grupo de Pescadores y de la Reserva Nacional Sistema de Islas, Islotes y Puntas Guaneras (RNSIIPG), afectada por el derrame de petróleo crudo de la Refinería La Pampilla. Se ubica en el distrito Ancón, provincia y departamento

Objetivo específico 1: «Determinar los niveles toxicológicos de hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAPs), perfil hematológico y bioquímica sanguínea en sangre de adultos y/o pichones de cormorán guanay «*Phalacrocorax bougainvillii*» en 2 temporadas de colecta entre mayo y octubre 2022 en la Isla Grande del Islote Grupo de Pescadores (zona afectada por los derrames de petróleo crudo de la refinería La Pampilla) y una zona control (Islas Chincha o Islas Ballestas o Punta San Juan).

N.º	Código	Coordenadas UTM WGS-84 Zona 18 L		Descripción
		Este (m)	Norte (m)	
				Lima.
2	ICH-01	349695	8492700	Isla Chincha Norte. Forma parte de las Islas Chincha y de la Reserva Nacional Sistema de Islas, Islotes y Puntas Guaneras (RNSIIPG). Esta isla ha sido elegida zona control. Se ubica en la provincia Pisco, departamento Ica.

3.3. Equipos, materiales y metodologías de análisis

Tabla 3.3 Equipos y materiales utilizados en el muestreo

Equipos/materiales[2]	Marca	Modelo	Serie
Cámara fotográfica digital	CANON	EOS-7D	74220890217
GPS	GARMIN	OREGON 650	952231860161
Binoculares	VORTEX	VIPER HD	672204960034
Vernier	SPI	PLASTIC DIAL CALIPER MODEL 31-415-3	-
Balanza de precisión (pesola)	PESOLA	MACRO-LINE SPRING SCALES	-
Caja conservadora de temperatura - cooler	RUBBERMAID	45 LT	532210740066
Caja conservadora de temperatura – cooler	RUBBERMAID	45 LT	532210740208
Caja conservadora de temperatura – cooler	RUBBERMAID	45 LT	532210740376
Caja conservadora de temperatura – cooler	RUBBERMAID	22.7 LT	532210740438
Caja conservadora de temperatura - cooler	RUBBERMAID	22.7 LT	532210740534
Caja conservadora de temperatura – cooler	RUBBERMAID	22.7 LT	532210740557
Caja conservadora de temperatura – cooler	RUBBERMAID	22.7 LT	532210740558
Caja conservadora de temperatura – cooler	RUBBERMAID	22.7 LT	532210740632
Pizarra	S/M	30X40 cm	746473050312
Tanque criogénico de nitrógeno líquido	YDS	10 L	-
Centrifuga de 6 tubos	BOECO	800 D	-
Caña de pescar adaptada para captura de aves	CINNETIC	ZNTECH SURF 450	-
Jeringas	S/M	10 ml	-
Agujas	Nipro	21G	-
Vacutainers heparinizados	S/M	5 mL	-
Crioviales	S/M	2 mL	-
Alcohol 70	S/M	1 L	-
Guantes de nitrilo	S/M	Talla M	-
Caseta móvil	S/M	175 x 175 x 125 cm	-

3.4. Criterios de evaluación

En la evaluación se tomó muestras de sangre y plasma de cormorán guanay «*Phalacrocorax bougainvillii*» para análisis de bioquímica sanguínea, perfil hematológico y HAPs, respectivamente; sin embargo al no existir ninguna norma peruana que establezca

[2] Las casillas de marca, modelo, serie, código patrimonial y certificado de calibración se registrarán si corresponden al equipo.

valores de estos parámetros en aves, los resultados de los ensayos fueron comparados entre la zona afectada (Isla Grande, Islote Grupo de Pescadores de la Reserva Nacional Sistema de Islas, Islotes y Puntas Guaneras, en adelante «Isla Grande-Pescadores») y la zona control (Isla Chincha Norte, también perteneciente a la Reserva Nacional Sistema de Islas, Islotes y Puntas Guaneras).

Para los análisis de bioquímica sanguínea y perfil hematológico se consideraron las siguientes pruebas:

Bioquímica sanguínea

- Creatina fosfoquinasa (en adelante CPK, U/l)
- Aspartato aminotransferasa (en adelante AST, U/l)
- Fósforo sérico (mg/dl)
- Proteínas totales (g/dl)
- Albúmina (g/dl)
- Globulina (g/dl)
- Ferritina (ng/ml)

Análisis hormonal

- Hormona estimulante de la tiroides (en adelante TSH, ng/ml)

Perfil Hematológico

Análisis de Serie Blanca

- Leucocitos (Cantidad/µl y %)
- Heterófilos (Cantidad/µl y %)
- Linfocitos (Cantidad/µl y %)
- Monocitos (Cantidad/µl y %)
- Eosinófilos (Cantidad/µl y %)
- Basófilos (Cantidad/µl y %)
- Azurófilos (Cantidad/µl y %)

Análisis en Serie Roja

- Eritrocitos (Cantidad/µl)
- Recuento de reticulocitos (%)
- Hematocrito (%)
- Hemoglobina (g/dl)
- Volumen corpuscular medio (fL)
- Hemoglobina Corpuscular media (Pg)
- Concentración de Hemoglobina Corpuscular media (g/dl)

Análisis plaquetario

- Plaquetas (Cantidad/µl)

Para la presentación de resultados se incluyó al análisis hormonal de la TSH como parte del perfil bioquímico.

4. RESULTADOS

Se colectaron 60 muestras de plasma de cormorán guanay «*Phalacrocorax bougainvillii*» para la determinación de HAPs, las cuales se colocaron en crioviales estériles herméticos de 2 ml; y están siendo conservadas en frío a una temperatura de -80 °C en un ambiente aislado, hasta que el OEFA defina el laboratorio que realizará los análisis de estas muestras.

Asimismo, se colectaron muestras para análisis de sangre de Cormorán Guanay «*P. bougainvillii*» para bioquímica sanguínea y perfil hematológico a 26 individuos adultos en formación de nidos de la Isla Grande (Islote Grupo de Pescadores) y 30 individuos de la misma condición de la Isla Chincha Norte. Del total de muestras, solo se consideraron las que tuvieron cantidad suficiente para cada análisis (2 ml). El número de muestras por tipo de análisis y por zona de evaluación se detalla en las tablas 4.1 y 4.2.

Las muestras donde se identificaron microcoágulos no fueron procesadas para análisis de perfil hematológico, mientras que en las muestras que presentaron algún nivel de hemolisis no se procesó los análisis de CPK ni Fosforo sérico.

Los resultados de tendencia central en bioquímica sanguínea se resumen en la Tabla 4.1 y los de perfil hematológico en la Tabla 4.2.

Tabla 4.1. Resumen de resultados de bioquímica sanguínea en Cormorán Guanay «*Phalacrocorax bougainvillii*» de la Isla Chincha Norte e Isla Grande (Islote Grupo de Pescadores)

Prueba analítica	Unidad	Isla Chincha Norte				Isla Grande -Pescadores			
		N	Mediana	Promedio	DS	N	Mediana	Promedio	DS
CPK	U/l	22	2123	2161,55	895,77	26	1065	1208,62	401,38
AST	U/l	30	758,5	747,40	244,00	26	491	552,04	146,83
Fósforo sérico	mg/dl	22	9,3	9,46	2,17	26	8,1	8,56	2,44
Proteínas totales	g/dl	30	4	4,30	0,94	26	3,65	3,60	0,34
Albúmina	g/dl	30	2,1	2,22	0,38	26	2,4	2,49	0,32
Globulina	g/dl	30	1,9	2,07	0,63	26	1,1	1,09	0,32
Ferritina	ng/ml	30	4,91	5,01	0,76	26	4,71	4,80	0,62
Análisis Hormonal									
TSH	ng/ml	30	0,1465	0,1613	0,1138	26	0,2130	0,2908	0,4784

N=número de muestras, DS: desviación estándar
Fuente: informes de ensayo (Anexo 4)

Además, la distribución de los resultados en bioquímica sanguínea y perfil hematológico se representaron, de manera comparativa entre zonas de evaluación, mediante diagramas de cajas. En estos diagramas no se incluyó los resultados de cantidad y porcentaje de basófilos ni azurófilos, por no encontrarse en ninguna de las muestras analizadas (figuras 4.1, 4.2 y 4.3).

Tabla 4.2. Resumen de resultados de perfil hematológico en Cormorán Guanay «*Phalacrocorax bougainvillii*» de la Isla Chincha Norte e Isla Grande-Pescadores

Prueba analítica	Unidad	Isla Chincha Norte				Isla Grande-Pescadores			
		N	Mediana	Promedio	DS	N	Mediana	Promedio	DS
Análisis de Serie Blanca									
Leucocitos	N/µl	25	5720	6341,20	1446,17	24	9350	9396,67	2431,11
Heterófilos	N/µl	25	4820	5063,16	1153,66	24	5545	5500,42	1406,12
Heterófilos	%	25	80	77,16	7,58	24	58	58,83	6,82
Linfocitos	N/µl	25	910	1128,00	582,88	24	3220	3371,25	1313,52
Linfocitos	%	25	16	17,28	6,42	24	34,5	35,33	7,09
Monocitos	N/µl	25	210	247,20	217,25	24	250	302,50	207,75
Monocitos	%	25	3	5,44	7,95	24	3,5	3,33	1,99
Eosinófilos	N/µl	25	60	91,20	99,76	24	165	222,50	147,01
Eosinófilos	%	25	1	1,44	1,16	24	2	2,50	1,64
Basófilos	N/µl	25	0	0	0	24	0	0	0
Basófilos	%	25	-	-	-	24	-	-	-
Azurófilos	N/µl	25	0	0	0	20	0	0	0
Azurófilos	%	25	-	-	-	24	-	-	-
Análisis de Serie Roja									
Eritrocitos	N/µl	25	2160000	2148800	164248,80	24	2245000	2280416,67	192138,52
Recuento de Reticulocitos	%	25	4,1	4,00	0,82	24	6,2	6,48	2,15
Hematocrito	%	25	48	47,31	4,07	24	48	47,42	3,60
Hemoglobina	g/dl	25	16	16,36	2,05	24	17	17,23	2,71
Volumen Corpuscular Medio	fL	24	218,4	219,13	12,83	24	210,85	209,06	20,87
Hb, Corpuscular Media	pg	25	73,9	76,45	11,07	24	73,9	75,79	11,67
Conc, Hb, Corpuscular Media	g/dl	25	33,3	34,77	5,54	24	34	36,48	6,46
Análisis de Serie Plaquetaria									
Plaquetas	N/µl	25	21000	23800	10420,33	24	40500	40625	14076,85

N=número de muestras, DS: desviación estándar.
Fuente: Informes de ensayo (Anexo 4).

En relación a los resultados de bioquímica sanguínea, las concentraciones plasmáticas de las enzimas CPK y AST registran un mayor valor promedio (Tabla 4.1) para la Isla Chincha Norte en comparación a la Isla Grande-Pescadores, aunque la distribución de los valores es más amplia para los individuos de la Isla Chincha Norte, lo cual se expresa en un rango intercuartil más amplio y valores extremos más alejados (Figura 4.1a).

La concentración de fosforo sérico en el plasma también presenta un valor promedio mayor en la Isla Chincha Norte en comparación a la Isla grande (Pescadores), pero el rango intercuartil es similar para ambas islas (Figura 4.1c).

Los valores de proteínas totales también registran un promedio ligeramente mayor en la Isla Chincha Norte en comparación a la Isla grande-Pescadores), aunque con una dispersión de los datos también mayor, expresada con una mayor desviación estándar y rango intercuartil (Figura 4.1d).

Al examinar el fraccionamiento de las proteínas totales, se observa que el valor promedio de Albumina es superior para la Isla grande-Pescadores, y correspondiendo a poco más de 2/3 de sus proteínas totales. En el caso de la Isla Chincha Norte, el valor promedio de la albumina corresponde a cerca el 50 % de sus proteínas totales, aunque con rango intercuartil y valores extremos más amplios (Figura 4.1e). Por correspondencia, los valores de globulinas son mayores en la Isla Chincha Norte, en comparación a los de la Isla grande-Pescadores, y en ambos casos los valores presentan rangos intercuartiles más estrechos (Figura 4.1f). Las concentraciones de ferritina en plasma fueron similares en ambas zonas de evaluación, con promedio, desviación estándar y rango intercuartil

ligeramente mayor en la Isla Chincha Norte (Figura 4.1g). Las concentraciones promedio de TSH fueron mayores en la Isla Grande-Pescadores, y también mostraron una mayor desviación estándar, y la presencia de algunos valores atípicos extremos (Figura 4.1h).

En relación a los resultados de perfil hematológico para el análisis de la serie blanca (glóbulos blancos o leucocitos), se observó una cantidad promedio de leucocitos superior en la Isla Grande-Pescadores en comparación a la Isla Chincha Norte, siendo la línea celular de los linfocitos los principales contribuyentes de esta diferencia, y también presentando amplios valores extremos y mayor rango intercuartil (Figura 4.2 a, d y e). Los conteos promedios de heterófilos y monocitos fueron mayores en la Isla Grande-Pescadores (Figura 4.2b, c, f y g), pero en menor magnitud que el conteo de linfocitos previamente mencionado. Los conteos promedio de eosinófilos y plaquetas también fueron mayores en la Isla Grande-Pescadores (Figura 4.2 h, i y Figura 4.3 h), pero estas líneas celulares presentaron una alta variabilidad en sus resultados. No se registró la presencia de basófilos ni azurófilos en ninguna de las muestras de las zonas de evaluación.

En relación a los resultados de perfil hematológico para el análisis de la serie roja, se observa un conteo eritrocitario promedio superior en Isla Grande-Pescadores en comparación a la Isla Chincha Norte, y ello también se ve evidenciado en una superior proporción promedio de formas juveniles de estas células (reticulocitos) en muestras de Isla Grande-Pescadores.

A pesar de la diferencia en el conteo celular de eritrocitos y reticulocitos, se observan valores similares de hematocrito y hemoglobina en ambas zonas de evaluación (Figura 4.3a y b). Situación similar se observa con los valores promedio y de distribución de resultados para el volumen corpuscular medio, hemoglobina corpuscular media y concentración de hemoglobina corpuscular media (Figura 4.3c-g).

Finalmente, en la evaluación de corpúsculos de Heinz se encontró presente en 3 muestras en la Isla Grande-Pescadores y en 4 muestras de la Isla Chincha Norte.

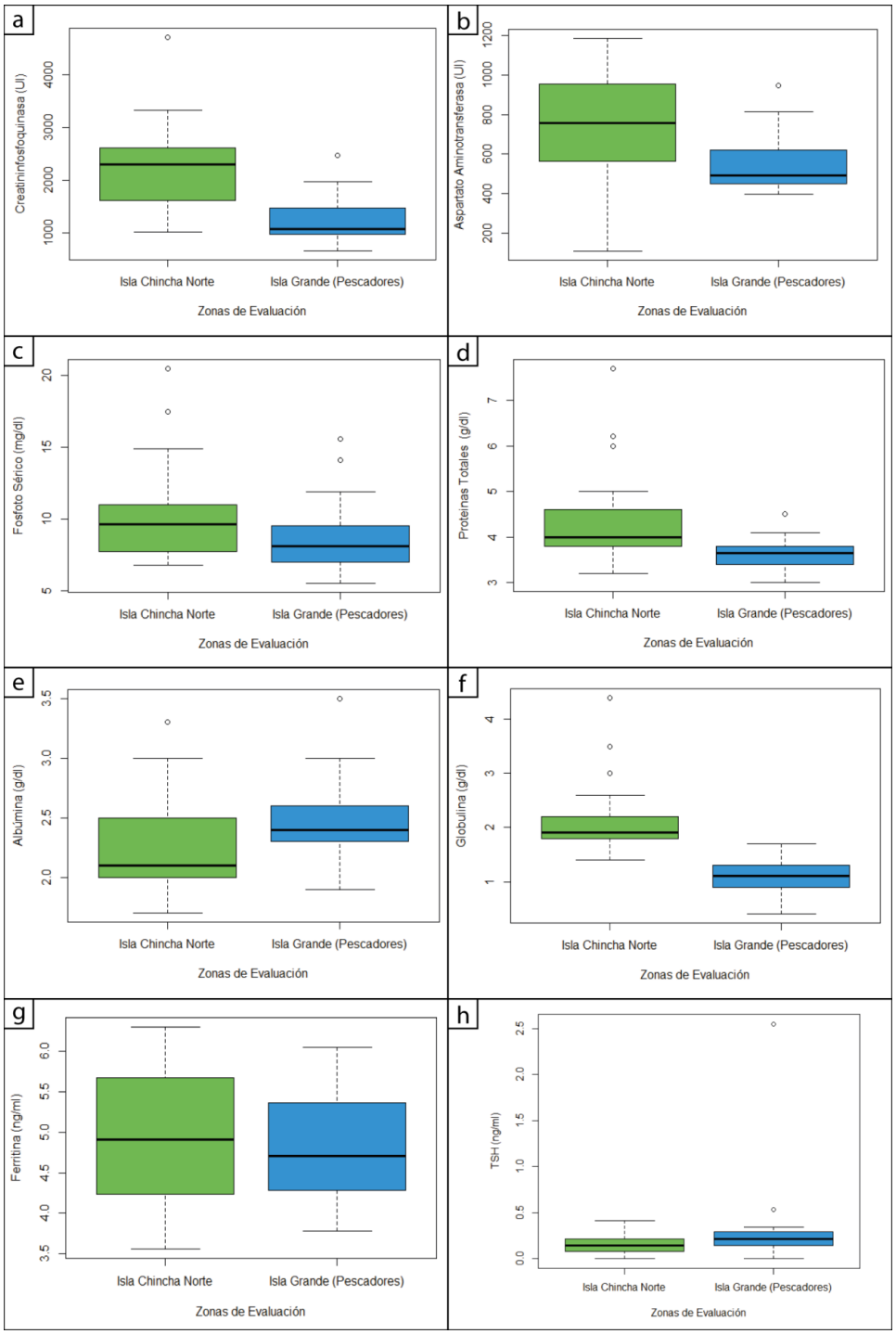

Figura 4.1. Comparacion de la distribucion de los resultados en bioquímica sanguínea en Cormorán Guanay «*Phalacrocorax bougainvillii*» de Isla Chincha Norte e Isla Grande-Pescadores. a: creatinina fosfoquinasa (CPK), b: aspartato aminotransferasa (AST), c: fósforo sérico, d: proteínas totales, e: albúmina, f: globulina, g: ferritina, h: TSH

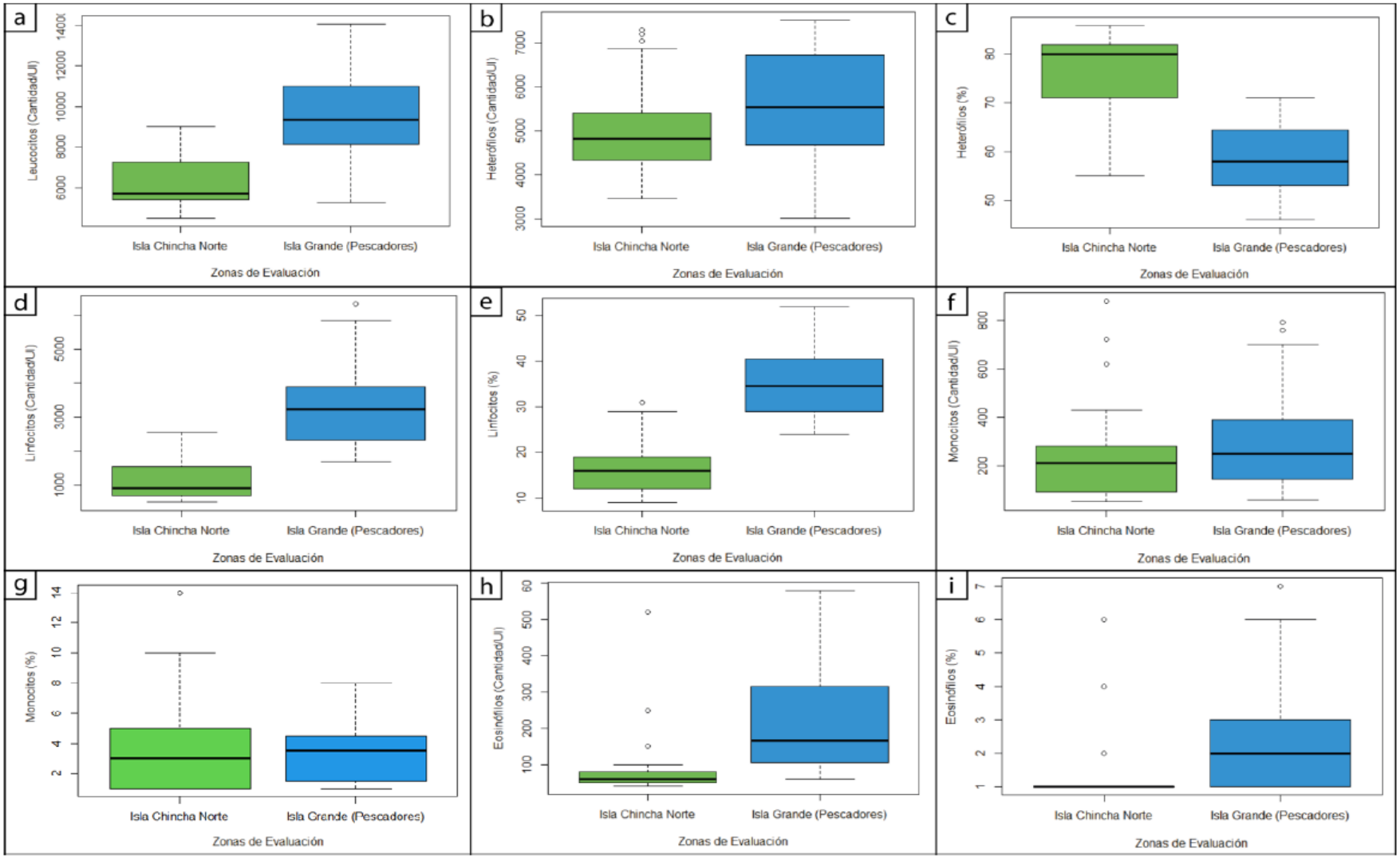

Figura 4.2. Comparacion de la distribucion de los resultados en perfil hematológico - serie blanca, en Cormorán Guanay «*Phalacrocorax bougainvillii*» de Isla Chincha Norte e Isla Grande-Pescadores. a: leucocitos, b: heterófilos, c: heterófilos %, d: linfocitos, e: linfocitors %, f: monocitos, g: monocitos %, h: eosinófilos, i: eosinófilos %

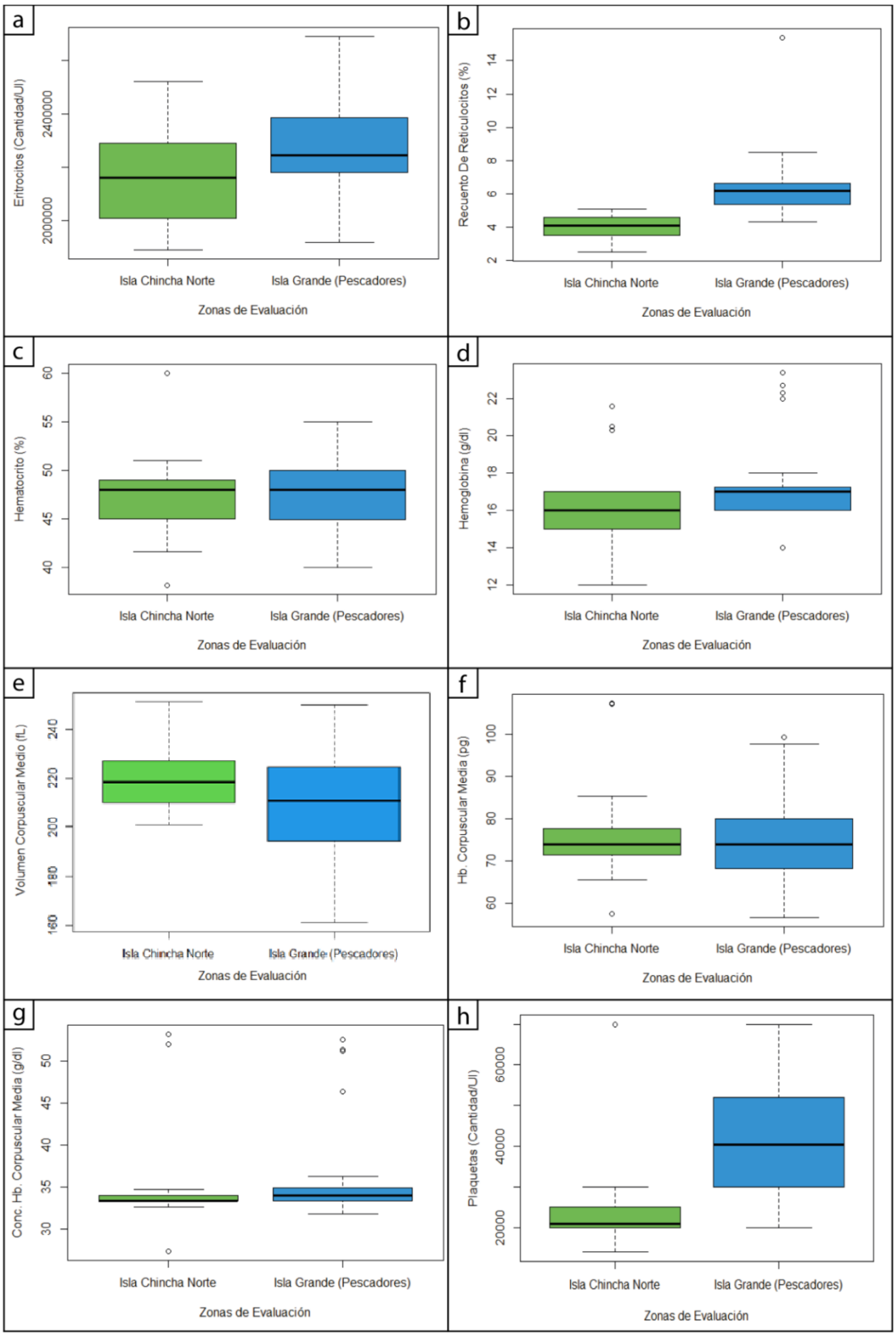

Figura 4.3. Comparacion de la distribucion de los resultados en perfil hematológico - serie roja, en Cormorán Guanay «*Phalacrocorax bougainvillii*» de Isla Chincha Norte e Isla Grande-Pescadores. a: eritrocitos, b: reticulocitos, c: hematocrito, d: hemoglobina, e: volumen corpuscular medio, f: Hb corpuscular media, g: Conc. Hb. Corpuscular media, h: plaquetas

5. CONCLUSIONES

Se realizó el primer monitoreo en el marco de la Evaluación ambiental para determinar hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAPs), bioquímica sanguínea y perfil hematológico de cormorán guanay «*Phalacrocorax bougainvillii*» y ostrero americano «*Haematopus palliatus*» de zonas afectadas por los derrames de petróleo en el mar ocurrido en enero 2022 y zonas control, en la cual se colectaron muestras de sangre del Cormorán Guanay «*Phalacrocorax bougainvillii*», las cuales fueron procesadas para análisis de bioquímica sanguínea y perfil hematológico. Las muestras para la determinación de HAPs están siendo conservadas en frio hasta que se defina el laboratorio responsable de los análisis.

Las principales diferencias encontradas entre los resultados en sangre de los cormoranes guanay localizados en la zona afectada (Isla Grande-Pescadores) y los localizados en la zona control (Isla Chincha Norte) fueron las siguientes:

- En los análisis de bioquímica sanguínea, las enzimas CPK, AST y proteínas totales registran un mayor valor promedio para la Isla Chincha Norte (zona control) en comparación a la Isla Grande-Pescadores (zona afectada), aunque la distribución de los valores es más amplia para la primera.
- La albumina promedio es superior para la Isla grande-Pescadores, correspondiendo a casi el 70 % de sus proteínas totales. En el caso de la Isla Chincha Norte el valor promedio de la albumina corresponde a cerca el 50 % de sus proteínas totales, aunque con rango intercuartil y valores extremos más amplios.
- Las concentraciones promedio de TSH fueron mayores en la Isla Grande-Pescadores mostraron una mayor desviación estándar y la presencia de algunos valores atípicos extremos.
- La cantidad promedio de leucocitos fue superior en la Isla Grande-Pescadores en comparación a la Isla Chincha Norte, siendo los linfocitos los principales contribuyentes de esta diferencia. El conteo promedio de heterófilos, eosinófilos y monocitos también fue mayor en la Isla Grande (Pescadores), pero en menor magnitud comparado a los linfocitos.
- El conteo de eritrocitos promedio y la proporción de reticulocitos fue superior en Isla Grande-Pescadores en comparación a la Isla Chincha Norte, pero se observan valores similares de hematocrito y hemoglobina en ambas zonas de evaluación.

6. ANEXOS

Anexo 1: Mapa de puntos de muestreo
Anexo 2: Fichas fotográficas
Anexo 3: Cadenas de custodia
Anexo 4: Reporte de resultados de Laboratorio

Atentamente:

FIRMA DIGITAL

Firmado digitalmente por: ZUÑIGA ZAVALA JENNYFER JEANETTE FIR 70438368 hard
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 30/06/2022 13:31:42-0500

FIRMA DIGITAL

Firmado digitalmente por: ZUÑIGA HARTLEY ALFONSO CHRISTOPHER FIR 41460858 hard
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 30/06/2022 15:42:39-0500

FIRMA DIGITAL

Firmado digitalmente por: RIVAS MOGOLLON Emil Ludwin FIR 46119833 hard
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 30/06/2022 13:53:31-0500

FIRMA DIGITAL

Firmado digitalmente por: PINTO ALCARRAZ Giovanna Miriam FIR 08550479 hard
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 30/06/2022 16:12:46-0500

Firmado digitalmente por: CHUQUISENGO PICON Llojan FIR 43052135 hard
Motivo: Doy V° B°
Fecha: 30/06/2022 16:40:40-0500

FIRMA DIGITAL

Firmado digitalmente por: FAJARDO VARGAS Lazaro Walther FAU 20521286769 soft
Motivo: En señal de conformidad
Fecha: 30/06/2022 17:08:20-0500