

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

LA MOLINA

FACULTAD DE CIENCIAS



**“ÍNDICES DE ABUNDANCIA RELATIVA DE HEMBRAS Y CRÍAS
DE "*Odocoileus virginianus*" BASADOS EN FOTOTRAMPEO EN EL
SECTOR SAUCE GRANDE DE COTO DE CAZA EL ANGOLO”**

Presentada por:

MIGUEL ANGEL CASTILLO CHÁVEZ

Tesis para Optar el Título Profesional de:

BIÓLOGO

Lima – Perú

2024

**La UNALM es la titular de los derechos patrimoniales de la presente investigación
(Art. 24. Reglamento de Propiedad Intelectual)**

ÍNDICES DE ABUNDANCIA RELATIVA DE HEMBRAS Y CRÍAS DE "Odocoileus virginianus" BASADOS EN FOTOTRAMPEO EN EL SECTOR SAUCE GRANDE DE COTO DE CAZA EL ANGOLO

INFORME DE ORIGINALIDAD

2%

ÍNDICE DE SIMILITUD

2%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

2%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	orbi.uliege.be Fuente de Internet	<1%
2	Jameson Mori, Jan Novakofski, Peter E. Schlichting, Daniel J. Skinner, Nohra Mateus-Pinilla. "The impact of maternal infection with chronic wasting disease on fetal characteristics in wild white-tailed deer (<i>Odocoileus virginianus</i>) in Illinois, USA", <i>Theriogenology Wild</i> , 2022 Publicación	<1%
3	Nahleli Chilpa-Galván, Gerhard Zotz, Guillermo J. Sánchez-Fuente, Celene Espadas-Manrique et al. " Drought, post-dispersal seed predation, and the establishment of epiphytic bromeliads (spp.) ", <i>Biotropica</i> , 2017 Publicación	<1%
4	Submitted to Pontificia Universidad Católica del Perú Trabajo del estudiante	<1%

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

FACULTAD DE CIENCIAS

**“ÍNDICES DE ABUNDANCIA RELATIVA DE HEMBRAS Y CRÍAS
DE "*Odocoileus virginianus*" BASADOS EN FOTOTRAMPEO EN
EL SECTOR SAUCE GRANDE DE COTO DE CAZA EL ANGOLO”**

Presentada por:

MIGUEL ANGEL CASTILLO CHÁVEZ

Tesis para Optar el Título Profesional de:

BIÓLOGO

Sustentada y aprobada por el siguiente jurado:

Dra. Marta Leonor del Rosario Williams León de Castro
PRESIDENTE

Mg. Sc. Diana Zulema Quinteros Carlos
MIEMBRO

Mg. Sc. Edgar Sánchez Infantas
MIEMBRO

Ing. Pedro G. Vásquez Ruesta
ASESOR

DEDICATORIA

A mi familia y amigos,
mis fuentes de fuerza
por acompañarme en este camino.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por la vida que me ha sido otorgada y a las personas que han sido parte fundamental en este recorrido. A mis padres, les agradezco por la confianza que depositaron en mí para alcanzar mis metas. Mi hermano, siempre presente para hacernos olvidar lo pesado y tedioso de la vida. Agradezco especialmente a mis amigos más cercanos, María de Fátima Arévalo Flores y Denis Quispe Leguía, con quienes superamos juntos todos los desafíos de la carrera, llegando a la meta hombro a hombro.

Expreso mi gratitud hacia mis profesores por su valiosa guía, paciencia y dedicación durante esta apasionante travesía llamada biología. Quiero destacar la contribución especial del profesor Pedro Vázquez Ruesta, mi asesor y mentor en la elaboración de esta tesis. Que Dios lo tenga en su gloria.

A todos ustedes, mi más sincero agradecimiento por ser parte fundamental de mi crecimiento y mejora personal.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	vii
ABSTRACT	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1 Bosque seco:	3
2.2 Descripción del venado de cola blanca:	4
2.3 Cámaras trampa	5
2.4 Índices de abundancia	7
2.5 Índices de Captura por unidad de esfuerzo (CPUE)	8
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	9
3.1 Área de estudio	9
3.2 Instalación de cámaras	9
3.3 Discriminación de fotografías.....	10
3.4 Calculo de Índices de Abundancia relativa de hembras y crías de venado cola blanca y comparación con datos de lluvias	11
3.5 Estadística.....	11
3.5.1 Distribución Normal:.....	12
3.5.2 Análisis de varianza (ANOVA) entre datos agrupados por cámaras y por meses:	12
3.5.3 Intervalos de confianza de mediana poblacional y Bootstrap (BCa method):.....	13
3.5.4 Correlación de Índices de hembras y crías con datos de Precipitación:	14
3.5.5 Tendencia con histórico de datos de cazadores del CCEA:	15
IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	16
4.1 Fotografías de los años 2014, 2015 y 2016:	16
4.1.1 Fotografías por Cámaras:.....	16
4.1.2 Fotografías por Meses:	18

4.2 Datos de Precipitación:.....	20
4.3 Cálculo de Índices CPUE:	21
4.3.1 Agrupación por Cámaras:	21
4.3.2 Agrupación por Meses:.....	24
4.4 Análisis de Normalidad	25
4.4.1 Distribución de fotografías por cámaras:.....	26
4.4.2 Distribución de fotografías por meses	27
4.5 Análisis de Varianza para distribuciones no normales (Kruskal-Wallis)	28
4.5.1 Agrupación por cámaras:	29
4.5.2 Agrupación por meses:	30
4.6 Intervalos de confianza para mediana poblacional, bootstrap BCa method.....	31
4.6.1 Agrupación por cámaras:	32
4.6.2 Agrupación por meses:	34
4.7 Correlación entre índices de abundancia de hembras y crías con datos de precipitación:	37
4.8 Tendencias del histórico de índices de avistamiento de cazadores del CCEA	38
V. CONCLUSIONES.....	41
VI. RECOMENDACIONES	42
VII. BIBLIOGRAFÍA	43
VIII. ANEXOS.....	45

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Número de fotografías por cámaras 2014.....	16
Tabla 2: Número de fotografías por cámaras 2015.....	17
Tabla 3: Número de fotografías por cámaras 2016.....	18
Tabla 4: Número de fotografías por meses 2014.....	19
Tabla 5: Número de fotografías por meses 2015.....	19
Tabla 6: Número de fotografías por meses 2016.....	20
Tabla 7: Índices CPUE Para cámaras año 2014	22
Tabla 8: Índices CPUE Para cámaras año 2015	22
Tabla 9: Índices CPUE Para cámaras año 2016	23
Tabla 10: Índices CPUE para el año 2014	24
Tabla 11: Índices CPUE para el año 2015	24
Tabla 12: Índices CPUE para el año 2016	25
Tabla 13: Resultados de las pruebas de normalidad para agrupación por cámaras años 2014, 2015 y 2016.....	26
Tabla 14: Resultados de las pruebas de normalidad para agrupación por meses años 2014, 2015 y 2016.....	27
Tabla 15: Prueba de KW para índices de hembras y crías de venado cola blanca agrupados por cámaras	29
Tabla 16: Prueba de KW para índices de hembras y crías de venado cola blanca agrupados por cámaras años 2014 y 2015.....	29
Tabla 17: Prueba de KW para índices de hembras y crías de venado cola blanca agrupados por cámaras años 2015 y 2016.....	29
Tabla 18: Prueba de KW para índices de hembras y crías de venado cola blanca agrupados por cámaras años 2014 y 2016.....	30
Tabla 19: Prueba de KW para índices de hembras y crías de venado cola blanca agrupados por meses	30

Tabla 20: Prueba de KW para índices de hembras y crías de venado cola blanca agrupados por meses años 2014 y 2015	31
Tabla 21: Prueba de KW para índices de hembras y crías de venado cola blanca agrupados por meses años 2015 y 2016	31
Tabla 22: Prueba de KW para índices de hembras y crías de venado cola blanca agrupados por meses años 2014 y 2016	31
Tabla 23: Correlación entre los datos de precipitación mensual con demoras de respuesta de 6 meses con los índices de abundancia relativa de hembras y crías observados en el CCEA	38
Tabla 24: Resultados prueba t para medias iguales índices de cámaras vs índices de cazadores	40
Tabla 25: Resultados prueba F para varianzas iguales índices de cámaras vs índices de cazadores.....	40

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Límite superior e inferior del IC para medianas	13
Figura 2: Gráfica de datos de precipitación durante los años 2012 al 2016.....	21
Figura 3: Residuales de la agrupación por cámaras de los tres años de estudio	26
Figura 4: Intervalos de confianza para agrupación por cámaras año 2014	32
Figura 5: Intervalos de confianza para agrupación por cámaras año 2015	33
Figura 6: Intervalos de confianza para agrupación por cámaras año 2016	34
Figura 7: Intervalos de confianza para agrupación por meses año 2014	35
Figura 8: Intervalos de confianza para agrupación por meses año 2015	36
Figura 9: Intervalos de confianza para agrupación por meses año 2016	37
Figura 10: Dispersión de los índices de abundancia de hembras y crías de venado cola blanca agrupados por año de estudio.....	39
Figura 11: Dispersión de los índices de avistamiento de venado cola blanca realizados por cazadores durante las temporadas de caza en el CCEA durante los tres años de estudio.	39

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Mapas de distribución de cámaras años 2014, 2015, 2016.....	46
Anexo 2: Fotos de cámaras trampa con presencia de hembras de venado cola blanca y sus crías y fotografías consideradas vacías.....	48
Anexo 3: Tabla de datos de precipitación mensual promedio (mm) CCPT-P	51
Anexo 4: Análisis de distribución normal para agrupación por cámaras y meses salida PAST v 3.20.....	51
Anexo 5: Análisis de residuales para agrupación por cámaras	52
Anexo 6: Análisis de residuales para agrupación por meses.....	53
Anexo 7: Prueba de Kruskall Wallis Cámaras salida de PAST v 3.20.....	53
Anexo 8: Prueba de Kruskall Wallis Cámaras agrupaciones de dos en dos salidas de PAST v 3.20.....	54
Anexo 9: Prueba de Kruskall Wallis Meses salida de PAST v 3.20	55
Anexo 10: Prueba de Kruskall Wallis Meses agrupaciones de dos en dos salidas de PAST v 3.20.....	56
Anexo 11: Salida errónea de IC en Past Intervalos con extremos negativos cámaras y meses	58
Anexo 12: Tablas de Intervalos de confianza para agrupación por cámaras y meses para los años 2014, 2015 y 2016.....	59
Anexo 13: Correlación Precipitación mensual e índices de abundancia de Venados hembra y crías.	62

RESUMEN

Las cámaras trampa instaladas en el Sector Sauce Grande del Coto de Caza el Angolo (CCEA) son una gran oportunidad para la elaboración de índices de abundancia relativa en la población de venado cola blanca. Así se logró la elaboración de índices de tipo Captura por Unidad de Esfuerzo (CPUE) basados en fototrampeo con el fin de mostrar la relación existente entre estos índices, que representan a la población de hembras y crías de venado en el CCEA sector Sauce Grande, y la precipitación mensual registrada durante los años 2012 al 2016. Buscamos demostrar que la dinámica de la población de hembras y crías de venado cola blanca está fuertemente relacionada con la estacionalidad marcada del bosque seco del CCEA así mediante los cálculos de índices CPUE, los análisis estadísticos de normalidad, pruebas de comparación basadas en mediana estadística (Kruskal-Wallis), aplicación de intervalos de confianza tipo Bootstrap y recopilación de datos de precipitación a lo largo del tiempo de estudio logramos resultados similares a nuestras expectativas. Obteniendo, entre otros resultados; demostrar un desfase o demora de respuesta entre las lluvias y los índices calculados de un año, el posible origen de la situación actual del CCEA con la demora de las lluvias en el año 2015, el buen uso de las cámaras en cuanto a homogeneidad de datos y diseño muestral durante los tres años de estudio y la comparación de este nuevo índice con el banco de datos históricos del CCEA (índices de Cazadores/venados/días) dando resultado en la misma tendencia. Finalmente, este trabajo concluye que la demora de respuesta es válida ya que el venado se le considera un mamífero mediano a mayor y por ello sus ritmos de vida son mas largos y se ven afectados en tiempos mayores, y la relación existente entre la población de hembras y crías de venado y la precipitación mensual es fuertemente positiva y es esencialmente una dependencia a nivel cronológica más que de intensidad lluviosa. Finalmente se logró observar la época de nacimiento de venados en el CCEA que se da en los primeros trimestres del año y luego por la anomalía en la precipitación durante el 2015 cambia al tercer trimestre durante el 2016.

Palabras clave: *Odocoileus virginianus*, Cámaras trampa, Índices, Estacionalidad, Piura

ABSTRACT

The camera traps installed in the Sauce Grande sector of the El Angolo Hunting Reserve (CCEA) provide a great opportunity for the development of relative abundance indices in the population of white-tailed deer. This study aimed to create Capture per Unit Effort (CPUE) indices based on camera trapping in order to demonstrate the relationship between these indices, which represent the population of female and juvenile deer in the Sauce Grande sector of CCEA, and the monthly precipitation recorded from 2012 to 2016. We sought to show that the dynamics of the population of female and juvenile white-tailed deer are strongly related to the pronounced seasonality of the dry forest in CCEA. Through CPUE calculations, statistical analyses of normality, comparison tests based on statistical median (Kruskal-Wallis), application of Bootstrap confidence intervals, and collection of precipitation data throughout the study period, we obtained results consistent with our expectations. Among other findings, we demonstrated a delay in the response between rainfall and calculated indices in a given year, the possible connection between the current situation of CCEA and the delayed rainfall in 2015, the effective use of cameras in terms of data homogeneity and sampling design over the three-year study period, and the comparison of this new index with the historical database of CCEA (Hunter/Deer/Days indices), yielding similar trends. Ultimately, this study concludes that the response delay is valid since white-tailed deer are considered medium to large mammals, and their life rhythms are longer and more significantly affected over extended periods. Additionally, the relationship between the population of female and juvenile deer and monthly precipitation is strongly positive, primarily dependent on chronological patterns rather than rainfall intensity. Finally, we observed the birthing season of deer in CCEA, which occurs in the first quarters of the year, but due to abnormal precipitation in 2015, shifted to the third quarter in 2016.

Keywords: *Odocoileus virginianus*, Camera traps, Indices, Seasonality, Piura

I. INTRODUCCIÓN

“El fototrampeo es una técnica que se remonta al año 1878 del cual se tiene registro de la primera fotografía tomada por la interacción de un animal” (O'Connell *et al.* 2011). Esta técnica ha ido evolucionando a lo largo del tiempo llegando a producir las primeras cámaras de disparo automático a inicios del siglo 20. Además de tener sus orígenes en la cacería, el fototrampeo en la actualidad es usado para estudios poblacionales de diferentes especies animales, se considera este método como menos invasivo y en ocasiones más práctico y eficiente de aplicar, comparado a los métodos tradicionales de observación y recolección de datos para poblaciones animales tales como largas jornadas de censos o conteos y expediciones que logísticamente pueden ser complejas. Al tener esta base de datos fotográficos disponibles, es posible elaborar estimadores, índices, que pueden; mostrar, explicar y predecir las diferentes fuentes de variación en la dinámica de una población animal haya sufrido en su historia. De ahí la importancia de esta metodología para con la toma de decisiones sobre manejo de poblaciones, comprensión de dinámicas poblacionales y estudios ecológicos.

Es así como en el sector Sauce Grande del Coto de Caza el Angolo (CCEA), área administrada por el Club de Caza Pesca y Turismo-Piura (CCPT-P), según su plan de manejo anual del año 2016-2020 menciona la existencia desde el 2007 de un conjunto de cámaras trampa instaladas con el objetivo de monitorear la población de venado cola blanca, *Odocoileus virginianus*, y otras especies de fauna silvestre de importancia, tales como el Puma, *Puma concolor*, existen estudios en elaboración para este felino y otros estudio relacionado al uso o efectividad de estas cámaras trampa instaladas en esta área natural protegida (ANP) aún no publicados. El Sector Sauce Grande del CCEA comprende la ecorregión de Bosques Secos de Piura y Tumbes (SERNANP, 2009) la cual posee una marcada estacionalidad, durante los meses de diciembre a abril presenta la estación húmeda y los meses de mayo a noviembre la estación seca, siendo este el factor más importante responsable de las interacciones y dinámicas a los que las poblaciones de diferentes seres vivos están sujetas en este ecosistema.

Por ello la presente investigación tiene la finalidad de encontrar la relación existente entre la marcada estacionalidad del bosque seco, representado por los datos de precipitación mensuales obtenidos de los pluviómetros manuales presente en el CCEA, y la población de las hembras de venado cola blanca acompañadas de sus crías, representada por las fotografías obtenidas de las cámaras trampa instaladas en el área, las cuales serán transformadas a índices poblacionales para los años 2014, 2015 y 2016, siendo los años en los que se tiene el mayor registro de fotografías y mayor número de cámaras trampa activas en el Área Natural Protegida (ANP).

Para ello se realizarán las pruebas de correlación correspondientes entre los índices obtenidos a partir de las cámaras trampa con los datos de precipitación mensual disponibles. Se realizaron cinco comparaciones entre los índices y los datos de precipitación desfasados medio año hasta los dos años de desfase, esto se realizó para observar el efecto de demoras de respuesta en poblaciones animales.

Luego se probará si esta aplicación es confiable y hasta qué punto mediante la comparación de nuestro índice con la base histórica de índices de avistamiento de cazadores este es el que se usa para los registros rutinarios en el CCEA durante las temporadas de caza. Además de someter el diseño de puesta de cámaras trampa a pruebas de análisis de varianza durante los tres años de estudio y observar si existe una variación en la toma de datos e intervalos de confianza para los datos obtenidos. Finalmente, esta investigación aportará un nuevo índice en cuanto a las estimaciones de venados de cola blanca se refiere y ofrecerá una nueva fuente de información para el CCEA que ayudará a la toma de decisiones durante el manejo cinegético del venado cola blanca.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Bosque seco:

Según Linares (2002), la ecorregión de bosque seco de Piura y Tumbes es la más extensa entre los tipos de bosque seco, con una extensión de más de 2 millones de hectáreas que en su mayoría son del tipo bosque seco de llanura costera y de menor proporción bosque seco montano. Posee un relieve accidentado con cerros y colinas de poca altitud, la vegetación consta de árboles deciduos, semideciduos y estrato arbustivo, además de cactáceas columnares dispersas y plantas espinosas” (p. 57). Según Leal y Linares (2005), el bosque donde se realizó el estudio es de "clase estacionalmente seco, la época seca del Bosque seco de Piura y Tumbes se da durante los meses de mayo a noviembre y la época húmeda ocurre durante diciembre a abril" (p. 10). La vegetación cambia radicalmente durante las épocas seca y húmeda del bosque seco, pasando de ser un gran bosque lleno de árboles frondosos grandes arbustos y hierbas cubriendo gran parte del suelo, a un gran conjunto de colinas desnudas, grandes extensiones de tierra, árboles sin hojas y hierbas de muy poco tamaño o secas. Al poseer está marcada estacionalidad el bosque seco se convierte en un área de alta diversidad de especies de animales y plantas endémicas, poco estudiada y al ser una ecorregión muy afectada por la acción del hombre Mittermeier *et al.* (2005) citado por Leal y Linares (2005) incluye a los bosques secos de la Reserva de Biosfera del Noroeste dentro de los "hotspots" o puntos calientes de biodiversidad del mundo.

Por su localización, el bosque seco de la región Piura está ubicado en una zona influenciada por las corrientes fría de Humboldt desde el sur y la corriente caliente del Niño por el norte. Debido a esto, la zona es muy susceptible a los eventos El Niño, según Linares (2002). En un ejemplo dado por Leal y Linares (2005), los datos de la estación Rica Playa en el año 1999, un año después de un evento el Niño, mostraron un promedio anual de lluvia de 582.3mm, con la mayor cantidad de lluvia registrada entre enero y abril, mientras que lo normal serían valores entre 0mm en noviembre y 297.4mm en abril.

2.2 Descripción del venado de cola blanca:

El venado cola blanca, *Odocoileus virginianus*, “es un cérvido de pelaje marrón dorsal, blanco ventral y la distintiva cola blanca que sirve de instrumento de comunicación durante instancias de peligro, de hábitos crepusculares, herbívoro que ocupa un dominio vital definido sin ser territorial, aunque si se presentan condiciones de escasos recursos el animal defenderá sus dormideros y comederos, durante la época de celo los machos defienden hembras fértiles de otros machos. Este dominio vital varía con la edad, sexo, densidad poblacional, interacciones sociales, longitud, latitud, estación y características del hábitat. Cabe mencionar que los machos adultos de esta especie ocupan un mayor dominio vital que las hembras, juveniles y crías” (Smith, 1991). “Los venados adultos llegan a medir unos 91 cm hasta los hombros y 51 cm hasta la panza. Poseen un pelaje de verano y uno de invierno en altas latitudes, mientras que subespecies cercanas al Ecuador presentan un pelaje marrón claro todo el año como es el caso de los venados estudiados en esta tesis, *Odocoileus virginianus peruvianus*. Solo machos presentan astas en la época de apareamiento, aunque en casos de alteración hormonal artificial las hembras pueden presentarlas. Las primeras astas se hacen presentes al primer año de vida, y pueden o no ramificarse tardíamente en la época reproductiva” (Halls, 1984). Las hembras son fértiles desde los 6 o 7 meses de vida, pero no quedan preñadas sino hasta aproximadamente el primer año y medio de vida” (Smith, 1991). La gestación es de un promedio de 200 días como también puede variar entre 187 y 213 días como mencionan Haugen y Verme respectivamente, citados por Hewitt (2014).

Las crías nacen con “un pelaje rojizo y manchas blancas de diámetro entre 1 y 2 cm dispersas por su cuerpo que forman dos filas conforme suben por la espalda siguiendo la columna, lo cual las hace cripticas para reducir la tasa de depredación el cual cambia al pelaje marrón aproximadamente los dos meses de edad” (Hewitt, 2014). “Aproximadamente una cría saludable mide, en subespecies de mayores latitudes, unos 38 cm hasta la panza” (Smith, 1991) además de pesar entre 1.8 a 4.1 kilogramos dependiendo del tamaño de la camada, la región geográfica donde nacen y la alimentación de la madre antes de la parición según Trodd y Verme respectivamente, citados por Hewitt (2014).

“Es raro ver crías aisladas ya que estas permanecen siempre al lado de su madre que cuida de ellas. Se pueden observar mellizos o hasta trillizos en casos en los cuales el alimento y agua son abundantes. Estos no se separan de la madre mucho tiempo y forrajean junto a esta

durante largos periodos de tiempo” (Halls, 1984). Durante las primeras 2 semanas de vida las crías solo consumen leche materna además de empezar a jugar para desarrollar sus capacidades motoras y establecer su posición en los grupos sociales, hasta las 3 o 4 semanas de vida que comienza la ingesta de sólidos a la par de la lactancia, durante esta etapa las madres no se alejan más de 90m de sus crías y puede darse casos en que las madres pelee con otros venados y predadores en defensa de sus cervatos. “El destete de las crías se da entre las 10 y 12 semanas de vida” (Hewitt, 2014). Finalmente, Mech et al (1991) mencionan que “los tamaños de las crías al nacer podrían estar relacionados con factores multigeneracionales, es decir que el tamaño de las crías de la generación actual al nacer se relaciona directamente con el estrés sufrido por sus “abuelas” y sus madres durante su estado de preñez”. En otras palabras, las condiciones ambientales en el momento de la gestación de las madres de las crías están relacionadas con la vulnerabilidad de estas al momento de nacer y desarrollarse.

2.3 Cámaras trampa

Esta técnica se origina desde el deseo del hombre “por observar la vida silvestre en su estado natural sin perturbaciones y la búsqueda de especies evasivas al hombre, es así que las mejoras tecnológicas como las cada vez más pequeñas baterías, luces eléctricas y equipo digital facilitan la instalación de cámaras trampa en la naturaleza. Creando una importante fuente de datos que proporciona información cada vez más certera de lo que ocurre en con las poblaciones animales y su ecosistema. La gran diferencia con los métodos tradicionales de observación y conteos relacionados a estudios poblacionales recae en que las cámaras trampa eliminan las perturbaciones que el hombre pueda causar al realizar estos muestreos en vivo, y de reducir el esfuerzo humano requerido” (O’Connell *et al.*, 2011). Los estudios más comunes que aplican la fotografía remota, según Cutler y Swan citados por O’Connell *et al.* (2011), son el comportamiento de animales evasivo, observación de nidos de aves rapaces, depredación en nidos de aves, hábitos alimenticios y actividad de vida silvestre cerca de carreteras. En cuanto al uso de servidores de cámaras trampa para estudios de patrones de actividad, parámetros poblacionales y detección de especies son más, aunque la tendencia indica que estos estudios se harán más populares además de mejorar su precisión y efectividad.

Según O’Connell *et al.* (2011) “el uso de técnicas cada vez menos invasivas para la toma de datos en especies animales es cada vez más factible. Actualmente con el uso de cámaras

trampa en lugares estratégicos y de acuerdo a la especie a estudiar se puede obtener información de gran valor para investigación científica y aplicación al manejo de fauna. Esta técnica es usada para muestrear poblaciones animales, desde especies relativamente comunes como el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), hasta especies extremadamente raras como el leopardo de las nieves (*Uncia uncia*). El uso de estos datos para su aplicación al manejo y ecología de poblaciones está sujeta a dos importantes fuentes de variación: Detectabilidad y Variación espacial según Lancia *et al.*, Anderson, y Pollok *et al.*, citados por O'Connell *et al.* (2011). Se entiende por “detectabilidad como la probabilidad de que un animal presente en el área escogida para su muestreo sea muestreado. Este es un problema debido a que algunas especies son territoriales, tienden a migrar o no establecen patrones de movimiento. En cuanto a la variación espacial, se refiere a que si el área de estudio es lo suficientemente grande como para poder realizar inferencias validas al área total y si dentro de ésta el animal objetivo se encuentra y es posible fotografiarlo” (Chávez *et al.*, 2013).

“La gran ventaja de esta metodología en comparación a las observaciones directas, trampas de captura viva y seguimiento de animales, es que los datos (fotografías) son confiables y no requieren que el animal estudiado sea capturado o que el investigador esté presente. Se puede considerar superiores, en algunos aspectos, los datos reunidos por cámaras trampa en comparación a los recolectados por medio de trampas u observaciones, ya que las fotografías permaneces en el tiempo y son posibles de revisar por otros investigadores y en reiteradas ocasiones” (O’Connell *et al.*, 2011). En cuanto a las desventajas de trabajar con estos equipos podemos mencionar que “ocurren fallos en los gatillos de las cámaras, relojes internos dañados que da como resultado deslices en las fechas y horas de captura de fotografías; la gran cantidad de fotografías en blanco, es decir que no registran animales, este tipo de fotografías se da por la activación de la cámara en presencia del movimiento de plantas por el viento o cambios de luz del ambiente que detonan el disparador infrarrojo y térmico; la fragilidad de algunas cámaras ante los cambios en el tiempo y estación del año, además de ataques de insectos comúnmente hormigas en zonas de selva sobre todo en latitudes cercanas a los trópicos, las cámaras pueden presentar varios desperfectos que resulten su perdida por mal funcionamiento de las baterías, lentes o a la memoria SD” (O’Connell *et al.*, 2011).

2.4 Índices de abundancia

Un índice puede definirse como un conteo o señal de animales que varía directamente con el tamaño poblacional de una especie en estudio según Caughley, citado por O'Connell *et al.* (2011). Se usan índices cuando “la especie a estudiar es difícil de capturar u observar ya sea por comportamiento elusivo o por baja densidad poblacional; cuando existen problemas logísticos, esto es accesibilidad a la zona de estudio, presupuesto, disponibilidad de tiempo; si es que existe una fuente previa de información confiable, o si existe un histórico de índices para la especie en la zona de estudio” (O'Connell *et al.* 2011).

Al usar esta herramienta se está expuestos a caer en predicciones poco sólidas, por ello se recomienda siempre “la calibración de estos con otros índices de abundancia previamente obtenidos, además de que el esfuerzo de muestreo sea realmente significativo” (Mahard, 2014), ya que al optar por este tipo de análisis “se realizan asunciones sobre la detectabilidad y las relaciones entre el conteo y el parámetro de interés (abundancia y densidad)” (O'Connell *et al.* 2011). Es así como los índices de abundancia relativa no dan cifras exactas de variación en el número de individuos de una población, sino que reflejan la dirección en que esta se mueve, es decir la tendencia poblacional existente en el momento que se realizan los cálculos, tomado en cuenta que la relación que tenga este índice con los parámetros reales de la población se mantenga lineal y constante como menciona Bart *et al.* citado por Mills (2007)

Aplicando índices a esta investigación, se tiene al venado cola blanca como especie de interés, siendo una especie críptica y difícil de diferenciar entre individuos, ya que machos y hembras en etapa no reproductiva son muy similares en cuanto a pelaje y tamaños en las diferentes etapas de su desarrollo, y de comportamiento elusivo, son animales muy reactivos a cualquier indicio de persecución o de detectar cualquier perturbación. Además, se cuenta con una gran cantidad de información histórica, no de índices relacionados a cámaras trampa, sino de los cazadores que participan en la actividad cinegética del CCEA. Este banco de datos de venados avistados y cazados se tiene de varios años atrás y proporciona el respaldo que nuestro nuevo índice necesita. Por estas razones se opta por el uso de índices de abundancia poblacional en el estudio de hembras y crías de venado cola blanca en el sector Sauce Grande.

2.5 Índices de Captura por unidad de esfuerzo (CPUE)

Los índices denominados como Captura por Unidad de Esfuerzo (CPUE), en el caso de data de cámaras trampa, “se obtienen como una variación del número de fotografías de animales por cada 100 días/trampa” (O’Connell et al. 2011). Se define días/trampa como la cantidad de periodos de 24h en el que la cámara estuvo activa hasta su retiro o hasta que deje de tomar fotos debido a desperfectos, pérdida, robo o por batería agotada. Comúnmente se usan los 100 días/trampa como unidad de esfuerzo estándar para estos índices, aunque para este estudio se usaran 1000 días/trampa como unidad estándar esto debido a comodidad por trabajar a esta escala del índice (Chávez et al., 2013). “Para los días de actividad de cámaras activas, por estación se considera sumar los días de las cámaras presentes y luego promediarlos, este resultado se usará al calcular los índices CPUE” (Rovero y Marshall, 2009).

El índice a usar en este estudio será:

$$\text{Índice Hembras y Crías} = \frac{\#Fotografías\ de\ Hembras\ y\ Crías}{\#días\ de\ camaras\ activas \times \#Cámaras} \times 1000\ días$$

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Área de estudio

Coto de Caza el Angolo “ubicado geográficamente entre las coordenadas 80°37'57” a 80°56'45” Longitud oeste y 4°11'00” a 4°26'37””, posee una extensión de 65,000 ha. Pertenecer a la ecorregión denominada Bosques secos de Tumbes-Piura” (SERNANP, 2009). Esta ANP que en su gran mayoría consta de bosque estacionalmente seco posee una época seca a mediados de mayo hasta noviembre y la época húmeda desde diciembre a abril. “Esta dualidad en el clima condiciona la vida en el ANP y es la responsable directa de las interacciones entre especies animales y vegetales. Aunque el CCEA no posea una gran diversidad a comparación de otras Áreas Naturales Protegidas, su ubicación única y condiciones climáticas permite la convivencia de especies características de bosque húmedo, desierto costero y ambientes altoandinos” (Leal y Linares, 2005). Además, “se ubica dentro del Centro de Endemismo Ornitológico de Tumbes lo cual permite observar aves únicas” (CCPT-P, 2016). El estudio se realizó en la zona bajo contrato de administración por los cazadores del Club de Caza pesca y turismo Piura, Sector Sauce Grande, que posee una extensión de 9,980 ha, que es aproximadamente un 15% del área total de ANP, a su vez el sector Sauce Grande se puede dividir entre zona alta y baja, siendo la zona baja en donde se encuentra el mayor número de cámaras trampa debido a su mayor accesibilidad.

3.2 Instalación de cámaras

Primero se configuran las cámaras para tomar fotos, se escoge el periodo de actividad, en este caso las 24h del día, se cambian las baterías por unas nuevas, y se coloca una memoria SD vacía. Las cámaras fueron colocadas a 1,5 m de distancia del suelo en puntos clave del ANP, como son los cuerpos de agua, caminos y en donde se encuentren indicadores de presencia de venado cola blanca como menciona Karanth y Nichols (2002) y Medellín et al. (2006) citados por Chávez et al. (2013) especialmente en la zona baja del CCEA. Idealmente se colocan en árboles o estructuras fijas, de no encontrarse esto en el sitio de estudio se puede

recorrer a estacas y colocarlas en una mejor posición. “Se verificó que no existan, malezas, rocas u otros objetos que activen los sensores de la cámara. Esto incluye también la orientación de la cámara, ya que si esta se coloca mirando al este u oeste los sensores de la cámara se dispararán por el movimiento del sol durante el día y los cambios de temperatura más no por la detección de algún animal. Se recomienda que las cámaras tengan orientación de norte a sur o viceversa, teniendo cuidado de no alterar mucho la zona, ya que los animales pueden percibir estos cambios y esto podría ser un efecto disuasorio” (Chávez et al., 2013). Existen aproximadamente un promedio de 20 cámaras trampa activas las 24 horas del día en Coto de caza el Angolo, una por cada estación, siendo estas las cámaras que proveerán las fotografías de los años 2014, 2015 y 2016, que serán usadas para los cálculos de índices en este estudio. Se siguió una distribución fija durante los tres años de estudio, que se apoya en la accesibilidad que se tiene en el área, por lo tanto, las cámaras se encuentran en su mayoría en las zonas bajas del ANP y unas pocas se lograron instalar en la zona alta del CCEA, el diseño de puesta de cámaras puede ser observado en el Anexo 1 para los tres años de estudio.

3.3 Discriminación de fotografías

Se utilizaron fotografías tomadas con cámaras trampa durante los años 2014, 2015 y 2016 (García et al., 2019). Estas imágenes se procesaron con Camera Base v1.6.1, una extensión basada en Microsoft Access desarrollada por Tobler (2013), para identificar eficientemente las fotografías de venado cola blanca y separarlas de las de otras especies animales presentes en el Coto de Caza el Angolo. Las imágenes que contenían un gran número de venados cola blanca en busca de hembras y/o crías que fueran difíciles de ver se examinaron detalladamente con el visor de imágenes de Windows. Se excluyeron las fotografías de machos con cuernos y hembras solitarias. En caso de que se presentaran, también se consideraron las fotografías de crías solitarias (García et al., 2019). Se prestó gran atención al lenguaje corporal percibido en las fotografías, esto es si los venados de baja altura siguen de cerca al venado de mayor tamaño, si existe alguna especie de hostilidad entre venados de diferentes alturas, entre otros criterios, para la correcta discriminación de fotografías útiles para la generación de índices. En cuanto a las repeticiones de fotografías se las considera dentro del conteo de fotografías útiles ya que “este animal no posee rasgos característicos que los diferencia, salvo venados adultos machos con cornamenta que no son el objetivo de este estudio, además mediante observación se determinará aproximadamente la fecha de nacimiento de las crías presentes, mediante el pelaje y la altura respecto a la madre” (Hewitt,

2014; Smith, 1991). Ejemplos de las fotografías tanto vacías como con presencia de venados hembras y crías se muestran en el Anexo 2.

3.4 Calculo de Índices de Abundancia relativa de hembras y crías de venado cola blanca y comparación con datos de lluvias

Una vez seleccionadas las fotografías en las que se observen hembras con crías, crías solas, o estas interactuando entre sí, se procedió a contabilizarlas por cámara trampa y por meses, los días de esfuerzo o días de actividad de las cámaras (días/cámara), estos son los días desde que la cámara fue puesta a funcionar, hasta que por cualquier circunstancia dejara de funcionar o sea retirada. A continuación, se calcularon los índices CPUE de las cámaras trampa mediante la fórmula anteriormente expuesta, la cual muestra el número de fotografías de interés respecto a los días de actividad de cámaras y el número de cámaras activas llevado a una escala de 1000 días.

Se obtuvieron dos grupos de índices, índices por la agrupación de cámaras activas que varía entre los tres años de estudio, que se usaron para corroborar que la toma de fotografías durante los tres años de estudio se realizó con el menor error muestral posible, esto por número de cámaras activas y su disposición. El segundo grupo de índices agrupado por los meses que conforman cada año de muestreo, con este segundo grupo se vio la gran relación de estacionalidad del bosque seco, representada por la precipitación mensual del sitio obtenidas de la estación meteorológica del CCPT-P ubicada en el sector Sauce Grande del CCEA y la población de hembras y crías de venado cola blanca en los años 2014, 2015 y 2016. Las operaciones necesarias para los cálculos de índices de abundancia relativa de hembras y crías de venado cola blanca se realizaron mediante hojas de cálculo y formulas en el programa Microsoft EXCEL v 2016 mientras que las pruebas estadísticas se realizaron en el Software Past v 3.20 y R Software

3.5 Estadística

Obtenidos los índices de captura por unidad de esfuerzo (CPUE) de las cámaras trampa que muestran cuantas fotografías de hembras acompañadas de crías y crías solitarias obtenidas durante los años 2014, 2015 y 2016, se presentan en tablas.

3.5.1 Distribución Normal:

Los índices calculados fueron sometidos a pruebas de distribución normal, esto para garantizar el tipo de estadística, paramétrica o no paramétrica, que se usó en análisis próximos. Las pruebas de normalidad se realizaron mediante el programa Past v 3.20, se dio énfasis a “las pruebas de Shapiro-Wilk y Anderson-Darling, ya que estas son las más precisas. La prueba de Jarque-Bera se tiene como referencia, éstas se dan a un nivel de significancia de $\alpha=0.05$. Además, las 3 pruebas poseen la hipótesis nula la cual es asumir que la muestra proviene de una población con distribución normal” (Hammer *et al.*, 2001). Y para la completa seguridad que los datos son o no normales se recurrió a la distribución de residuales (gráfico) de nuestros datos y del p values de Shapiro-Wilk dado por Past v 3.20.

3.5.2 Análisis de varianza (ANOVA) entre datos agrupados por cámaras y por meses:

Aplicando las pruebas correspondientes para determinar la normalidad de nuestros datos se encontró que se trata de un caso de datos no paramétrico. Se desarrolla a continuación las pruebas estadísticas que se usaron una vez descubierta esta información.

Past v 3.20 posee en su menú de estadística univariada la opción “ANOVA (etc.) several simples” y en el sub menú la opción “Several sample test” aquí se encuentran los resultados de las pruebas de ANOVA para datos paramétrico y no paramétricos además de los gráficos de residuales para la determinación de normalidad estadística de los datos ya mencionada. Se trabajó con el estimador no paramétrico de Kruskal-Wallis, que según Hammer (2001) es la “prueba ANOVA no paramétrica que compara las medianas de varios grupos univariados de variables, que no asume la normalidad de estos, aunque sí la misma distribución entre grupos y parte de la hipótesis nula de que los conjuntos de datos evaluados provienen de poblaciones con medianas distribuidas de la misma forma”.

Así al aplicar esta prueba se demostró la existencia de diferencias significativas entre los años de estudio (datos agrupados por meses), primero comparando los tres años en conjunto y luego comparando en grupos de dos. También se evidenció la efectividad del diseño en la disposición de cámaras en el CCEA y su variación respecto a cambios de cámaras de posición, pérdida de estas u otras variaciones de naturaleza logística, se realizó de manera análoga al tratamiento de los datos por meses.

3.5.3 Intervalos de confianza de mediana poblacional y Bootstrap (BCa method):

Los intervalos de confianza (IC) nos permiten estimar e incluir la imprecisión en nuestro estudio al incluir estos intervalos, en lugar de solo p values que caen en la dicotomía de ser “significativo” o “no significativo”. “Al encontrar datos muy extremos en nuestro calculo, índices y número de fotografías tomadas por cámaras se decidió evitar la eliminación de valores extremos y optar por trabajar con la mediana poblacional y no con promedios, ya que estos últimos son muy susceptibles a observación extremas en conjuntos de datos” (Altman et al., 2005). Se presentaron las medianas poblacionales con sus respectivos intervalos de confianza para los tres años de estudio calculados por el programa Past v 3.20, mediante fórmulas en Excel v 2016 y graficas proporcionadas por software R v 3.5.2 (R Core Team, 2013)

$$r = \frac{n}{2} - \left(z_{1-\alpha/2} \times \frac{\sqrt{n}}{2} \right) \quad \text{and} \quad s = 1 + \frac{n}{2} + \left(z_{1-\alpha/2} \times \frac{\sqrt{n}}{2} \right)$$

Figura 1: Límite superior e inferior del IC para medianas
FUENTE: Altman et al., 2005

Cabe resaltar que al tratarse de poblaciones de datos no normales se añadió otro tipo de estimación de IC para la mediana poblacional con métodos no paramétricos “como el Bootstrap y la corrección de tendencias aceleradas (BCa), usados especialmente cuando los datos a nuestra disposición no son normales y requerimos de un rango de valores para su correcta interpretación” (Altman et al., 2005).

“El método de Bootstrap esencialmente consiste en el remuestreo de nuestro conjunto de datos de tal forma que generemos una nueva matriz de datos que toma de todas nuestras observaciones valores repetidos de forma aleatoria. Esto implica que si el conjunto de datos es de 20 observaciones (n=20) se puede volver a muestrear esas 20 observaciones tantas veces como sea necesario hasta formar una nueva matriz o conjunto de datos de 20 observaciones, y así hasta conseguir numerosas matrices de 20 datos agrupados aleatoriamente y con repeticiones. De este nuevo conjunto de matrices es que los nuevos promedios, medianas y cualquier otro estimados es obtenido con su respectivo intervalo de confianza son obtenidos. Al realizar este método mediante softwares estadísticos permite al investigador liberarse del problema de la no normalidad de los datos y evita que se caiga en erróneas suposiciones sobre la distribución de los datos” (Altman et al., 2005)

“Cuando se realizan métodos de Bootstrap para hallar intervalos de confianza de estimadores poblacionales se puede caer en errores como se muestra en el Anexo 11. Al crear nuestros nuevos conjuntos de datos digamos 999 conjuntos nuevos (datos remuestreados de la matriz original) de 20 datos cada uno ($n=20$), de estos se obtendrán las medianas, promedios, y otros estimadores, si deseamos un intervalo de confianza del 95% para estos estimadores ese intervalo será el de que este entre la observación 25 y la 975, este es el método del percentil que contiene ciertas tendencias (bias) que podrían dañar el resultado final, tal es el caso que se observó con nuestros datos “numero de venados negativos”(Anexo 11). Para levantar estos fallos del método del percentil se recurre al método de corrección de tendencias (bias corrected method) y tendencias corregidas y aceleradas (bias corrected and accelerated method) siendo de preferencia este último método” (Altman et al., 2005).

Finalmente, todas estas técnicas ayudaron a determinar una correcta estimación de la mediana poblacional, a pesar de obtener hasta dos tipos de intervalo de confianza para la mediana (paramétrico y Bootstrap corregido). Se recalca que éstos no son correctos estimadores para la mediana poblacional, sino una guía para ver si la estimación es confiable o no. Como estimador definitivo para este estudio se decidió por la mediana muestral (Altman et al., 2005) obtenida en Past v 3.20 y de forma manual en EXCEL v 2016.

3.5.4 Correlación de Índices de hembras y crías con datos de Precipitación:

Después de determinar la no normalidad de los datos se elaboró la tabla de correlación entre los índices agrupados por meses y los datos de precipitación mensual, teniendo en cuenta el ciclo de vida del venado de cola blanca, se probaron diferentes “lag times” o demoras de respuesta en los datos, es decir usar los datos de precipitación no solo de los años en que ocurre el experimento, sino que con demoras de seis meses en seis meses (tiempo aproximado de gestación del venado) y así ver que tan relacionados están los datos de índices y precipitación. Past v 3.20 “muestra las probabilidades de no ocurrencia, $p(\text{uncorr})$, en sus tablas de correlación por lo que el indicador que muestre el menor valor será el que está más relacionado con los índices de abundancia de hembras y crías de venado, las correlaciones mostradas en esta tabla son las de Parson (lineal y para datos paramétricos) y Spearman’s D or rs (equivalente de Parson para datos no paramétricos), siendo estas las aplicables a nuestro conjunto de datos” (Hammer *et al.*, 2001).

3.5.5 Tendencia con histórico de datos de cazadores del CCEA:

Para demostrar que este estudio de cámaras es aplicable y puede ser tomado como un primer muestreo o análisis exploratorio se recurre a los datos de índices previos de avistamiento que dejan los cazadores usuarios de esta área bajo contrato de administración durante las temporadas de caza. Este índice histórico se usará para “calibrar el nuevo índice obtenido por las cámaras trampa” (O'Connell *et al.* 2011), se realizó mediante análisis de varianza de los tres años de estudio con sus análogos en la serie de datos de índices de avistamiento de cazadores.

Se siguió la misma metodología anteriormente descrita con datos propios para luego comparar sus varianzas de forma correcta con métodos paramétricos o no paramétricos según sea el caso. Fue así como se compararon los índices de cámaras y los de cazadores mediante el software Past v 3.20 la cual en el menú de Estadística Univariada, la opción “Prueba para dos muestras” se encuentran las pruebas t, F, Mann-Whitney, etc. las cuales son utilizadas para estos casos de comparación entre dos muestras univariadas, además de contar tanto con pruebas paramétricas y no paramétricas para nuestro propósito (Hammer *et al.*, 2001).

IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1 Fotografías de los años 2014, 2015 y 2016:

Luego de la filtración de fotografías hecha en Camera Base v 1.6.1 y la discriminación propia de fotografías de hembras y crías de venado cola blanca se obtuvieron los siguientes resultados. Se muestran los números de fotografías de venado cola blanca hembra acompañada de sus crías agrupados por número de cámaras trampa ubicadas y por los meses de los tres años de estudio. El primer agrupamiento mostrará la calidad de nuestro muestreo, tanto en cantidad como en disposición de cámaras trampa. El segundo agrupamiento se realizó para observar los cambios en población de hembras y crías del venado cola blanca en los tres años de estudio. En cuanto a la determinación de la edad de las crías observadas se optó por clasificar a las crías con pelaje moteado y rojizo como de un mes de edad y a las de pelaje marrón mayores a 2 meses.

4.1.1 Fotografías por Cámaras:

Para el año 2014 funcionaban 20 cámaras trampa las 24 horas del día, de estas cámaras ocho no registraron fotografías útiles, es decir fotografías en las que se observan venados hembra acompañados de crías o crías solitarias, de las 12 cámaras restantes se lograron registrar las 1426 fotografías útiles, con un esfuerzo de muestreo de 4489 días de actividad (días/cámara). La siguiente tabla muestra el número de fotografías tomadas por cámara y ordenadas de menor a mayor cantidad.

Tabla 1: Número de fotografías por cámaras 2014

Cámaras 2014	Fotos
A001	0
BUSH01	0
PVR001	0
PVR004	0
PVR008	0
PVR010	0
PVR012	0
PVR013	0

Continuación ...

PVR014	2
PVR003	5
A007	10
CAM01	16
A005	21
PVR007	21
A003	27
BUSH02	32
A004	54
PVR009	56
A006	76
PVR011	1106

Para el 2015 solo operaron 16 cámaras trampa, de igual forma las 24 horas del día, de las cuales cinco no registraron fotografías útiles y de las 11 cámaras restantes se obtuvieron las 331 fotografías de hembras y crías de venado cola blanca anteriormente mencionadas, con un esfuerzo de muestreo de 4655 días de actividad (días/cámara).

Tabla 2: Número de fotografías por cámaras 2015

Cámaras 2015	Fotos
PVR003	0
PVR008	0
PVR010	0
PVR012	0
PVR013	0
A001	1
PVR009	4
CAM001	12
PVR015	14
A005	17
BUSH02	20
PVR014	32
A003	33
BUSH01	34
PVR011	71
PVR007	93

Finalmente, para el año 2016 se operó con 23 cámaras de las cuales 10 no captaron fotografías útiles de hembras y crías, mientras que de las 13 cámaras restantes se tomaron

las 168 fotografías de hembras y crías de venado cola blanca anteriormente mencionadas, con un esfuerzo de muestreo de 5193 días de actividad (días/cámara).

Tabla 3: Número de fotografías por cámaras 2016

Cámaras 2016	Fotos
A003	0
A007	0
A010	0
PVR002	0
PVR007	0
PVR008	0
PVR010	0
PVR013	0
PVR015	0
PVR019	0
PVR009	1
PVR020	1
CUDDE	2
PVR012	2
PVR011	3
PVR017	4
PVR003	8
PVR014	9
PVR021	9
BUSH02	24
PVR016	25
PVR018	39
BUSH01	41

A simple vista al observar las tablas presentadas se puede ver una disminución en el número de fotografías útiles durante el periodo de estudio 2015, 2015 y 2016, esto repercutirá en el cálculo de los índices de captura por unidad de esfuerzo, además que desde este punto muestra un decrecimiento en la población de hembras y crías de venado cola blanca a primera vista.

4.1.2 Fotografías por Meses:

Se muestra a continuación los resultados de fotografías agrupados por meses. Para el mes de mayo 2014 se obtuvo un máximo de 424 fotografías de hembras y crías de venado cola blanca en el mes de mayo y ninguna observación durante los dos primeros meses del año. En total se registraron 1426 fotografías útiles.

Tabla 4: Número de fotografías por meses 2014

Meses	Fotos
ene-14	0
feb-14	0
mar-14	35
abr-14	280
may-14	424
jun-14	103
jul-14	6
ago-14	156
sep-14	147
oct-14	92
nov-14	59
dic-14	124
Total	1426

En el año 2015 se registró como máximo 102 fotografías de hembras y crías de venado cola blanca en el mes de marzo y ninguna observación en el mes de abril. Se observó además un claro decrecimiento en el número de fotografías útiles registradas a comparación del año 2014, en que solo se registraron 331 fotografías útiles. Las causas del decrecimiento en la captura de fotografías de hembras y crías se analizarán a fondo en el apartado de correlación entre índices de abundancia de hembras y crías con datos de precipitación.

Tabla 5: Número de fotografías por meses 2015

Meses	Fotos
ene-15	83
feb-15	45
mar-15	102
abr-15	0
may-15	6
jun-15	2
jul-15	5
ago-15	11
sep-15	8
oct-15	50
nov-15	8
dic-15	13
Total	331

Durante el 2016 la tendencia fue clara ante la gran baja de registro fotográfico. Como máximo se obtuvieron 43 fotografías de hembras y crías de venado cola blanca en el mes de diciembre, y como mínimo se tiene una sola observación el mes de marzo. Además, el número total de fotografías útiles es de 168, casi la mitad de lo registrado el año 2015.

Tabla 6: Número de fotografías por meses 2016

Meses	Fotos
ene-16	6
feb-16	28
mar-16	1
abr-16	6
may-16	13
jun-16	3
jul-16	25
ago-16	19
sep-16	12
oct-16	6
nov-16	6
dic-16	43
Total	168

Finalmente, en cuanto a la determinación de fechas de nacimiento de las crías observadas, en los 3 años no se obtuvieron fotografías de crías de pelaje moteado y rojizo, todas las crías observadas fueron de pelaje marrón, es decir crías mayores de dos meses. Este resultado nos da las fechas de nacimiento de venado cola blanca para los años 2014, 2015 y 2016. Siendo para el año 2014 la mayor cantidad de nacimientos entre febrero y marzo, ya que los máximos registro de ese año son en los meses de abril y mayo, para el 2015 entre enero y febrero debido a que el mayor registro se dio el mes de marzo y finalmente en el 2016 entre septiembre y octubre porque el mes de diciembre muestra mayor registro fotográfico. Mostrando un cambio en la tendencia de nacimiento en el último año de estudio, debido probablemente a la demora en la llegada de lluvias durante los inicios del año 2015 esto sería un equivalente a lo mencionado por Mech et al. (1991) respecto a las demoras de respuesta en poblaciones de venado cola blanca.

4.2 Datos de Precipitación:

Estos fueron proporcionados por el Club de Caza Pesca y Turismo – Piura (CCPT-P). Existen 3 pluviómetros manuales y 5 estaciones meteorológicas en el sector Sauce Grande

de los cuales proceden los datos de precipitación mensual. La figura 2 muestra el registro histórico de lluvias durante estos años. Los datos de los cuales se obtiene la siguiente figura son presentados en el Anexo 3 los cuales pertenecen a los pluviómetros manuales activos durante los tres años de estudio.

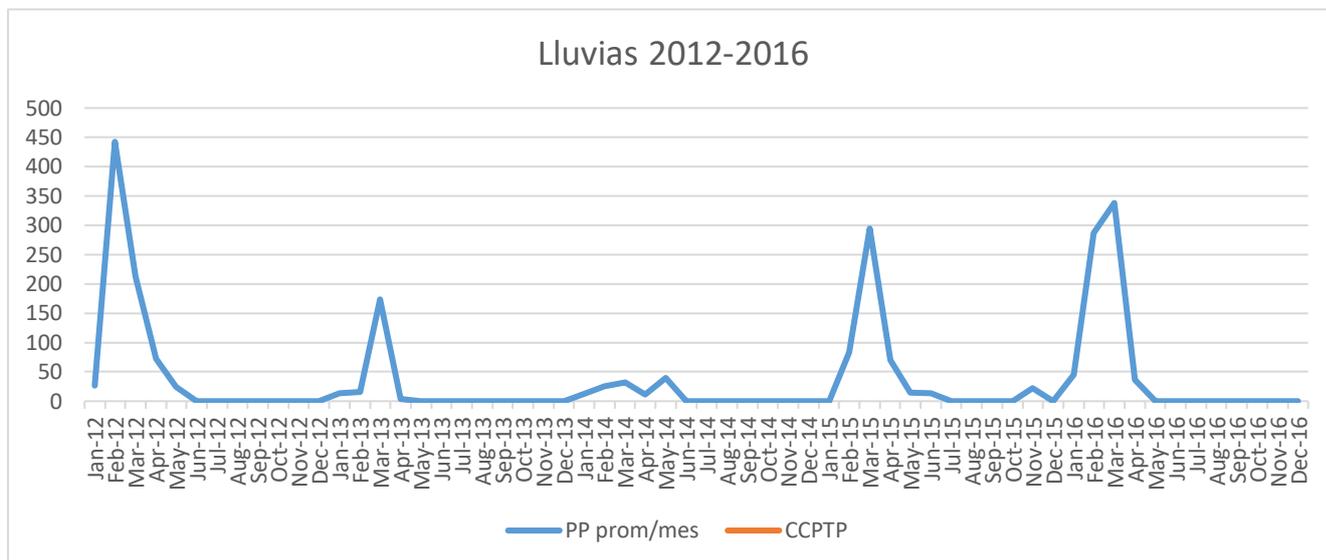


Figura 2: Gráfica de datos de precipitación durante los años 2012 al 2016

4.3 Cálculo de Índices CPUE:

Con el número de fotografías útiles obtenidos se calcularon los índices CPUE tanto para el número de cámaras activas como los meses de actividad de las cámaras aplicando la fórmula descrita anteriormente. Se logró mediante la transcripción de la fórmula al programa Excel.

4.3.1 Agrupación por Cámaras:

Al aplicar la fórmula para índices CPUE construida en el programa Excel v 2016, se obtienen tres nuevas tablas de datos, una para cada año estos datos muestran las hembras y crías de venados que se verían cada mil días de observación con este diseño y disposición de cámaras. Se presentan a continuación las tablas con los índices correspondientes.

Tabla 7: Índices CPUE Para cámaras año 2014

Cámaras 2014	índices/cámara
A001	0,000
BUSH01	0,000
PVR001	0,000
PVR004	0,000
PVR008	0,000
PVR010	0,000
PVR012	0,000
PVR013	0,000
PVR014	0,446
PVR003	1,114
A007	2,228
CAM01	3,564
A005	4,678
PVR007	4,678
A003	6,015
BUSH02	7,129
A004	12,029
PVR009	12,475
A006	16,930
PVR011	246,380

Tabla 8: Índices CPUE Para cámaras año 2015

Cámaras 2015	índices/cámara
PVR003	0,000
PVR008	0,000
PVR010	0,000
PVR012	0,000
PVR013	0,000
A001	0,644
PVR009	0,859
CAM001	2,578
PVR015	3,008
A005	3,652
BUSH02	4,296
PVR014	6,874
A003	7,089
BUSH01	7,304
PVR011	15,252
PVR007	19,979

Tabla 9: Índices CPUE Para cámaras año 2016

Cámaras 2016	índices/cámara
A003	0,000
A007	0,000
A010	0,000
PVR002	0,000
PVR007	0,000
PVR008	0,000
PVR010	0,000
PVR013	0,000
PVR015	0,000
PVR019	0,000
PVR009	0,193
PVR020	0,193
CUDDE	0,385
PVR012	0,385
PVR011	0,578
PVR017	0,770
PVR003	1,541
PVR014	1,733
PVR021	1,733
BUSH02	4,622
PVR016	4,814
PVR018	7,510
BUSH01	7,895

4.3.2 Agrupación por Meses:

Se calculan los índices CPUE basados en cámaras trampa que muestran el número de fotografías de hembras y crías de venado cola blanca vistas por cámara y días de actividad llevados a una escala de 1000 días/cámara agrupadas por los meses del año correspondiente. El procedimiento es el mismo que para el tratamiento de índices agrupados por cámaras.

Tabla 10: Índices CPUE para el año 2014

Meses	Índices
ene-14	0,000
feb-14	0,000
mar-14	7,797
abr-14	62,375
may-14	94,453
jun-14	22,945
jul-14	1,337
ago-14	34,752
sep-14	32,747
oct-14	20,495
nov-14	13,143
dic-14	27,623

Tabla 11: Índices CPUE para el año 2015

Meses	Índices
ene-15	17,830
feb-15	9,667
mar-15	21,912
abr-15	0,000
may-15	1,289
jun-15	0,430
jul-15	1,074
ago-15	2,363
sep-15	1,719
oct-15	10,741
nov-15	1,719
dic-15	2,793

Tabla 12: Índices CPUE para el año 2016

Meses	Índices
ene-16	1,329
feb-16	6,201
mar-16	0,221
abr-16	1,329
may-16	2,879
jun-16	0,664
jul-16	5,536
ago-16	3,100
sep-16	2,436
oct-16	1,329
nov-16	1,329
dic-16	9,522

Como se mencionó anteriormente, al existir una reducción en el número de fotografías a partir del año 2015, los índices de CPUE basados en fototrampeo muestran también un declive en su valor. Presuntamente por una demora en la ocurrencia de lluvias para el año 2015.

Las seis tablas anteriormente mostradas será sometidas a pruebas de normalidad para luego decidir la correcta metodología estadística a usar (paramétrica o no paramétrica) en su análisis posterior, además de realizar la correspondencia entre los datos de precipitación, y así confirmar lo expuesto anteriormente, y el índice de los cazadores del CCEA, esto último se realizará solo con la data de fotografías agrupadas por meses.

4.4 Análisis de Normalidad

Se logró al usar los índices CPUE anteriormente calculados de los tres años de estudio y la aplicación del software Past v 3.20, mediante su menú estadístico Normality tests, arrojan p valores mayores al nivel de confianza establecido ($\alpha=0.05$) se toman en cuenta las pruebas de Shapiro-Wilk y Anderson-Darling además de Jarque-Bera como referencia, además de que la hipótesis nula que maneja el software para las 3 pruebas mostradas es que la muestra proviene de una población con distribución normal, como se mencionó en el capítulo Estadística.

4.4.1 Distribución de fotografías por cámaras:

Se muestra a continuación las tablas con los valores obtenidos, en amarillo los valores que muestran un p value significativo, es decir la muestra no posee una distribución normal, para la salida de Past v 3.20 ver Anexo 4.

Tabla 13: Resultados de las pruebas de normalidad para agrupación por cámaras años 2014, 2015 y 2016

Cámaras	2014C	2015C	2016C
N	20	16	23
Shapiro-Wilk W	0,3031	0,7705	0,6423
p(normal)	8,06E-09	0,001133	2,72E-06
Anderson-Darling A	5,941	1,329	3,491
p(normal)	3,21E-15	0,001258	4,92E-09
p(Monte Carlo)	0,0001	0,0013	0,0001
Jarque-Bera JB	236,7	7,811	15,78
p(normal)	3,91E-52	0,02013	3,75E-04
p(Monte Carlo)	0,0001	0,0109	0,0037

Luego de estos resultados se dispuso a analizar los residuales de nuestros datos para descartar definitivamente la no normalidad de estos, se hizo mediante el menú ANOVA submenú Several sample tests y viendo la pestaña de residuales que muestra la probabilidad de normalidad junto con el p value de Shapiro-Wilk. Se muestra la gráfica de residuales, Past v 3.20 arroja un p value de 1.8E-15 para la probabilidad de normalidad (Anexo 5).

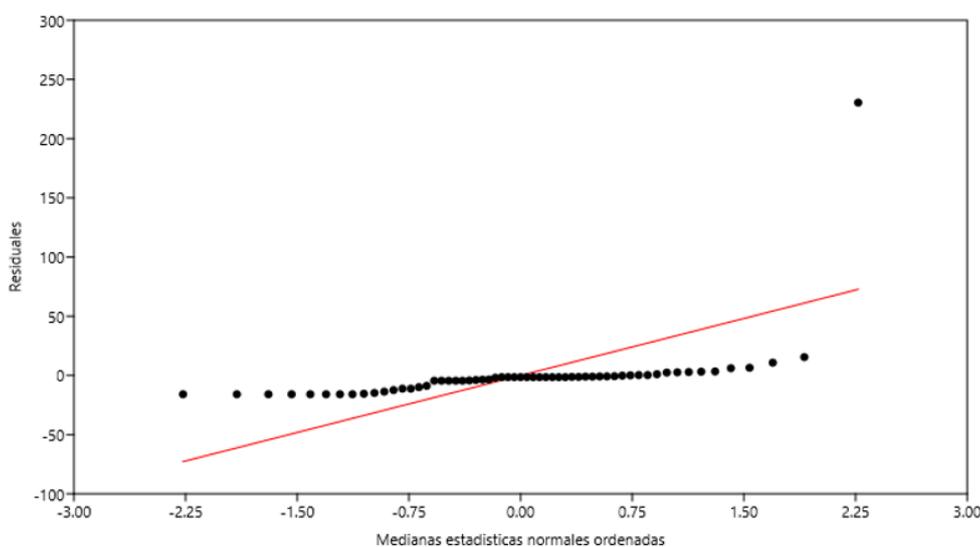


Figura 3: Residuales de la agrupación por cámaras de los tres años de estudio

Así se tiene que, los recuadros en amarillo de la tabla 13 muestran un nivel de significancia menor a 0.05 por lo que, la hipótesis nula de la normalidad de los datos es rechazada, además

la distribución normal por medio de los residuales, mostro un valor de 1.8E-15 mucho más pequeño de lo esperado. Por lo tanto, se decide continuar el análisis con métodos para distribuciones no normales. Este resultado es esperado debido al gran coeficiente de variación hallado y los altos valores mostrados en el año 2014 y la disminución de datos conforme el tiempo de estudio avanza.

4.4.2 Distribución de fotografías por meses

Se realizaron los mismos procedimientos para la determinación de normalidad con los datos de fotografías de hembras y crías de venado cola blanca. Se muestran los cuadros con los p valores de las pruebas de normalidad de Shapiro-Wilk y Anderson-Darling, así como el respectivo análisis de residuales para el completo descarte de la distribución normal de nuestros datos, salida de Past v 3.20 disponible en el Anexo 4.

Tabla 14: Resultados de las pruebas de normalidad para agrupación por meses años 2014, 2015 y 2016

Meses	2014	2015	2016
N	12	12	12
Shapiro-Wilk W	0,8506	0,7669	0,8365
p(normal)	0,03732	0,004036	0,02513
Anderson-Darling A	0,6466	1,255	0,8323
p(normal)	0,06875	0,001665	0,02206
p(Monte Carlo)	0,0715	0,0016	0,0203
Jarque-Bera JB	3,805	2,807	3,254
p(normal)	0,1492	0,2458	0,1965
p(Monte Carlo)	0,028	0,0512	0,0372

A continuación, se muestra el gráfico de residuales con el p value correspondiente y la prueba de Shapiro-Wilk suministrado por Past v 3.20 la salida completa disponible en el Anexo 6.

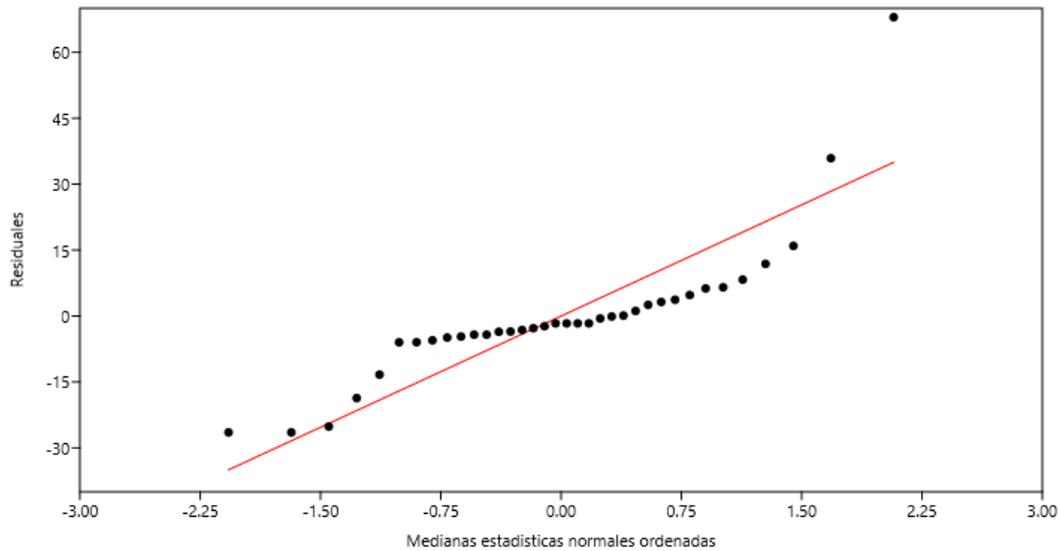


Gráfico 3: Residuales de la agrupación por meses de los tres años de estudio

Los residuales mostraron un p value de Shapiro-Wilk de 4.3E-06, un valor pequeño en comparación al nivel de significancia ya mencionado ($\alpha=0.05$), de la misma forma que los resultados de las pruebas de normalidad de la tabla 14. Resalta la prueba de Jarque-Bera que muestra p values mayores al nivel de significancia dado, Hammer *et al.* (2001) menciona que este test tiene especial eficacia cuando el conjunto de datos es grande, mucho mayores a 12 observaciones como es este caso, así que por ello se incluyen los p values de Monte Carlo que repiten la data unas 1000 veces, lo que nos da aun así para el 2015 un p value que indica normalidad para ese año. A pesar de esto se decidió tomar los datos como de distribución no normal, como muestran los p values de Shapiro-Wilk y Anderson-Darling, y proceder de la forma no paramétrica para mantener la parsimonia en los métodos de cálculo.

4.5 Análisis de Varianza para distribuciones no normales (Kruskal-Wallis)

Se presentan los resultados para las pruebas de Kruskal-Wallis (KW) tanto para los índices agrupados por meses y por cámaras, además de las evaluaciones emparejando los diferentes años de estudio de dos en dos. Esto nos permitió observar mejor la variación poblacional y su significancia durante los años 2014, 2015 y 2016.

4.5.1 Agrupación por cámaras:

Se realizan estas pruebas para demostrar la efectividad y validar nuestro muestreo realizado durante los años 2014, 2015 y 2016, las tabla 15, 16, 17 y 18 mostradas a continuación fueron elaboradas a partir de las salidas de PAST v 3.20 presentes en los Anexos 7 y 8.

Tabla 15: Prueba de KW para índices de hembras y crías de venado cola blanca agrupados por cámaras

Kruskal-Wallis prueba para medianas iguales Cámaras	
H (chi2):	2,777
Hc (tie corrected):	2,952
p (same):	0,2285
No se hallaron diferencias significativas entre medianas muestrales	

Del presente cuadro se puede observar que no existe una diferencia significativa entre las tomas de datos con cámaras trampa durante los años 2014, 2015 y 2016, ya que el p value observado es mayor al nivel de significancia $\alpha=0.05$, en otras palabras, la información recopilada durante estos tres años de estudio no se vio afectada por cambios en la puesta de cámaras trampa, por su pérdida, o por algún problema logístico o técnico. A continuación, se muestran los cuadros con los resultados de la prueba de KW agrupando de dos en dos los años de estudio.

Tabla 16: Prueba de KW para índices de hembras y crías de venado cola blanca agrupados por cámaras años 2014 y 2015

Kruskal-Wallis Prueba para medianas iguales Cámaras 2014v2015	
H (chi2):	0,03649
Hc (tie corrected):	0,03828
p (same):	0,8449
No se hallaron diferencias significativas entre medianas muestrales	

Tabla 17: Prueba de KW para índices de hembras y crías de venado cola blanca agrupados por cámaras años 2015 y 2016

Kruskal-Wallis prueba para medianas iguales Cámaras 2015v2016	
H (chi2):	2,377
Hc (tie corrected):	2,521
p (same):	0,1124
No se hallaron diferencias significativas entre medianas muestrales	

Tabla 18: Prueba de KW para índices de hembras y crías de venado cola blanca agrupados por cámaras años 2014 y 2016

Kruskal-Wallis prueba para medianas iguales Cámaras 2014v2016	
H (chi2):	1,603
Hc (tie corrected):	1,73
p (same):	0,1884
No se hallaron diferencias significativas entre medianas muestrales	

Al realizar estas tres pruebas se puede observar que en ningún momento entre los años de estudio se observaron alteraciones en cuanto a la calidad de los datos obtenidos. Al combinar la información de estas cuatro tablas, 15, 16, 17 y 18 se obtiene que nuestro muestreo de datos con las cámaras trampa en CCEA sector Sauce Grande se realizó de forma correcta.

4.5.2 Agrupación por meses:

Al realizar las pruebas de análisis de varianza con los índices agrupados por meses, tablas 10, 11 y 12, se busca encontrar diferencias significativas entre nuestros tres años de estudio respecto a la población de venados hembras y sus crías, las tablas 19, 20, 21 y 22 fueron elaboradas a partir de las salidas de PAST v 3.20 presentes en los Anexos 9 y 10.

Tabla 19: Prueba de KW para índices de hembras y crías de venado cola blanca agrupados por meses

Kruskal-Wallis Prueba para medianas iguales MESES	
H (chi2):	6,47
Hc (tie corrected):	6,482
p (same):	0,03912
Existe una diferencia significativa entre medianas muestrales	

La tabla 19 muestra que a nivel de conjunto en nuestros tres años estudio existen diferencias significativas en la población de hembras y crías del venado cola blanca en el sector Sauce Grande del CCEA. Se esperaba este resultado, ya que con solo los números de fotografías útiles obtenidos en el primer conteo se ve claramente un descenso en la cantidad de fotografías de hembra y crías, como se mencionó anteriormente y que se ve al comparar las tablas 4, 5 y 6.

Se procede a mostrar los resultados al agrupar los años de estudio de dos en dos, esto para ver con más detalle los cambios ocurridos durante el tiempo de estudio.

Tabla 20: Prueba de KW para índices de hembras y crías de venado cola blanca agrupados por meses años 2014 y 2015

Kruskal-Wallis Prueba para medianas iguales 2014v2015	
H (chi2):	3,853
Hc (tie corrected):	3,862
p (same):	0,0494
Existe una diferencia significativa entre medianas muestrales	

Tabla 21: Prueba de KW para índices de hembras y crías de venado cola blanca agrupados por meses años 2015 y 2016

Kruskal-Wallis Prueba para medianas iguales 2015v2016	
H (chi2):	0,12
Hc (tie corrected):	0,1206
p (same):	0,7284
No se hallaron diferencias significativas entre medianas muestrales	

Tabla 22: Prueba de KW para índices de hembras y crías de venado cola blanca agrupados por meses años 2014 y 2016

Kruskal-Wallis test for equal medians2014v2016	
H (chi2):	5,603
Hc (tie corrected):	5,63
p (same):	0,01765
Existe una diferencia significativa entre medianas muestrales	

Las tablas 20, 21 y 22 corroboran a la tabla 16, es así como entre los años 2014 y 2015 existe una diferencia significativa para los índices calculados mediante cámaras trampa, debido a la disminución de fotografías de hembras y crías encontradas. Entre los años 2015 y 2016 no parece haber un cambio significativo a pesar que el año 2016 presenta casi la mitad de fotografías registradas a comparación del año 2015. Finalmente comparando el año inicial 2014 y el final 2016 es aún más grande la diferencia entre estos años tanto en índices como en número de fotografías registradas.

4.6 Intervalos de confianza para mediana poblacional, bootstrap BCa method

Los siguientes resultados nos permiten observar la precisión de nuestro muestreo y estimar la cantidad de venados hembra acompañados de sus crías que fueron posibles de ver durante nuestros tres años de estudio basados en las medianas observadas, así como el rendimiento por cámara de nuestro diseño muestral. Las figuras siguientes muestran la amplitud de los

intervalos y fueron elaboradas a partir de las tablas en el Anexo 12 y comandos de R software v 3.5.2 (R Core Team, 2013).

4.6.1 Agrupación por cámaras:

Los IC para la agrupación por cámaras muestran un rango de posibles avistamientos de hembras y crías de venado cola blanca durante los años 2014, 2015 y 2016. Estos IC ayudarán a mostrar la efectividad del diseño muestral de cámaras en el CCEA conforme

Según los datos de cámaras trampa observamos una mediana poblacional de fotografías de venados hembra y sus crías de 1.67 aproximándolo a 2 venados cada 1000 días con una puesta de 20 cámaras trampa en el año 2014. De estos intervalos mostrados el Bca muestra una amplitud menor y se prefiere como referente en este caso ya que al observar los de método percentil y método normal no difieren mucho.

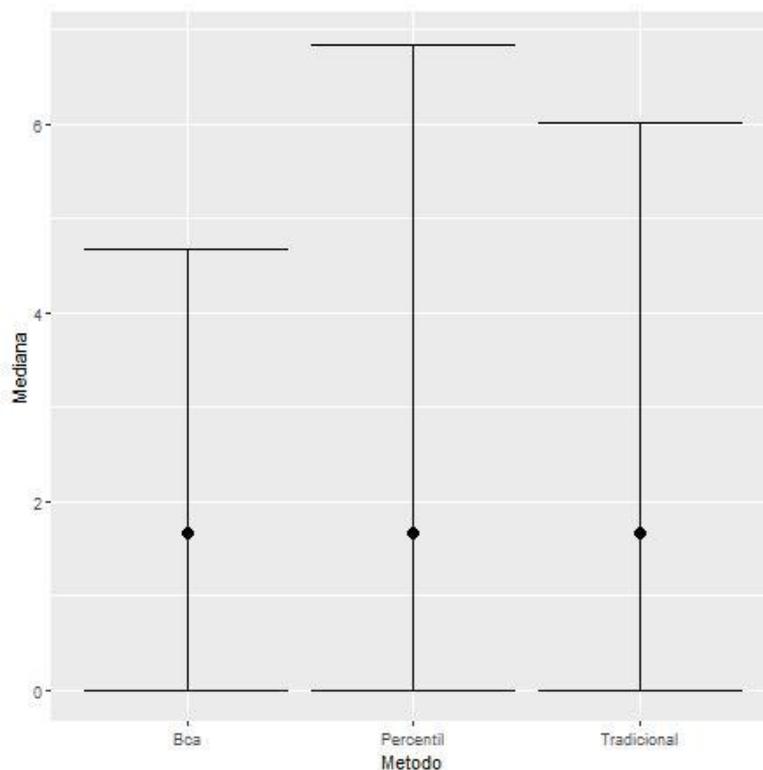


Figura 4: Intervalos de confianza para agrupación por cámaras año 2014

Para el año 2015 se obtiene que 2.79 o 3 venados hembras y crías fueron detectados por cada 1000 días de actividad por las 16 cámaras puestas, este aumento en el número de capturas se debe tanto a la falta de lluvias durante el año, la vegetación no creció cuando debía y dejó campo visual libre para que las cámaras registraran aún más fotografías en relación al número de cámaras y días de actividad. De forma similar al año 2014 los intervalos,

tradicional y de percentil no muestra gran diferencia entre sí, además de poseer mayor amplitud que el intervalo BCa por lo tanto se prefiere este último como referente.

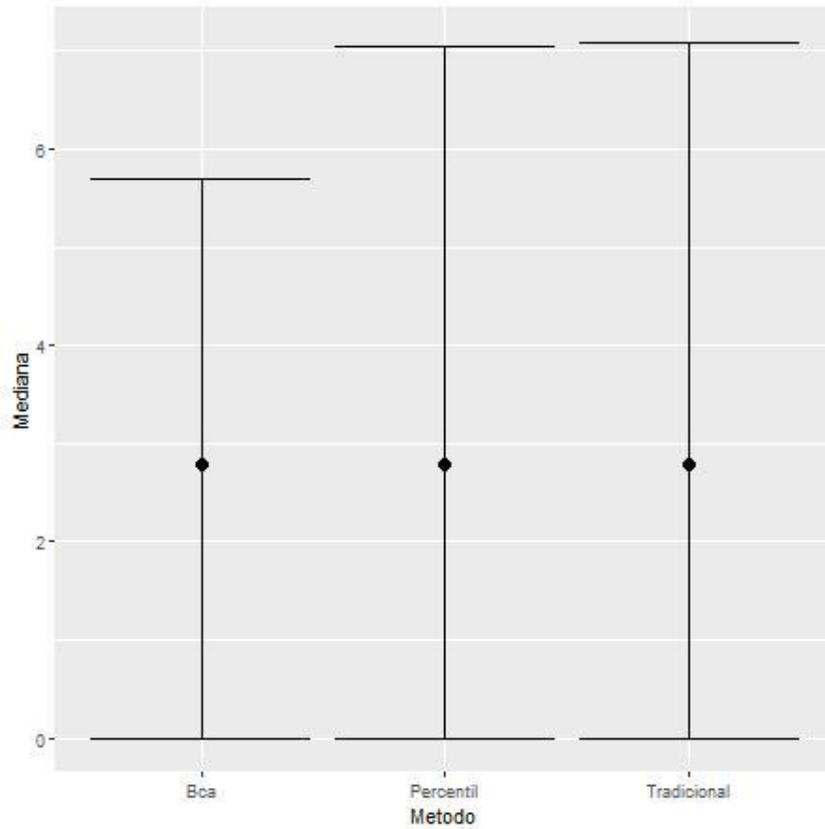


Figura 5: Intervalos de confianza para agrupación por cámaras año 2015

Para el año 2016 se encontraron valores muy bajos para las cámaras trampa, solo 0.19 venados hembras con sus crías se registraron para 1000 días de actividad de las 23 cámaras presentes, para este tiempo ya era evidente que la falta de lluvias del año pasado causo una disminución en la detección de venados hembra con sus crías. En cuanto a los intervalos de confianza mostrados se observa que el IC mediante Bca es demasiado estrecho, tanto que ni siquiera se puede decir que una sola hembra o cría fueron avistados durante todo el año, como ya se mencionó los resultados de la falta de lluvias aún son presentes, además que la cantidad de fotografías útiles es mucho menor que los años anteriores. Haciendo énfasis en la no normalidad de los datos optamos por el IC para la mediana poblacional tradicional, ya que es el más estrecho y con valores reales para avistamiento de venados cola blanca.

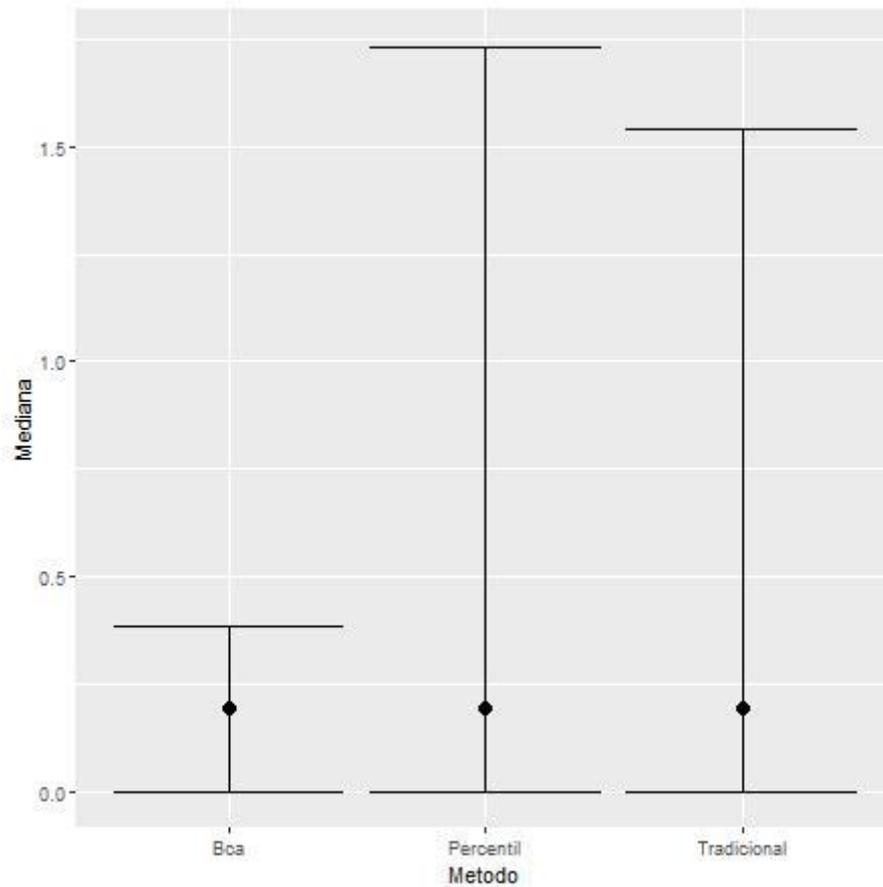


Figura 6: Intervalos de confianza para agrupación por cámaras año 2016

4.6.2 Agrupación por meses:

Estos IC nos darán una mejor idea sobre la evolución de la población de venados hembras acompañados de sus crías y que tan confiable es este índice CPUE para probar las tendencias de esta parte de la población respecto a una variable ambiental como la precipitación mensual. Las siguientes figuras se elaboraron con los datos de las tablas presentes en el Anexo 12.

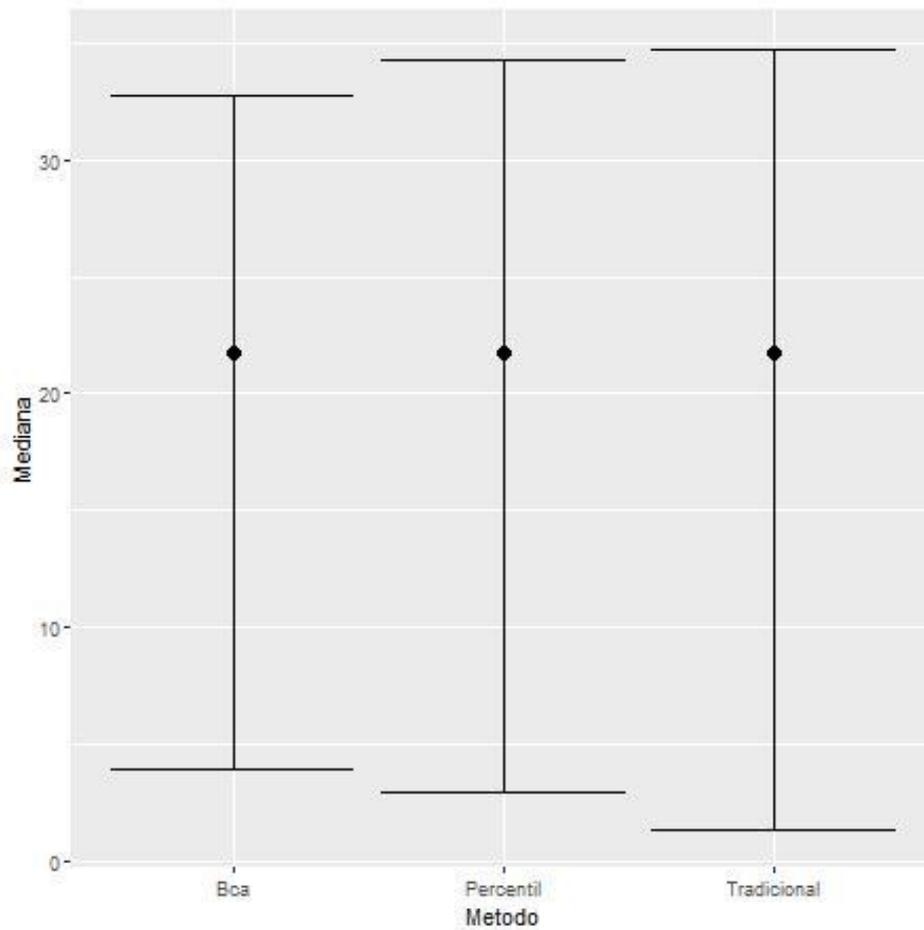


Figura 7: Intervalos de confianza para agrupación por meses año 2014

Los resultados muestran que durante el año 2014 se logró registrar 21.72 aproximadamente 22 venados hembras con crías en 1000 días de actividad cámaras trampa puestas. Se observa también los IC respectivos, es así como el intervalo Bca es el más estrecho en ambos extremos a comparación de los IC de percentil y tradicionales, así que optamos por este último como referente.

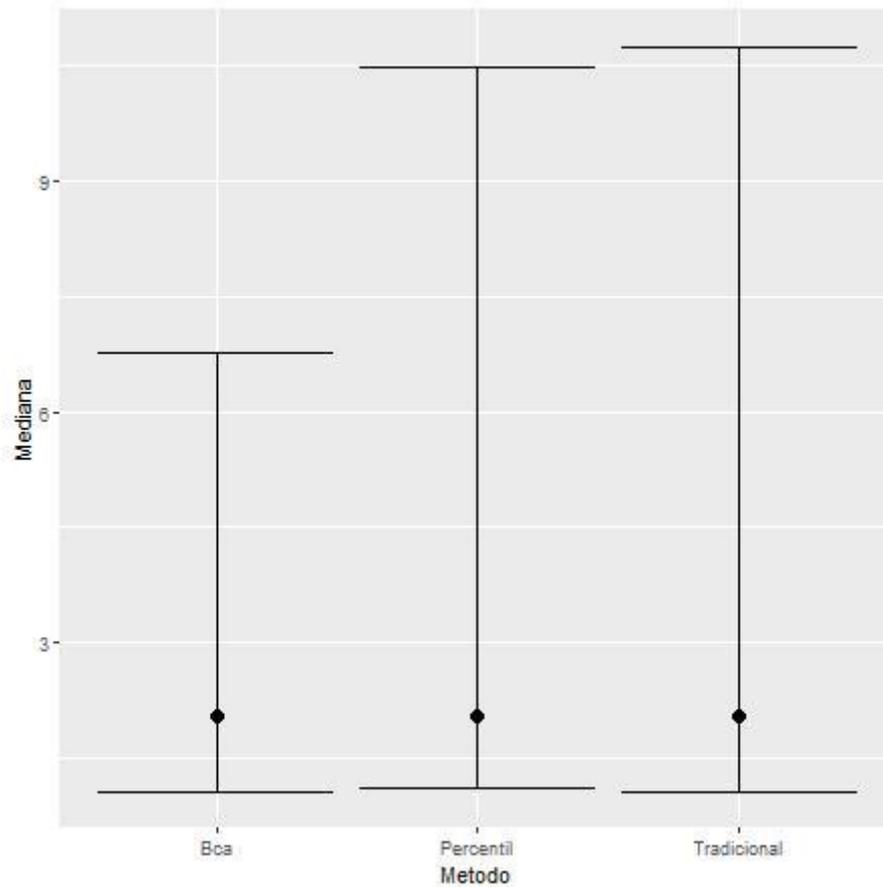


Figura 8: Intervalos de confianza para agrupación por meses año 2015

Durante el año 2015 se tiene 2.04 redondeándolo a solo 2 venados hembras con crías avistados en 1000 días de actividad de cámaras trampa, un valor bastante más pequeño que el registrado en el año 2014, posiblemente debido a la demora en la caída de lluvias en este año. De forma similar el IC Bca resulta ser el más estrecho a comparación de los IC tradicional y percentil.

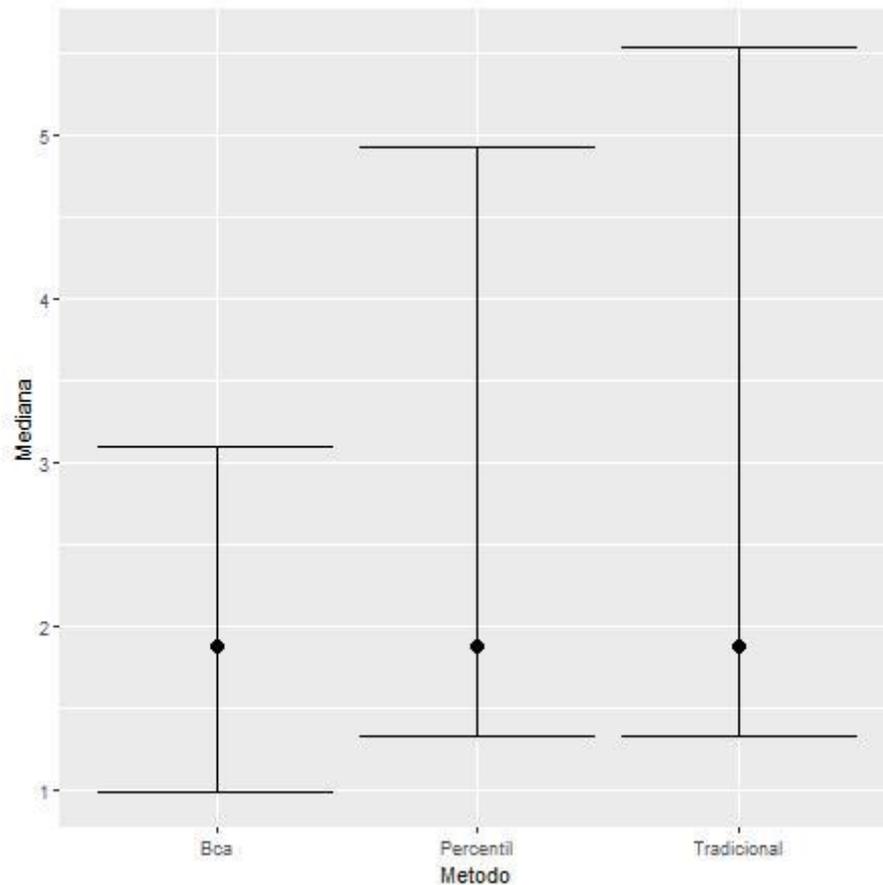


Figura 9: Intervalos de confianza para agrupación por meses año 2016

Durante el año 2016 se observaron 1.88, redondeándolo a 2 venados hembras con crías avistados en 1000 días de actividad de cámaras trampa. Con este último valor se observa nuevamente el declive en el registro de fotografías de hembras y crías esta vez traducido a índices de abundancia. La probable causa de este declive es la demora en la llegada de las lluvias entre los años 2014 y 2015 que se arrastra hasta el año 2016. En cuanto a los intervalos de confianza se observa que el método Bca siendo el más estrecho y adecuado para este caso ya que, al compararlo con los demás métodos en estos tres años de estudio, siempre muestra los valores más confiables.

4.7 Correlación entre índices de abundancia de hembras y crías con datos de precipitación:

Procedemos a correlacionar la estacionalidad del bosque seco de la región Piura con los índices hallados mediante las fotografías de las cámaras trampa. Se muestran resultados de la correlación de Spearman's D, usada para datos no paramétricos y de distribuciones no normales, las tabla generadas por el programa PAST v 3.20 muestran la probabilidad de que los datos comparados no estén relacionados entre sí como se mencionó en el apartado de

Estadística. Es así que se comparan los datos de precipitación mensual de los años 2012 al 2016 (Anexo 3) con nuestra serie de tres años 2014, 2015 y 2016 de índices de hembras y crías, para hallar la relación y que tanta demora de respuesta existe entre las lluvias y la observación de crías de venado cola blanca.

Tabla 23: Correlación entre los datos de precipitación mensual con demoras de respuesta de 6 meses con los índices de abundancia relativa de hembras y crías observados en el CCEA

Spearman's D						
p(uncorr)	Índices h+c	Lluvias CCPTP	Lluvia 6 meses	Lluvia 12 meses	Lluvia 18 meses	Lluvia 24 meses
Índices h+c		0,19138	0,34045	0,10692	0,784	0,9006
Lluvias CCPTP	8527,5		0,00056666	0,00022216	0,0021906	2,43E-05
Lluvia 6 meses	5872,5	9860		0,00069794	8,02E-05	0,0021925
Lluvia 12 meses	8886	2341,5	9799,5		2,04E-03	2,92E-05
Lluvia 18 meses	6560,5	9279	2039	9299,5		0,0005023
Lluvia 24 meses	7021	1752,5	9279,5	1795,5	9526,5	

Los valores marcados en amarillo muestran que la demora de respuesta de 12 meses es la más adecuada estadísticamente para relacionarse con los índices de hembras y crías de venado cola blanca obtenidos, la tabla 23 se obtiene de la salida de PAST V 3.20 disponible en el Anexo 12. Además, al integrar la interpretación biológica propuesta por Mech et al. (1991) que menciona que “la falta de recursos durante las generaciones pasadas se traduce en la vulnerabilidad de crías a depredación, es lógico que ante una demora en la llegada de las lluvias se den perturbaciones, estrés y se dificulte la crianza y concepción de crías de venado cola blanca” en el CCEA. Así es como se descubre que para estos tres años de estudio la lluvia de hace un año es la que explica la condición actual de la población de venados cola blanca hembras y crías en el CCEA.

4.8 Tendencias del histórico de índices de avistamiento de cazadores del CCEA

Los índices de avistamiento de venado cola blanca que se registran durante la temporada de caza son los que se usaran para la calibración de nuestros índices de cámaras trampa, esto es si es que nuestros índices calculados mediante datos de cámaras trampa guardan relación. Así que tomamos los tres años análogos de estos índices de avistamiento y los comparamos con nuestra matriz de índices.

Se presentan los gráficos de los índices de avistamiento de cazadores y los índices de abundancia calculados en base a datos de cámaras trampa agrupados por años además de las líneas de tendencia lineal proporcionadas por Excel v 2016.

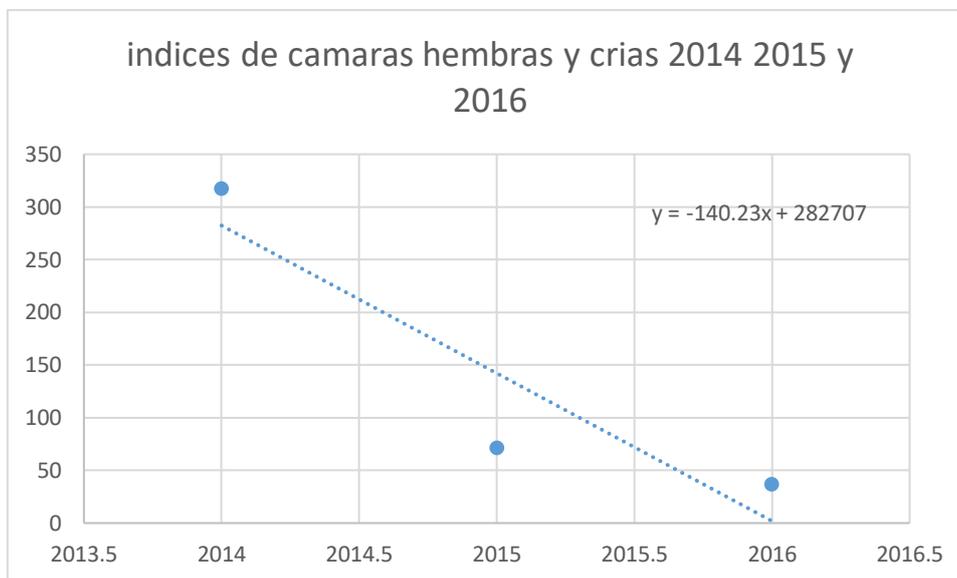


Figura 10: Dispersión de los índices de abundancia de hembras y crías de venado cola blanca agrupados por año de estudio.

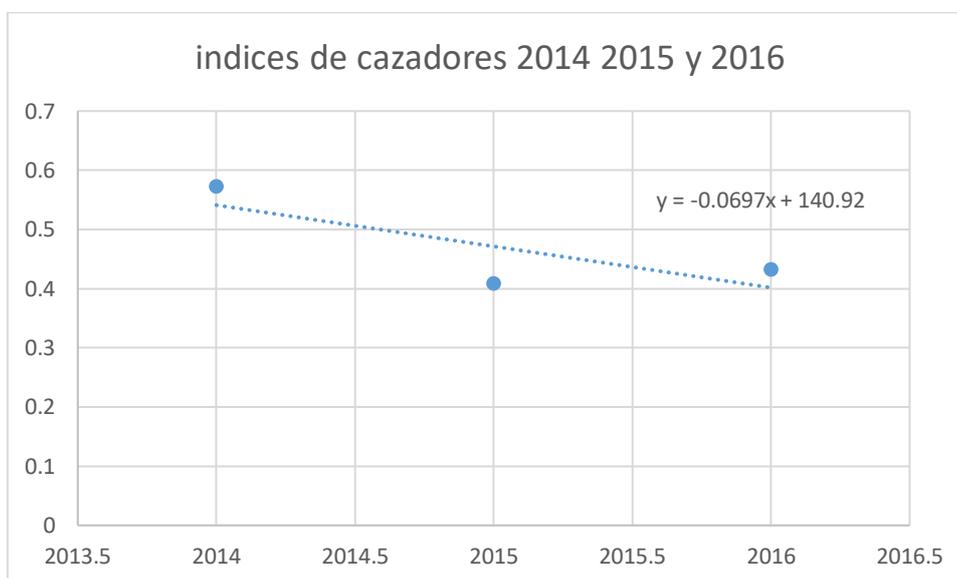


Figura 11: Dispersión de los índices de avistamiento de venado cola blanca realizados por cazadores durante las temporadas de caza en el CCEA durante los tres años de estudio.

A simple vista se observan las pendientes de las rectas obtenidas, ambas negativas, lo que indica un descenso en la población de venados cola blanca, como ya se evidenció anteriormente se debe a la demora en la llegada de las lluvias durante los últimos meses del año 2014 y los primeros meses del 2015. Además, estos grupos de datos se aproximaron a

tendencias normales al utilizar Past v 3.20, por esta razón para complementar los gráficos anteriormente mostrados se presenta el ANOVA de estas dos rectas utilizando métodos paramétricos siendo las pruebas t y F las indicadas para nuestro caso, las tablas 36 y 37 son extraídas de las salidas de PAST v 3.20 disponibles en el Anexo 13.

Tabla 24: Resultados prueba t para medias iguales índices de cámaras vs índices de cazadores

t :	p (same mean):	0,19847
Varianzas no iguales. t :	p (same mean):	0,26348

Tabla 25: Resultados prueba F para varianzas iguales índices de cámaras vs índices de cazadores

Prueba para varianzas iguales	F
p (same var.):	0,0003

Al observar los valores de estas tablas se puede observar que para ambos índices la diferencia entre sus promedios mostrados no es significativa, al contar con dos pruebas t se prefiere la prueba para varianzas desiguales como menciona Hammer *et al.* (2001), pero al observar la prueba F es evidente que ambos coeficientes de variación son muy diferentes. Llevando a una interpretación biológica se tiene que tanto cámaras como cazadores proporcionan información correcta de la cantidad de venados en el coto, avistados o fotografiados, pero en cuanto la variación de estos datos, son las cámaras las que presentan tanto mayor número de individuos observados como diferencias entre sus observaciones. Esto se debe a que las cámaras se encuentran activas durante todo el año y los cazadores solo captan información durante la temporada de caza, aun así que ambos índices muestren la misma dirección a la que se dirige la población de venados es un gran resultado para futuros estudios de fototrampeo en el CCEA.

V. CONCLUSIONES

1. Se logró evidenciar la relación entre la estacionalidad del bosque seco, representada por la precipitación, figura 2, y la población de hembras con crías de venado cola blanca, representados por los índices basados en fototrampeo tablas 4, 5 y 6 mediante los índices CPUE calculados. Siendo esta una relación directamente proporcional.
2. Con las fotografías obtenidas y la elaboración de índices poblacionales se determinaron los meses en los cuales las crías nacen en el CCEA, al escoger los dos meses antes de los máximos registros fotográficos para cada año; siendo para el 2014 la mayor cantidad de nacimientos en febrero y marzo, para el 2015 durante enero y febrero y finalmente en el 2016 durante septiembre y octubre, siendo información relevante para programar la temporada de caza en esta área natural protegida.
3. En cuanto a la correlación existente entre los datos de precipitación y los índices de abundancia relativa de cámaras trampa para los venados hembras acompañadas de sus crías se concluyó que son las lluvias de hace un año las que representan mejor la condición actual de esta parte de la población de los venados en el CCEA. Esto se valida al comparar este caso con lo expuesto por Mech *et al.* (1991).
4. Al evaluar la eficacia del método de cámaras trampa en el CCEA se obtuvo que el modelo de instalación de cámaras es bueno y no presenta gran variabilidad en cuanto a la constancia y calidad de datos que se recaban a lo largo del año debido a la permanencia constante de numerosas cámaras en la zona baja del CCEA y una pocas en la parte alta, además del respaldo estadístico que se muestra en los resultados.
5. Al realizar la comparación de los índices obtenidos por cámaras trampa con los índices de avistamiento de cazadores, se concluye que a pesar de ser muy diferentes en cuanto a valores numéricos y no centrarse en un sector de la población de venados, éstos poseen la misma tendencia que en este caso es el descenso en el número de venados observados durante los años 2014, 2015 y 2016.

VI. RECOMENDACIONES

Se recomienda retomar el proyecto de cámaras trampa en el CCEA ya que, ante problemas logísticos, deterioro de equipo y factor climático, las cámaras trampa fueron retiradas a inicios del año 2017, es así que ya no se tiene disponible información de cámaras trampa desde ese año.

Para la disminución de desgaste de las cámaras se recomendaría limitar más su distribución a lugares con poca vegetación sin que dejen de ser sitios donde sea posible la detección de venado cola blanca durante la época húmeda del bosque seco, ya que se observó durante el análisis de fotografías que la información relativa a venado cola blanca y otras especies de fauna local es mínima por el hecho que las plantas rebrotan tan rápido que el lente de las cámaras es bloqueado.

Implementar proyectos o estudios de Marcado y Recaptura, este tipo de estudio como menciona O'Connell *et al.* (2001) son una buena alternativa a los índices de abundancia ya que, incluyen a un grupo control (población marcada) lo da más sustento a las decisiones tomadas a partir de este estudio. Y si es posible aumentar la finura en estimaciones se podrían aplicar modelos de ocupación para la población de venado cola blanca en el CCEA, esto estudios son ampliados por MacKenzie *et al.* (2006), de realizarse un estudio de ocupación se podrían tener localizar las zonas en el sector Sauce Grande del CCEA en las cuales se espera encontrar el mayor número de venado cola blanca.

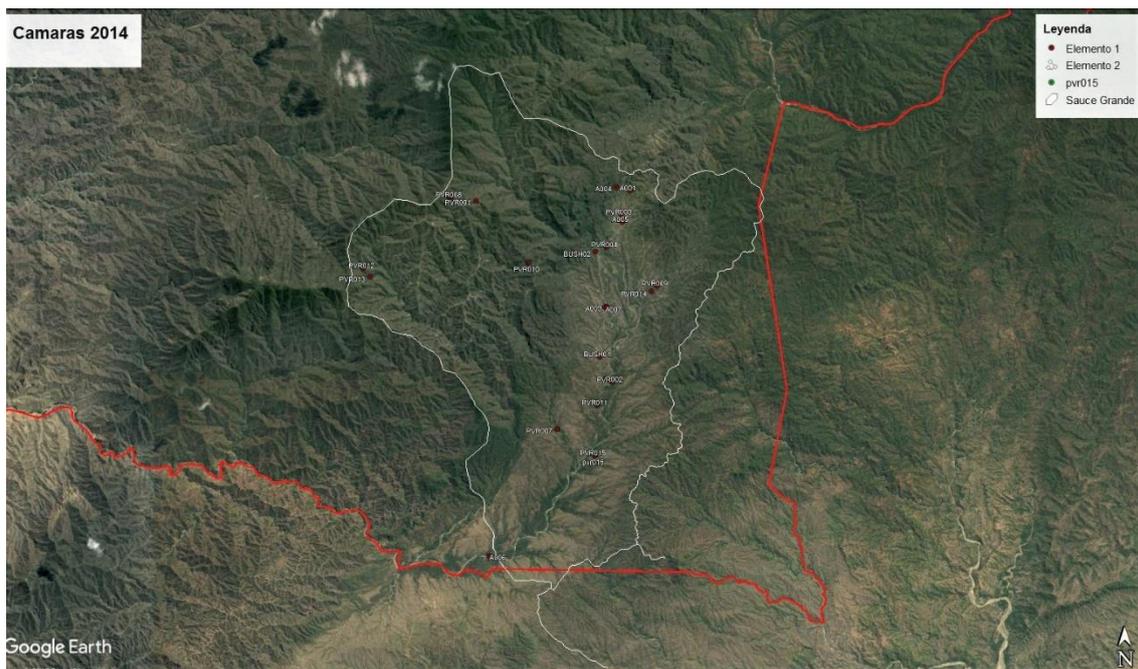
VII. BIBLIOGRAFÍA

- Altman, D., Machin, D., Bryant, T., & Gardner, M. (2013). *Statistics with Confidence: Confidence Intervals and Statistical Guidelines*, 2nd Edition. In Wiley.com. <https://www.wiley.com/en-us/Statistics+with+Confidence%3A+Confidence+Intervals+and+Statistical+Guidelines%2C+2nd+Edition-p-9781118702505>
- CCPT-P (Club de Caza Pesca y Turismo – Piura, Perú). (2016). Plan de Manejo Cinegético del Venado Cola Blanca (*Odocoileus virginianus* Zimmermann, 1780) en Sauce Grande (2016-2020). Piura, Perú.
- Chávez, C., de la Torre A., Barcenás, H., & Ceballos, G. (2013). Manual de fototrampeo para estudio de fauna silvestre. El jaguar en México como estudio de caso. ResearchGate; Alianza WWF-Telcel, Universidad Nacional Autónoma de México, México. https://www.researchgate.net/publication/276932386_Manual_de_fototrampeo_para_estudio_de_fauna_silvestre_El_jaguar_en_Mexico_como_estudio_de_caso
- Halls, L. 1984. *White-Tailed Deer: Ecology and Management* A Wildlife Management Institute book. Stackpole Books.
- Hammer, O., Harper D., & Ryan, P. (2001). PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Paleontología Electrónica*. History Museum. University of Oslo. <https://folk.uio.no/ohammer/past/>
- Hewitt, D. G. (2014). *Biology and Management of White-tailed Deer*. Boca Raton: CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781482295986>
- Leal, J., Linares, R. (2005). Los Bosques Secos de la Reserva de Biosfera del Noroeste (Perú): Diversidad Arbórea y Estado de Conservación. *Caldasia* 27(2): 195-211.
- Linares, R. 2002. A floristic and Phytogeographic Analysis of Peruvian Seasonally Dry Tropical Forest. Mg Sc. Thesis. Edimburg, United Kingdom. University of Edimburg.

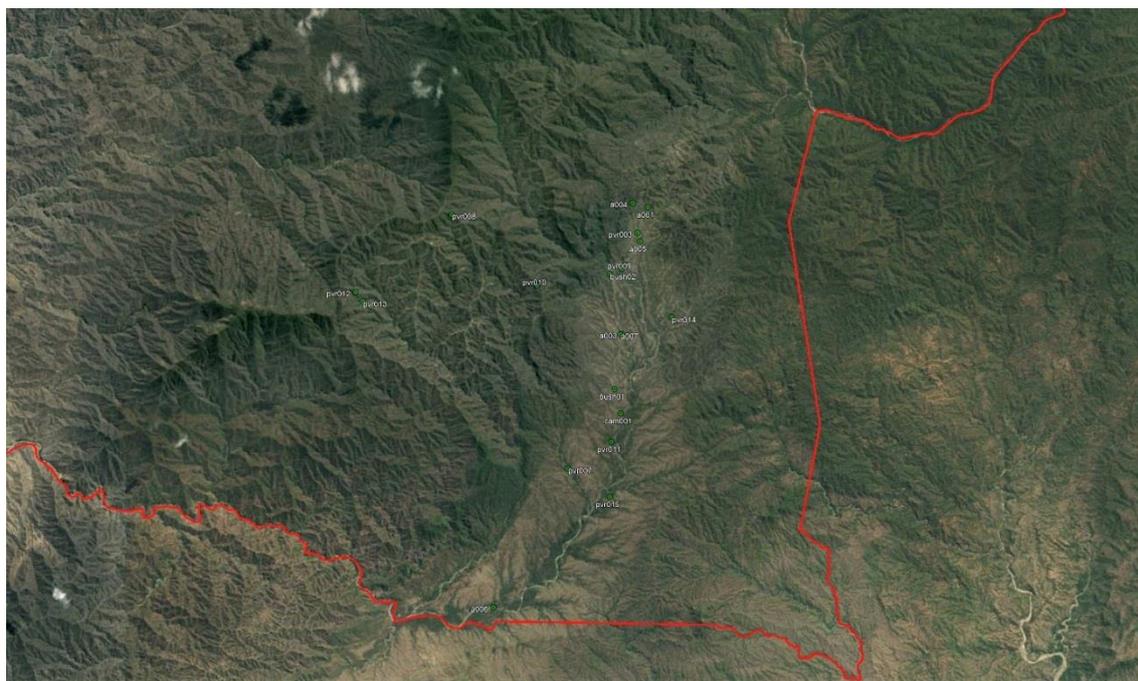
- MacKenzie, D., Nichols, J., Royle, J., Pollock, K., Bailey, L. & Hines, J. (2006). *Occupancy Estimation and Modeling: Inferring Patterns and Dynamics of Species Occurrence*. ELSEVIER. Reino Unido
- Mahard, T. (2014). *An Evaluation Of Citizen Science-Based Indices For Monitoring The Distribution And Abundance Of Bobcats (Lynx Rufus)*. Thesis Master of Science in Natural Resources: Wildlife and Conservation Ecology. New Hampshire, USA. University of New Hampshire. 84 p
- Mech, L. D., Nelson, M. E., & McRoberts, R. E. (1991). Effects of Maternal and Grandmaternal Nutrition on Deer Mass and Vulnerability to Wolf Predation. *Journal of Mammalogy*, 72(1), 146–151. JSTOR. <https://doi.org/10.2307/1381989>
- Mills, L.S. (2007). *Conservation of Wildlife Populations: Demography, Genetics, and Management*. Oxford. Reino Unido. BLACKWELL PUBLISHING. (pp. 21-26)
- O'Connell, A. F., Nichols, J. D., & Karanth, K. U. (Eds.). (2011). *Camera Traps in Animal Ecology*. doi:10.1007/978-4-431-99495-4
- R Core Team. (2013). *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <http://www.R-project.org/>
- Rovero, F., & Marshall, A. R. (2009). Camera trapping photographic rate as an index of density in forest ungulates. *Journal of Applied Ecology*, 46(5), 1011–1017. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2009.01705.x>
- Smith, W.P. (1991). Mammalian Species: *Odocoileus virginianus*. *The American Society of Mammalogists* 388:1-13.
- Tobler, M. (2013). San Diego Zoo Global Institute for Conservation Research. Software Camera Base v.1.6.1. Recuperado de: <http://www.atrium-biodiversity.org/tools/camerabase/>

VIII. ANEXOS

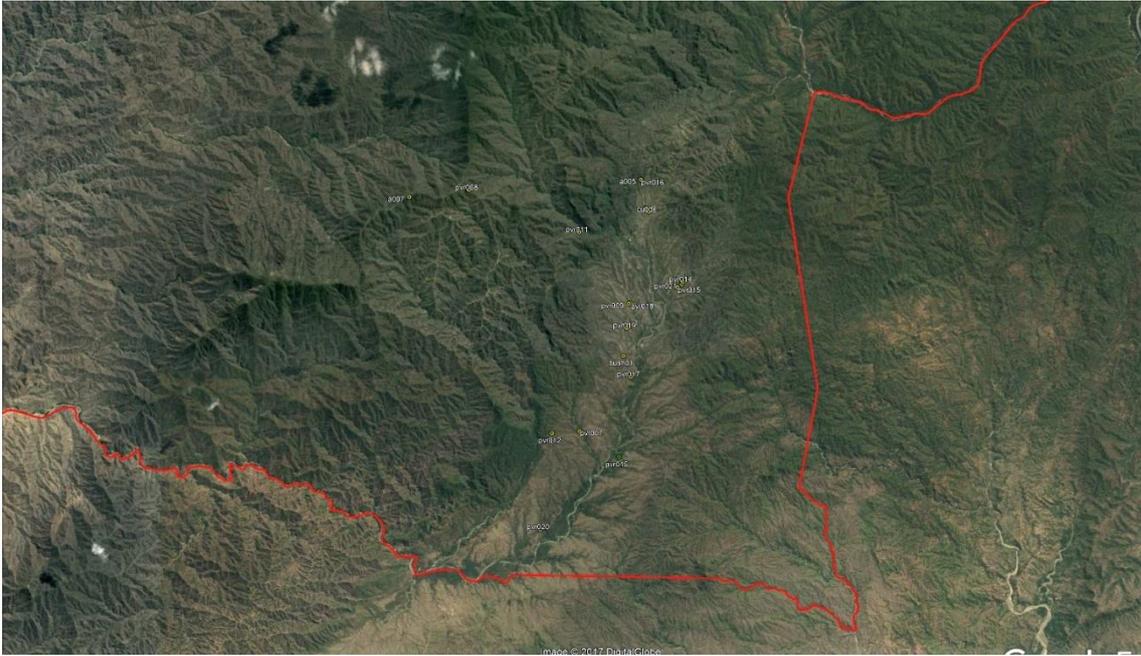
Anexo 1: Mapas de distribución de cámaras años 2014, 2015, 2016



FUENTE: Pedro Vásquez Ruesta



FUENTE: Pedro Vásquez Ruesta



FUENTE: Pedro Vásquez Ruesta

Anexo 2: Fotos de cámaras trampa con presencia de hembras de venado cola blanca y sus crías y fotografías consideradas vacías.



Bushnell

08-09-2015 07:25:52

FUENTE: Pedro Vásquez Ruesta



MOULTRIE



35°C

PVR 011

19 DEC 2014 12:08 pm

FUENTE: Pedro Vásquez Ruesta



FUENTE: Pedro Vásquez Ruesta



FUENTE: Pedro Vásquez Ruesta



FUENTE: Pedro Vásquez Ruesta



FUENTE: Pedro Vásquez Ruesta

Anexo 3: Tabla de datos de precipitación mensual promedio (mm) CCPT-P

PP prom/mes CCPT-P					
Mes/Año	2012	2013	2014	2015	2016
enero	26,7	13	12,7	0	45
febrero	442,5	16,2	25,3	83,4	286,6
marzo	212,4	173,4	31,7	294,2	337,8
abril	72,2	4	11	70,5	36,1
mayo	24,3	0	39,7	15	0
junio	0	0	0	13	0
julio	0	0	0	0	0
agosto	0	0	0	0	0
septiembre	0	0	0	0	0
octubre	0	0	0	0	0
noviembre	0	0	0	21,8	0
diciembre	0	0	0	0	0

Anexo 4: Análisis de distribución normal para agrupación por cámaras y meses salida PAST

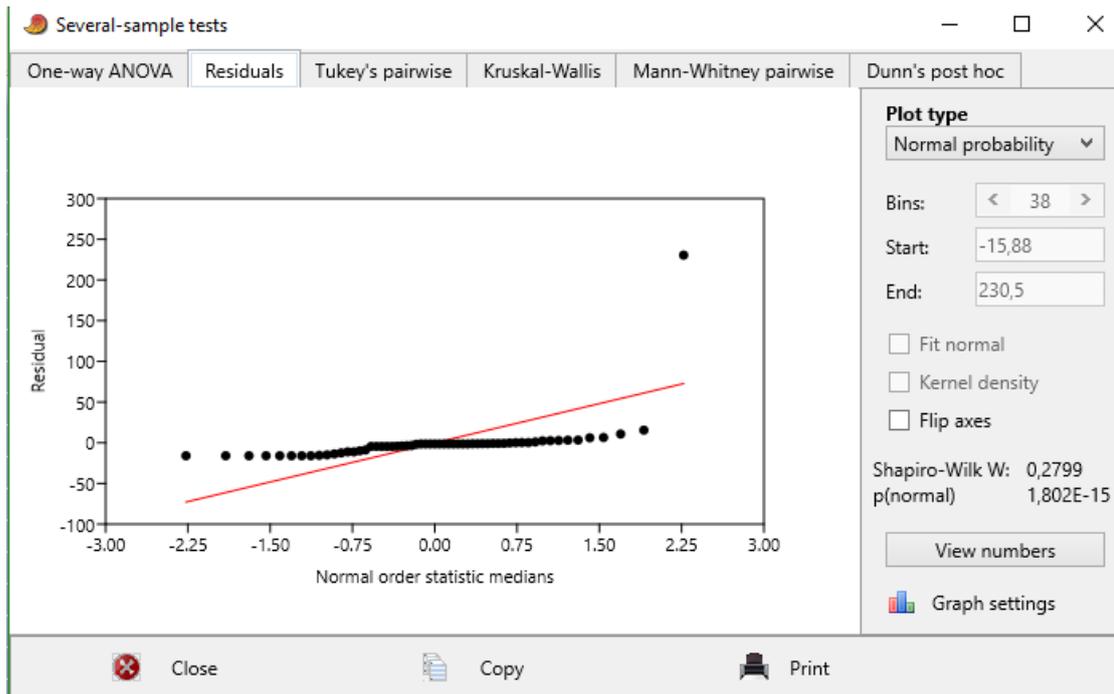
v 3.20

Tests for normal distribution						
	2014C	2015C	2016C	2014	2015	2016
N	20	16	23	12	12	12
Shapiro-Wilk W	0,3031	0,7705	0,6423	0,8506	0,7669	0,8365
p(normal)	8,055E-09	0,001133	2,721E-06	0,03732	0,004036	0,02513
Anderson-Darling A	5,941	1,329	3,491	0,6466	1,255	0,8323
p(normal)	3,211E-15	0,001258	4,923E-09	0,06875	0,001665	0,02206
p(Monte Carlo)	0,0001	0,0018	0,0001	0,069	0,0016	0,0186
Jarque-Bera JB	236,7	7,811	15,78	3,805	2,807	3,254
p(normal)	3,913E-52	0,02013	0,0003753	0,1492	0,2458	0,1965
p(Monte Carlo)	0,0001	0,014	0,0044	0,0298	0,0518	0,0414

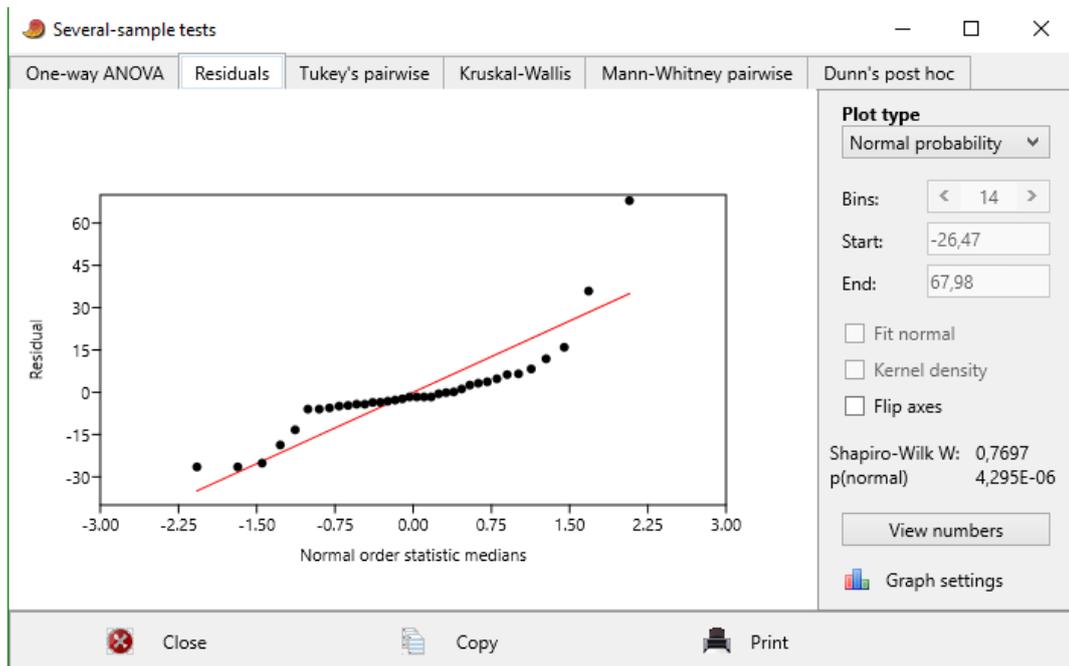
Copy
 Print
 Monte Carlo N:

Close

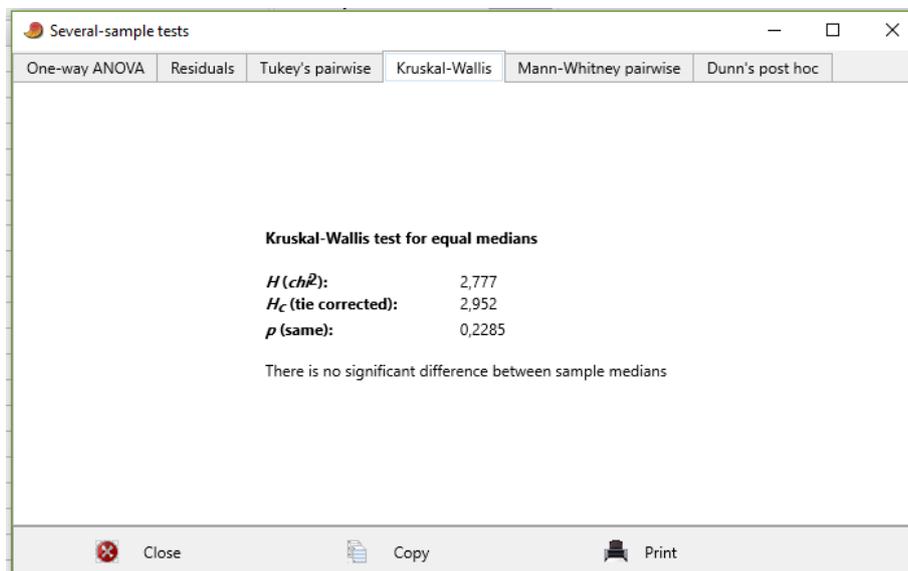
Anexo 5: Análisis de residuales para agrupación por cámaras



Anexo 6: Análisis de residuales para agrupación por meses

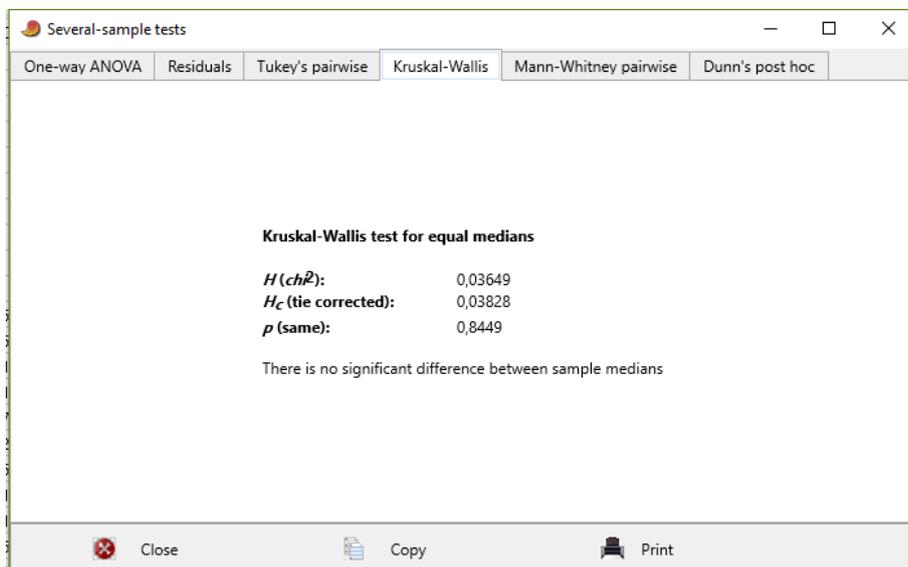


Anexo 7: Prueba de Kruskal Wallis Cámaras salida de PAST v 3.20

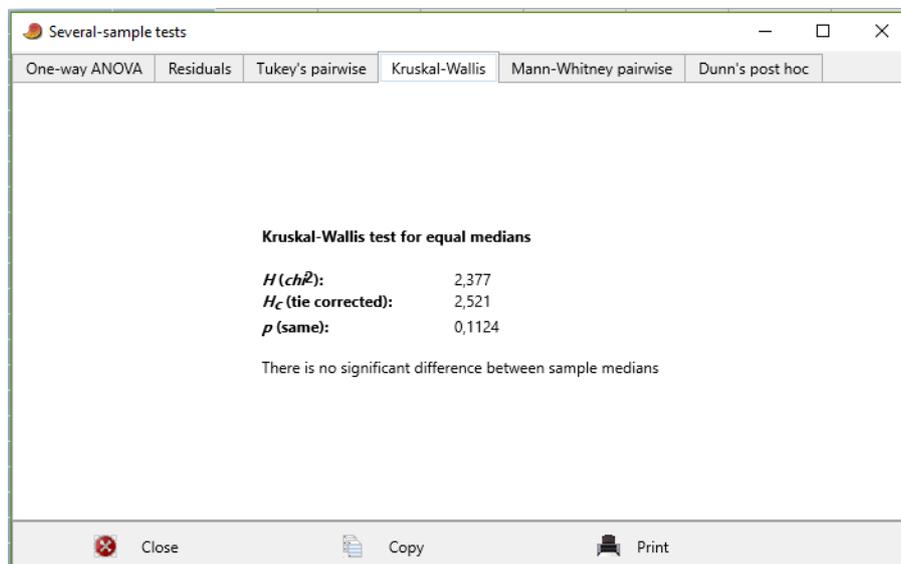


Anexo 8: Prueba de Kruskal Wallis Cámaras agrupaciones de dos en dos salidas de PAST
v 3.20

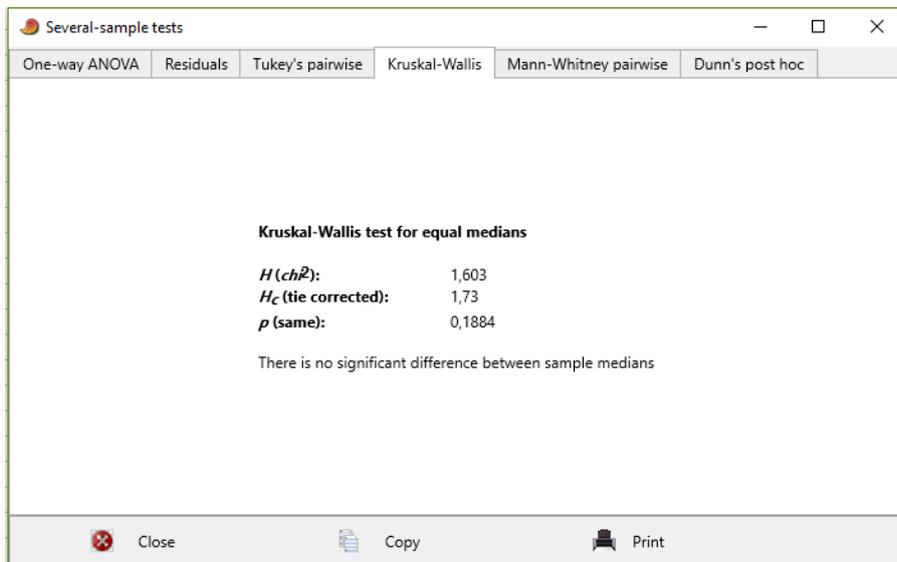
2014/2015



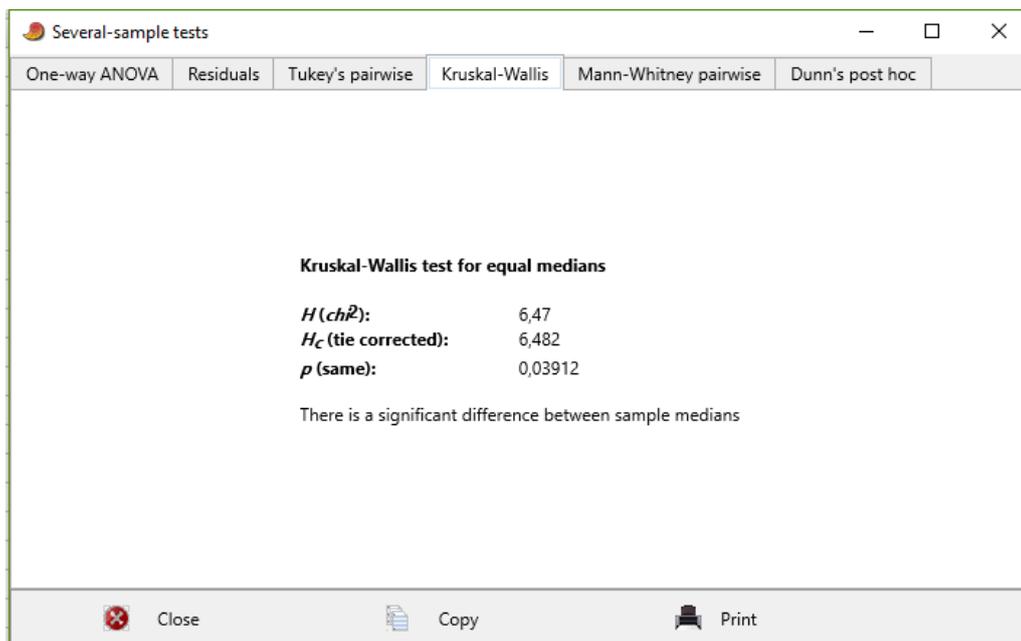
2015/2016



2014/2016

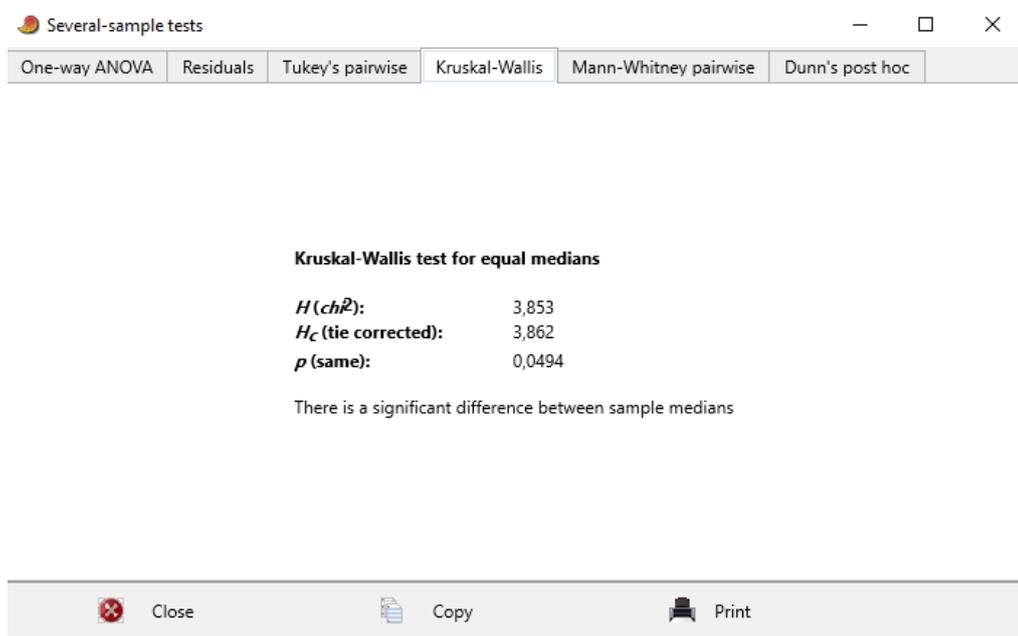


Anexo 9: Prueba de Kruskall Wallis Meses salida de PAST v 3.20

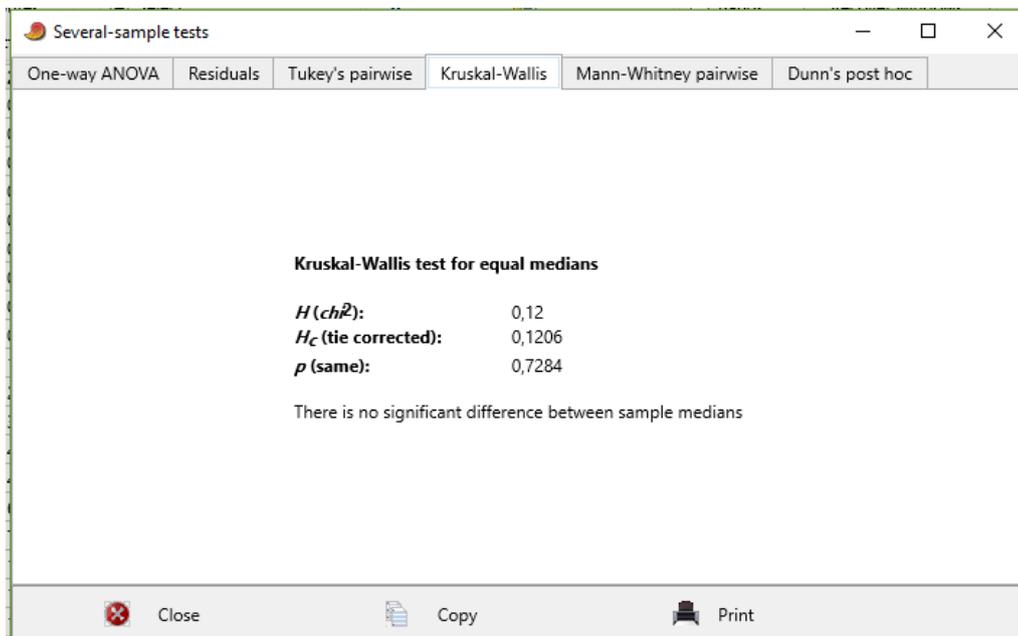


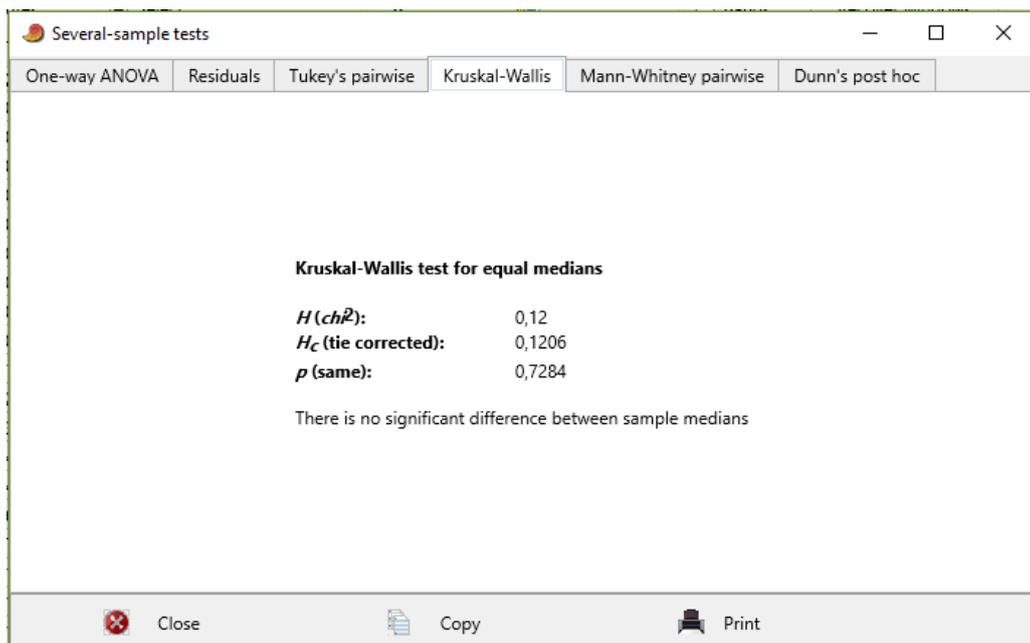
Anexo 10: Prueba de Kruskal Wallis Meses agrupaciones de dos en dos salidas de PAST v 3.20

2014/2015



2015/2016





Anexo 11: Salida errónea de IC en Past Intervalos con extremos negativos cámaras y meses

Cámaras

Cámaras	2014C	Low conf.	Up conf.	2015C	Low conf.	Up conf.	2016C	Low conf.	Up conf.
N	20	20	20	16	16	16	23	23	23
Median	1,67	-2,00	3,34	2,79	-1,29	5,59	0,19	-0,39	0,39
25 prcntil	0,00	-0,89	0,00	0,00	-2,58	0,00	0,00	-0,19	0,00
75 prcntil	6,85	-2,12	10,47	7,04	-1,18	11,06	1,73	-1,35	3,08
Coeff. var	343,01	304,00	585,05	131,83	77,96	178,33	171,12	94,71	221,46

Meses

Meses	2014	Low conf.	Up conf.	2015	Low conf.	Up conf.	2016	Low conf.	Up conf.
N	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00
Median	21,72	9,69	38,87	2,04	-6,12	2,90	1,88	-0,55	2,44
25 prcntil	2,95	-15,20	5,90	1,13	0,27	2,15	1,33	0,94	2,33
75 prcntil	34,25	-17,93	46,17	10,47	0,05	18,74	4,93	1,16	7,70
Coeff. Var	105,79	62,42	151,72	124,17	74,07	170,68	92,38	65,26	129,22

Anexo 12: Tablas de Intervalos de confianza para agrupación por cámaras y meses para los años 2014, 2015 y 2016

Tabla 12.1: Intervalos de Confianza, percentil y Bootstrap (Bca) para la mediana poblacional de índices por cámaras año 2014

Cámaras 2014		Bootstrap Bca LC	Bootstrap Bca UC
N	20	20	20
Median	1,67	0,00	5,35
25 prntil	0	0	0
75 prntil	6,850078	1,949209	12,47494
Coeff. var	343,0056	172,7294	407,7494

Tabla 12.2: Intervalos de Confianza para la mediana poblacional de índices por cámaras año 2014

Mediana muestra	95%	IC mediana poblacional
R	6	0
S	15	6,014702606

Tabla 12.3: Intervalos de Confianza, percentil y Bootstrap (Bca) para la mediana poblacional de índices por cámaras año 2015

Cámaras 2015		Bootstrap Bca LC	Bootstrap Bca UC
N	16	16	16
Median	2,79	0,00	4,68
25 prntil	0	0	0
75 prntil	7,035446	2,577873	15,25242
Coeff. var	131,8344	95,32485	218,0138

Tabla 12.4: Intervalos de Confianza para la mediana poblacional de índices por cámaras año 2015

Mediana muestra	95%	IC mediana poblacional
R	4	0
S	13	7,08915145

Tabla 12.5: Intervalos de Confianza, percentil y Bootstrap (Bca) para la mediana poblacional de índices por cámaras año 2016

Cámaras 2016		Bootstrap Bca LC	Bootstrap Bca UC
N	23	23	23
Median	0,19	0,00	0,39
25 prcntil	0	0	0
75 prcntil	1,733102	0,1925669	4,621606
Coeff. var	171,1153	127,8732	269,1151

Tabla 12.6: Intervalos de Confianza para la mediana poblacional de índices por cámaras año 2016

Mediana muestra	95%	IC mediana poblacional
R	7	0
S	17	1,540535336

Tabla 12.7: Intervalos de Confianza, percentil y Bootstrap (Bca) para la mediana poblacional de índices por meses año 2014

Meses 2014		Bootstrap Bca LC	Bootstrap Bca UC
N	12	12	12
Median	21,72	3,90	32,75
25 prcntil	2,95166	0	20,49454
75 prcntil	34,25039	18,65672	79,52773
Coeff. var	105,7937	72,9984	175,6235

Tabla 12.8: Intervalos de Confianza para la mediana poblacional de índices por meses año 2014

Mediana muestral	95%	IC mediana poblacional
R	3	1,337
S	10	34,752

Tabla 12.9: Intervalos de Confianza, percentil y Bootstrap (Bca) para la mediana poblacional de índices por meses año 2015

Meses 2015		Bootstrap Bca LC	Bootstrap Bca UC
N	12	12	12
Median	2,04	1,07	6,77
25 prcntil	1,12782	0,1074114	1,879699
75 prcntil	10,47261	1,718582	19,11923
Coeff. var	124,1699	88,98717	200,585

Tabla 12.10: Intervalos de Confianza para la mediana poblacional de índices por meses año 2014

Mediana muestral	95%	IC mediana poblacional
R	3	1,074
S	10	10,741

Tabla 12.11: Intervalos de Confianza, percentil y Bootstrap (Bca) para la mediana poblacional de índices por meses año 2016

Meses 2016		Bootstrap Bca LC	Bootstrap Bca UC
N	12	12	12
Median	1,88	1,00	3,10
25 prcntil	1,328712	0,221452	1,328712
75 prcntil	4,927306	1,328712	8,5259
Coeff. var	92,3836	67,4047	136,6014

Tabla 12.12: Intervalos de Confianza para la mediana poblacional de índices por meses año 2016

Mediana muestral	95%	IC mediana poblacional
R	3	1,329
S	10	5,536

Anexo 13: Correlación Precipitación mensual e índices de abundancia de Venados hembra y crías.

Correlation
— □ ×

Table	Plot		Indices h+c	Lluvias CCPTF	Lluvia 6 mese	Lluvia 12 mes	Lluvia 18 mes	Lluvia 24 mes
		Indices h+c		0,19138	0,34045	0,10692	0,784	0,9006
		Lluvias CCPTF	8527,5		0,00056666	0,00022216	0,0021906	2,43E-05
		Lluvia 6 mese	5872,5	9860		0,00069794	8,0202E-05	0,0021925
		Lluvia 12 mes	8886	2341,5	9799,5		0,0020447	2,9222E-05
		Lluvia 18 mes	6560,5	9279	2039	9299,5		0,0005023
		Lluvia 24 mes	7021	1752,5	9279,5	1795,5	9526,5	

Correlation statistic

Linear r (Pearson)

Spearman's D

Spearman's rs

Kendall's tau

Polyserial rho

Partial linear

Table format

Statistic \ p(uncorr)

Statistic

p(uncorr)

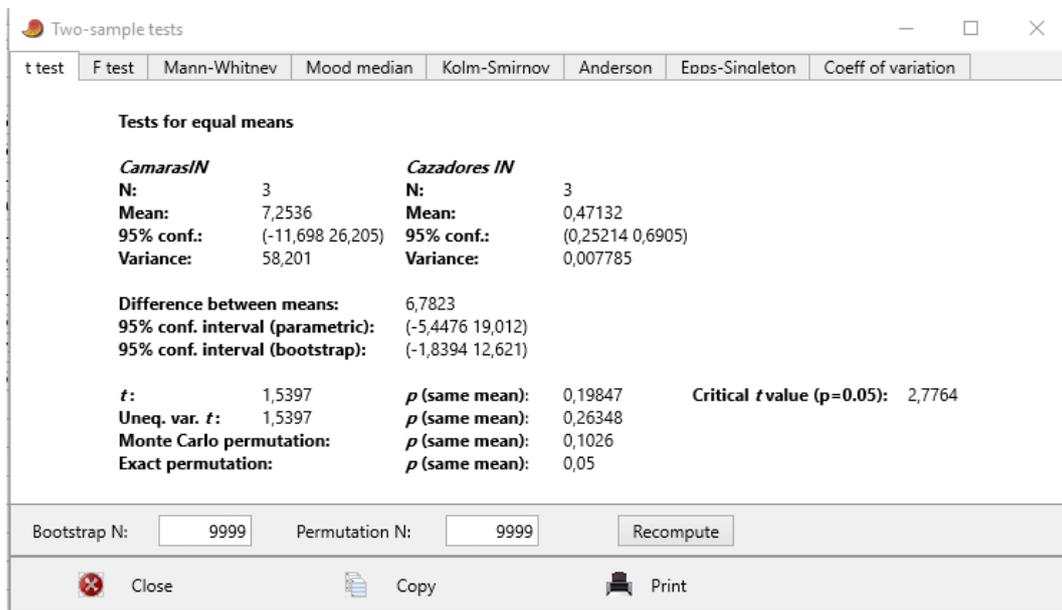
Permutation p

Bonferroni correction

Close
Copy
Print

Anexo 14: Prueba t y F para tendencias de índices Cámaras vs cazadores

Prueba t:



Prueba F:

