



Estudio sobre los factores generales de rendimiento en bádminton para poder plantear entrenamientos

Universidad de Sevilla

Facultad de Ciencias de la Educación

Trabajo Fin de Grado

Curso 21/22

Realizado por:
José Antonio Pozo Zamora

Dirigido por:
Fátima Palacios Rodríguez

ÍNDICE

1. Resumen.....	1
2. Introducción.....	2
3. Estudio descriptivo.....	9
4. Estudio de los test según sexo, nivel y categoría.....	16
5. Estudio de las variables cualitativas.....	28
6. Modelos de regresión	30
7. Conclusiones.....	33
8. Bibliografía.....	34

1. Resumen

Este trabajo de fin de grado tiene como objetivo realizar y estudiar un conjunto de test que determinan el rendimiento en jugadores de bádminton. Estos test se basan en parámetros básicos de rendimiento del bádminton. Por tanto, si un jugador tiene un rendimiento positivo en estos test, se va a apreciar una condición física idónea para destacar en este deporte. Este estudio se realiza utilizando una muestra de 40 individuos que juegan al bádminton cuyas edades comprenden desde los 10 años hasta los 29 años. En primer lugar, se presenta una breve introducción donde se explican las principales características de cada test realizado. En segundo lugar, se realiza un estudio estadístico descriptivo de las variables consideradas. A continuación, se estudia la relación entre las distintas variables cualitativas y cuantitativas del estudio utilizando contrastes de hipótesis. Por último, se analizan modelos de regresión que nos permitan obtener predicciones en un futuro.

Palabras claves: bádminton, rendimiento, test, sexo, nivel

Abstract: This end-of-degree project aims to carry out and study a set of tests that determine the performance of badminton players. These tests are based on basic badminton performance parameters. Therefore, if a player has a positive performance in these tests, an ideal physical condition will be appreciated. This study is carried out using a sample of 40 individuals who play badminton whose ages are between 10 and 29 years old. First of all, a brief introduction is presented where the main characteristics of each test are explained. Secondly, a descriptive statistical study of the variables considered is carried out. Next, the relationship between the different qualitative and quantitative variables of the study is studied using hypothesis contrasts. Finally, regression models are analyzed that allow us to obtain predictions in the future.

Keywords: badminton, performance, test, sex, level

2. Introducción

Este trabajo de fin de grado se centra en el deporte del bádminton. El bádminton es un deporte de raqueta cuyo objetivo es que el volante pase a través de la red y caiga en las delimitaciones de pista del rival o contrario.

El bádminton como el resto de deporte tiene varias subdivisiones: por categoría de edad, por nivel de juego o por modalidad de juego. En la tabla 1, se muestran las categorías que tiene cada una de las variables indicadas.

Tabla 1

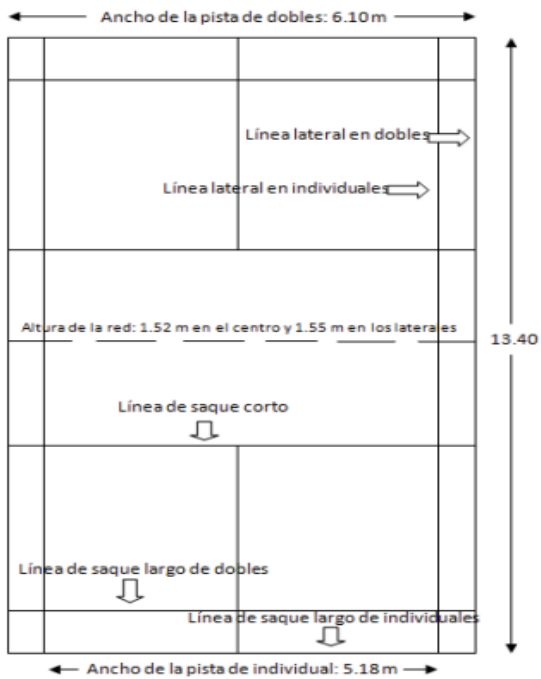
Subdivisiones en bádminton

Nivel de juego	Categoría de edad	Modalidad de juego
	-Sub 11	
-Local	-Sub 13	-Individual Femenino
-Provincial	-Sub 15	-Individual Masculino
-Autonómico	-Sub 17	-Dobles Masculino
-Nacional	-Sub 19	-Dobles Femenino
-Europeo	-Absoluto	-Dobles Mixto
-Internacional	-Senior (Diferentes categorías)	

Una pista de bádminton (ver figura 1) se divide en 2 partes simétricas mediante una red que se sitúa a una altura de 1,55 m en los laterales y de 1,52 m en medio. La pista de bádminton tiene una delimitación de 6,20 m x 13,40 m.

Figura 1

Pista de bádminton con sus dimensiones



Notas: Imagen de Abián (2015)

El equipamiento para poder jugar a bádminton son la raqueta, su cordaje y los volantes. Una raqueta (ver figura 2) suele pesar entre 75 y 90 g y las partes de las que se compone son: Cabeza, varilla y empuñadura. El cordaje se sitúa alrededor de la cabeza y su grosor suele estar entre 0.65 mm y 0.75mm.

Figura 2

Partes de una raqueta de bádminton



Notas: Imagen sacada de Fernández et al. (2005).

Un volante puede ser de dos tipos: sintético (nylon) o de pluma natural. En el conjunto de datos que se analiza los individuos usan estos dos tipos de volantes. El uso de un volante depende del nivel de jugador, en los datos de este trabajo hay individuos que juegan con volante de nylon porque están iniciándose y el volante dura más. Por otro lado, hay individuos que están compitiendo a un nivel elevado, como puede ser campeonatos de España, que juegan y entrenan con volante de pluma natural. Como curiosidad el volante de pluma natural lo componen 16 plumas del ala izquierdo del ganso.

Según Pearce (2002) el bádminton de raqueta se caracteriza por su dinamismo y rapidez de ejecución donde importa tener una gran base de habilidades técnicas, tácticas, psicológicas y una buena preparación física. Además es un deporte que se desarrolla a través de esfuerzos intermitentes de moderada a alta intensidad, provocados por acciones cortas y repetitivas (Cabello & Gonzalez, 2003).

En este trabajo fin de grado se analiza una muestra de 40 jugadores de bádminton con edad entre 10 a 29 años. El objetivo es obtener información de las habilidades de dichos jugadores que nos permita poder plantear entrenamientos para poder sacar el máximo partido en sus juegos.

A continuación se detallará cada test de este trabajo fin de grado:

-Test de Cooper

Fue creada por el Dr. Kenneth Cooper para determinar el VO₂ máx. en atletas varones. En 1977 fue adaptada por Gerchell para su aplicación en mujeres.

Este test mide la capacidad aeróbica de un jugador necesaria para poder resistir a los sucesivos esfuerzos intermitentes de cada punto. Según el estudio de Abián (2015) el tiempo real de juego de un partido en los juegos olímpicos de Londres fueron de 21 min, en la actualidad este tiempo ha subido. Es importante tener datos sobre la base aeróbica que pertenece a cada jugador para así poder averiguar su volumen de oxígeno máximo (VO₂máx) y poder planificar entrenamientos.

Según García Manso et al. (1996) se afirma que la distancia recorrida puede determinar el VO₂ max. de un individuo, ya que se relaciona con el agotamiento del cuerpo tras correr 12 min al máximo esfuerzo constante.

El resultado de test mide el nº de metros que realiza un individuo en 12 minutos.

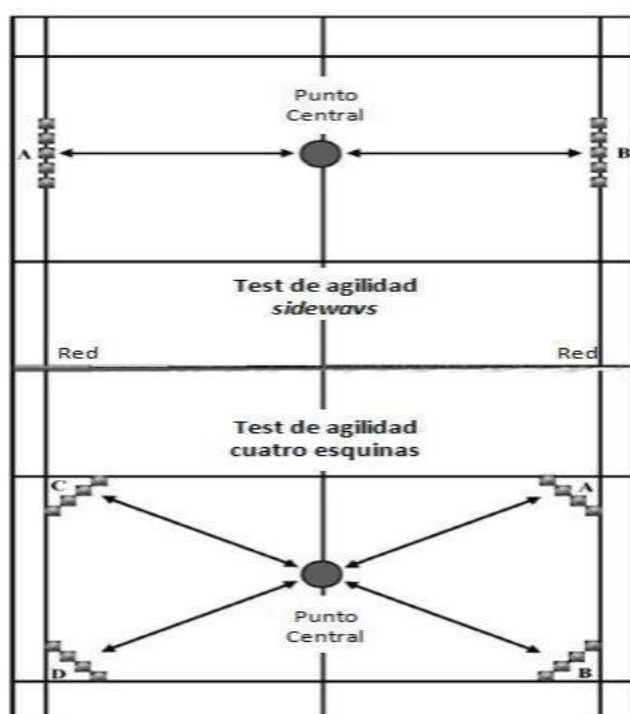
-Test de agilidad sideways

Este test es específico para este deporte ya que se mide la agilidad del individuo. Consiste en que a la señal, el individuo se desplace lateralmente por el ancho de la pista de individual mediante 10 repeticiones, desplazando en cada repetición un volante en dicha líneas laterales. Se anota para cada individuo el tiempo en segundos que tardan (ver figura 3)

Según el estudio de Ooi et al. (2009), la media de jugadores de élite está en torno a los 15 s y este test depende en gran parte de las habilidades técnicas.

Figura 3

Test de agilidad sideways



Notas: Imagen tomada de Abián (2015)

-Test de Sargent

El test de Sargent es una prueba de salto horizontal (ver figura 4) que sirve para medir la potencia del tren inferior, este test fue creado por Dudley Sargent en 1921.

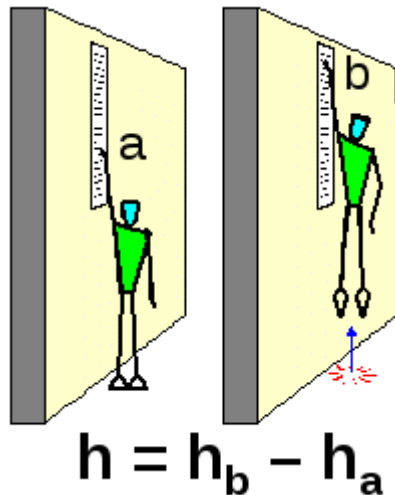
Según Martín (1986) el test se cumplimenta cuando se coloca el jugador de costado a la pared y extiende la mano hacia arriba en la pared sin despegar los pies del suelo y se marca hasta donde ha llegado sus puntas de los dedos. Después se salta pudiendo utilizar una flexo-extensión de todo el cuerpo para saltar lo más alto posible y se marca la señal de los dedos en el salto. Para cuantificar

este test se hace la diferencia entre la distancia del salto y la distancia sin saltar extendiendo la mano.
Se hará dos veces este test quedándose con la mejor marca.

El resultado de este test se mide en centímetros en valores enteros.

Figura 4

Test de Sargent



h = altura del salto; a = posición inicial del salto (altura inicial = h_a); b = altura máxima del salto (altura máxima = h_b).

Notas: Imagen sacada de Villa Vicente, J. G., & García López, J.

-Test de salto horizontal

El principal objetivo es medir el tren inferior en un salto horizontal. Según Martínez (2003), se colocará el jugador de pies tras una línea marcada, las piernas estarán colocadas como el jugador crea conveniente. Seguidamente el jugador flexionará tronco y piernas y realizara un salto hacia delante (ver figura 5). Se marca el registro en la parte más retrasada en la caída. Se mide el registro en centímetros.

Figura 5

Test de salto horizontal



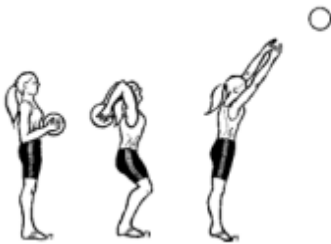
Notas: Imagen sacada de Martínez (2003)

-Test de lanzamiento de balón medicinal

El principal objetivo de este test es valorar la fuerza explosiva del tren superior. El jugador se colocará con los dos pies en paralelo en el recorrido del balón, se podrá flexionar el tronco para generar más fuerza y se realizará el lanzamiento por encima de la cabeza y sin levantar los pies del suelo, habrá una cinta métrica y se marcará el sitio donde cayó el lanzamiento (ver figura 6). Según la evidencia en el estudio de Blázquez (1990) el peso del balón será de 3 kg para ambos sexos.

Figura 6

Test balón medicinal



Notas: Imagen tomada de Martínez (2003)

-Test de abdominales

Este test mide la fuerza de los músculos de la parte anterior del tronco más concretamente el recto anterior, oblicuos del abdomen y el recto transversal del abdomen. Tener un tronco anterior fuerte es muy importante para el bádminton ya que es la base del cuerpo para que sea un movimiento armónico y evitemos lesiones en movimientos bruscos.

La mecánica de la prueba consiste en colocarse en decúbito supino con las piernas flexionadas 90° y las manos detrás de la nuca. Se podrá tener un ayudante para que nos fije los pies. Se dará la señal y se hará el mayor número de repeticiones de flexión y extensión de la cadera, esta prueba durará 30 segundos, se realizará dos veces y se cogerá la prueba con más ciclos realizados.

-Test del flamenco

El objetivo de esta prueba es valorar el equilibrio estático del jugador. El jugador se coloca de pie con un pie apoyado sobre una barra de espacio con 3cm de ancho y se eleva la otra pierna durante un minuto y se contabilizará las veces que toca la pierna levantada el suelo. Se realizará dos veces y se quedará con la mejor marca.

-Test de flexión de tronco

El objetivo de este test es ver el rango de movimiento de la articulación del tronco a través de su flexión. Se realiza una flexión del tronco llegando con las manos lo más lejos posible, se deslizan sobre la espalda hacia atrás deslizando el lingote sin movimientos bruscos y se mide la longitud desde los talones hasta las puntas de los dedos. Este test se mide en centímetros (cm) y se considera solamente valores enteros.

Esta flexión de tronco es importante a la hora de golpear ya que el individuo podrá llegar al volante cuando esté en unas condiciones más desfavorables si posee una mayor flexión de tronco.

3. Estudio descriptivo

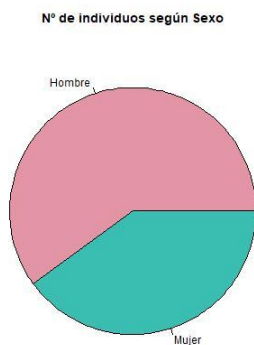
En esta sección, se presenta el análisis descriptivo de las variables del conjunto de datos. Para las variables cualitativas se presentan diagramas de barras y sectores. Para las variables cuantitativas se obtienen histogramas y las principales medidas estadísticas.

Las variables cualitativas del citado conjunto son el sexo, categoría de edad y nivel de juego.

En la figura 7 podemos contemplar el diagrama de sectores correspondiente a sexo. Se cuenta con un total de 24 hombres y 16 mujeres.

Figura 7

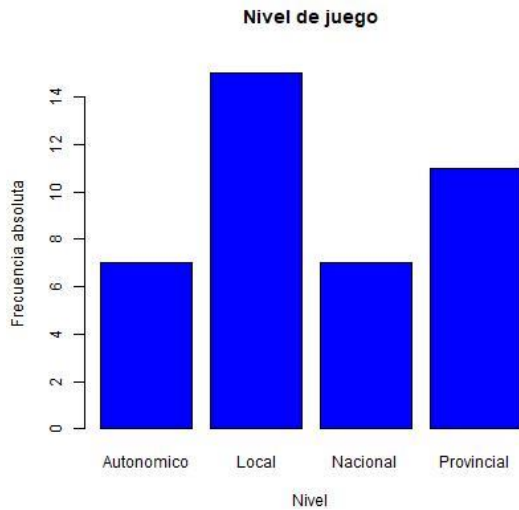
Gráfica de sectores nº de individuos según sexo



La variable nivel subdivide a los jugadores según el nivel que pertenecen o compiten. Las categorías de estas variables son: local, provincial, autonómico y nacional. Cada categoría está representada de la siguiente manera (ver figura 8): 7 individuos a nivel autonómico (compiten a nivel andaluz), 15 individuos a nivel local (personas que están empezando y compiten en torneos locales o amistosos), 7 individuos a nivel nacional (compiten en master nacionales y campeonatos de España y algún internacional) y 11 individuos a nivel provincial (compiten en el circuito provincial de Córdoba).

Figura 8

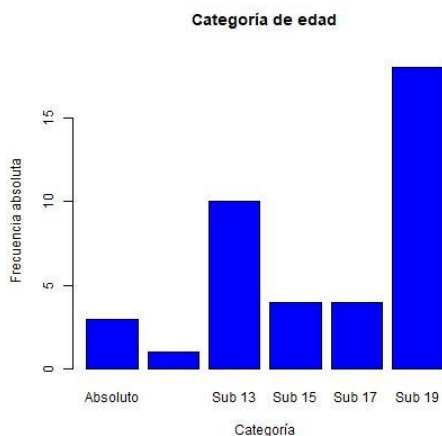
Gráfica de barras según nivel de juego



La variable categoría de edad, contiene categorías dependiendo de la edad en la cual compiten, en nuestro caso 1 individuo sub-11, 10 individuos sub-13, 4 individuos sub-15, 4 individuos sub-17, 18 individuos sub-19 y 3 individuos absolutos (ver figura 9). Esta categoría edad se basa en que si un jugador tiene 10 años es sub-11, si tiene 15 años sería sub-17 y si tiene 19 años sería absoluto.

Figura 9

Gráfico de barras según la categoría de edad

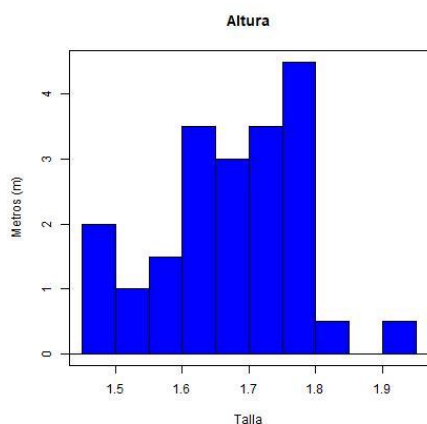


La variable talla es una variable cuantitativa continua, que explica la altura del jugador en metros. Es una medida importante ya que según el estudio de Campos et al. (2009) un jugador de nivel tiene

una altura en torno a 1,72 m (ver figura 10). Se puede apreciar como el mayor rango de jugadores es entre 1,75- 1,80 metros.

Figura 10

Gráfico de barras según altura



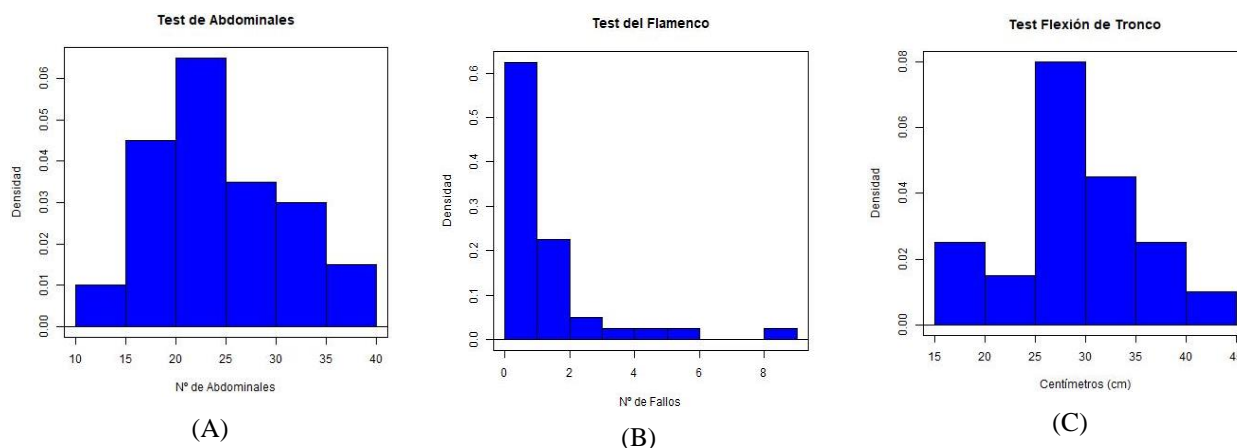
Las variables cuantitativas discretas de este trabajo son: test de abdominales, test de flexión de tronco, test de flamenco, test de Cooper y test de Sargent, mientras que de variables cuantitativas continuas encontramos el test de agilidad sideways, el test de salto horizontal y el test de balón medicinal.

Estos test se han realizado ya que se consideran que pueden determinar el rendimiento en cuanto a condición física en el bádminton.

-Variables cuantitativas discretas

Figura 11

(A) Histograma test de abdominales, (B) Histograma test del flamenco, (C) Histograma test flexión de tronco



En la figura 11 se pueden observar tres histogramas de las variables abdominales, flamenco y flexión de tronco.

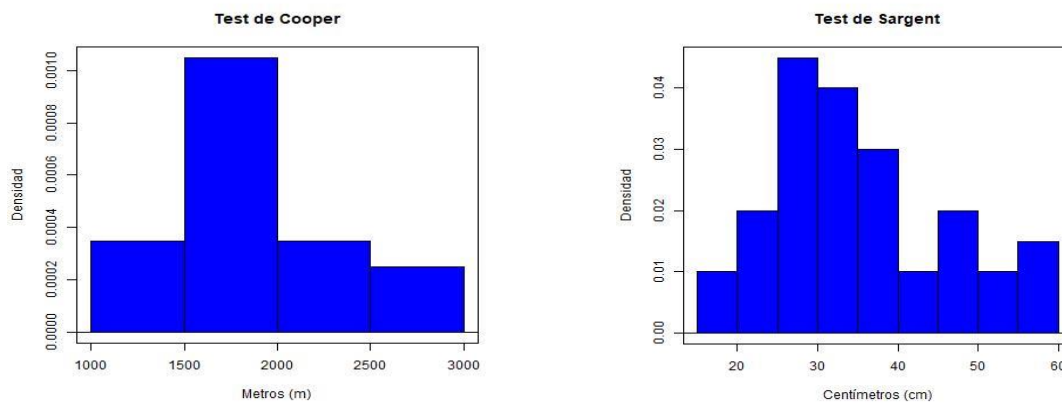
En la figura 11 (A) se observa como la variable abdominales podemos ver como el rango entre 20 y 25 n° de abdominales es el más amplio.

En la figura 11 (B) la variable flamenco, en su diagrama destaca el mayoritario rango de 0 fallos. Cabe destacar que hay un dato que es un outlier o dato alejado con 8 fallos en esta variable del test de flamenco.

En la figura 11 (C) la variable flexión de tronco, tiene su rango superior o mayoritario en torno a 20-25 cm.

Figura 12

(A) *Histograma test de Cooper*, (B) *Histograma test de Sargent*



(A)

(B)

En la figura 12 podemos observar dos histogramas relativos a la variables cuantitativas discretas como el test de Cooper y el test de Sargent.

En la figura 12 (A) la variable test de Cooper mide el histograma de metros- densidad viendo como el n° mayoritario de jugadores se posicionan entre los 1500-2000 metros.

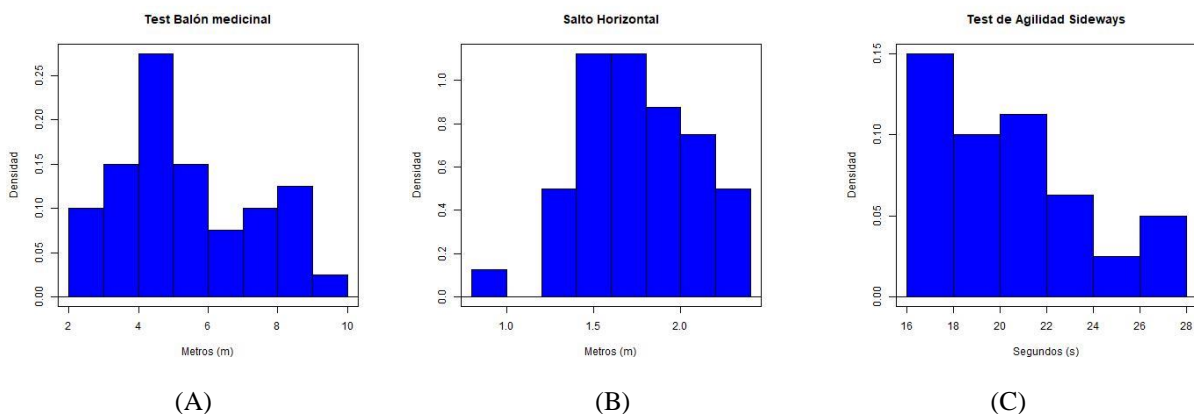
En la figura 12 (B) se observa la variable test de Sargent que acumula más

individuos en rango de 25-30 cm aunque hay rangos cercanos en cuanto al nº de individuos.

-Variables cuantitativas continuas

Figura 13

(A) *Histograma test balón medicinal*, (B) *Histograma test salto horizontal*, (C) *Histograma test de agilidad sideways*



En la figura 13 encontramos tres histogramas referentes a las variables cuantitativas continuas (test balón medicinal, salto horizontal y test de agilidad sideways).

En la figura 13 (A) se presenta un histograma de la variable balón medicinal medida en metros. Su mayor rango es de 4-5 m y se ve como un nº reducido de individuos realizan un lanzamiento mayor de 9 metros.

En la figura 13 (B) se representa el histograma de salto horizontal donde se aprecia como hay datos de un salto menor de un metro. En este histograma hay dos rangos que comprenden entre 1,4 m -1,8 m donde se acumulan más resultados de individuos. Como curiosidad a partir del rango de 1,8 metros se ve como en cada rango el nº de individuos va bajando, sinónimo de que esos resultados son más difíciles de conseguir.

La figura 13 (C) representa el histograma relativo al test de agilidad sideways donde se ve como a priori los mejores resultados son los mejores a poder realizar en un rango de 16-18 segundos, en este test se da en los tiempos más bajos.

-Resúmenes numéricos

A continuación se va a mostrar la tabla 2 donde se mostrarán todas las variables y datos que reflejen su media, varianza, mediana, apuntamiento y asimetría.

Tabla 2

Resúmenes numéricos de las variables cuantitativas

Variable	Media	Varianza	Mediana	Apuntamiento	Asimetría
Abdominales	24.85	44.173	24	-0.402	0.523
Balón medicinal	5.469	3.677	4.96	-0.928	0.394
Flamenco	1.45	3.446	1	6.223	2.225
Flexión de tronco	29.525	38.453	29	-0.115	-0.066
Salto horizontal	1.7655	0.113	1.755	-0.370	-0.108
Test agilidad sideways	20.421	10.702	20.05	-0.333	0.765
Test de Cooper	1918.5	209307.822	1920	0.035	0.298
Test de Sargent	36.575	116.990	35	-0.556	0.432
Talla	1.67825	0,010	1.69	-0.388	-0.333

En la tabla 2 hay diferentes medidas que serán explicadas a continuación:

La primera columna muestra la media de cada variable. Una media es una medida que tiene una tendencia central, se halla sumando sus datos y dividiendo entre el n° de datos.

La segunda columna de la tabla 2 muestra la medida de la varianza, es una medida

de dispersión que muestra la variación del conjunto de datos respecto a su media. Las variables más dispersas son el test de Cooper y el test de Sargent.

La tercera columna muestra la mediana que es el valor del conjunto de datos que se posiciona en el centro, ya que hay el mismo nº conjunto de datos por arriba y por abajo.

La cuarta columna de esta tabla 2 presenta el apuntamiento o curtosis es una medida que representa lo achatada que está la distribución de datos. Por lo tanto la distribución puede ser *leptocúrtica* si el valor es mayor a 0, *mesocúrtica* si es igual a 0 y *platicúrtica* si es menor que 0. En nuestra tabla las variables leptocúrticas son: el test de flamenco y el test de Cooper, variables mesocúrticas no encontramos en esta tabla y variables platicúrticas son: test de abdominales, test de balón medicinal, test de flexión de tronco, test de salto horizontal, test de agilidad sideways, test de Sargent y talla.

La quinta columna muestra la medida asimetría, es una medida que indica el grado de simetría o asimetría tiene una distribución de datos. Por lo tanto una distribución puede ser *simétrico* si su valor es 0, si es menor que 0 representa una *asimetría negativa* y si es mayor que 0 tiene una *asimetría positiva*. En nuestra tabla no tenemos ninguna variable simétrica, si tenemos variables con asimetría negativa que son: test flexión de tronco, test salto horizontal y talla. Las variables con asimetría positiva son: test de abdominales, test de balón medicinal, test de flamenco, test de agilidad sideways, test de Cooper y test de Sargent.

4. Estudio de los test según sexo, nivel y categoría

En esta sección, el objetivo es analizar si existen diferencias para las variables observadas en términos de las categorías que definen a las variables cualitativas estudiadas. Es decir, se estudia las características medidas a los jugadores de bádminton según sexo, categoría de edad y nivel de juego. Para dicho fin, la categoría por edad se recodifica en dos nuevas categorías: menores de edad (sub-11, sub-13, sub-15 y sub-17) y mayores de edad (sub-19 y absoluto).

A su vez, según el nivel de juego, se consideran las nuevas categorías: amateur (jugadores locales y provinciales) y federados (jugadores a nivel autonómico y nacional).

El análisis citado se lleva a cabo con la realización de contrastes de hipótesis. Un contraste de hipótesis es un conjunto de técnicas estadísticas cuyo objetivo fundamental es rechazar o no rechazar una afirmación o conjetura acerca de una población. Según un nivel de confianza del 95%. Por lo tanto a un nivel de significación del 5% si el p-value es menor que 0,05 se rechaza la H_0 y al contrario si es mayor o igual a 0,05 se asume o no se rechaza la H_0 .

Todos los contrastes de hipótesis que se realizan en esta sección consideran una variable cuantitativa para la que se estudia si existen diferencias según una variable cualitativa con dos categorías. Es decir, se consideran dos poblaciones independientes en cada caso.

En primer lugar, si estudiamos una variable cuantitativa discreta se realiza el test no paramétrico, “Test de Wilcoxon para dos muestras”. Este test se basa en la mediana poblacional, sea X la variable cuantitativa estudiada según la variable cualitativa con dos categorías a y b, el contraste de hipótesis viene dado por:

$$\begin{cases} H_0: \text{mediana}(X_a) = \text{mediana}(X_b) \\ H_1: \text{mediana}(X_a) \neq \text{mediana}(X_b) \end{cases}$$

Siendo X_a y X_b la variable cuantitativa para la población con categoría a o b respectivamente.

En segundo lugar, si estudiamos una variable cuantitativa continua realizaremos primeramente el test de normalidad, será el Test de Shapiro-Wilk para cada población considerada. Sea X_i la variable cuantitativa continua, para la población i se realiza el test Shapiro-Wilk.

Se define como:

$$H_0: X_i \text{ Sigue distribución normal}$$

$$H_1: X_i \text{ No sigue distribución normal}$$

Si la hipótesis de normalidad se rechaza para al menos una de las dos poblaciones consideradas, se procede como en el caso de las variables discretas mediante el test de Wilcoxon para dos poblaciones independientes.

Si se puede asumir la hipótesis de normalidad para las dos poblaciones estudiadas, se procede con el test F de igualdad de varianzas y el test de medias para dos poblaciones normales independientes.

Sea $X_a \sim N(\mu_a, \sigma_a)$ y $X_b \sim N(\mu_b, \sigma_b)$, el test F de igualdad de varianzas. Se define como:

$$\begin{cases} H_0: \sigma_a^2 = \sigma_b^2 \\ H_1: \sigma_a^2 \neq \sigma_b^2 \end{cases}$$

Siendo σ_i^2 , la varianza poblacional asociada a la población i, i=a,b.

La conclusión del contraste de igualdad de varianzas hay que considerarlo para realizar el test de medias.

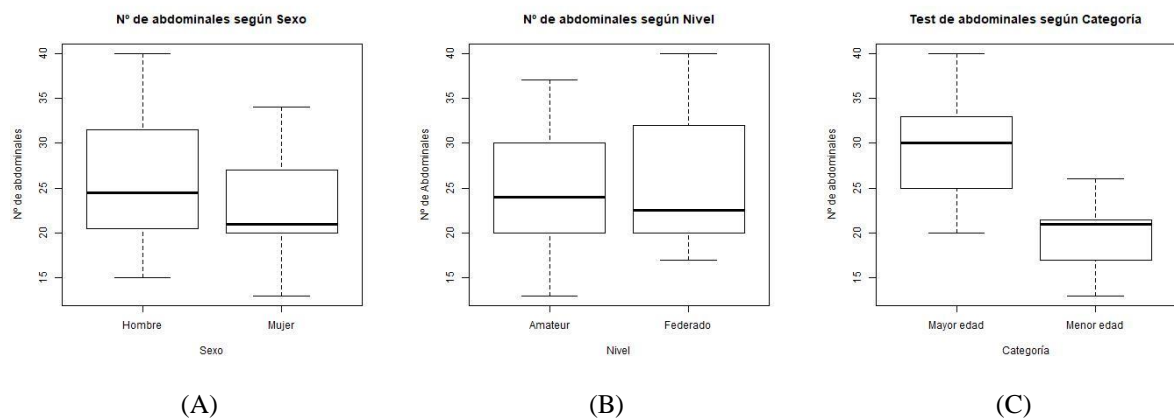
El test de medias para dos poblaciones independientes se define como:

$$\begin{cases} H_0: \mu_a = \mu_b \\ H_1: \mu_a \neq \mu_b \end{cases}$$

-Estudio de la variable abdominales

Figura 14

(A) Diagrama de caja nº de abdominales según sexo, (B) Diagrama de caja nº de abdominales según nivel, (C) Diagrama de caja nº de abdominales según categoría



En la figura 14 (A), la distribución del número de abdominales no es simétrica tanto hombre como para mujeres. Las medianas igualmente tanto de hombre como de mujer no están alineadas siendo la del hombre superior.

En la figura 14 (B), las medianas según el nivel, parece que están alineadas.

En la figura 14 (C), muestra que las medianas según la categoría están muy distante entre ellas, siendo mayor en mayor de edad.

Esta variable del n° de abdominales es una variable discreta por lo que se le hará un estudio de sus medianas a través del test no paramétrico de Wilcoxon para dos muestras.

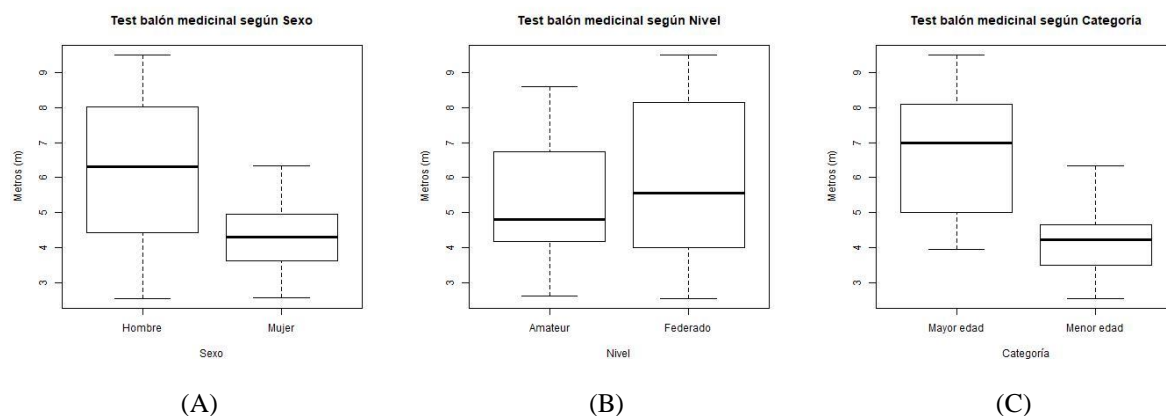
Al realizar este test para las variables sexo y nivel no se rechaza la H_0 por lo que se asume que no hay diferencias del n° de abdominales según el sexo y el nivel (p-value de sexo es 0.188 y p-value de nivel es 0.943).

Por el contrario, al realizar el test a la variable categoría (Figura 14 C) se rechaza la H_0 , se asume que hay diferencias del número de abdominales en la variable categoría (p-value es 0.000005).

-Estudio de la variable balón medicinal

Figura 15

(A) Diagrama de caja test balón medicinal según sexo, (B) Diagrama de caja test balón medicinal según nivel, (C) Diagrama de caja test balón medicinal según categoría



En la figura 15 (A): Ambas distribuciones del diagrama de caja según el sexo parecen asimétricas pero los datos de la categoría hombre están más dispersos.

En la figura 15 (B): La distribución de los metros en lanzamiento balón medicinal según el nivel están casi alineados, las dos categorías tienen un rango de datos dispersos pero siendo más pronunciados en federados.

En la figura 15 (C): Las medianas en este diagrama según la categoría están muy distantes, siendo superior en mayor de edad.

Al ser una variable cuantitativa continua se realiza primeramente un test de normalidad, en este caso Shapiro-Wilk para ver si las dos categorías siguen una distribución normal.

En las tres categorías sus dos variables siguen una distribución normal.

En la figura 15 (A), en hombres el p-value es de 0.217 y en mujeres de 0.671.

En la figura 15 (B), en amateur el p-value es de 0.128 y en federados de 0.354.

En la figura 15 (C), en mayor de edad el p-value es de 0.115 y en menor de edad de 0.377.

El siguiente paso es comprobar si ambas categorías tienen igualdad de varianzas a través del test F para dos varianzas.

Para la variable sexo se rechaza la H_0 , se asume que hay diferencias en las varianzas en el nº de metros en el test de balón medicinal según el sexo (p-value es 0.024).

Para la variable nivel y categoría se acepta H_0 , por lo que se supone que no hay diferencia de varianzas según la categoría y el nivel en el nº de metros lanzados en el test. En la variable nivel el p-value es 0.167 y en la variable categoría el p-value es de 0.077.

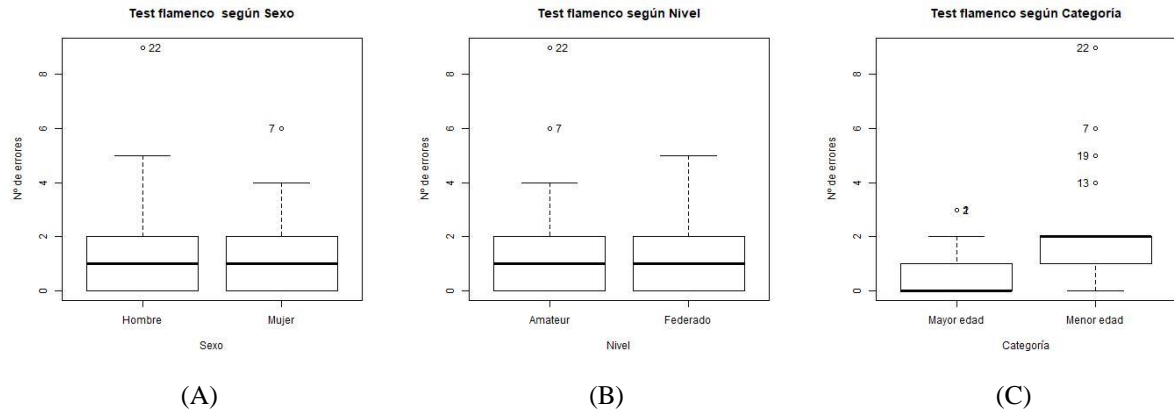
Por último se hace un estudio de medias a través del test t para muestras independientes, una vez comprobado la igualdad de varianzas, en este caso para las variables categoría y nivel.

Para las tres variables sexo, nivel y categoría se rechaza H_0 , por lo que se asume que hay una diferencia de medias en el nº de metros lanzados, para la variable sexo el p-value es de 0.00024, para la variable nivel el p-value es de 0.0007 y para la variable categoría de edad el p-value es de 0.002.

- **Estudio de la variable flamenco**

Figura 16

(A) Diagrama de caja test flamenco según sexo, (B) Diagrama de caja test flamenco según nivel, (C) Diagrama de caja test flamenco según categoría



En la figura 16 (A): Ambas distribuciones del diagrama de caja según el sexo son simétricas pero el nº de errores de la categoría hombre están más dispersos. Se observan un outlier en cada categoría.

En la figura 16 (B): La distribución de los errores según el nivel están alineados pero se en la categoría amateur encontramos dos outliers.

En la figura 16 (C): En esta figura destacan los outliers pues son hasta 5 individuos los que están fuera de los valores de las cajas y bigotes de su categoría. La distribución de los datos se encuentra muy distante.

El test de flamenco es una variable cuantitativa discreta ya que se cuenta el nº de fallos en esta prueba de equilibrio, por lo tanto se le realiza un estudio a través de un test no paramétrico, en este caso el test de Wilcoxon para dos muestras.

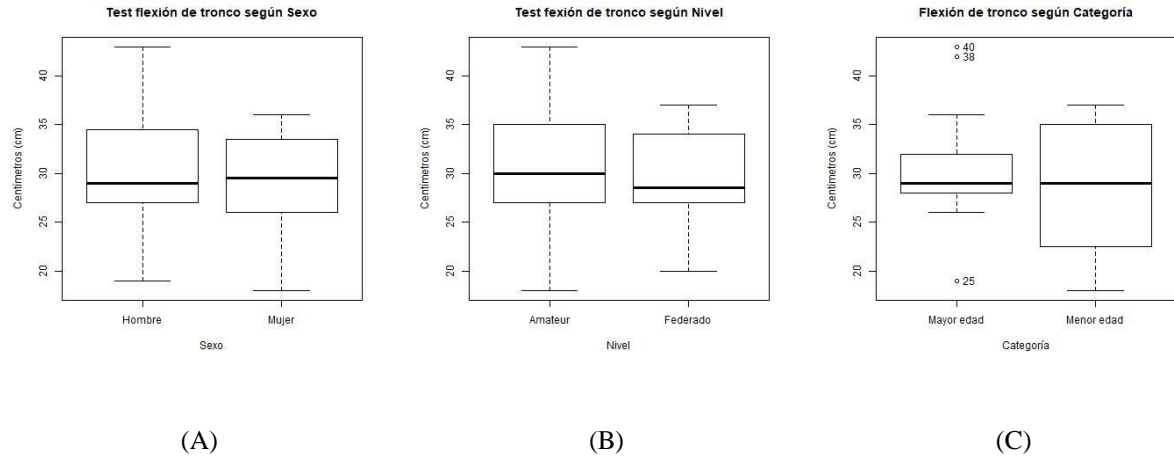
Para las variables sexo y nivel no se rechaza H_0 , por lo que se asume una igualdad el nº de errores para las categorías dentro de cada variable. El p-value para sexo fue de 0.956 y el p-value para nivel fue de 0.451.

Para la variable categoría se rechaza H_0 , se supone que existen diferencias entre el nº de errores entre las categorías de menor de edad y mayor de edad. (p-value es 0.027).

- **Estudio de la variable flexión de tronco**

Figura 17

(A) *Diagrama de caja test flexión de tronco según sexo, (B) Diagrama de caja test flexión de tronco según nivel, (C) Diagrama de caja test flexión de tronco según categoría*



En la figura 17 (A): La distribución de los centímetros está alineada según el sexo. La categoría hombre tiene el conjunto de datos más disperso.

En la figura 17 (B): Para la variable nivel el conjunto de datos se muestra simétricos en torno a las medianas. El conjunto de datos para la categoría amateur se encuentra muy disperso.

En la figura 17 (C): Se encuentra para la variable categoría, la distribución de datos simétricos, para la categoría mayor de edad su conjunto de datos se encuentra más disperso. Para la categoría menor de edad se observan tres datos fuera de la caja (outliers).

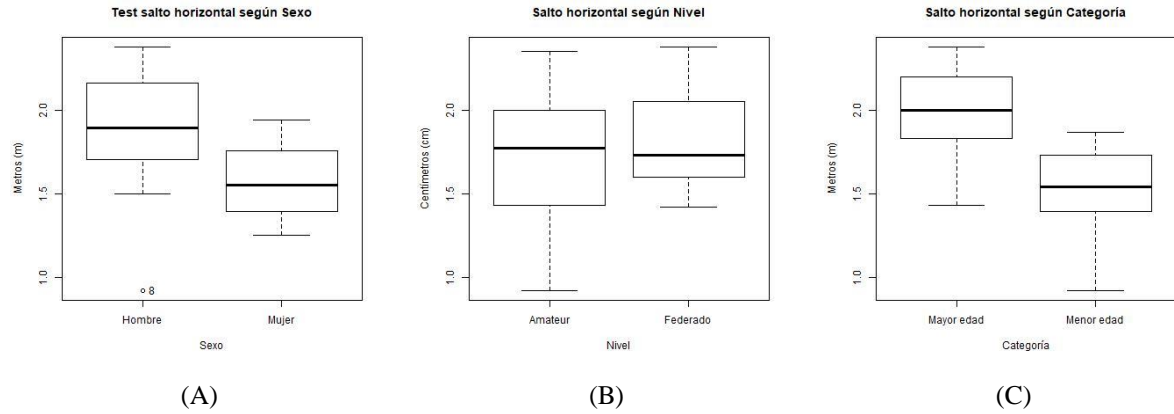
La variable flexión de tronco es una variable cuantitativa discreta ya que se cogieron valores enteros. Para comprobar la igualdad de sus medianas se le realizará el test de Wilcoxon para dos muestras.

Para las tres variables no se puede rechazar H_0 , se asume igualdad de medianas en el nº de centímetros para cada categoría dentro de su variable. El p-value para sexo es 0.879, el p-value para nivel es 0.504 y el p-value para categoría es 0.532.

- **Estudio de la variable salto horizontal**

Figura 18

(A) *Diagrama de caja test salto horizontal según sexo*, (B) *Diagrama de caja test salto horizontal según nivel*, (C) *Diagrama de caja test salto horizontal según categoría*



En la figura 18 (A): Las medianas según el sexo no están alineada siendo inferior la categoría mujer. La categoría hombre tiene un outlier.

En la figura 18 (B): Se contempla en este diagrama para la variable nivel una distribución de medianas casi simétrica pero teniendo la categoría amateur un distribución de datos más dispersa que la categoría federado.

En la figura 18 (C): Las medianas según la categoría se encuentran muy distante siendo superior la categoría mayor de edad.

Esta variable es cuantitativa continua por lo que primero hay que comprobar si ambas categorías siguen una distribución normal para las tres variables (sexo, nivel y categoría). No se rechaza H_0 , por lo que se verifica normalidad para las tres variables en sus categorías. Para la variable sexo (p-value hombre es 0.157 y p-value mujeres 0.243), para la variable nivel (p-value amateur es 0.731 y p-value federados 0.337) y para la variable categoría (p-value menor de edad es 0.455 y p-value mayor de edad es 0.300).

El siguiente paso es realizar un estudio de varianzas a través del test F para dos varianzas. No se rechaza H_0 por lo que se supone que hay igualdad de varianzas en el nº de metros saltados para las tres variables. El p-value para sexo es 0.130, el p-value para nivel es 0.354 y el p-value para categoría es 0.559.

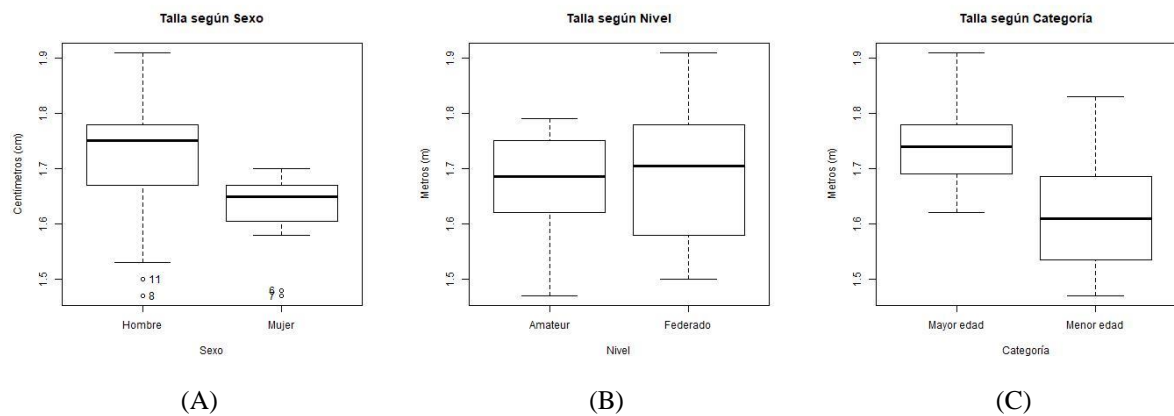
Por último, se hace un estudio de comprobación de igualdad de medias a través del test T para muestras independientes. Se rechaza H_0 , se supone que existe una desigualdad de

medias en la longitud de los saltos de los individuos para las tres variables (para sexo el p-value es 0.001, para nivel el p-value es 0.001 y para categoría el p-value es 0.002).

- **Estudio de la variable talla**

Figura 19

(A) Diagrama de caja talla según sexo, (B) Diagrama de caja talla según nivel, (C) Diagrama de caja talla según categoría



En la figura 19 (A): Según el diagrama de caja se observa las medianas distantes según el sexo. Ambas categorías tienen varios outliers y la categoría hombre tiene una distribución de datos más dispersa que la categoría mujer.

En la figura 19 (B): Se aprecia en este diagrama según el sexo, que ambas medianas están más o menos alineadas. La distribución de datos para la categoría federado es más dispersa que para la categoría mujeres.

En la figura 19 (C): Las medianas se encuentran muy distantes según la categoría.

Como es una variable continua realizaremos en primer lugar, la comprobación de la normalidad para las tres variables en sus respectivas categorías.

Las variables sexo y nivel rechazan H_0 , por lo que no siguen una distribución normal (para sexo el p-value en hombres es 0.01 y el p-value en mujeres es 0.003 y para nivel el p-value de una de las dos categorías es 0.023).

Por lo que ahora se le aplicará el mismo método que a una variable discreta que es el test de Wilcoxon para dos muestras donde se comprobará la igualdad de medianas para las variables sexo y nivel. Para la variable sexo se rechaza H_0 , se asume desigualdad en la

talla entre hombre y mujeres (p-value es 0.002). Para la variable nivel no se rechaza H_0 , se supone igualdad de medianas en la talla entre amateur y federado (p-value es 0.629).

La variable categoría no rechaza H_0 , al realizar el test de Shapiro-Wilk por lo que se asume una distribución normal para ambas categorías de la variable categoría (p-value menor de edad es 0.190 y p-value mayor de edad es 0.487).

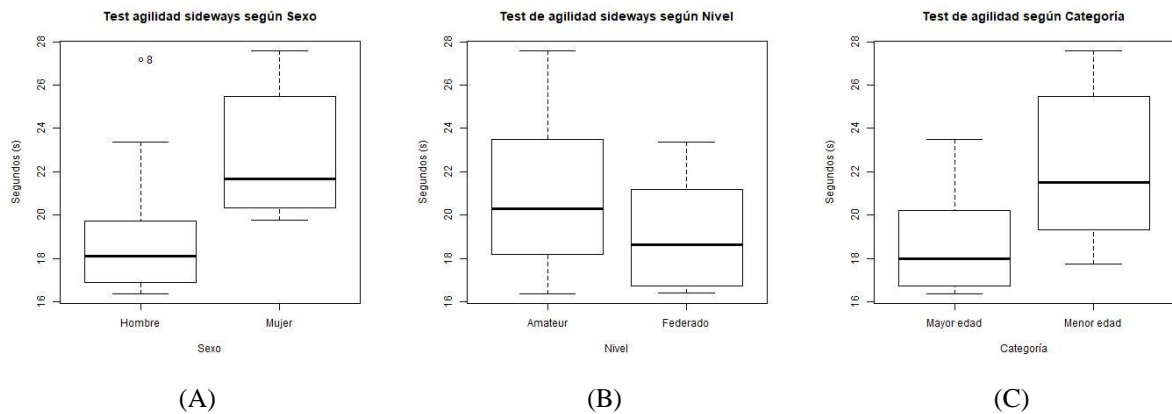
Ahora se va a estudiar cómo se comportan las varianzas a través del test F para dos varianzas. Se rechaza H_0 , se asume desigualdad de varianzas en la altura de los individuos (p-value es 0.037).

Por último se hace un estudio de medias a través del test t para muestras independientes, una vez comprobado la igualdad de varianzas, en este caso para la variable categoría edad. Se rechaza H_0 , se asume desigualdad de medias en la variable categoría (p-value es 0.00028).

- **Estudio de la variable test de agilidad sideways**

Figura 20

(A) Diagrama de caja test de agilidad sideways según sexo, (B) Diagrama de caja test de agilidad sideways según nivel, (C) Diagrama de caja test de agilidad sideways según categoría



En la figura 20 (A): En este diagrama en la categoría hombre hay un outlier. Ambas categorías tienen sus medianas distantes.

En la figura 20 (B): La distribución de datos según el nivel para la categoría amateur se encuentra muy dispersa y además ambas medianas no están alineadas pero siendo la categoría amateur superior.

En la figura 20 (C): Se observan medianas distantes siendo la categoría menor de edad menor y menos dispersa.

Como es una variable continua realizaremos en primer lugar, la comprobación de la normalidad para las tres variables en sus respectivas categorías con el test de Shapiro Wilk.

Para las tres variables se rechaza H_0 , no siguen las categorías de dichas variables una distribución normal. El p-value de la variable sexo en la categoría hombre es 0.0007, el p-value de la variable nivel en la categoría amateur es 0.02 y el p-value de la variable categoría en la categoría mayor de edad es 0.027.

Por lo tanto ahora se realiza un estudio de sus medianas a través del test de Wilcoxon para dos muestras para las tres variables.

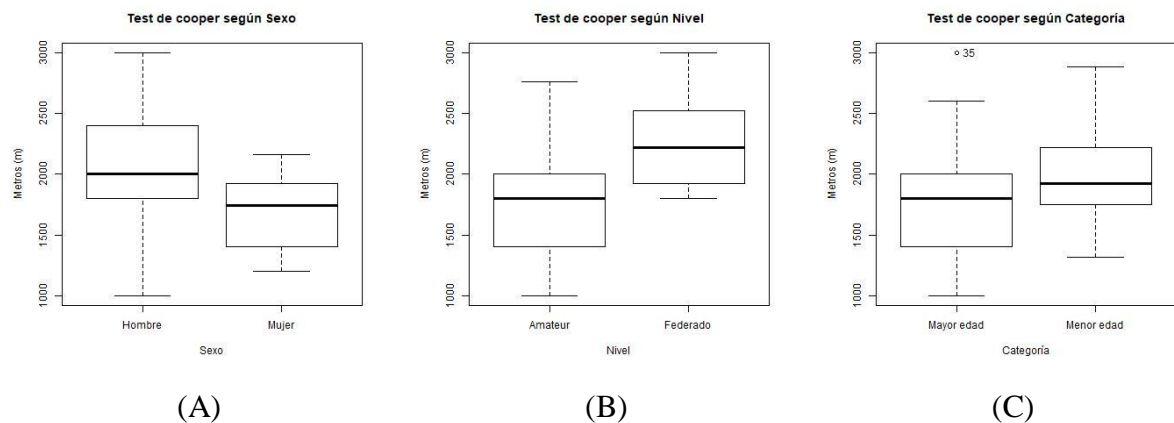
Para las variables sexo y categoría se rechaza H_0 , se asume que hay diferencia de medianas en el nº de segundos en dichas variables. El p-value para sexo es 0.000008 y el p-value para categoría es 0.0008

Para la variable nivel no se rechaza H_0 , se supone que hay igualdad en el nº de segundos en el test de agilidad para amateur y federados (p-value es 0.097).

-Estudio de la variable test de Cooper

Figura 21

(A) Diagrama de caja test de Cooper según sexo, (B) Diagrama de caja test de Cooper según nivel, (C) Diagrama de caja test de Cooper según categoría



En la figura 21 (A): La distribución de datos para la categoría hombre según el sexo se encuentra muy dispersa y cuya medianas en ambas categorías se encuentran no alineadas siendo superior la de la categoría hombre.

En la figura 21 (B): Se encuentran ambas medianas según el nivel distantes siendo la distribución de datos para la categoría amateur superior.

En la figura 21 (C): Se observa un outlier para la categoría mayor de edad según el nivel y ambas medianas de esta variable casi alineadas siendo un poco superior la categoría menor de edad.

El test de Cooper es una variable cuantitativa discreta por lo que se estudia sus medianas a través del test no paramétrico Wilcoxon para dos muestras. Se realiza este test para las tres variables cualitativas.

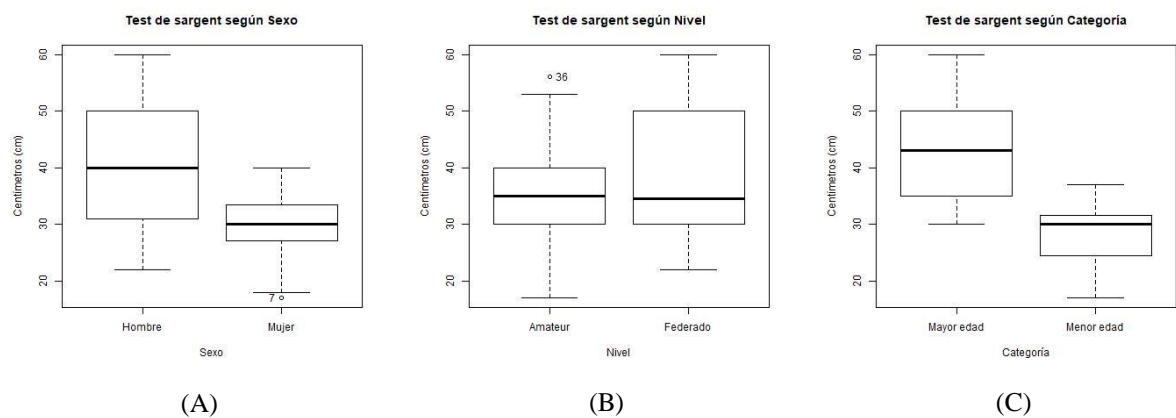
Para las variables sexo y nivel se rechaza H_0 , se asume una desigualdad de medianas el nº de metros realizados para dichas variables (p-value en sexo es 0.005 y p-value en nivel es 0.0003).

Para la variable categoría de edad no se rechaza H_0 , se supone igualdad de medianas en el nº de metros realizados para las categorías mayor de edad y menor de edad (p-value es 0.248).

-Estudio de la variable test de Sargent

Figura 22

(A) Diagrama de caja test de Sargent según sexo, (B) Diagrama de caja test de Sargent según nivel, (C) Diagrama de caja test de Sargent según categoría



En la figura 22 (A): Ambas medianas no se encuentran alineadas según el sexo siendo superior la categoría hombre.

En la figura 22 (B): En este diagrama de caja se encuentra en la categoría amateur según nivel un outlier.

En la figura 22 (C): Ambas medianas según la categoría se encuentran muy distantes siendo superior la categoría mayor de edad.

Esta variable del test de sargent es una variable cuantitativa discreta por lo que se le procede a hacer el test de Wilcoxon para dos muestras para ver cómo se comportan sus medianas.

Para las variables sexo y categoría se rechaza H_0 , por lo que se asume desigualdad en las medianas en el nº de centímetros de salto para ambas variables (p-value en sexo es 0.002 y p-value en categoría es 0.000007).

Para la variable nivel no se rechaza H_0 , se supone que hay igualdad de medianas según el nivel en cuanto al nº de centímetros en este test de salto vertical.

5. Estudio de las variables cualitativas

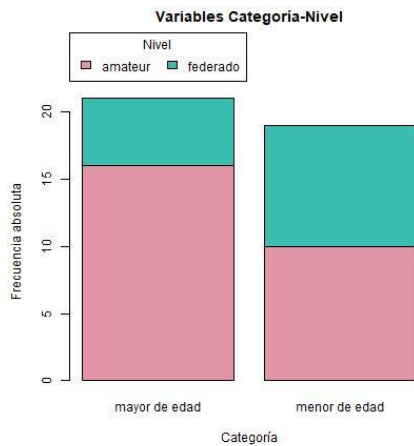
Se quiere estudiar en esta sección si hay alguna relación entre las variables cualitativas de este trabajo. Las variables con las que se va a trabajar son la variable categoría, variable nivel y variable sexo.

Para comprobar si existe independencia entre estas dos variables cualitativas, se le realiza un estudio mediante un test no paramétrico, en este caso el test Chi cuadrado de independencia. En este test se trabaja a un nivel de confianza del 95 %. Por lo que para no rechazar H_0 , tendrá que ser p-valor mayor o igual a 0.05.

-Variables Categoría-Nivel

Figura 23

Variables Categoría-Nivel



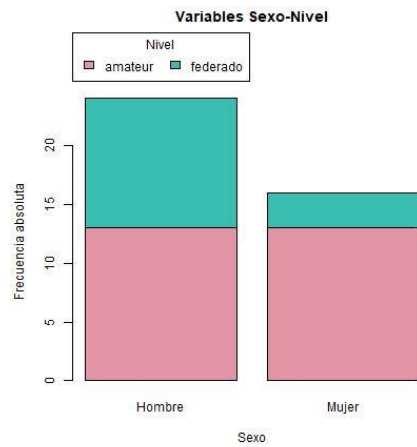
En la figura 23 observamos una gráfica de barras donde se ven las variables categoría y nivel. Se observa como según la categoría mayor de edad hay menos personas de la categoría federado y al revés para la categoría menor de edad que hay menos personas en esa categoría en relación a su otra categoría tiene más personas federadas

No se rechaza H_0 , por lo tanto no se asume la independencia entre las dos variables estudiadas con un p-value de $0.186 > 0.05$. Se verifica la hipótesis para las frecuencias esperadas ya que son mayores a 5.

-Variable Sexo-Nivel

Figura 24

Variables Sexo-Nivel



En la figura 24 observamos un gráfico de barras entre el sexo y el nivel. Se aprecia como está dividido simétricamente los hombres según el nivel pero por el contrario las mujeres hay mucha desigualdad siendo lo mayoritario ser amateur.

Se rechaza H_0 , se asume la independencia entre las dos variables ya que su p-value es de 0.078. Se verifica la hipótesis para las frecuencias esperadas ya que son mayores a 5.

6. Modelos de regresión

Un modelo de regresión es un modelo matemático que se utiliza para determinar la relación entre una variable dependiente (Y), con respecto a variables independientes (X).

Según Larios et al. (2014) hay varios tipos de regresión (lineal simple, lineal múltiple y no lineal). El análisis de regresión lineal simple es el más utilizado y sencillo de todos. Se estudia el efecto de una variable independiente sobre una única variable dependiente de la primera. Empleando esta ecuación de regresión lineal simple se puede realizar una estimación basándose en los datos obtenidos.

En primer lugar, se estudia el grado de dependencia lineal entre las variables cuantitativas dos a dos utilizando el coeficiente de correlación de Pearson. El rango del coeficiente está entre -1 y 1.

Si es positivo, indica que hay una relación directa entre las variables. Si es negativo indica que hay una relación inversa.

Cuanto más cercano a -1 o 1 esté el coeficiente mejor es la relación entre las dos variables.

Para más detalles sobre el coeficiente de correlación de Pearson, el lector puede consultar Larios et al. (2014).

Tras calcular los coeficientes de correlación entre cada par de variables cuantitativas de nuestro conjunto de datos, se observa lo siguiente. El coeficiente de correlación positiva más cercano a 1 se obtiene para las variables Salto horizontal y Test de Sargent, la correlación entre ambas variables es de 0.895. Por otro lado, las variables que presentan mejor relación lineal inversa son Test de agilidad sideways y Test de Sargent. Por tanto, estos dos pares de variables nos van a proporcionar los modelos de regresión lineal univariante más adecuados que se pueden obtener en nuestro conjunto de datos.

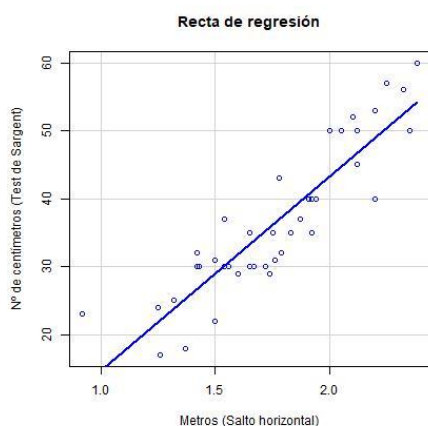
A continuación se realiza la recta de regresión con las dos variables elegidas, la recta sería la siguiente $y=a+bx$. Se utiliza para predecir un valor de X dado un valor de Y.

El modelo de regresión lineal que explica la variable Salto Horizontal en términos del Test de Sargent viene dado por:

$$\text{Salto horizontal} = 0.745 + 0.028 * \text{Test de Sargent}$$

Figura 25

Recta de regresión (Test de Sargent- salto horizontal)



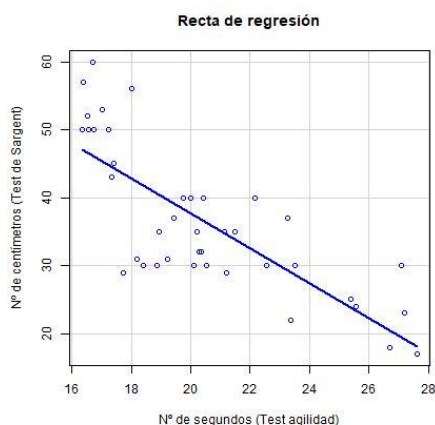
En la figura 25 se aprecia como este modelo de regresión lineal quiere decir que cuando más centímetros salte en el test de salto horizontal mayor será mi salto en el test vertical (Test de Sargent).

El modelo de regresión lineal que explica la variable Test de agilidad sideways en términos del Test de Sargent viene dado por:

$$\text{Test de agilidad sideways} = 29.057 + (-0.236) * \text{Test de Sargent}$$

Figura 26

Recta de regresión (test de Sargent- test de agilidad sideways)



Esta recta de regresión lo que quiere interpretar es que mientras más alto saltas (test de Sargent) más rápido serás (Test de agilidad sideways).

Estos modelos se pueden justificar ya que en ambos lo que estamos trabajando es la fuerza en el tren inferior y por lo tanto quien sea fuerte lo va a ser en ambas pruebas. En el primer modelo relacionamos los test salto horizontal y test de Sargent, básicamente estamos

trabajando la potencia pero para el salto horizontal de manera horizontal y para el test de Sargent el salto es vertical. Para el segundo modelo estamos relacionando la potencia de tren inferior (test de Sargent) con la velocidad (test de agilidad), esto influye de manera directa, ya que una de las premisas para mejorar la fuerza, es mover la misma masa pero más rápido, entonces quien tiene buena fuerza en tren inferior, si lo trabaja también será rápido, este ejemplo se observa en los corredores de 100 m lisos, son individuos muy fuertes y fibrados que mueven su cuerpo a unas velocidades muy altas.

7. Conclusiones

Las principales conclusiones que se pueden sacar de este trabajo de campo basado en pruebas que determinan el rendimiento de la condición física en bádminton han sido las siguientes.

Con respecto a la variable sexo, se puede observar que en todas las pruebas el hombre saca siempre mejor resultado que la mujer a excepción de las pruebas donde se trabaja el equilibrio (Test flamenco) y la flexibilidad (test flexión de tronco). Por tanto, sería bueno potenciar el entrenamiento en la mujer para acortar la diferencia con el hombre. A su vez, ese potenciamiento implicaría que las mujeres tuviesen más potencial físico para ganar, en su categoría de competición.

Según la variable nivel, la categoría federado, que son los jugadores que compiten a nivel nacional y autonómico, tienen mejores resultados. Esta conclusión era esperada ya que en sus entrenamientos trabajan las cualidades estudiadas en este trabajo. Sin embargo, sorprendentemente, no existe gran diferencia entre los resultados obtenidos para federados y amateurs. Luego, una línea de trabajo importante es potenciar el trabajo de acondicionamiento físico para estos jugadores amateur ya que están a un nivel superior.

Por otro lado, sobresale la categoría mayor de edad en resultados más óptimos. Es de esperar dicho hecho ya que su cuerpo ha completado la madurez y los sistemas energéticos están consolidados. También, destacar un dato curioso: en la variable test de Cooper la mediana de la categoría menor de edad es mayor que para los mayores de edad. Dicho hecho se debe a la capacidad volitiva de los individuos, cuando estás en etapa de crecimiento, lo das todo pero cuando vas creciendo dicha actitud empeora.

Por último, un aspecto interesante para distintos trabajos de investigación, son los modelos de regresión ya que nos van a permitir poder realizar predicciones de nuevos datos recogidos sin la necesidad del trabajo de medición.

8. Bibliografía

- Abián Vicén, P. (2015). Análisis de la estructura del juego y parámetros morfológicos y fisiológicos en bádminton (Doctoral dissertation, Ciencias).
- Blázquez Sánchez, D. (1990). *Evaluar en Educación Física*. Barcelona, Inde.
- Cabello, D., and Gonzalez, J.J. (2003). Analysis of the characteristics of competitive badminton. / Analyse des caracteristiques du badminton de competition. *British Journal of Sports Medicine*, 37(1), 62-66.
- Campos, FAD, Daros, LB, Mastrascusa, V., Dourado, AC, & Stanganelli, LCR (2009). Perfil antropométrico y rendimiento motor de jugadores juveniles de bádminton. *Revista brasileira de biomotricidad*, 3 (2), 146-151.
- Fernández Martínez, Rivas Corral, López Gutiérrez, Pérez Cortés & Ramírez Jiménez, (2005). *Manual de reparación de raquetas de bádminton*
- García Manso, J.M.; Navarro Valdivieso, M. & Ruiz Caballero, J. A. (1996). Pruebas para la valoración de la capacidad motriz en el deporte. Evaluación de la condición física. Madrid, Gymnos.
- Larios Meoño, J. F., Josue Alvarez, V., & Quineche, R. (2014). *Fundamentos de econometría: teoría y problemas*. Universidad San Ignacio de Loyola.
- Martín, F.J. (1986). Métodos de valoración del metabolismo anaeróbico. *Archivos de Medicina del Deporte*, 3 (9): 71-74.
- Martínez, E. J. (2003). Pruebas de Aptitud Física. Paidotribo. Barcelona.
- Ooi, C. H., Tan, A., Ahmad, A., Kwong, K. W., Sompong, R., Mohd Ghazali, K. A., Thompson, M. W. (2009). Physiological characteristics of elite and sub-elite badminton players. *Journal of Sports Sciences*, 27(14), 1591-1599.
- Pearce, A. (2002). A Physiological and Notational Comparison of the Conventional and New Scoring Systems in Badminton. *Journal of Human Movement Studies*, 43(1), 49-67.
- Villa Vicente, J. G., & García López, J. Tests de salto vertical (I): Aspectos funcionales.