

METROLOGIA DEPORTIVA

Lic. Carlos Villarreal Caballero
Máster Entrenamiento Deportivo

La Metrología Deportiva es la ciencia de las mediciones en el ámbito del deporte, saber tomar muestras, agruparlas, analizarlas, y determinar los valores es parte fundamental de la metrología.

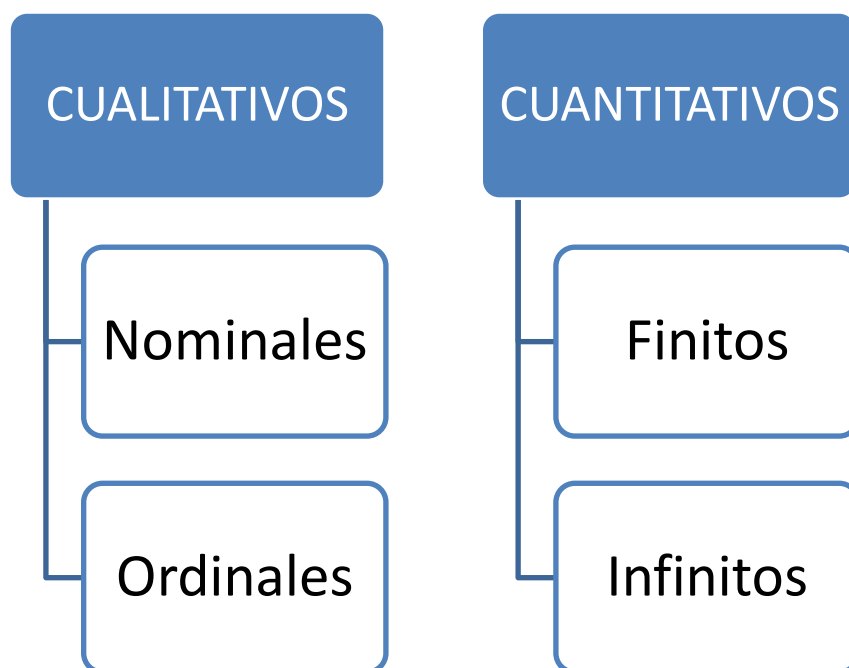
Los números no son solo para los estadistas o los matemáticos, la Preparación Física es objetiva, palpable, podemos cuantificarla y para ello tenemos en la metrología una gran ayuda, como recopilar datos, como analizarlos y como utilizarlos en el entrenamiento deportivo.

TIPOS DE VARIABLES

Es muy necesario mantener una buena bitácora de datos de cada uno de los deportistas como también del equipo para llevar objetivamente los avances que se ha logrado tanto individual como colectivamente.

Existen varios tipos de variables o de datos a tener en cuenta, siendo los más relevantes, los de tipo cualitativo y los de tipo cuantitativo. Las variables cualitativas hacen referencia a datos nominales y ordinales de orden o numéricos, mientras que los cuantitativos se refieren a datos finitos y datos infinitos.

TIPOS DE VARIABLES



* Los Datos Nominales

Los datos nominales son aquellos datos que no son representados por algún valor numérico, rango o jerarquías, más bien se pueden hacer representaciones gráficas, como por ejemplo la religión, deporte, color de ojos de una población, grupo sanguíneo de una población, especialidad deportiva, marca de productos, tipos de instalaciones deportivas, etc.

* Los Datos Ordinales

Son aquellos datos que están representados o que reflejan un orden o una jerarquía, como por ejemplo:

* Rangos Militares: soldado, cabo, sargento, teniente, mayor, general, etc.

* Autoridades Religiosas: Curas, obispo, arzobispo, cardenal, papa, etc.

* Rangos Deportivos: jugadores, entrenadores, administrativos, coordinador deportivo, director deportivo, presidente, etc.

Los datos o variables nominales y ordinales, pertenecen a los datos o variables de tipo Cualitativos.

*Los Datos Finitos



Toma de peso y talla de un futbolista profesional (Villarreal 2009)

Son los que están representados por datos numéricos con un rango determinado, como por ejemplo: test físicos, goles anotados, minutos jugados, metros recorridos, porcentaje de grasa, etc. También son llamadas discretas.

En el campo deportivo, este tipo de datos es muy utilizado, teniendo en cuenta datos específicos como: talla, peso, edad, IMC, VO₂máx, volumen en metros de una sesión, intensidades del ejercicio, etc. Todos estos datos hacen que tengamos un conocimiento real de nuestros deportistas, igualmente se debe tener en cuenta la media, mediana, desviación estándar, medidas que explicaremos más adelante.

* Los Datos Infinitos

Son los datos que están representados numéricamente pero sin fin, como ejemplo podemos mencionar: ruletas, lanzamientos de dados, lanzamientos de monedas. Esta variable también es llamada continua.

Tanto las variables finitas como las infinitas pertenecen al grupo de datos cuantitativos, esta se hace muy interesante debido a que se puede hacer con estos datos representaciones numéricas que en la variables cualitativas no tenía representatividad.

ESCALAS DE MEDICION

Básicamente encontramos cuatro escalas en la medición: nominal, intervalos, ordinal y proporción.

*Escala Nominal

Si podemos saber con claridad las categorías o edades que manejan los clubes de fútbol de cierto país, estamos hablando de una escala nominal, este es un proceso que agrupa los datos en categorías, los números toman una función categórica, al definir los diferentes grupos, como ejemplo podemos mencionar: los hinchas de un equipo de fútbol, disciplinas deportivas que se practican en una ciudad, etc.

***Escala Ordinal**

Cuando en una observación se puede definir un orden o una jerarquía, respecto a la característica que se está evaluando, de esta manera la magnitud numérica representa el orden del rango que se ha observado, como ejemplo podemos mencionar: Batallón militar: General, mayor, capitán, teniente, sargento, cabo, soldados. Club de fútbol: Junta directiva, gerente general, gerente deportivo, gerente administrativo, director deportivo, entrenadores, jugadores.

***Escala de Intervalos**

Lo que se observa tiene como base principal números consecutivos de igual valor sin variar a lo largo de la magnitud de medida, en esta escala el punto cero no representa ningún valor, solo es una conveniencia un parámetro establecido, para que a partir de allí se marquen intervalos de igual magnitud. Como ejemplo podemos citar: ácido láctico en sangre, glucosa en sangre, presión arterial, etc.

***Escala de proporción**

Además de las ordinales y de intervalos en esta escala el cero tiene como significado la ausencia e la característica en observación, los datos numéricos pueden compararse como proporciones.

8.3. UNIDADES DE MEDIDA

Insistimos en que en el deporte mientras más tengamos medidos a nuestro equipo o deportistas, mayor posibilidad vamos a tener de conseguir los objetivos trazados, todos hemos escuchado hablar alguna vez de metros, kilogramos, segundos, etc. En el deporte estas unidades de medida son las más utilizadas, porque en la estadística general lógicamente existen muchas otras unidades de medida.

La unidad de medida es una cantidad estandarizada de una determinada magnitud física, también conocido como sistema métrico y establece unidades que deben ser utilizadas internacionalmente, en Francia, el comité internacional de pesos y medidas,

estableció principalmente siete magnitudes fundamentales y creó los patrones de medida, los cuales son:

Longitud, masa, tiempo, intensidad eléctrica, temperatura, intensidad luminosa y cantidad de sustancia.

En el deporte entre las medidas más preponderantes tenemos:

***Longitud:**

Que es la distancia que hay entre dos puntos, su unidad básica es el metro.



***Masa:**

En física se establece como la cantidad de materia de un cuerpo, su unidad de medida es el kilogramo.

***Tiempo:**

Mide la duración de un acontecimiento, su unidad de medida es el segundo.

En síntesis la medición podemos resumirla como la representación numérica que se le asigna a una propiedad física.

MEDIDAS DE CENTRO

***Media = \bar{X}**

En una distribución o en un conjunto de datos, casi siempre incluye un centro de esos datos, a este centro se le denomina Media o media aritmética, también se puede resumir como un valor promedio de la información. (Moore, 2006) Dice, para hallar la media de un conjunto de observaciones, suma sus valores y la divide por el número de sus observaciones, quiere decir que la media se halla cuando sumamos todos los datos y ese resultado lo dividimos por la cantidad de datos. De manera simplificada quedaría así:

$$\bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_n}{n} \quad \text{o de esta otra forma} \quad \bar{X} = \frac{\sum X_i n_i}{n} = \frac{\sum X_i}{n}$$

Ejemplo: Vamos a hallar la Media de los siguientes datos, que corresponden a la estatura del equipo Luis Ángel Firpo (El Salvador) temporada apertura 2009.

| | |
|-------------------|-----|
| Gómez J. | 182 |
| Hernández H. | 185 |
| Argueta R. | 184 |
| Turcios V. | 173 |
| Salazar M. | 175 |
| Morales S. | 178 |
| González E. | 170 |
| Escobar H. | 168 |
| García X. | 175 |
| Véliz E. | 168 |
| Monteagudo C. | 184 |
| Sánchez J. | 170 |
| Alas D. | 175 |
| Campos J. | 173 |
| Medrano F. | 171 |
| Orellana R. | 168 |
| Barrera H. | 173 |
| Leguizamón F. | 168 |
| Sánchez C. | 171 |
| Maravilla A. | 173 |
| Quijada R. | 173 |
| Fernández Mathias | 165 |

$$\bar{X} = \frac{182+185+184+173+175+178+\dots+165}{22}$$

$$\bar{X} = \frac{3822}{22}$$

$$\bar{X} = 173$$

***Moda = Md**

La moda es otro dato de carácter central, que indica la mayor frecuencia con que se presenta un dato, dentro de un conjunto de datos pueden existir una o más modas.

Ejemplo de Luis Ángel Firpo: debemos ordenar los datos de menor a mayor.

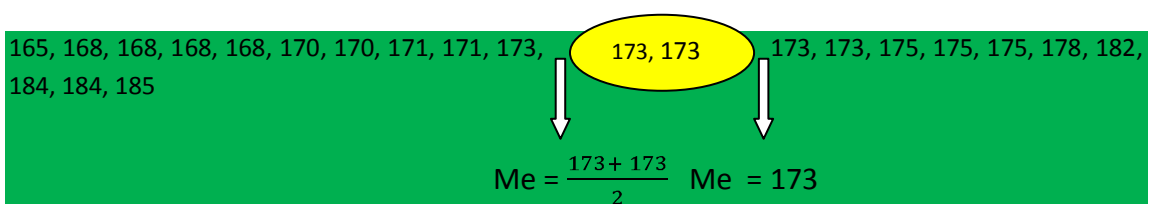
165, 168, 168, 168, 168, 170, 170, 171, 171, 173, 173, 173, 173, 173, 175, 175, 175, 178, 182, 184, 184, 185

$$\text{Md} = 173$$

Cuando todos los datos tienen la misma frecuencia se dice que no hay moda
Ejemplo: 2, 2, 2, 3, 3, 3, 4, 4, 4, 7, 7, 7, 11, 11, 11

*Mediana = Me

Se dice que la mediana de un conjunto de datos finitos es aquel valor que ocupa la parte central del conjunto de datos que están ordenados en forma ascendente además parte el conjunto de datos en dos partes iguales. Veamos el ejemplo:



En este caso el conjunto de datos es par, por lo que el punto central es la **media** de los dos datos.

En el caso que el conjunto de datos sea impar, la mediana es el dato que divide el conjunto en dos partes iguales.

Ejemplo: 3, 3, 5, 7, 7, 7, 8, 8, 8, 9, 11, 13, 14, 14, 15, 15
Md = 8

Medidas de dispersión

Las medidas de dispersión nos permite medir también las posibles variables, extensiones en las que se propagan los datos, con estos datos podemos juzgar por decirlo de alguna manera, si los datos se encuentran ampliamente o mínimamente dispersos de las medidas de centro. Veamos las medidas de dispersión:

*Rango o Recorrido

El rango es el dato que podemos obtener restando el valor máximo al valor mínimo del conjunto de datos:

Con los datos de Firpo hallamos el rango de la altura:

$$R = X_{\text{máx}} - X_{\text{mín}}$$

$$R = 185 \text{ cm} - 165 \text{ cm}$$

R = 20 cm

*Desviación Media = DM

La desviación media es aquel dato que representa, la desviación que han sufrido los valores absolutos respecto a la media aritmética, en síntesis es el promedio de desviación.

La desviación media se representa de la siguiente manera:

$$\frac{\sum |y_i - \bar{y}| n_i}{N}$$

Entonces vamos a hallar la Desviación Media de la altura de Firpo con los datos anteriormente mencionados: Ver cuadro número ???

$$DM = \frac{|182-173|+|185-173|+|184-173|+ \dots + |165-173|}{N}$$

$$DM = \frac{9+12+11+\dots+8}{22}$$

$$DM = \frac{92}{22}$$

DM = 4.18 cm

En este caso la desviación media de Luis Ángel Firpo es de 4.18 centímetros.

*Varianza = S²

De forma fácil podemos definir la varianza como una medida de dispersión que nos indica que tan lejos o que tan cerca están los valores con relación a la media, en el deporte puede llegarnos a indicar si el equipo está muy lejos de los datos que el preparador físico quiere, y tomar así, replanteamientos en la preparación. La varianza se puede expresar de la siguiente manera:

$$\frac{\sum (y_i - \bar{y})^2 n_i}{n}$$

Entonces vamos a hallar la varianza con los datos de Firpo, teniendo en cuenta que la media de la altura es de 173 cm.

Vale recordar que en matemáticas al multiplicar menos por menos la respuesta es positivo: $(-2) (-2) = 4$ esto para cuando eleven al cuadrado los valores negativos.

| | $(y_i - \bar{y})$ | $(y_i - \bar{y})^2$ |
|-------------------|-------------------|---------------------|
| Gómez J. | 182 - 173 | 9 $9^2 = 81$ |
| Hernández H. | 185 - 173 | 12 $12^2 = 144$ |
| Argueta R. | 184 - 173 | 11 $11^2 = 121$ |
| Turcios V. | 173 - 173 | 0 $0^2 = 0$ |
| Salazar M. | 175 - 173 | 2 $2^2 = 4$ |
| Morales S. | 178 - 173 | 5 $5^2 = 25$ |
| González E. | 170 - 173 | -3 $-3^2 = 9$ |
| Escobar H. | 168 - 173 | -5 $-5^2 = 25$ |
| García X. | 175 - 173 | 2 $2^2 = 4$ |
| Véliz E. | 168 - 173 | -5 $-5^2 = 25$ |
| Monteagudo C. | 184 - 173 | 11 $11^2 = 121$ |
| Sánchez J. | 170 - 173 | -3 $-3^2 = 9$ |
| Alas D. | 175 - 173 | 2 $2^2 = 4$ |
| Campos J. | 173 - 173 | 0 $0^0 = 0$ |
| Medrano F. | 171 - 173 | -2 $-2^2 = 4$ |
| Orellana R. | 168 - 173 | -5 $-5^2 = 25$ |
| Barrera H. | 173 - 173 | 0 $0^2 = 0$ |
| Leguizamón F. | 168 - 173 | -5 $-5^2 = 25$ |
| Sánchez C. | 171 - 173 | -2 $-2^2 = 4$ |
| Maravilla A. | 173 - 173 | 0 $0^2 = 0$ |
| Quijada R. | 173 - 173 | 0 $0^2 = 0$ |
| Fernández Mathias | 165 - 173 | -8 $-8^2 = 64$ |
| | Σ 92 | 694 |

Entonces $\frac{\Sigma (y_i - \bar{y})^2}{n}$

$$S^2 = \frac{694}{22} \text{ donde } S^2 = 31.54 \text{ cm.}$$

Para este caso la Varianza del equipo Luis Ángel Firpo es de 31. 54 centímetros, hallar la varianza es muy necesario porque con este dato hallaremos la Desviación Estándar, valor que nos brinda datos significativos a los preparadores físicos.

Desviación Estándar = S

Es la medida de dispersión más utilizada, por cuanto nos indica cuanto tienden a alejarse los valores puntuales del promedio de la distribución. En la preparación física es muy importante tener la desviación estándar de nuestro equipo en la mayoría de

datos (altura, test de carreras, edad, test de potencias, etc.) Esta medida nos ubicará en el sentido de decirnos que es normal, que está muy por encima o que esta muy por debajo de lo que el preparador físico pretende con el equipo. Ricardo Mirella, en su libro Las Nuevas Tendencias del entrenamiento de la Fuerza, La Resistencia, La Velocidad y La Flexibilidad, 2001 dice: ***“En pocas palabras, la Desviación Estándar es un dato que indica en que medida un grupo de datos se aleja de los resultados obtenidos al calcular la media. De hecho si la Desviación Estándar es muy baja, ello significa que el grupo es homogéneo: por el contrario si el dato obtenido es alto, ello significa que el grupo no es homogéneo, lo cual se considera un factor negativo en el caso de deportes de equipo”.***

Partiendo de este dato debemos establecer si continuamos con la planificación, replanteamos o definitivamente ajustamos el entrenamiento deportivo para que la desviación estándar sea normal o lo mas pequeña posible. También es conocida como la desviación típica y se calcula teniendo el dato de la varianza, a la cual se le saca la raíz cuadrada de la siguiente manera:

$$S = \sqrt{S^2}$$

Ejemplo: Continuemos con los datos que traemos con anterioridad de Firpo. Tenemos que la varianza es de 31.54

$$S = \sqrt{31.54}$$

$$S = 5.61 \text{ cm}$$

La desviación estándar de la altura del equipo Luis Ángel Firpo en la temporada apertura 2009 era de 5. 61 cm.

***Coeficiente de Variación = CV**

Es la relación que existe en términos de porcentaje entre la Desviación Estándar y la Media, se expresa de la siguiente manera:

$$CV = (S/\bar{x}) * 100\%$$

Hallemos el coeficiente de variación donde los datos que tenemos son: Desviación Estándar 5.61 y la media es de 173:

$$CV = \frac{5.61}{173} 100 \%$$

$$CV = 3.24 \%$$

CLUB DEPORTIVO FAS
TABLA DE REGISTROS DE TEST APERTURA 2009

| No | JUGADOR | Edad años | F DE N | PESO Kg | TALLA cm | FCb | LEGER | Test de 2400 mt | | IMC | 300 MTS | Peso Ideal | |
|----|------------------------|-----------|----------|---------|----------|-----|--------|-----------------|--------|-----|---------|------------|----|
| | | | | | | | VO2máx | VO2máx | Tiempo | | | | FC |
| 1 | DAGOBERTO ORTILLO | 29 | 16-11-79 | 94.1 | 183 | 55 | 57.4 | 56 | 10'37" | 152 | 28 | 47" | 84 |
| 2 | ELMER HERNANDEZ | 26 | 15-08-82 | 69.3 | 172 | 67 | 57.9 | 57 | 10'30" | 172 | 23 | 45" | 72 |
| 3 | MARVIN GONZALEZ | 26 | 17-04-82 | 63.0 | 175 | 58 | 59.8 | 58 | 9'37" | 162 | 20 | 42" | 75 |
| 4 | MARDOQUEO HENRIQUEZ | 22 | 24-05-87 | 84.3 | 178 | 65 | 61.2 | 60 | 9'26" | 169 | 26 | 41" | |
| 5 | LOMBARDO RUGAMAS | 19 | 26-01-90 | 61.2 | 169 | 68 | 62.6 | 61 | 9'31" | 164 | 21 | 43" | 68 |
| 6 | DONNY VALLE | 27 | 27-07-81 | 73.0 | 170 | 65 | 60.9 | 60 | 9'24" | 172 | 25 | 46" | 70 |
| 7 | MIGUEL GRANADINO | 20 | 28-09-88 | 66.5 | 177 | 64 | 64.4 | 63 | 9'22" | 152 | 21 | 42" | |
| 8 | RAMON FLORES | 26 | 21-08-82 | 74.6 | 175 | 61 | 65.5 | 64 | 8'50" | 148 | 24 | 44" | 75 |
| 9 | HERNAN DURAN | 21 | 17-07-88 | 66.0 | 165 | 68 | 64.9 | 64 | 8'59" | 168 | 24 | 46" | 64 |
| 10 | ROBERTO CARLO PEÑA | 25 | 01-03-84 | 75.0 | 177 | 60 | 67.7 | 66 | 8'36" | 148 | 23 | 39" | 77 |
| 11 | RAMON SOLIS | 21 | 13-11-87 | 66.4 | 167 | 70 | 63.7 | 61 | 9'26" | 180 | 23 | 45" | 66 |
| 12 | CRISTIAN ALVAREZ | 31 | 19-04-78 | 68.5 | 161 | 67 | 60.9 | 59 | 9'56" | 172 | 26 | 46" | 60 |
| 13 | BALMORI ARTIGA | 28 | 22-10-80 | 63.8 | 161 | 70 | 59.9 | 61 | 9'57" | 148 | 24 | 46" | 60 |
| 14 | JUAN CARLOS MOSCOSO | 27 | 06-05-82 | 65.5 | 166 | 66 | 64.2 | 62 | 9'05" | 144 | 23 | 47" | 65 |
| 15 | CARLOS APARICIO | 27 | 07-08-87 | 59.5 | 161 | 65 | 61.4 | 59 | 9'38" | 160 | 22 | 40" | 60 |
| 16 | WILLIAM MALDONADO | 19 | 13-01-90 | 65.4 | 171 | 69 | 63.7 | 62 | 8'50" | 160 | 22 | 43" | 71 |
| 17 | JODUE ODIR FLORES | 21 | 13-05-88 | 70.0 | 170 | 66 | 63.1 | 62 | 9'28" | 172 | 24 | 42" | 70 |
| 18 | HECTOR AVALOS | 31 | 19-04-78 | 67.1 | 167 | 62 | 64.2 | 63 | 9'37" | 148 | 24 | 43" | 66 |
| 19 | FRANKLIN WESTER | 31 | 07-08-78 | 73.6 | 162 | 65 | 61.4 | 62 | 9'31" | 132 | 28 | 46" | 61 |
| 20 | WILLIAM REYES | 32 | 30-10-76 | 68.0 | 175 | 59 | 62.8 | 61 | 9'24" | 156 | 22 | 43" | |
| 21 | ALEJANDRO BENTOS | 31 | 03-05-78 | 73.0 | 173 | 53 | 64.9 | 65 | 8'57" | 120 | 24 | 40" | 73 |
| 22 | CESAR LARIOS | 21 | 21-04-88 | 66.4 | 176 | 70 | 64.2 | 62 | 9'31" | 140 | 21 | 42" | 76 |
| 23 | GUSTAVO LOPEZ | 21 | 21-12-87 | 71.2 | 174 | 56 | 63.7 | 58 | 10'03" | 156 | 23 | 43" | |
| 24 | LUIS EDGARDO CONTRERAS | 26 | 26-10-82 | 81.2 | 175 | 61 | 61.3 | 59 | 9'42" | 165 | 26 | 44" | |

Tabla de test Villarreal 2009

Metrología Deportiva del Club Deportivo FAS aplicada en la temporada Apertura 2009

Esta metrología fue aplicada teniendo en cuenta la Tabla de Registros de Test del Club Deportivo FAS, (ver tabla de registro de test apertura 2009) con Luis Ángel Firpo utilizamos datos no agrupados, ahora con FAS aplicaremos la metrología con datos agrupados

EDAD: (ver tabla de test)

Media

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i n_i}{n} = \frac{\sum X_i}{n}$$

$$\bar{X} = \frac{29+4(26)+22+2(19)+3(27)+20+25+5(21)+4(31)+28+32}{24}$$

$$\bar{X} = 25,333 \text{ años} \Rightarrow \bar{X} = 25,3 \text{ años}$$

Mediana

19,19, 20, 21, 21,21,21,21,22,25,26,26,26,26,27,27,27,28,29,31,31,31,31,32

$$Me = \frac{26+26}{2} = 26 \text{ años}$$

Moda

Md = 21 años pues presenta mayor frecuencia: 5 personas tienen 21 años

Rango

Para hallar el rango, cogemos el dato más grande y le restamos con el dato más pequeño:

$$R = X_{\text{máx}} - X_{\text{mín}} = 32 \text{ años} - 19 \text{ años} = 13 \text{ años}$$

Vamos agrupar los datos

$$m = 1+3,3 \log n \text{ (Según Regla de Sturges)}$$

$$m = 1+3,3 \log (24) = 5,55 \text{ donde } 24 \text{ es el número de datos}$$

$$R = c \cdot m \Rightarrow \frac{R}{m} = c = \frac{13}{6} = 2.1$$

Podemos colocar $m = 7$ y $c = 2$ en este caso $R' = 2.7 = 14$

DATOS AGRUPADOS

| $Y'_{j-1} - Y'_j$ | Y_j | n_j | N_j | h_j | H_j | $Y_j \cdot n_j$ | $Y_j - \bar{Y}$ | $(Y_j - \bar{Y})^2 n_j$ | $[Y_j - \bar{Y}] n_j$ |
|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-----------------|-----------------|-------------------------|-----------------------|
| 18.0-20.0 | 19 | 3 | 3 | 0.125 | 0.125 | 57 | -6 | 108 | 18 |
| 20.1-22.0 | 21 | 6 | 9 | 0.250 | 0.375 | 126 | -4 | 96 | 24 |
| 22.1-24.0 | 23 | 0 | 9 | 0.00 | 0.375 | 0 | -2 | 0 | 0 |
| 24.1-26.0 | 25 | 5 | 14 | 0.210 | 0.585 | 125 | 0 | 0 | 0 |
| 26.1-28.0 | 27 | 4 | 18 | 0.170 | 0.755 | 108 | 2 | 16 | 8 |
| 28.1-30.0 | 29 | 1 | 19 | 0.042 | 0.797 | 29 | 4 | 16 | 4 |
| 30.1-32.0 | 31 | 5 | 24 | 0.210 | 1.000 | 155 | 6 | 180 | 30 |
| Σ | - | 24 | - | 1.000 | - | 600 | - | 416 | 84 |

Aclaraciones a la tabla:

Y'_{j-1} es el límite inferior

Y'_j es el límite superior

Y_j es la marca de clase

n_j es la frecuencia absoluta

N_j Frecuencia acumulada

Media

$$\bar{Y} = \frac{\Sigma Y_j n_j}{n} = \frac{600}{24}$$

$$\bar{Y} = 25 \text{ años}$$

El promedio de la edad del equipo es de 25 años, lo que indica en el rendimiento deportivo una edad muy especial por cuanto a esta edad el deportista goza de una maduración tanto física como mental, no es un equipo muy joven pero tampoco es un equipo viejo cronológicamente.

Mediana

Es muy necesario tener claro que para hallar N_{j-1} , se debe dividir el número de datos entre 2, teniendo en cuenta ese resultado, N_{j-1} será el número de la columna de N_j inmediatamente por debajo de ese resultado.

$$Me = Y'_{j-1+c} \frac{\left(\frac{n}{2}\right) - N_{j-1}}{n_j} \quad \text{Ahora Reemplacemos, sabiendo que } \frac{n}{2} = \frac{24}{2} = 12 \quad ; \quad N_{j-1} = 9$$

$$Me = 24 + 2 \frac{\frac{24}{2} - 9}{5} = 24 + 2 \frac{12-9}{5}$$

$$Me = 24 + 2 \left(\frac{3}{5}\right)$$

Me = 25.2 años

La mediana o el punto central de la edad del equipo corresponden a 25. 2 años

Moda:

$$Md = Y'_{j-1} + c \frac{n_{j+1}}{n_{j-1} + n_{j+1}}$$

$$Md = 20 + 2 \frac{0}{3+0}$$

Md = 20 años

La moda como podemos ver es de 20 años. Esto indica que esta edad es la que está presente con más frecuencia en el equipo.

Desviación Media:

$$Da = \frac{\sum |y_i - \bar{y}| n_i}{n}$$

$$Da = \frac{84}{24}$$

Da = 3.5 años

Club Deportivo FAS presenta una Desviación Media de 3.5 años

Varianza:

$$S^2 = \frac{\sum (y_i - \bar{y})^2 n_i}{n}$$

$$S^2 = \frac{416}{24}$$

$S^2 = 17.33$

La varianza corresponde a 17. 33

Desviación Estándar:

$$S = \sqrt{S^2}$$

$$S = \sqrt{17.33}$$

$$S = 4.163 \approx 4.2 \text{ años}$$

4.2 es la Desviación Estándar aproximadamente, como conclusión podemos darnos cuenta que esta desviación es alta, lo cual nos indica que el grupo o equipo no es homogéneo en su edad. Aunque en el fútbol bajo mi punto de vista la edad no tiene tanta mucha relevancia, respetando el concepto de otros colegas.

Coefficiente de Variación:

$$CV = (S/\bar{X}) * 100\%$$

$$CV = \frac{4.2}{25.3} * 100\% = 16.6\%$$

El Coeficiente de Variación es del 16.6 %

Hasta este momento hemos hallado todos los datos de metrología del Club Deportivo FAS en cuanto a la edad. Ahora veamos el rendimiento del equipo teniendo en cuenta el máximo consumo de oxígeno (VO_2 máx), obtenido en dos pruebas diferentes el test de Leger y el test de carrera de 2400 metros. Igualmente para el entrenamiento de potencia anaeróbica medimos el rendimiento con el test de carrera de 300 metros.

Veamos primero el test de carrera de 300 metros:

TEST DE CARRERA DE 300 METROS (ver tabla de test) para trabajar potencias anaeróbicas

Con este test, pretendemos mejorar la potencia anaeróbica de los jugadores, una capacidad sumamente importante en los futbolistas modernos. Ricardo Mirella, en su libro Las Nuevas Tendencias del entrenamiento de la Fuerza, La Resistencia, La Velocidad y La Flexibilidad, 2001 dice: ***“El objetivo principal es mejorar el mecanismo glucolítico, además este tipo de trabajo favorece la resíntesis de ácido láctico a nivel hepático y desarrolla la capacidad para prolongar el esfuerzo incluso en presencia de grandes cantidades de lactato.*** Recordemos que para trabajar esta capacidad, es necesario mantener una intensidad próxima a la máxima, más adelante en el capítulo de entrenamiento detallaremos al respecto.

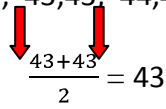
Media:

$$\bar{X} = \frac{2(47)+2(45)+4(42)+41+5(43)+5(46)+2(44)+39+2(40)}{24} = \frac{1045 \text{ seg}}{24}$$

$$\bar{X} = 43.54 \text{ segundos}$$

Mediana:

Me = 39,40,40,41,42,42,42,42,43,43,43, 43,43, 44,44,45,45,46,46,46,46,46,47,47


$$\frac{43+43}{2} = 43$$

La mediana del test de los 300 metros de carrera del Club corresponde a 43 segundos.

Moda:

Md: La distribución es bimodal, dado que 43 seg y 46 seg. Aparecen con una frecuencia de 5 datos.

Md = 43 seg y Md = 46 seg frecuencia 5 datos

Rango:

$$R = X_{\text{máx}} - X_{\text{mín}} = 47 - 39$$

R = 8 segundos

Datos Agrupados:

| Y_j | n_j | N_j | $Y_j \cdot n_j$ | $Y_j - \bar{Y}$ | $ Y_j - \bar{Y} n_j$ | $(Y_j - \bar{Y})^2 n_j$ |
|----------|-------|-------|-----------------|-----------------|-----------------------|-------------------------|
| 39 | 1 | 1 | 39 | -4.5 | 4.5 | 20.25 |
| 40 | 2 | 3 | 80 | -3.5 | 7.0 | 24.5 |
| 41 | 1 | 4 | 41 | -2.5 | 2.5 | 6.25 |
| 42 | 4 | 8 | 168 | -1.5 | 6 | 9 |
| 43 | 5 | 13 | 215 | -0.5 | 2.5 | 1.25 |
| 44 | 2 | 15 | 88 | 0.5 | 1.0 | 0.5 |
| 45 | 2 | 17 | 90 | 1.5 | 3.0 | 4.5 |
| 46 | 5 | 22 | 230 | 2.5 | 12.5 | 31.25 |
| 47 | 2 | 24 | 47 | 3.5 | 7.0 | 24.5 |
| Σ | - | - | 998 | - | 46 | 122 |

$$\bar{Y} = \frac{\Sigma Y_i n_i}{n} = \frac{1045}{24}$$

$\bar{Y} = 43,54$ seg corresponde a la media o promedio.

Mediana:

$$Me = \frac{n}{2} = \frac{24}{2} = 12 \longrightarrow N_{j-1} = 8 \longrightarrow Me = Y_j = 43 \text{ segundos.}$$

Moda:

$$n_j = 5 \longrightarrow \left. \begin{array}{l} Md = 43 \text{ seg} \\ Md = 46 \text{ seg} \end{array} \right\} \text{ Bimodal}$$

Desviación Media:

$$Da = \frac{\sum |y_i - \bar{y}| n_i}{n}$$

$$Da = \frac{46}{24} = 1.92$$

La desviación media es de 1.92 segundos.

Varianza:

$$S^2 = \frac{\sum (y_i - \bar{y})^2 n_i}{N}$$

$$S^2 = \frac{122}{24} = 50.1 \text{ esta es la varianza.}$$

Desviación estándar:

$$S = \sqrt{S^2}$$

$$S = \sqrt{50.1}$$

$$S = 2,25 \text{ segundos}$$

Dado el test aplicado, podemos decir que la desviación estándar es baja, de solo 2.25 segundos, lo que constituye un dato a favor del equipo en cuanto a los trabajos de potencia anaeróbica.

Coefficiente de Variación:

$$CV = (S/\bar{X}) * 100\%$$

$$CV = \frac{2,25}{43,54} \times 100\%$$

$$CV = 5.2 \%$$

TEST DE CARREARA DE 2400 METROS (ver tabla de test) para trabajar potencia aeróbica

La potencia aeróbica es la capacidad que tiene el jugador para soportar la realización de actividades eficientemente y sostenidas dentro de un periodo de larga duración que van aproximadamente desde los 3 minutos en adelante y su intensidad puede ser media o baja.

Miremos al Club Deportivo FAS en este test.

Media:

$$\bar{X} = \frac{10'37'' + 10'30'' + \dots + 10'03'' + 9'42''}{24}$$

$$\bar{X} = \frac{228'37''}{24} \equiv \frac{228'62''}{24} = 9,5257$$

$$\bar{X} = 9'31.5$$

Este es el tiempo promedio del equipo en la presente prueba.

Mediana:

Ordenemos de menor a mayor de la siguiente manera

| | | | | |
|------|------|------|------|-------|
| 8,36 | 9,05 | 9,31 | 9,42 | 10,03 |
| 8,50 | 9,22 | 9,31 | 9,56 | 10,30 |
| 8,50 | 9,24 | 9,31 | 9,52 | 10,37 |
| 8,57 | 9,24 | 9,37 | | |
| | 9,26 | 9,37 | | |
| | 9,26 | 9,38 | | |
| | 9,28 | 9,38 | | |

Ordenados de esta manera la flecha indica entre cuales datos se ubica la mediana.

$Me = \frac{9'28'' + 9'31''}{2} = \frac{18'49''}{2}$ Recordemos que se deben sumar primero los minutos y luego los segundos

$Me = 9'24,5$

Moda:

La moda es $9'31''$ pues este datos se encuentra con 3 veces de frecuencia.

Rango:

$R = 10'37'' - 8'36''$

$R = 2'01''$

$R = 123$ segundos

Datos Agrupados:

$m = 5.55 \sim 6$ $c = \frac{123}{5.55} = 22,16 \sim 22$ segundos de amplitud

$R' = 22 \times 6 = 132$ segundos.

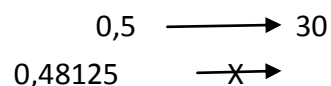
| $Y'_{j-1} - Y'_j$ | Y_j | n_j | N_j | $Y_j \cdot n_j$ | $Y_j - \bar{Y}$ | $ Y_j - \bar{Y} \cdot n_j$ | $(Y_j - \bar{Y})^2 n_j$ |
|-------------------|--------------------|-------|-------|-----------------|-----------------|-----------------------------|-------------------------|
| 8.32 - 8.54 | 8'72'' 8'43'' | 3 | 3 | 26.16 | -0.76 | 2.28 | 1.733 |
| 8.54 - 9.16 | 9'08'' 9'05'' | 3 | 6 | 27.25 | -0.39 | 1.17 | 0.46 |
| 9.16 - 9.38 | 9'45'' 9'27'' | 12 | 18 | 113.4 | -0.03 | 0.36 | 0.011 |
| 9.38 - 10.0 | 9'82'' 9'49'' | 3 | 21 | 29.46 | 0.34 | 1.02 | 0.37 |
| 10.0 - 10.22 | 10'18'' 10'11'' | 1 | 22 | 10.18 | 0.7 | 0.7 | 0.49 |
| 10.22 - 10.44 | 10'55'' 10'33'' | 2 | 24 | 21.1 | 1.07 | 2.14 | 2.30 |
| Σ | - | 24 | - | 227.55 | - | 7.67 | 5.361 |

Observación: $8'43'' \equiv 8.72 \sim 8.7$
 $9'05'' \equiv 9.083 \sim 9.1$
 $9'27'' \equiv 9.45 \sim 8.5$

$9'49'' \equiv 9.82 \sim 9.8$
 $10'11'' \equiv 10.18 \sim 10.2$
 $10'33'' \equiv 10.55 \sim 10.5$

Media:

$\bar{y} = \frac{227,55}{24} = 9,48125$



$\bar{y} = 9'29''$

Mediana:

$$Me = \frac{n}{2} = 12 < N_{j-1} = 6$$

$$Y' = 9'16'' + 20'' \frac{24+18}{12} = 10'26''$$

$$Y' = 9,27 + (0,3) \cdot (3,5) = 9,27 + 1,1$$

$$Y' = 10,437$$

$$Me = 10'26''$$

Moda:

$$Md = 9'27'' \text{ con frecuencia } n = 12$$

Desviación Media:

$$Da = \frac{\sum |Y_i - \bar{Y}| \cdot n_i}{n}$$

$$Da = \frac{7,67}{24} = 0,31 \rightarrow 18,6 \text{ segundos}$$

Varianza:

$$S^2 = \frac{\sum (Y_i - \bar{Y})^2 \cdot n_i}{N}$$

$$S^2 = \frac{5,361}{24} = 0,223375$$

Desviación Estándar:

$$S = \sqrt{S^2}$$

$$S = \sqrt{0,223375}$$

$$S = 0,4726$$

Veintiocho segundos 36 centésimas $\rightarrow = 28''36$

Vamos a hallar ahora el VO₂máx (Máximo consumo de oxígeno) teniendo en cuenta el test de 2400 metros y lo compararemos con el resultado del VO₂máx obtenido en el test de Leger. Los dos test han sido aplicados para establecer el VO₂ del Club Deportivo FAS.

VO₂Máx CON EL TEST DE 2400 METROS (ver tabla)

Los datos del VO₂máx se dan a mililitros por kilogramo por minuto

Datos no agrupados

Media:

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{n} = \frac{56+57+2(58)+3(59)+2(60)+4(61)+5(62)+2(63)+2(64)+65+66}{24}$$

$$\bar{X} = \frac{1465}{24}$$

$$\bar{X} = 61.04 \text{ ml/kg/min}$$

Mediana:

Me: 56,57,58,58,59,59,59,60,60,61,61,61,61,62,62,62,62,62,63,63,64,64,65,66

$$\downarrow \frac{61+61}{2} \downarrow = 61 \text{ ml/kg/min}$$

Moda:

Md = la moda corresponde a **62 ml/kg/min**, pues aparece con una frecuencia de 5

Rango:

$$R = X_{\text{máx}} - X_{\text{mín}}$$

$$R = 66 - 56$$

$$R = 10$$

Datos agrupados:

$$m = 5.5 \sim 6$$

$$c = \frac{10}{5.5} = 1.82 \sim 2$$

$$R' = (2) (6) = 12$$

| $Y'_{j-1} - Y'_j$ | Y_j | n_j | N_j | $Y_j \cdot n_j$ | $Y_j - \bar{Y}$ | $ Y_j - \bar{Y} \cdot n_j$ | $(Y_j - \bar{Y})^2 \cdot n_j$ |
|-------------------|-------|-------|-------|-----------------|-----------------|-----------------------------|-------------------------------|
| 55.0 – 57,0 | 56 | 2 | 2 | 112 | -4.5 | 9 | 40.5 |
| 57.1 – 59,0 | 58 | 5 | 7 | 290 | -2.5 | 12.5 | 31.25 |
| 59.1 – 61,0 | 60 | 6 | 13 | 360 | -0.5 | 3 | 1.5 |
| 61.1 – 63,0 | 62 | 7 | 20 | 434 | 1.5 | 10.5 | 15.75 |
| 63.1 – 65,0 | 64 | 3 | 23 | 192 | 3.5 | 10.5 | 36.75 |
| 65.1 – 67,0 | 66 | 1 | 24 | 66 | 5.5 | 5.5 | 30.25 |
| Σ | - | 24 | - | 1454 | - | 51 | 156 |

Media:

$$\bar{y} = \frac{\Sigma Y_j \cdot n_j}{n}$$

$$\bar{y} = \frac{1454}{24} = 60.5 \text{ ml/kg/min}$$

Mediana:

Recordemos que la mediana es la cifra que esta inmediatamente por debajo de 12, según la fórmula

$$Me = \frac{n}{2} = \frac{24}{2} = 12 \rightarrow N_{j-1} = 7$$

$$Me = Y'_{j-1} + c \frac{\left(\frac{n}{2}\right) - N_{j-1}}{n_j}$$

$$Me = 59 + 2 \frac{12-7}{6} = 59 + \frac{5}{3}$$

$$Me = 60,7 \text{ ml/kg/min}$$

Moda:

Md = 62 con frecuencia = 7

Desviación Media:

$$Da = \frac{\Sigma \cdot |Y_i - \bar{Y}| \cdot n_i}{n}$$

$$Da = \frac{51}{24}$$

$$Da = 2.125 \sim 2.1$$

Varianza:

$$S^2 = \frac{\sum: (Y_i - \bar{Y})^2 \cdot n_i}{N}$$

$$S^2 = \frac{156}{24} = 6,5$$

Desviación estándar:

$$S = \sqrt{S^2}$$

$$\sqrt{6,5} =$$

$$S = 2,55$$

Aunque la desviación estándar arroja un dato un poco alto de aproximadamente dos litros y medio, dada la gran capacidad de VO₂máx hallada en el promedio, podemos concluir en general que el equipo tiene una gran capacidad de consumo de oxígeno, lo que hace ser un equipo físicamente altamente dotado de esta capacidad.

Coefficiente de Variación:

$$CV = \frac{2,55}{60,5} \times 100\%$$

$$CV = 4,2 \%$$

VO₂máx CON EL TEST DE LEGER (ver tabla)

Datos no agrupados:

Media:

$$\bar{X} = \frac{\sum Xi}{n}$$

$$\bar{X} = \frac{57,4+57,9+\dots+63,7+61,3}{24} = \frac{1501,17}{24}$$

$$\bar{X} = 62,57 \sim 62,6 \text{ ml/kg/min}$$

Mediana:

Ordenemos los datos de menor mayor

57.4 59.8 60.9 61.2 62.6 63.1 64.4 65.5 67.7
 57.9 59.9 60.9 61.3 62.8 63.7 64.9
 61.4 63.7 64.2
 61.4 63.7 64.2
 64.9

57.4 57.9 59.8 59.9 60.9 60.9 61.2 61.3 61.4 61.4 62.6 62.8 63.1 63.7 63.7 63.7
 64.2 64.2 64.2 64.4 64.9 64.9 65.5 67.7

$$Me = \frac{62.8 + 63.1}{2}$$

Me = 62.95 ml/kg/min

Moda

Md = la distribución es bimodal Md₁ = 63.7
 Frecuencia 3 Md₂ = 64.2

Rango:

X_{máx} - X_{mín} = 67.7 - 57.4 = 10.3

Datos Agrupados

| Y' _{j-1} - Y' _j | Y _j | n _j | N _j | Y _j .n _j | Y _j - \bar{y} | Y _j - \bar{y} .n _j | (Y _j - \bar{y}) ² .n _j |
|-------------------------------------|----------------|----------------|----------------|--------------------------------|----------------------------|--|--|
| 56.5 - 58.5 | 57.5 | 2 | 2 | 115 | -5.1 | 10.2 | 52.02 |
| 58.6 - 60.5 | 59.5 | 2 | 4 | 119 | -3.1 | 6.2 | 19.22 |
| 60.6 - 62.5 | 61.5 | 6 | 10 | 369 | -1.1 | 6.6 | 7.26 |
| 62.6 - 64.5 | 63.5 | 10 | 20 | 635 | 0.9 | 9 | 9.1 |
| 64.6 - 66.5 | 65.5 | 3 | 23 | 196.5 | 2.9 | 8.7 | 25.23 |
| 66.6 - 68.5 | 67.5 | 1 | 1 | 67.5 | 4.9 | 4.9 | 24.01 |
| Σ | - | 24 | - | 1633 | - | 45.6 | 135.84 |

$$\bar{y} = \frac{\Sigma Y_j . n_j}{n} = \frac{1502}{24} = 62,58 \sim 62,6$$

Mediana

$$Me = \frac{n}{2} = \frac{24}{2} = 12 \rightarrow \frac{n}{2} < N_{j-1} = 10$$

$$Me = Y'_{j-1} + C \frac{\frac{n}{2} - N_{j-1}}{n_j}$$

$$Me = 62.5 + 2 \frac{12-10}{10} = 62.5 + 2\left(\frac{2}{10}\right) = 62,5 + 0,4$$

$$Me = 62,9$$

Moda:

Md = 63.5 con n = 10 (frecuencia mayor)

Desviación Media:

$$Da = \frac{\sum |Y_i - \bar{Y}| n_i}{n} \quad Da = \frac{45,6}{24} \quad Da = 1.9$$

Varianza:

$$S^2 = \frac{135,84}{24} = 5,66$$

Desviación Estándar:

$$S = \sqrt{5.66} = 2.379 \sim 2.4$$

Si recordamos la desviación estándar que obtuvimos del VO2máx hallado con el test de los 2400 metros podemos darnos cuenta que el valor fue de 2.5 comparado con el dato obtenido en el test de Leger de 2.4 el dato nos muestra realmente que los dos test son efectivos en arrojarnos la desviación, corroborando que cualquiera de los dos pueden ser utilizados ya que la diferencia es mínima.

Coefficiente de Variación:

$$CV = \frac{2,4}{62,6} * 100\%$$

$$CV = 3,8 \%$$

Conclusiones a la Metrología

Como podemos darnos cuenta esta ciencia es sumamente importante, pues nos otorga datos que no pudiéramos saber de ninguna otra forma y nuestro trabajo sería muy subjetivo, dejando a los preparadores físicos cortos de análisis y no se necesita ser un experto en estadística para su aplicación:

1. Principalmente orientar al Director Técnico sobre el estado real de cada uno de los jugadores.
2. Participar en el planteamiento táctico-estratégico que el DT pueda tomar, de acuerdo al estado físico del equipo, biotipo nuestro y del rival, clima, sistema a utilizar, etc.
3. Saber si tenemos un equipo maduro cronológicamente o no, sus ventajas y sus deficiencias.
4. Replantear la planificación si es necesaria o darle la continuidad de acuerdo a los resultados en la metrología.
5. Como ejemplo el Club LUIS ANGEL FIRPO tiene una media en talla de 173,8 comparado con FAS con una media de 170,7 eso indica que Firpo cuenta con un equipo superior al nuestro en talla con una diferencia de aproximadamente 3 centímetros. Según el Libro FIFA en su capítulo 10 dice **“el jugador del mañana debe tener una media de estatura entre 170 y 185 cm”**, los dos equipos nuestros están dentro del límite inferior y sin haber medido los demás equipos profesionales de El Salvador presiento que esa es la media en general, lo que hace a nuestra selección nacional y clubes presa relativamente accesible en los encuentros internacionales.
6. Las mediciones arrojan un dato importante en cuanto a la edad de FAS, pues tenemos una media de 25,3 años de edad, equipo joven pero maduro emocionalmente.
7. Podemos comenzar a planificar nuestro trabajo de potencia aeróbicas como anaeróbicas, de acuerdo a los resultados en los test y analizados en la metrología, haciendo una comparación muy objetiva entre cada uno de los jugadores y el equipo para tratar de individualizar el entrenamiento.
8. FIFA recomienda que el VO₂máx en los jugadores del mañana debe ser de 60 a 65 ml/kg/min, este es un dato muy favorable para FAS que tiene un consumo de oxígeno bastante competitivo. Bangsbo, Jen en su libro YOYO test dice **“Los valores promedios para futbolistas de élite es de 61.7**, aunque modernamente se deben establecer estos datos de acuerdo a la posición del jugador dentro de la cancha, así los defensores entre 56 a 60, los volantes entre 63 a 67 y los delanteros entre 57 a 61
9. Comparar la misma capacidad mediante la aplicación de más de un test como en este caso el VO₂máx hallado mediante el test de 2400 metros y el test de Leger.
10. Entre muchas otras conclusiones que el entrenador puede establecer.

BIBLIOGRAFIA

Tzvetan, Zhelyazkow. (2002). Bases del entrenamiento Deportivo, Editorial Paidotribo, Barcelona.

Morales Acosta, J. (2007). Guía para el uso de la Metrología Deportiva, mx.geocities.com, Guadalajara

Navarro, J de la H (2003) Estadística Aplicada, tercera edición, Editorial Díaz de Santos, Barcelona.

Moore, David (2006), Estadística Aplicada Básica, Editorial Antoni Basch S.A, Segunda Edición, Barcelona.

García Jesús E. (2005). Estadística Descriptiva y Nociones de Probabilidad, Editorial Thomson.

Alba Berdeal, Antonio Luis. (2005). Test Funcionales Cineantropometría y Prescripción de Entrenamiento en el Deporte y la Actividad Física, Editorial Kinesis, segunda edición, Armenia-Colombia.

Commetti, Gilles. (2007). La Preparación Física en el Fútbol, Editorial Paidotribo, segunda edición, Barcelona.

Bompa, Tudor O. (2009). Entrenamiento de Equipos Deportivos, Editorial Paidotribo, Barcelona.

Bangsbo Jens. (1999). YO-YO Test, August Krogh Institute, Dinamarca

American College of Sports Medicine; Iriarte Goi Eduardo. (2000). Manual de consulta para el control y prescripción del Ejercicio, Editorial Paidotribo, Barcelona, segunda edición.

Ríos, Sixto. (2000). Iniciación Estadística, Editorial Paraninfo.

Martínez Bencardino, Ciro. (2006). Estadística básica aplicada, Ecoe Ediciones, Tercera Edición, Bogotá.