

# Anàlisi dels serveis de toc del Torneig de Rugbi Sis Nacions 2013

## *Analysis of Line-outs in the 2013 Six Nations Rugby Tournament*

**PABLO MIRA SÁNCHEZ**  
**IGNACIO MARTÍN TAMAYO**  
**LUIS JAVIER CHIROSA RÍOS**  
Universitat de Granada (Espanya)

**DAVID CARRERAS I VILLANOVA**  
Institut Nacional d'Educació Física de Catalunya - Centre de Lleida (Espanya)

Autor per a la correspondència

Ignacio Martín Tamayo  
[imartin@ugr.es](mailto:imartin@ugr.es)

### Resum

El servei de toc és una de les formes de reinici del joc o fases de conquesta en un partit de rugbi quantitativament i qualitativament important. En aquest article es va fer un estudi descriptiu dels serveis de toc en un torneig internacional d'alt nivell. En segon lloc, es van estudiar les diferències en aquesta fase de joc entre els diferents equips participants i, finalment, es van determinar les variables que incidien en la conquesta de la pilota. A partir d'un conjunt inicial de variables es va desenvolupar, mitjançant la validació amb experts, una eina per a l'observació dels factors clau. La mostra va estar constituïda per 358 serveis de toc del Torneig Sis Nacions de 2013 que es van investigar mitjançant anàlisi de vídeo. Els resultats han mostrat informació rellevant sobre les variables estudiades (partit, equip, casa/fora, número del servei de toc, il·luminació, pluja, vent, temps, resultat, costat, zona, nombre de jugadors, estructura prèvia, estructura de salt, posició saltador, canvi de posició, moviment, finta, angle, velocitat, temps de vol, distància, alçada i conquesta). Es van trobar diferències entre els equips en: el nombre de jugadors, l'angle, el temps de vol i l'alçada. Per últim, entre totes les variables investigades, trobem que hi ha una major probabilitat de conquesta quan el temps de vol dura entre 0,36 i 0,84 s, i la distància és entre 5 i 10 m.

**Paraules clau:** rugbi unió, fases de conquesta, anàlisi de vídeo, indicadors d'èxit

### Abstract

#### *Analysis of Line-outs in the 2013 Six Nations Rugby Tournament*

*Line-outs in rugby union are one of the quantitatively and qualitatively important ways of re-starting the game or winning possession. In this paper we describe line-outs in a high level international tournament, study differences among the teams and determine the variables that impact winning the ball. Based on a starting set of variables we developed a tool, validated by experts in the field, to observe the key factors. We studied 358 line-outs from the Six Nations Tournament 2013 by video analysis. The results gave detailed information about the chosen variables (match, team, home/away, number of line-out, lighting, wind, time, result, side, area, number of players, previous structure, jump structure, jumper position, shifting position, movement, feint, angle, speed, time in the air, distance, height, and possession). Significant differences among the teams were found in the number of players, angle, time in the air and height. Finally, our results show that the probability of winning the ball is higher when time in the air and distance are between 0.36 – 0.84 s and 5 – 10 m, respectively.*

**Keywords:** rugby union, winning possession, video analysis, success indicators

### Introducció

El servei de toc (ST) és una de les fases de conquesta o reinici del joc que més es produeixen en un partit de rugbi. En el Torneig de les Nacions 2013, la mitjana de ST per partit va ser de 25, amb una efectivitat en la conquesta de l'equip que posa la pilota en joc del 84 % (International Rugby Board, 2013a). D'altra banda, el ST és la fase a partir de la qual s'aconsegueixen més assajos, un 30 % del total (International

Rugby Board, 2013a) i, diverses investigacions (Ortega, Villarejo, & Palao, 2009; Trewartha, Casanova, & Wilson, 2008) destaquen que els equips que guanyen tenen significativament un major èxit en els ST. Per tot això podem considerar el ST com una faceta del joc qualitativament i quantitativament important en l'èxit d'un equip.

Reglamentàriament (International Rugby Board, 2013b), el ST reinicia el partit després que la pilota

hagi tocat el sòl més enllà de l'àrea de joc o alguna cosa que estigui fora d'aquesta àrea. Aquesta ha de ser reiniciada per un dels dos equips mitjançant un jugador que llança la pilota (el llançador) des de fora de l'àrea de joc al mig de dues files o fileres de jugadors (jugadors de l'alineació) que estan situades entre les línies de 5 i de 15 m, paral·leles a la línia de lateral. Entre ambdues fileres de jugadors es disputa la pilota i dos companys, un per al davant i un altre per al darrere, poden ajudar a elevar-se a un jugador que salta per conquerir la pilota. Finalment un altre jugador (el receptor) se situa pròxim encara que fora de l'alineació i la seva funció principal és rebre la pilota una vegada conquerida i jugar-la a partir d'aquest moment. En l'alineació, hi ha d'haver un mínim de dos jugadors per equip fins a un màxim de 14. El nombre de jugadors de l'alineació és determinat per l'equip que fa el servei, i l'equip contrari pot com a màxim igualar el mateix nombre de jugadors que els de l'equip del llançador. Els jugadors que no són ni el llançador, ni el receptor, ni els jugadors de l'alineació han de situar-se a 10 m d'aquest i es denominen jugadors no participants.

Encara que la pilota ha de ser enviada al centre del corredor, format per les fileres dels jugadors de l'alineació dels dos equips, l'equip que efectua el ST té una sèrie d'avantatges. Així, decideix a quina distància i alçada llançarà la pilota, a més de la velocitat i la trajectòria. Els jugadors de l'alineació tenen l'opció de realitzar una sèrie de moviments previs al llançament (quan la pilota surt de les mans del llançador), igual que, canvis de posició en l'alineació o simulacions de salt per tenir avantatge respecte a l'oponent en el moment del salt o, fins i tot, evitar que l'altre equip disputi la possessió de la pilota.

Entre d'altres possibilitats, l'anàlisi de partits (*match analysis*) en els diferents esports, tan col·lectius com individuals, dona a conèixer les diferències existents entre posicions de joc, diferències per equips o les diferències inter i intraposicional dels jugadors, la qual cosa és crucial per predefinir programes d'entrenament i tàctiques de joc (Hughes et al., 2012).

Tanmateix, hi ha poques investigacions sobre anàlisi de partits en el rugbi, com ja ha estat posat de manifest en diferents anàlisis bibliomètriques (Martín, Olmo, Chiroso, Carreras, & Solá 2013; Villarejo, Palao, & Ortega, 2010). En general, els estudis publicats s'han dirigit a discriminar quines variables estadístiques relacionades amb el joc permeten distingir entre l'equip guanyador i perdedor en partits d'alt nivell

(Mellalieu, Trewartha, & Stokes, 2008). En l'estudi de Jones, Mellalieu i James (2004) van estudiar 20 partits d'equips professionals en una lliga local i van analitzar 22 índexs d'execució de l'equip per diferenciar entre equips guanyadors i perdedors. En van trobar un conjunt que només els percentatges de ST robats a l'equip que llançava i el percentatge d'assajos anotats del total, eren significativament predictors de l'equip guanyador. En un altre estudi posterior d'aquests autors (James, Mellalieu, & Jones, 2005), van tractar de descriure mitjançant índexs, les característiques posicionals de joc. En van trobar un conjunt que permetien diferenciar les diferents posicions de joc, i es podien establir perfils per al lloc, però també van trobar que en la mateixa posició hi havia diferències entre jugadors atribuïbles a estils de joc diferents. Posteriorment, Ortega, Villarejo i Palao (2009) van estudiar 58 partits del Torneig de les VI Nacions durant les temporades 2003 a 2006. Novament, un dels resultats obtinguts subratlla la importància de la conquesta en el ST dels equips guanyadors, atès que perden significativament menys ST els equips guanyadors ( $2,18 \pm 1,61$ ) que els que són derrotats ( $3,38 \pm 2,11$ ). Per la seva banda, Vaz, Van Rooyen i Sampaio (2010) en una mostra àmplia de 120 partits de la IRB i 204 del torneig Supertwelve, entre 2003 i 2006, en partits on no va haver-hi una diferència final superior a 15 punts van trobar, mitjançant una anàlisi discriminant, que les possessions que van jugar al peu, el nombre de placatges, nombre de *rucks* i passades, passades completades, *mauls* guanyats, canvis de possessió, cops de peu al lateral i errors, discriminaven ambdós equips. No van obtenir diferències, en aquest estudi, els ST lateral guanyats ni perduts. Hendrick, Roode, Matthews i Lambert (2011) van estudiar les recuperacions en els punts de trobada després d'un placatge i van trobar que, eren més probable segons avançava el temps del partit i, que depenien de la velocitat defensiva augmentat a més velocitat.

Un altre conjunt d'investigacions s'ha centrat específicament en l'estudi del ST. Així, Thomas i Thomas (1999) van investigar el cas d'un jugador lesionat durant un ST. Més interessants són els estudis cinemàtics sobre el llançament en els ST. Griffiths i Hughes (2005) van estudiar el llançament de la pilota en una mateixa alçada a tres distàncies diferents (5, 10 i 15 m) i van trobar diferències en aquests tipus de llançament en la velocitat de sortida de la pilota i van observar diferències en les velocitats angulars del colze, espatlla, genolls i turmells del jugador que efectua el llançament. En una altra

investigació de característiques semblants, Sayers (2005) va quantificar la cinemàtica dels llançadors en el llançament, a tres distàncies (6, 10 i 15 m). Va trobar que per a distàncies més grans (més de 10 m) es necessitava una participació més elevada de les extremitats inferiors, al contrari que de les extremitats superiors que van romandre constants per a totes les distàncies. Per últim, va concloure que, cada jugador havia de desenvolupar matisos individuals per als seus llançaments i la participació de les extremitats inferiors i superiors era crucial per millorar el rendiment.

En l'estudi cinemàtic per millorar el llançament del ST de Trewartha et al. (2008) van caracteritzar la tècnica del llançament de distàncies i trajectòries en diverses condicions. Van descobrir que els llançadors d'elit presentaven més precisió en qualsevol distància, i a més a més, realitzaven una sincronització conjunta de les velocitats angulars de totes les extremitats (superiors i inferiors), incrementant la participació de les extremitats inferiors en distàncies més llargues. Finalment, van suggerir canvis per a jugadors menys experts en ambdues magnituds de les extremitats i en la cinemàtica articular per millorar la seva tècnica de llançament. En una altra investigació Sayers (2011), va estudiar la relació entre la precisió i les característiques del llançament de tres jugadors d'elit, i si aquestes canviaven a major distància de llançament (6-10-15 m). Els resultats van dictaminar que hi havia diferències significatives en les fases claus del llançament encara que els jugadors d'alt nivell compartien, entre si, característiques comunes. No obstant això, les variables estudiades (flexió del tronc al final del balanceig i flexió del colze) van mostrar que, a mesura que la distància augmentava, aquestes romanien constants. Finalment, en un estudi més recent de Neil, Wilson, Mellalieu, Hanton i Taylor (2012) es va estudiar la relació entre l'ansietat competitiva i el rendiment amb jugadors llançadors professionals i no professionals en diferents moments crítics previs al servei. Van trobar que la interpretació de l'ansietat era un predictor més fort que la pròpia intensitat de l'ansietat per predir el rendiment.

Així doncs, encara que hi ha un conjunt d'investigacions sobre variables relacionades amb el joc en partits i altres específiques sobre el ST, no hi ha estudis que analitzin específicament les variables implicades en aquest i que discriminin entre aquelles variables que prediuen l'èxit en aquest tipus de posada en joc de la pilota. Per tant, l'objectiu del nostre estudi serà: analitzar tots els

factors i indicadors que incideixen en l'èxit en la conquesta (des del seu inici fins a l'acabament, segons el reglament del STL) de l'equip atacant en els ST (excepte serveis ràpids) on realitzarem: *a)* un estudi descriptiu dels ST; *b)* un estudi de les diferències entre els ST dels sis equips que disputen el torneig i, finalment, *c)* un estudi que diferenciï entre aquelles variables que permeten distingir entre els ST en els que s'obté la possessió i en els que no.

## Mètode

### Mostra

El total dels ST realitzats en el Torneig de les Sis Nacions de 2013 va ser de 377 en els 15 partits disputats, amb un mínim de 18 i un màxim de 31 serveis realitzats per partit. Una vegada eliminats els serveis ràpids i aquells que no va ser possible observar-los mitjançant el vídeo, la mostra del nostre estudi ha estat de 358 ST, encara que no totes les variables han pogut ser analitzades en tots els ST estudiats. Tots els partits van ser recollits i analitzats a partir dels vídeos d'aquests encontres i confrontats amb les estadístiques proporcionades per la pàgina web oficial del torneig ([www.rbs6nations.com](http://www.rbs6nations.com)).

### Instruments

Totes les variables dels ST van ser observades en vídeos, prèviament tractats amb el programari Vegas Pro 12.0. A més a més, algunes d'aquestes (distàncies, angles i velocitats) han estat mesurades mitjançant el programari Kinovea 0.8.15. Aquestes dades han estat depurades i analitzades amb Excell i amb IBM SPSS 21.

A més a més, per a la validació de la plantilla d'observació es va realitzar un qüestionari que va ser avaluat per set experts. Aquest qüestionari estudiava la pertinència i claredat de les variables, i es va realitzar mitjançant *Google Drive*. L'eina observacional final, un vegada depurada pels experts, consta de 26 variables (vegeu *taula 1*).

### Procediment

En primer lloc, es va dissenyar un primer conjunt de variables per observar els ST. Una vegada definides les variables, el conjunt va ser depurat després de l'observació d'una mostra de ST i es va crear una primera plantilla observacional amb variables tan

Variable	Definició
Partit	Equips que estan disputant el partit, primer l'equip de casa. Per exemple Gal·les-Anglaterra.
Equip	Equip que realitza el llançament del ST. Per exemple, Anglaterra.
Casa/Fora	Si l'equip que realitza el servei de toc és el local o el visitant.
Número SL	Número d'ordre del servei de toc que realitza aquest equip en el partit. Per exemple, 1, 2, 3, ...
Il·luminació	Si la il·luminació en el moment del ST és només natural o si hi ha llum artificial.
Pluja	Si plou o no en el partit, en el moment del ST. Per exemple, <i>sí</i> o <i>no</i> .
Vent	Si hi ha vent en el partit que alteri el llançament en el moment del ST. <i>No</i> , quan els banderons no presenten cap moviment, <i>lleu</i> , quan el banderó té un moviment lleuger; <i>fort</i> , quan presenta clarament un moviment cap a algun costat del banderó.
Temps (m/s)	Temps que porta transcorregut el partit des del seu inici fins al moment en què s'inicia el ST, expressat en segons. Per exemple, 1.125 s.
Resultat	Diferència a favor o en contra respecte a l'equip llançador del ST, en el moment del Servei de toc (ST). Puntuació numèrica amb signe positiu (a favor) o negatiu (en contra). Per exemple -14 o +20.
Costat	Costat del camp (esquerre/dret) on es realitza el ST. Es té en compte des de la zona de marca de l'equip que efectua el ST. Per exemple, <i>dreta</i> o <i>esquerra</i> .
Zona	Distància en metres des de la línia de marca de l'equip que realitza el ST fins al lloc on succeeix el ST. Per exemple, 65,4 m.
Nre. jugadors	Nombre de jugadors participants en l'alineació de l'equip que efectua el ST. Per exemple, 2, 3, ..., 14.
Estructura prèvia	Estructura dels participants en l'alineació abans del ST. S'indica el jugador o els jugadors que hi ha a continuació uns d'altres sense que hi hagi un espai de mig metre entre ells, i un altre jugador o grup de jugadors sense espai entre ells, i així fins a completar tots els jugadors de l'alineació. Per exemple, amb set jugadors 3-3-1.
Estructura salt	Estructura dels participants en el moment d'inici del ST (quan la pilota surt de les mans del llançador). S'indica el jugador o els jugadors que hi ha a continuació uns d'altres sense que hi hagi espai de mig metre entre ells, i un altre jugador o grup de jugadors sense espai entre ells, i així fins a completar tots els jugadors de l'alineació. Per exemple, amb cinc jugadors 1-3-1
Posició saltador	Posició que ocupa el jugador en l'alineació de l'equip que realitza el ST que toca o conquereix la pilota. Si cap jugador de l'equip llançador toca o conquereix la pilota, s'indica amb un 0. Per exemple, 0, 1, 2, 3, ...
Canvi de posició	Nombre de canvis de posició entre jugadors participants abans de l'inici del ST. Cada canvi de posició per un jugador es considera un canvi. Per exemple, si hi ha dos canvis de posició, 2.
Moviment	Nombre de moviments cap endavant o cap endarrere d'un jugador o d'un bloc de jugadors en l'alineació antes del ST. Cada canvi de direcció es considera un moviment. Els canvis de posició no es consideren moviments. Per exemple, si hi ha dos moviments, 2.
Finta	Aparença d'iniciar un salt per un jugador de l'alineació però sense produir-se abans de l'inici del ST. Per exemple, si es produeixen dos fintes, 2.
Angle (°)	Angle que realitza la pilota respecte al pla del camp en sortir de les mans del llançador. Per exemple, 34°.
Velocitat (m/s)	Velocitat inicial de la pilota quan surt de les mans del llançador. Per exemple, 45 m/s.
Temps vol (s)	Temps transcorregut des que la pilota surt de les mans del llançador fins al moment en què la pilota és tocada, palmat o conquerit per un jugador de l'alineació, expressat en segons, en el moment del ST. Per exemple, 0,54 s.
Distància (m)	Distància que recorre la pilota, en el moment del ST, des de la línia de lateral fins a la perpendicular sobre el camp on l'agafa o la toca amb la mà el jugador de l'alineació de 0 a 15 m. Si no és tocada per cap jugador de l'equip que realitza el ST i/o passa dels 15 m, s'indica amb un 0. Per exemple, 13,45 m.
Alçada (m)	Distància des del terra fins a la perpendicular sobre el camp on l'agafa o la toca amb la mà el jugador de l'alineació, en el moment del ST. Per exemple, 3,34 m.
Conquesta	Si la pilota és conquerida per l'equip que efectua el ST o no. Per exemple, <i>sí</i> o <i>no</i> .

▲  
**Taula 1.** Variables incloses en l'estudi i la seva definició operacional

qualitatives com quantitatives seguint les recomanacions d'Haynes, Richard i Kubany (1995). Per tal de validar el sistema observacional, vam construir un qüestionari tipus Likert d'1 a 5 mitjançant *Google Drive* per consultar a un grup de set experts, la pertinència i claredat de cada variable i, la definició que proposàvem, així com un ítem obert per recollir els seus comentaris. Els experts eren especialistes en rugbi de reconegut prestigi, tots ells amb titulació d'entrenadors nacionals. Vam obtenir en els ítems recollits una mitjana i desviació típica ( $\pm$ ) de  $3,85 \pm 0,38$  en pertinència i, de  $3,93 \pm 0,37$  en claredat. Amb aquestes dades i els suggeriments dels experts es van modificar les variables i també se'n va incloure alguna més per a la versió definitiva.

Una vegada depurat el sistema observacional es van analitzar els 377 ST del torneig a partir del senyal de televisió en HD de les emissions realitzades per la cadena britànica BBC. Els angles principals de gravació dels ST analitzats van ser a arran de terra o des de plans superiors en alçada amb angles entre 35 i 55 graus respecte a la línia de posada en joc del ST. En primer lloc, vam descartar els serveis ràpids i tot donant com a valors perduts aquelles variables que no es podien observar en el vídeo. Per estimar un conjunt de variables (temps vol, alçada, distància i zona) es va fer necessària la utilització del programari Kinovea. Inicialment, es va determinar l'altura des del sòl ( $a_s$ ), la distància ( $d$ ) des de la línia de lateral a la qual era conquerida la pilota i el temps de vol ( $t$ ) de la pilota. En segon lloc, es va calcular l'alçada a què sortia la pilota de les mans del llançador ( $a_m$ ) a fi de calcular la diferència en alçada ( $a$ ) entre on es llançava i on es conqueria.

Finalment, les variables angle ( $\theta$ ) i velocitat inicial ( $v$ ) es van estimar a partir de les dues equacions del llançament parabòlic, on  $g$  és la força de la gravetat. Així:

$$d = v \cos \theta t$$

$$a = v \sin \theta t - \frac{g t^2}{2}$$

A partir d'aquestes equacions, podem calcular en angle i la velocitat inicial del llançament donant

$$\theta = \arctg \frac{a_d + \frac{g t^2}{2}}{d}$$

$$v = \frac{d}{\cos \theta t}$$

## Anàlisi estadístiques

En primer lloc es va realitzar una anàlisi descriptiva de totes les variables estudiades en la mostra total de ST. Es van obtenir les freqüències de cada categoria en les variables qualitatives i la mitjana i desviació típica per a les variables quantitatives. També es van analitzar aquestes variables tenint en compte les diferències per a cadascun dels sis equips participants en el torneig. Es van realitzar proves de  $\chi^2$  per a les variables qualitatives i un Anova unifactorial entre grups per a les variables quantitatives. Finalment, es va estudiar si cada variable era diferent entre els ST en els que s'obtenia la possessió i ens els que no, per a totes les variables, mitjançant la prova no paramètrica de Mann-Whitney.

## Resultats

En els ST dels 15 partits analitzats, l'equip que més serveis va realitzar va ser Irlanda amb 71 i el que menys Escòcia amb 51. Observem que 184 ST van ser efectuats per l'equip local i 174 pel visitant. La il·luminació ha estat natural en 148 i artificial en 210. No va ploure mentre es realitzaven 301 i sí en 57 ocasions. No va haver-hi vent en 306, va ser lleu en 31 i, en 15 es va produir vent fort. 168 ST es van realitzar a la zona esquerra de l'equip que atacava i 189 al costat dret. Quant a les estructures prèvies, la més utilitzada amb cinc jugadors va ser 1-3-1 (35, 9,8%), amb sis 1-3-2 (33, 9,2%) i amb set 3-2-2 (27, 7,5%) i 2-3-2 (24, 6,7%). Les estructures finals més usuals amb cinc jugadors van ser 3-2 (34, 9,5%), 1-3-1 (30, 8,4%), amb sis 2-3-1 (20, 5,6%) i amb set 2-3-2 (27, 7,5%). Quant a les fintes només es van produir en 76 de les 326 observades. Per últim, cal destacar que la conquesta per l'equip que treia ha estat de 300 sobre 355 ST (84,5%).

També és destacable sobre la variable nombre de jugadors en l'alineació que els ST més utilitzats han estat els de set jugadors (143, 39,9%), els de cinc (102, 28,5%) i els de les (81, 22,65%).

Quant a la diferència per equips, podem relacionar cada variable qualitativa amb la variable equip. No es van obtenir diferències i per tant podem considerar aquestes variables com a independents amb la variable equip a la variable costat ( $\chi^2 = 6,82$ ;  $p = 0,234$ ), finta ( $\chi^2 = 7,68$ ;  $p = 0,175$ ) i conquesta ( $\chi^2 = 4,024$ ;  $p = 0,546$ ).

Sí que trobem dependència amb la variable pluja, obtenint-se un valor de  $\chi^2 = 34,13$  amb un valor  $p = 0,0001$ . L'anàlisi dels residuals estandarditzats ens permet afirmar que Gal·les va ser l'equip que va llançar



	Itàlia	Anglaterra	Irlanda	Escòcia	França	Gal·les	Anova	
							F	p
Nre. jugadors	5,65 1,20	6,19 0,91	5,94 0,91	5,88 1,02	5,92 0,92	6,35 1,22	3,29	0,006**
Posició saltador	3,78 1,38	3,39 1,40	3,31 1,19	3,24 1,26	3,35 1,26	3,40 1,28	1,08	0,373
Canvi posició	0,46 0,50	0,54 0,90	0,48 0,64	0,61 0,74	0,51 0,76	0,57 0,77	0,31	0,908
Moviment	0,70 0,63	0,62 0,53	0,47 0,64	0,53 0,55	0,68 0,62	0,54 0,54	1,24	0,289
Angle (°)	38,53 5,97	30,28 6,08	31,11 6,16	36,20 7,13	34,68 8,77	34,56 7,41	7,52	0,0001**
Velocitat (m/s)	11,58 1,25	12,40 1,34	11,94 1,49	11,54 1,47	11,43 1,56	11,89 1,59	2,43	0,036*
Temps vol (s)	1,20 0,31	0,89 0,30	0,94 0,37	1,06 0,31	1,00 0,31	0,99 0,37	6,16	0,0001**
Distància (m)	10,63 3,22	9,51 3,13	9,62 2,89	9,38 3,15	8,97 2,98	9,45 3,36	1,34	0,247
Alçada (m)	3,61 0,30	3,46 0,41	3,45 0,40	3,71 0,37	3,45 0,42	3,68 0,33	4,82	0,0001**

**Taula 2.** Mitjana i desviació típica de les variables quantitatives per equip. També s'indica el resultat de l'Anova unifactorial de cada variable en funció de l'equip (F i p)

més ST sense pluja i Irlanda i França amb pluja. La variable vent té un valor de  $\chi^2 = 20,58$  amb un valor de  $p = 0,024$ . Itàlia va llançar els ST en condició sense vent, Irlanda amb vent lleu i França amb vent fort. La variable estructura prèvia obté un valor de  $\chi^2 = 345,95$  amb un valor de  $p = 0,0001$ . Les estructures prèvies més característiques per a Gal·les en diferència amb els altres equips van ser 1-2-2, 1-3-1-2 i 1-3-3, per a Irlanda 1-3-1 i 2-3-2, Anglaterra 3-1-3 i 3-4, França 3-2, Escòcia 1-1-3 i 1-3-2 i Itàlia 2-3-2 i 3-1. La variable estructura de salt obté un valor de  $\chi^2 = 257,14$  amb un valor de  $p = 0,008$ . Les anàlisis dels residus ens indiquen que les estructures en el moment de salt que diferencien als equips van ser: Gal·les 1-3-1-2 i 1-3-3, Irlanda 1-3-1, 1-3-2 i 2-3-2, Anglaterra 2-3-1 i 3-1-2, França 1-3-1 i 3-2, Escòcia 3-2-2 i Itàlia 1-3, 2-3 i 3-3.

Poden observar-se els resultats per a les variables quantitatives en funció de l'equip a la *taula 2*.

Les comparacions de Bonferroni per a la variable nombre de jugadors mostra diferències significatives només entre Itàlia i Gal·les ( $p = 0,005$ ). En la variable angle hem trobat diferències significatives entre Anglaterra amb Itàlia ( $p = 0,0001$ ) i Escòcia ( $p = 0,007$ ) i Irlanda amb Itàlia ( $p = 0,001$ ) i Escòcia ( $p = 0,036$ ).

En velocitat només hi ha diferències entre Anglaterra i França ( $p = 0,045$ ). Per a la variable temps de vol Itàlia mostra una mitjana significativament més gran que la d'Anglaterra ( $p = 0,0001$ ), Irlanda ( $p = 0,0001$ ), França ( $p = 0,025$ ) i Gal·les ( $p = 0,015$ ). Finalment hi ha diferències en alçada entre Gal·les amb Irlanda ( $p = 0,025$ ), Anglaterra ( $p = 0,035$ ) i França ( $p = 0,033$ ) i entre Escòcia amb Irlanda ( $p = 0,026$ ), Anglaterra ( $p = 0,035$ ) i França ( $p = 0,033$ ).

Per estudiar quines variables influeixen sobre la conquesta o no de la possessió hem contrastat mitjançant U de Mann Witney totes les variables (*taula 3*).

## Discussió i conclusions

L'objectiu d'aquesta investigació va ser realitzar un estudi d'un conjunt de variables sobre els ST en partits internacionals d'alt nivell, la seva diferència en funció dels equips i, finalment, determinar quines variables són les que diferència un èxit en la conquesta. Es va utilitzar una anàlisi de vídeo i programari especialitzat per mesurar i estimar algunes de les variables.

És difícil comparar els resultats amb altres estudis previs donada l'originalitat d'aquest treball ja que,

encara que hi ha estudis sobre anàlisi de rendiment en rugbi, la majoria s'han fet sobre les variables per predir el rendiment en partits complets i no, com en aquest, sobre un aspecte en concret del joc com són els serveis de toc.

Lipscombe (2009) en el seu llibre sobre la física en el rugbi fa una anàlisi teòrica del llançament. Aquest autor considera que la pilota surt de les mans del llançador a una alçada de dos metres i que es conquereix a una alçada de cinc metres i estima que per a un servei que es conquereix a 6 metres de la línia de lateral la velocitat serà d'11 m/s; si el llançament és al voltant de 8 metres de 13 m/s; i si es llança a deu metres la velocitat de 15 m/s. No obstant això, sí que hi ha algunes dades que podem comparar amb altres investigacions. Els resultats que hem trobat van ser semblants als trobats per Griffiths i Hughes (2005), on la velocitat del llançament (m/s) era un factor determinant en la conquesta de la pilota per a diferents distàncies: *a*) per a 5 m:  $9,6 \pm 1,56$  m/s; *b*) per a 10 m:  $10,4 \pm 0,47$  m/s, i *c*) per a 15 m:  $12,81 \pm 0,67$  m/s). En el nostre cas, vam fer aquestes mesures per a tres intervals i vam trobar aquests valors: *a*) entre 5 i 10 m:  $11,13 \pm 1,45$  m/s; *b*) entre 10 i 15:  $12,58 \pm 1,04$  m/s, i *c*) entre 15 o més m:  $13,28 \pm 0,33$  m/s). Tanmateix, en un altre estudi de Sayers (2011) on també es van determinar velocitats del llançament a distàncies diferents: *a*) per a 6 m:  $8,31 \pm 0,32$  m/s; *b*) per a 10 m:  $9,31 \pm 0,59$  m/s, i *c*) per a 15 m:  $10,36 \pm 0,66$  m/s, nosaltres hem obtingut velocitats més ràpides. Per tant, aquestes dades obtingudes en les dues investigacions són semblant als resultats del present estudi, on un avala els nostres estudis amb resultats semblants i l'altre amb resultats pròxims encara que en ambdós casos més lents que els que hem obtingut, encara que més lents que l'estudi teòric.

Les diferències entre equips ens han permès trobar que salten en diferents condicions de pluja i vent, i que es distingeixen per: les seves estructures prèvies i de salt, el nombre de jugadors en l'alineació, l'angle de sortida de la pilota, el temps de vol i l'alçada a què es conquereixen la pilota. Així, el nostre estudi descriptiu permet caracteritzar un llançament típic en un ST del Torneig de les Sis Nacions de 2013. Podem dir que un ST típic es constitueix per 6 jugadors en l'alineació, on el jugador que conquereix normalment és el que es troba entre la posició 3 i 4, realitzant un canvi de posició o un moviment cada dues ST. Respecte al llançament, l'angle seria de  $34^\circ$  a una velocitat d'11,83 m/s, dirigit a una distància de 9,6 m per a una alçada de 3,55 m, en un temps de vol de 1 s (*taula 4*).

	N (Sí/No)	RP (Sí/No)	U	Sig.
Casa/fora	300/55	174,24/198,50	7122,5	,063
Nombre ST	300/55	179,58/169,38	7776,0	,497
Il·luminació	300/55	177,45/181,00	8085,0	,782
Pluja	300/55	175,53/191,45	7510,0	,096
Vent	295/54	173,24/184,63	7445,0	,194
Temps	300/55	180,18/166,12	7596,5	,350
Resultat	300/55	178,50/175,25	8099,0	,828
Costat	300/54	174,77/192,67	7281,0	,171
Zona	299/55	181,23/157,21	7106,5	,110
Nre. jugadors	298/55	177,09/173,23	7869,5	,786
Estructura prèvia	249/46	145,65/160,72	5142,0	,270
Estructura salt	288/52	171,09/167,23	7318,0	,794
Posició saltador	292/50	168,29/190,25	6362,5	,134
Canvi de posició	266/45	157,95/144,44	5465,0	,286
Moviment	254/44	150,91/141,39	5231,0	,446
Finta	279/47	163,53/163,35	6549,5	,987
Angle ( $^\circ$ )	195/33	112,07/128,88	2743,0	,176
Velocitat (m/s)	195/33	114,09/116,91	3138,0	,821
Temps vol (s)	263/43	149,65/177,07	4641,0	,050*
Distància (m)	237/45	137,10/164,66	4290,5	,038*
Alçada (m)	237/41	138,41/145,82	4599,5	,586

▲ **Taula 3.** Prova U de Mann-Witney per determinar si cada variable afecta la conquesta (Sí/No). S'inclouen les grandàries N, els valors de mitjanes, el valor de l'estadístic U i la significació

	N	Mínim	Màxim	Mitjana	Desv. típ.
Nre. jugadors	352	3	12	6,00	1,05
Posició saltador	342	1	7	3,41	1,29
Canvi posició	311	0	4	,52	,72
Moviment	298	0	2	,58	,59
Angle ( $^\circ$ )	228	18,07	54,73	33,93	7,45
Velocitat (m/s)	228	8,00	15,76	11,83	1,48
Temps vol (s)	306	,36	1,98	1,01	,32
Distància (m)	282	5,00	16,51	9,56	3,13
Alçada (m)	278	1,80	4,23	3,55	,39

▲ **Taula 4.** Nombre de ST estudiats N, mínim, màxim, mitjana i desviació típica de les variables quantitatives analitzades en l'estudi

Anàlisis més complexes permetrien caracteritzar els ST per a cada equip i així poder predir el seu comportament i els seus sistemes per a futurs ST, la qual cosa és una eina fonamental per a qualsevol entrenador, perquè el coneixement dels sistemes de joc de l'equip rival és informació rellevant a l'hora de preparar un partit pròxim. Per exemple, podríem crear mapes de conquesta per a cada equip (en funció de la distància i alçada de tots els ST que llancen) i d'aquesta manera conèixer prèviament en quina distància i a quina alçada hi ha una major probabilitat de conquesta per a aquest equip.

Finalment, hem trobat que hi ha dos variables (temps de vol i distància) que prediuen l'èxit en la conquesta. Quant al temps de vol, podem assenyalar que la probabilitat de conquesta és superior quan la pilota vola entre 0,36 i 0,84 s. D'altra banda, trobem un percentatge més alt de conquestes entre els 5 i 10 m decreixent segons augmenta la distància. Per tant, podríem dir que hi ha més probabilitat de conquerir un llançament de servei de toc en distàncies curtes i amb altes velocitats de vol de la pilota. També és destacable que guanyen més ST els equips que juguen fora de casa i en els ST més pròxims a la zona de marca rival.

De les 26 variables estudiades només dos han mostrat diferències significatives en els ST que es conquereixen i en els que no. Aquest resultat és semblant als estudis que identificaven variables en un partit de rugbi per discriminar entre els equips que guanyaven i els que no. Així, en Ortega et al. (2009) van trobar que onze variables d'un total de vint-i-vuit eren predictores de la victòria i, en l'estudi de Vaz et al. (2010) van predir vuit d'un total de divuit variables.

Com a limitacions podem apuntar que, en l'estudi, atès que les gravacions de vídeo no eren *ex professo* sinó que les vam obtenir d'imatges de difusió pública, no vam poder analitzar tots els ST i vam haver de descartar-ne alguns. En tot cas, pensem que aquesta investigació serà útil per a la descripció i estudi dels ST, que és pionera en aquest moment, i que a més a més serà d'utilitat en l'àmbit aplicat ja que els entrenadors faran ús de la informació i de la metodologia que hem aportat.

## Conflicte d'interessos

Els autors declaren no tenir cap conflicte d'interessos.

## Referències

- Griffiths, I. W., & Hughes, G. (2005). Kinematic analysis of rugby union lineout Throw. (Abstract). *Journal of Sports Sciences*, 23(2), 102-103. <http://dx.doi.org/10.1037/1040-3590.7.3.238>
- Haynes, S. N., Richard, D. C. S., & Kubany, E. S. (1995). Content validity in psychological assessment: A functional approach to concepts and methods. *Psychological Assessment*, 7(3), 238-247.
- Hendricks, S., Roode B., Matthews, B., & Lambert, M. (2013). Defensive strategies in rugby union. *Perceptual & Motor Skills: Exercise & Sport*, 117(1), 65-87. doi:10.2466/30.25.PMS.117x17z6
- Hugues, M. T., Hugues, M. D., Williams, J., James, N., Vuckovic, G., & Locke, D. (2012). Performance indicators in rugby union. *Journal of Human Sport & Exercise*, 7(7), 383-401. doi:10.4100/jhse.2012.72.05
- International Rugby Board (2013a). Statistical analysis and match review. Six nations 2013. Recuperat de <http://www.irb.com/mm/document/newsmedia/mediazone/02/06/63/56/130325sixnations2013-tatisticalreport.pdf>
- International Rugby Board (2013b). Leyes del juego. Recuperat de [http://www.rugby.nl/sites/default/files/bestanden/IRB\\_Laws\\_2013\\_EN\\_0.pdf](http://www.rugby.nl/sites/default/files/bestanden/IRB_Laws_2013_EN_0.pdf)
- James, N., Mellalieu, S. D., & Jones, N. M. P. (2005). The development of position-specific performance indicators in professional rugby union. *Journal of Sports Sciences*, 23(1), 63-72. doi:10.1080/02640410410001730106
- Jones, N. M. P., Mellalieu, S. D., & James, N. (2004) Team performance indicators as a function of winning and losing in rugby union. *International Journal of Performance Analysis in Sports*, 4(1), 61-71.
- Lipscombe, T. D. (2009). *The Physic of Rugby*. Nottingham, United Kingdom: Nottingham University Press.
- Martín, I., Olmo, J., Chiroso, L. J., Carreras, D., & Solá, J. (2013). Bibliometric study (1922-2009) on rugby articles in research journals. *South African Journal for Research in Sport, Physical Education and Recreation*, 35(1), 105-119.
- Mellalieu, S. D., Trewartha, G., & Stokes, K. (2008). Science and rugby union. *Journal of Sports Sciences*, 26(8), 791-794. doi:10.1080/02640410701819099
- Neil, R., Wilson K., Mellalieu, S. D., Hanton, S., & Taylor, J. (2012). Competitive anxiety intensity and interpretation: A two-study investigation into their relationship with performance. *International Journal of Sport and Exercise Psychology*, 10(2), 96-111. doi:10.1080/1612197X.2012.645134
- Ortega, E., Villarejo, D., & Palao, J. M. (2009). Differences in game statistics between winning and losing rugby teams in the Six Nations Tournament. *Journal of Sports Science and Medicine*, 8(4), 523-527.
- Sayers, M. (2005). A three-dimensional analysis of lineout throwing in rugby union. *Journal of Sports Sciences*, 10, 553-558.
- Sayers, M. (2011). Kinematic analysis of line-out throwing in elite international rugby union. *Journal of Sports Science and Medicine*, 10, 553-558.
- Thomas, R. H., & Thomas, G. O. (1999). Painful incarcerated hernia following a rugby union lineout. (Abstract). *British Journal of Sports Medicine*, 33, 52-53. doi:10.1136/bjism.33.1.52
- Trewartha, G., Casanova, R., & Wilson, C. (2008). A kinematic analysis of rugby lineout throwing. *Journal of Sports Sciences*, 26(8), 845-854. doi:10.1080/02640410701885629
- Vaz, L., Van Rooyen, M., & Sampaio, J. (2010). Rugby game-related statistics that discriminate between winning and losing teams in IRB and Super twelve close games. *Journal of Sports Science and Medicine*, 9, 51-55.
- Villarejo, D., Palao, J. M., & Ortega, E. (2010). Scientific production in Rugby union between 1998-2007. *Revista de Ciencias del Deporte*, 6(3), 155-161.