



Universidad
Zaragoza

Trabajo Fin de Grado

Análisis de la intensidad competitiva en el circuito ATP

Analysis of the competitive intensity in the ATP circuit

Autor/es

Diego Felices Manero

Director/es

Manuel Espitia Escuer

Facultad de Economía y Empresa
2017

Autor del trabajo: Diego Felices Manero

Director del trabajo: Manuel Espitia Escuer

Línea del trabajo: Economía del Deporte

Título del trabajo: Análisis de la intensidad competitiva en el circuito ATP

Title of the paper: Analysis of the competitive intensity in the ATP circuit

Titulación: Administración y Dirección de Empresas

Objetivos y resumen del trabajo:

El circuito profesional de tenis está regido por la Association of Tennis Professionals (ATP). Esta institución con sede en Londres designa una serie de torneos puntuables a lo largo del año y con estos puntos realiza un ranking con los mejores jugadores del momento.

A lo largo de este Trabajo de Fin de Grado, se analiza la intensidad competitiva en el tenis profesional. Para llevar a cabo dicho análisis, se tomará el circuito profesional como un sector económico y los tenistas participantes en las clasificaciones ATP serán considerados agentes económicos.

En este proyecto, se detallan los distintos métodos y técnicas necesarios para realizar el análisis, así como los resultados obtenidos. Asimismo, se utilizan diferentes formas de medir el output que permiten observar el tenis profesional desde perspectivas más completas.

El objetivo de este estudio no es otro que observar el nivel de competitividad en este deporte. Para ello, se realizan comparaciones entre temporadas y entre los torneos Grand Slam.

En la realización del trabajo, se ha tratado de poner en práctica los conocimientos teóricos obtenidos durante el Grado en Administración de Empresas, más concretamente en las asignaturas de Dirección Estratégica y Econometría. Por otra parte, la mayor parte del análisis estadístico y gráfico fue realizado en el software RStudio.

Summary:

The professional tennis year is governed by the Association of Tennis Professionals (ATP). This London-based institution selects a limited number of scoring tournaments to be played during the year and it uses the points awarded in those tournaments to classify the best players in the world. This classification is called *ATP Rankings*.

During the course of this thesis, the competitive intensity of professional tennis will be analyzed. In order to carry out such analysis, the professional circuit will be taken as an economic sector and every tennis player who takes part in the ATP rankings will be considered an economic agent.

In this project, the different methods and techniques used to carry out the analysis have been described, together with a full disclosure and explanation of the obtained results. Likewise, different output measures have been employed throughout its pages, therefore allowing the possibility of observing the world of professional tennis through a more widely encompassing perspective.

This paper aims to observe the level of competition within the sport of tennis. In order to do so, it includes several different types of comparisons, mainly between seasons and among the four Grand Slam tournaments.

In the making of this thesis, theoretical concepts explained at some point along the course of the bachelor's degree have been used, mainly those belonging to the areas of Econometrics and Strategic Management. On the other hand, most of the statistical and graphic analysis have been developed using the framework provided by the statistical software RStudio.

Tabla de contenido

1. INTRODUCCIÓN.....	5
1.1. Presentación y objetivos.....	5
1.2. Literatura existente.....	6
1.3. Explicación del reparto de puntos ATP.....	7
2. METODOLOGÍA DE ANÁLISIS.....	8
3. ANÁLISIS DE RESULTADOS	11
3.1. Comparación 2015 y 2016: puntos ATP	11
3.1.1. Índices de concentración	12
3.1.2. Índice de Herfindahl	13
3.1.3. Índice de Gini y representación gráfica	14
3.2. Comparación 2015 y 2016: número de sets ganados.....	16
3.2.1. Índices de concentración	16
3.2.2. Índice de Herfindahl	17
3.2.3. Índice Gini y representación gráfica	18
3.3. Comparación Grand Slams: puntos ATP (2012-2016).....	19
3.3.1. Índices de concentración	20
3.3.2. Índice de Herfindahl	21
3.3.3. Índice de Gini y representación gráfica	22
4. ANÁLISIS COMPARADO DE LA INTENSIDAD COMPETITIVA	24
4.1. Estimación de los parámetros del modelo econométrico	24
4.2. Intensidad competitiva en los Grand Slam (2012 - 2016).....	25
4.3. Representación gráfica del modelo.....	27
6. BIBLIOGRAFÍA.....	32
7. WEBGRAFÍA	33
ANEXO 1: CÓDIGO PARA LA REALIZACIÓN DEL ANÁLISIS ESTADÍSTICO	34
ANEXO 2: BASES DE DATOS	52

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Presentación y objetivos

El tenis es sin duda uno de los deportes más populares de la actualidad, es ampliamente conocido como uno de los deportes mayoritarios y la *International Tennis Federation* (International Tennis Federation) cuenta con 211 países que oficialmente practican este deporte. Es uno de los deportes más practicados en España (Ministerio de Educación, Cultura y Deporte) y sus grandes competiciones son seguidas con expectación creciente por los espectadores españoles, siendo frecuente que se batan los récords de audiencia para esta clase de eventos deportivos.

En este trabajo, se lleva a cabo un análisis de las características básicas del circuito ATP (el circuito profesional de tenis) desde el punto de vista de la estructura de mercado, haciendo especial hincapié en los cuatro Grand Slam¹ que se disputan cada año. El nivel de competencia será analizado y se profundizará sobre las posibles causas de la distribución de la cuota de mercado. Para ello, se han utilizado dos períodos de análisis con la intención de proveer una perspectiva más amplia de la situación competitiva en este deporte. Por un lado, se comparan los años 2015 y 2016; y, por otro, la intensidad de la competición en los torneos Grand Slam durante los últimos cinco años (2012-2016).

A lo largo del trabajo, se medirá el output utilizando dos unidades diferentes: los puntos ATP y los sets ganados por cada jugador. La última medida es más intuitiva, ya que para ganar un partido un jugador debe ganar dos sets (o tres en el caso de los campeonatos Grand Slam). Sin embargo, el sistema de reparto de los puntos ATP requiere una introducción previa ya que dependen de varios factores como la ronda alcanzada o el resultado obtenido en ediciones anteriores del mismo torneo. Dicha explicación se detallará en el apartado 1.3. *Explicación del reparto de puntos ATP*.

Se trata por lo tanto, de un sistema de regulación del output obtenido por los participantes en los torneos, en el que la ATP realiza esta asignación de acuerdo con determinados criterios de reparto de puntos, no tanto por el resultado de cada partido, sino por la fases que va superando el jugador.

¹ Los Grand Slam son los cuatro torneos más importantes que se disputan en el circuito ATP. Son cuatro: Australian Open, Roland Garros, Wimbledon y U.S. Open.

Finalmente, se analizará de forma comparada la intensidad competitiva de los cuatro Grand Slam (2012-2015) a través de una regresión lineal doble logarítmica. Los resultados de este modelo serán representados gráficamente y se procederá a extraer conclusiones y tendencias generales del estudio realizado.

1.2. Literatura existente

Antes de comenzar este trabajo, se realizó un estudio preliminar de la literatura que pudiera haber sido producida en relación al equilibrio competitivo en el circuito profesional de tenis con la intención de comenzar el mismo sobre las bases que otros antes hubieran sentado. Sin embargo, tras hacer una revisión en el directorio *Google Scholar*, se llegó a la conclusión de que dicho aspecto de la competición tenística no había sido profundamente estudiado desde el punto de vista económico, sino que la perspectiva más frecuente era desde el ámbito de la periodización deportiva y la planificación del entrenamiento para obtener picos de rendimiento.

En cualquier caso, sí que se encontró cierto número de artículos que, aunque tangenciales al tema tratado, podrían ser interesantes a la hora de formar una primera idea general del problema en cuestión. El primero de ellos (Corral & Prieto-Rodríguez, 2010) trata de discernir si la posición en el ranking ATP (o WTA, que es el ranking profesional femenino) es o no eficaz a la hora de predecir los resultados obtenidos en los Grand Slam. Una problemática similar fue planteada en (Kuper, Sierksma, & Spieksma, 2014). Por otro lado, (Clarke & Dyte, 2000) discute la capacidad del sistema de cabezas de serie (los cabezas de series son decididos en función de los puntos ATP de cada jugador) utilizado por la Asociación de Tenistas Profesionales para producir los resultados de un torneo Grand Slam.

Otros estudian el equilibrio en el tenis desde utilizando la teoría de juegos (Walker, Wooders, & Amir, 2011) y otros analizan las dificultades de alcanzar el profesionalismo (concretamente en China) (YU & NIE, 2008).

En resumen, aunque hay un número considerable de artículos académicos que tomen como tema de discusión el deporte del tenis, no existe una literatura abundante que trate esta materia desde el punto de vista de la intensidad competitiva. Es por eso que podría considerarse este trabajo como los primeros pasos de un estudio en el cual profundizar en el futuro si los resultados analizados durante el transcurso de las páginas siguientes pudieran resultar interesantes.

1.3. Explicación del reparto de puntos ATP

La ATP es el regulador del sistema de competición internacional en el que cada torneo tiene una asignación determinada de puntos, según la fase alcanzada en cada torneo por el jugador. Recibe un output asignado a su participación que depende del torneo, si no alcanza el mínimo el output es cero.

La clasificación ATP es el sistema utilizado por la Asociación de Tenistas Profesionales (ATP) para determinar el acceso a los torneos y el orden de los cabezas de serie en los mismos. Esta clasificación es utilizada tanto en el circuito individual como en el de dobles, pero dado el tema de estudio vamos a centrarnos únicamente en la primera, cuya primera versión data del año 1973. Desde el primer número 1 mundial, el rumano Ilie Năstase; hasta el actual líder del circuito, Andy Murray, ha habido 26 tenistas diferentes en cabeza de la clasificación ATP. El récord de mayor número de puntos acumulados por un jugador en la misma temporada es ostentado por el serbio Novak Djokovic, que en el año 2015 amasó 16.585 completando así la mejor temporada de la historia del circuito ATP.

En los rankings están ordenados todos los jugadores que participaron según sus resultados en los siguientes torneos:

- Los cuatro torneos Grand Slam: Open de Australia, Roland Garros, Wimbledon y U.S. Open.
- Los ocho torneos ATP World Tour Masters 1000 obligatorios (el Masters 1000 de Montecarlo es opcional desde 2009).
- Los seis mejores resultados obtenidos entre el Masters 1000 de Montecarlo, ATP World Tour 500, ATP World Tour 250, ATP Challenger Tour, Futures Series y Copa Davis.
- Los ocho primeros clasificados del ranking ATP disponen de un decimonoveno torneo: el ATP World Tour Finals.

La actualización de las clasificaciones tiene lugar el lunes siguiente a la finalización de un campeonato y los puntos obtenidos en el mismo se mantienen en el casillero del jugador durante las próximas cincuenta y dos semanas hasta que dicho torneo vuelve a ser disputado de nuevo. Los puntos obtenidos por un tenista concreto en el ranking es la diferencia entre la puntuación obtenida durante la temporada en juego y el anterior curso. Por ejemplo, vamos a observar qué pasaría si un tenista que acaba de disputar un torneo de Grand Slam llega a semifinales, mientras que el año pasado había llegado

hasta la final su actuación en el torneo le va a suponer una pérdida de 480 puntos (1200 puntos obtenidos por llegar a la final - 720 puntos obtenidos por llegar a semifinales) en el ranking ATP.

Tras la conclusión del ATP World Tour Finals (que sustituye a la antigua Copa de Maestros que se disputaba en Shangai), se nombra ganador del circuito ATP al tenista que tiene un mayor número de puntos.

En la siguiente *tabla 1* se ilustra el reparto de puntos que tiene lugar según el tipo de torneo:

Categoría del torneo	G	F	SF	1/4	R16	R32	R64	R128	Q
Grand Slam	2000	1200	720	360	180	90	45	10	25
ATP World Tour Finals	1500			200 por cada triunfo en primera ronda. 400 por victoria en semifinales. 500 por victoria en la final.					
Masters 1000	1000	600	360	180	90	45	10 (25)	-10	25 (16)
ATP500	500	300	180	90	45	-20			20 (10)
ATP250	250	150	90	45	20	-5			12 (5)
ATP Challenger Tour Finals	50			15 por cada triunfo en primera ronda. 30 por victoria en semifinales. 50 por victoria en la final.					
Challenger 125.000 +H	125	75	45	25	10				5
Challenger 125.000	110	65	40	20	9				5
Challenger 100.000	100	60	35	18	8				5
Challenger 75.000	90	55	33	17	8				5
Challenger 50.000	80	48	29	15	7				3
Challenger 35.000 + H	80	48	29	15	6				3
Futures 15.000 + H	35	20	10	4	1				
Futures 15.000	27	15	8	3	1				
Futures 10.000 + H	27	15	8	3	1				
Futures 15.000	18	10	6	2	1				
Juegos Olímpicos									NO SE REPARTEN PUNTOS DESDE 2016

Tabla 1. Reparto de puntos ATP según la categoría del torneo.

2. METODOLOGÍA DE ANÁLISIS

Con este trabajo se busca enfocar el análisis del circuito de tenis profesional como si se tratase de un sector económico. Para ello, se van a utilizar varios índices que permitirán

poner en perspectiva el nivel de competitividad de dicho circuito durante los últimos tiempos. Estas medidas son los índices de concentración CR_1 , CR_5 , CR_{10} y CR_{20} , así como el índice de Herfindahl y el de Gini. Del mismo modo, también será analizada la concentración del output en el sector a través de herramientas gráficas como es la curva de Lorenz.

Analizar la competencia va a permitir averiguar la estructura del mercado y descubrir si hay agentes que acumulan una cuota de mercado excepcionalmente grande, si cinco tenistas se reparten todo el output o, por contra, si cada uno de los participantes en el circuito disfrutan de una cuota relativamente similar al resto de agentes.

Este primer análisis va a constar de dos partes, la primera centrándose en la comparación de las intensidades competitivas entre los años 2015 y 2016, y una segunda que estudia la misma problemática, pero esta vez deteniéndose sobre las diferencias entre los cuatro Grand Slam entre el año 2012 y el año 2016. Mientras que en la primera parte se considera cada año como una unidad de análisis individual, la segunda parte, se llevará a cabo considerando los cinco años como un único periodo y se compararán entre sí los cuatro grandes torneos del tenis mundial.

Para nuestro estudio vamos introducir primero los índices de concentración CR_k (Cabral, 1994), definidos como:

$$CR_k = \sum_{i=1}^k s_i$$

donde s_i representa la suma de las cuotas de mercado de los agentes (en este caso los tenistas), siendo cada uno de los agentes numerados de mayor a menor cuota de mercado. El valor de CR_k puede variar entre 1 (el grado de concentración máxima) y k/n siendo n el número de agentes del mercado (grado de concentración mínima, donde todos los agentes tienen la misma cuota de mercado).

Además del índice de concentración CR_k , también aparece en nuestro estudio el índice de Herfindahl que se define como,

$$H = \sum_{i=1}^n s_i^2$$

donde s_i representa la suma de las cuotas de mercado de los agentes y n el número de agentes. Existen ciertas diferencias teóricas entre CR_k y el índice Herfindahl, sin embargo en la práctica ambas medidas de concentración muestran una fuerte correlación entre sí.

Finalmente, el último índice que está incluído en la tabla es el índice de Gini. En este caso, no se trata de una medida de concentración sino de desigualdad. Este coeficiente puede tomar valores entre 0 y 1, siendo 0 la máxima igualdad y 1 la máxima desigualdad. Es decir, para el tema que nos ocupa 0 representaría un circuito ATP en el que todos los tenistas tienen los mismos puntos ATP o sets ganadas al final de la temporada y 1 la situación en la que el líder tiene todo el output producido durante la unidad de tiempo estudiada, ya sea una temporada o el periodo de cinco años utilizado para el análisis de los torneos Grand Slam.

Según la fórmula de (Brown, 1994), el índice de Gini es definido como,

$$G = \left| 1 - \sum_{k=1}^{n-1} (X_{k+1} - X_k)(Y_{k+1} + Y_k) \right|$$

siendo X la cuota acumulada de agentes e Y la cuota acumulada de la variable output.

Además de los índices numéricos, se incluye un último análisis gráfico en el estudio

para acabar de tener una perspectiva más precisa de la situación competitiva en el circuito profesional de tenis. Para este efecto se utiliza la curva de Lorenz (Ilustración 2.1.), este gráfico hace una representación visual del índice de Gini calculado previamente. Para los ejemplos extremos mencionados al describir el coeficiente de Gini, si la desigualdad es máxima, la curva de Lorenz coincidirá con el eje horizontal

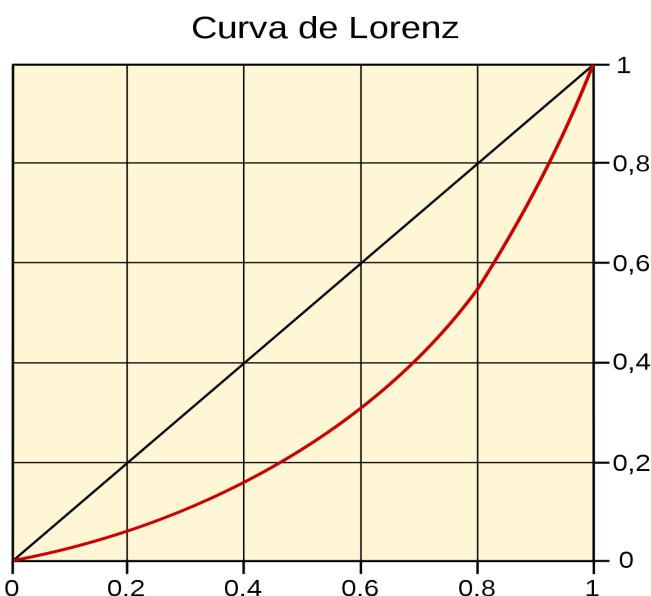


Ilustración 2. Ejemplo de curva de Lorenz (extraído de Wikipedia)

y si, al contrario, la igualdad es máxima, la curva de Lorenz será igual a la línea de 45 grados que atraviesa el punto (0, 0). En nuestro caso, el eje horizontal muestra la cuota acumulada de competidores y el eje vertical la cuota de mercado acumulada. Es decir, si una curva de Lorenz que pasara por el punto (40, 60), eso significaría que el 40% de los competidores acumulan el 60% de todo el output producido durante el periodo estudiado.

3. ANÁLISIS DE RESULTADOS

En este capítulo se procede al cálculo y posterior explicación de los índices de concentración y desigualdad de varios periodos con la idea de obtener una visión global de la intensidad competitiva en el circuito ATP durante los últimos tiempos. Los análisis a realizar son los siguientes:

1. Una comparación entre los años 2015 y 2016 tomando como medida de output los puntos ATP obtenidos por cada tenista durante el año. Esto permitirá establecer relaciones entre temporadas en base a la cuota de mercado de los jugadores.
2. Una comparación entre los años 2015 y 2016, pero esta vez utilizando el número total de sets ganados durante el año en lugar de los puntos ATP. Este análisis podría ofrecer una nueva perspectiva al ser una medida de output algo más flexible que los puntos ATP obtenidos, ya que estos últimos se otorgan en base a los criterios predefinidos ya explicados anteriormente.
3. Una comparación entre cada uno de los cuatro torneos Grand Slam tomando nuevamente los puntos ATP como medida de output. La relación se realizará sumando el total de puntos ganados por cada jugador en los cinco años que transcurren entre 2012 y 2016.

Para la construcción de este estudio todos las informaciones han sido obtenidos a partir de la base de datos de *Tennis Abstract* (Sackmann).

3.1. Comparación 2015 y 2016: puntos ATP

Una primera comparativa de la intensidad competitiva entre las temporadas 2015 y 2016 se obtiene de las cuotas de mercado, para ello se suman el total de los puntos obtenidos por cada jugador en el 2015 y, por otro, los obtenidos en 2016. Tras esto se organizó en

orden decreciente para establecer en un ranking el líder, los competidores más relevantes y el resto de agentes en el circuito.

En la tabla 3.1. que se observa a continuación puede apreciarse el formato que va a utilizarse a lo largo de todo el capítulo. En ella se incluyen los índices de concentración CR1, CR5, CR10 y CR20. Así como el índice de Herfindahl. Además de dichos índices, también está incluido el índice de Gini, que mide la desigualdad, y su representación gráfica, la curva de Lorenz.

	2015	2016
CR1	0,1079	0,0811
CR5	0,2979	0,2621
CR10	0,4221	0,3796
CR20	0,5635	0,5292
Herfindahl	0,0287	0,0241
Gini	0,7471	0,7344

Tabla 3.1. Comparación 2015 y 2016: puntos ATP

3.1.1. Índices de concentración

Empezando el análisis por el estudio del CR1, se puede ver cómo en 2015 (10,79%) la cuota de mercado del líder es superior a la del 2016 (8,11%). Esto representa más de un 2,5% de diferencia entre ambos años, lo que significa una diferencia bastante importante en lo que a puntos ATP se refiere.

En cuanto al CR5, también se observa que el año 2015 (29,79%) aparece más concentrado que el año 2016 (26,21%). En este caso, la diferencia porcentual es mayor que en el anterior índice. Sin embargo, al estar dicha diferencia de puntos repartida entre un mayor número de tenistas no es posible afirmar que las diferencias en concentración

de cuota de mercado entre 2015 y 2016 sean mayores para el índice CR5 que para el CR1.

Nuevamente, con un 42,21% de la cuota de mercado, los 10 mejores tenistas del año 2015 acumularon más puntos ATP que los 10 primeros jugadores del año siguiente (37,96%).

Por último, tras analizar el último índice de concentración, CR20, se puede ver que de nuevo el 2015 muestra más concentración que el 2016. Los 20 tenistas que más puntos obtuvieron durante el año acumularon un 56,35% de la cuota por un 52,92% que fue acumulado por el mismo número de jugadores durante el año 2016.

Tras el análisis de los cuatro índices de concentración escogidos, puede afirmarse que la cuota de mercado estuvo más concentrada en 2015 que en 2016, ya que todos y cada uno de estos así lo indican.

3.1.2. Índice de Herfindahl

En el caso del índice de Herfindahl, para comprender la información recogida en el mismo, es preciso ponerlo en contexto. Para ello es necesario conocer cuál sería la cuota de mercado de cada agente si todos ellos hubiesen acumulado el mismo número de puntos ATP y, por tanto, la misma cuota. Esta situación describe un escenario de competencia máxima. Esta cuota correspondiente a la máxima competición se calcula dividiendo el 1 que representa la totalidad de la cuota por el número de tenistas que obtuvieron algún punto ATP durante el año que se estudia.

A continuación se van a realizar los cálculos correspondientes:

- Año 2015. Durante este año 224 jugadores obtuvieron puntos ATP en los torneos puntuables del circuito profesional. Por lo tanto, se puede calcular que la cuota de cada uno de estos jugadores en situación de competitividad máxima sería $1/224$, es decir 0,004464 de los puntos totales repartidos durante el transcurso del año.
- Año 2016. Más jugadores puntuaron en el ranking durante 2016, concretamente 237, 13 más que en 2015. Esto hace que la cuota de puntos ATP que correspondería a cada uno de ellos en el caso de hallarse en situación de competición máxima sería del 0,004219.

Una vez que estas cuotas de referencia han sido calculadas, el análisis se hace al compararlas con el índice de Herfindahl obtenido para cada una de las temporadas.

Como puede verse, independientemente de que la concentración del año 2015 sea mayor que la del año 2016, se observa que ambos índices de Herfindahl son claramente mayores que las cuotas calculadas de competencia máxima. De hecho, las dos temporadas tienen un Herfindahl alrededor de cinco veces el tamaño de la cuota de máxima competitividad.

Otra forma de ver el nivel de concentración es a partir de la inversa de Herfindahl, que muestra cuántos tenistas con la misma cuota de mercado serían necesarias para obtener el mismo valor del índice:

- Año 2015. Fruto de la división entre 1 y el índice de Herfindahl se obtiene la inversa de Herfindahl. Esto permite saber que si todos los tenistas tuvieran la misma cuota de mercado habría únicamente 34,8 tenistas que hubieran puntuado en el año 2015. Esta cifra no es más que un 15,53% de todos los tenistas que obtuvieron puntos ATP durante ese año por lo que viene a mostrar que el reparto que crea el sistema es bastante desigual.
- Año 2016. Si antes se ha visto cómo 237 jugadores consiguieron obtener puntos durante el año 2016, el cálculo de la inversa de Herfindahl muestra que solamente 41,58 tenistas lo habrían conseguido de haber tenido todos ellos esa cuota de mercado. Eso representa un 17,54% de todos los jugadores que puntuaron durante el año.

Las inversas de Herfindahl también reflejan la gran concentración del output que reinó en el circuito ATP en los dos años sobre los que se centra el análisis realizado en el trabajo.

3.1.3. Índice de Gini y representación gráfica

Tras haber desglosado los distintos índices de concentración, se pasa a observar el índice de desigualdad recogido en el trabajo. Este índice permite estudiar el tema de la intensidad competitiva desde un ángulo ligeramente diferente al hecho hasta ahora, pues no representa cómo de concentrado está el output sino el grado de desigualdad entre los distintos agentes.

Sabiendo que el coeficiente de Gini toma un valor de 1 cuando se observa la desigualdad extrema en un sector, se puede afirmar que existe un desequilibrio bastante importante en el reparto de puntos ATP entre los distintos competidores del circuito,

tanto en 2015 como en 2016. También puede observarse que esta desigualdad es ligeramente más pronunciada en el año 2015 (74,71%) que en el año 2016 (73,44%).

Estas características descritas pueden apreciarse también de forma gráfica utilizando la curva de Lorenz (Ilustración 3.1. e Ilustración 3.2.).

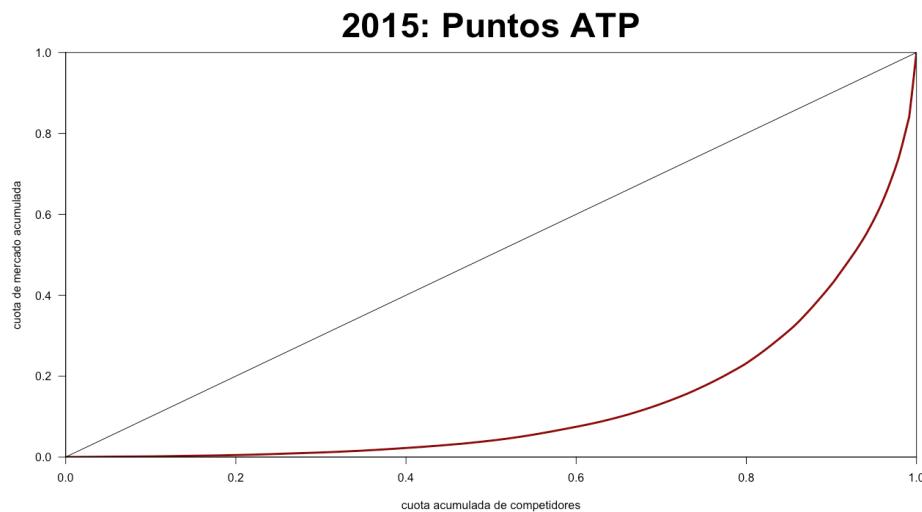


Ilustración 3.1. Desigualdad en el reparto de puntos ATP en el año 2015 (Curva de Lorenz).

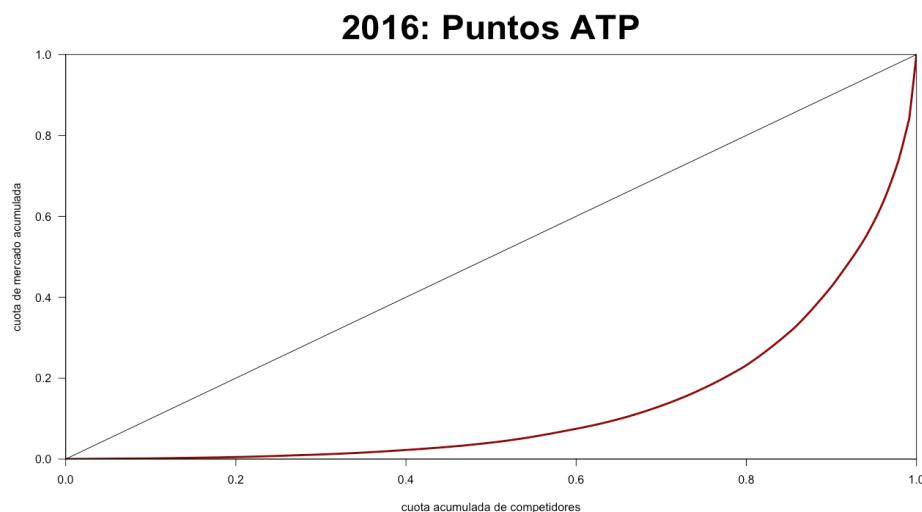


Ilustración 3.2. Desigualdad en el reparto de puntos ATP en el año 2016 (Curva de Lorenz).

Como podrá observarse al completarse el resto de análisis previstos, se tiene dos gráficos prácticamente iguales para las dos temporadas estudiadas. Ambos muestran una gran desigualdad, estando la curva de Lorenz muy separada de la que sería la curva de 45° que pasa por el origen y representa la mínima desigualdad. De hecho, en ambas

representaciones la curva de Lorenz es prácticamente plana hasta que no llega a alrededor del 75% de la cuota acumulada de competidores representada en el eje X del gráfico.

3.2. Comparación 2015 y 2016: número de sets ganados

En este apartado las temporadas 2015 y 2016, se analizan con una medida del output ligeramente diferente. Es posible que la elevada concentración que se apreciaba en el apartado anterior esté ligada a la naturaleza poco flexible del sistema de reparto de puntos ATP, pues este recompensa considerablemente más a los tenistas que pasan a las rondas finales de los torneos y, incluso de forma más incremental, a dichos tenistas que llegan a las rondas finales de los torneos más importantes: los cuatro Grand Slam y los Masters.

Por todo lo expuesto anteriormente, se ha decidido llevar a cabo una segunda comparativa (Tabla 3.2.) de la intensidad competitiva en 2015 y 2016, pero esta vez estudiando la cuota de mercado acumulada por cada tenista con respecto al número total de sets ganados en todo el año. Esto trataría de reducir el impacto del nivel del torneo en los índices que muestran la intensidad competitiva ya que todos los torneos estarían recompensados de la misma forma.

	sets2015	sets2016
CR1	0,02781	0,02509
CR5	0,11654	0,10855
CR10	0,208714	0,195963
CR20	0,3551847	0,337242
Herfindahl	0,011253	0,010529
Gini	0,623111	0,605629

Tabla 3.2. Comparación 2015 y 2016: sets ganados

3.2.1. Índices de concentración

El análisis se comienza con el estudio de la cuota de mercado del primer competidor en cada temporada. El índice CR1 permite apreciar que en 2015 (2,78%), del mismo modo

que al observar la cuota de puntos ATP, el líder acumuló ligeramente más cuota de mercado que en 2016 (2,51%). Sin embargo el hecho que más llama la atención es que la cuota del líder es, en ambos casos, mucho menor tomando el número de sets (~2,5%) como medida de output que si se toma el total de puntos ATP (~9%).

Del mismo modo, el resto de índices de concentración analizados: CR5, CR10 y CR20, todos muestran resultados relativamente similares al CR1. Mayor concentración de la cuota de mercado en el año 2015 que en el año 2016 y una menor concentración en todos los índices si el número total de sets ganados por cada jugador es utilizado como medida de output. Este último punto parece confirmar la idea inicial de que la utilización de los sets para decidir la posición en el ranking podría fomentar una competición más intensa entre un número más grande de tenistas. En cualquier caso, se va a proceder con el resto de índices escogidos para tratar de esclarecer con más detalle esta situación.

3.2.2. Índice de Herfindahl

Siguiendo el método mostrado anteriormente, se va a proceder a calcular la cuota que correspondería a cada uno de los jugadores si el circuito profesional de tenis hubiera tenido lugar en condiciones de máxima competencia durante los años 2015 y 2016. Se vuelve a precisar que dicho cuota de mercado depende del número de jugadores que ganó algún set durante el año por lo tanto cada temporada tendrá una valor diferente ya que dicho número de tenistas varía de un año al siguiente:

- Año 2015. 230 jugadores ganaron al menos un set en torneo puntuable ATP durante este año, lo que significa que la cuota de mercado que cumple la condición de ser igual para todos ellos sería 0,004348.
- Año 2016. Como sucedía en el análisis por puntos ATP, en 2016 más tenistas, concretamente 237, participan del total de cuota de mercado. Por lo tanto, en situación de máxima competencia se calcula que cada uno de dichos agentes debería acumular el 0,004348 del total de sets ganados durante el año.

Tras calcular estas cuotas “ideales” y compararlas con los valores de Herfindahl obtenidos, se observa que, aunque la concentración es menor con el total sets ganados en relación con los puntos ATP, el circuito profesional de tenis está tremadamente concentrado. Los valores de los índices de Herfindahl para estas dos temporadas son entorno a 2,5 veces más grandes que las cuotas calculadas de máxima competitividad.

Finalmente, el análisis basado en las inversas de Herfindahl añadir más profundidad al estudio realizado hasta el momento.

- Año 2015. A partir de la inversa de Herfindahl se puede saber que el número de jugadores que habría con esta cuota de mercado sería 88,86. Un número mayor si se compara con los 34,8 tenistas del modelo basado en puntos, pero aún considerablemente menor que los 230 que ganaron algún set durante el 2015.
- Año 2016. De nuevo, 237 jugadores consiguieron apuntarse algún set en el año 2016, el cálculo de la inversa de Herfindahl muestra que solamente 94,97 de ellos lo habrían logrado de haber obtenido todos dicha cuota. Eso representa un 40% de todos los jugadores que puntuaron durante el año.

En general, tras concluir el estudio del índice Herfindahl desde diferentes perspectivas, se aprecia que la medición del output en función de los sets ganados en lugar de los puntos ATP acumulados puede ofrecer ciertas ventajas en cuanto a aumento de la intensidad competitiva. Sin embargo, eso no cambia el hecho de que el circuito profesional de tenis internacional muestra una estructura extremadamente concentrada en la que los mejores jugadores acaparan un porcentaje muy significativo del output total.

3.2.3. Índice Gini y representación gráfica

En relación a la desigualdad, puede observarse (Ilustración 3.3. e Ilustración 3.4.) que la tendencia mostrada en los dos apartados anteriores se mantiene. Ambos años muestran un coeficiente de Gini más lejano al 1 que representaría la máxima desigualdad. En 2015, el valor del índice fue 0,623 frente al 0,747 obtenido previamente, y en 2016 se calculó en 0,606 frente a 0,734 que se obtuvo al utilizar los puntos ATP como referencia. En cualquier caso, la desigualdad obtenida, aunque menor que anteriormente, sigue siendo bastante elevada.

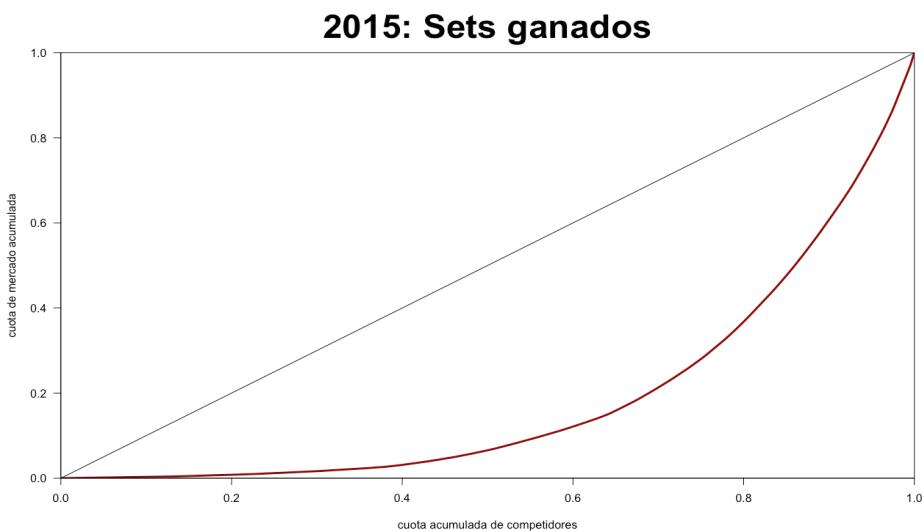


Ilustración 3.3. Desigualdad en el número de sets ganados en el año 2015 (Curva de Lorenz).

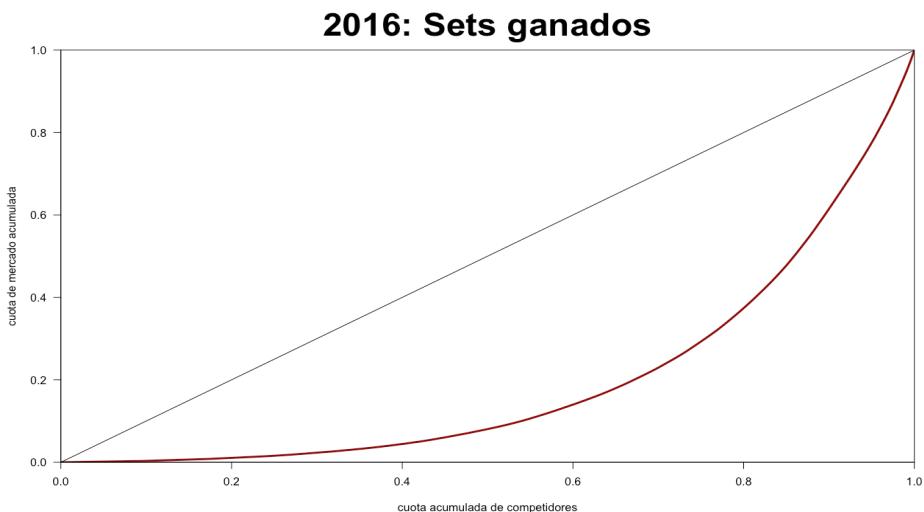


Ilustración 3.4. Desigualdad en el número de sets ganados en el año 2016 (Curva de Lorenz).

De hecho, como puede observarse en las dos curvas de Lorenz representadas, los gráficos son relativamente similares a aquellos obtenidos para el modelo basado en los puntos ATP, ligeramente más cuota de mercado repartida entre un mayor número de competidores, pero en cualquier caso la curva de Lorenz se encuentra muy diferenciada de la curva de mínima desigualdad.

3.3. Comparación Grand Slams: puntos ATP (2012-2016)

En el presente apartado se estudia la intensidad de la competición en los torneos de Grand Slam entre los años 2012 y 2016 (ambos incluidos). Para ello, han sido sumados

el total de los puntos ATP ganados por cada jugador en el transcurso de los últimos 5 años en cada uno de los grandes torneos del año profesional, es decir, todos los puntos ganados por un tenista individual en un Grand Slam concreto entre las temporadas 2012 y 2016.

En la siguiente Tabla 3.3. se puede observar los diferentes índices explicados en el apartado “Metodología de análisis” calculados para los torneos clasificados como Grand Slam durante el periodo 2012-2016.

	Australian Open	Roland Garros	Wimbledon	US Open
CR1	0,1514	0,1168	0,1138	0,1145
CR5	0,3976	0,396	0,3795	0,3476
CR10	0,5476	0,5187	0,4857	0,5476
CR20	0,6563	0,6371	0,6055	0,6319
Herfindahl	0,0462	0,042	0,0411	0,0352
Gini	0,767	0,7641	0,747	0,7522

Tabla 3.3. Comparación del reparto de puntos ATP en los 4 Grand Slam (2012 - 2016)

3.3.1. Índices de concentración

Atendiendo al CR1, claramente el torneo que concentra una mayor cuota de mercado en manos del líder es el Open de Australia con un 15,14% de la cuota de mercado, quedando los otros 3 torneos del Grand Slam a entorno un 4% de diferencia. El segundo torneo con mayor concentración sería Roland Garros con un 11,68% seguido por el Open de E.E.U.U. (11,45%) y, finalmente, por Wimbledon (11,38%).

Tomando como referencia el índice CR5, la cuota de mercado concentrada en los 5 primeros jugadores del ranking ATP, observamos que el Open de Australia sigue siendo el torneo con más concentración con un 39,76% de los puntos ATP repartidos entre los

5 primeros tenistas. Sin embargo, al contrario de lo que sucedía en el caso del índice CR1, hay otro torneo que muestra niveles de concentración muy similares a los del campeonato disputado en Australia: Roland Garros (39,6%). En tercera posición le sigue Wimbledon con un 37,95% y ya más alejado el Abierto de E.E.U.U. (34,76%).

Curiosamente, el estudio del índice de concentración CR10 refleja que el US Open (54,76%) ha pasado de ser el campeonato con una concentración más bajo en los 5 primeros competidores a ser el más concentrado junto con el Open de Australia (54,76%) si atendemos a sus 10 mejores tenistas. Esto podría explicarse por la falta de dominadores claros en el torneo, sino que hay un grupo de 10 tenistas que se reparten un gran número de puntos año tras año. Roland Garros (51,87%) aparece como el tercer torneo con un CR10 más elevado y, en último lugar, Wimbledon con un 48,57% de cuota concentrada entre los 10 tenistas con mayor número de puntos obtenidos en dicho torneo entre los años 2012-2015.

Finalmente, si se fija la vista en el índice CR20, se puede ver como nuevamente el torneo con el índice más elevado es el Australian Open con un 65,63%. En segundo y tercer lugar respectivamente, prácticamente con el mismo nivel de concentración en ambos casos, tenemos Roland Garros (63,71%) y el Open de E.E.U.U. (63,19%). En último lugar, como viene siendo habitual en casi todos los índices analizados hasta el momento, Wimbledon con un 60,55% de los puntos ATP repartidos entre los 20 mejores jugadores.

3.3.2. Índice de Herfindahl

Con respecto al índice de Herfindahl, se procederá a comparar con la cuota de puntos ATP que tendría cada jugador en la situación de máxima competitividad como ya se ha mostrado previamente. Al haber participado en cada torneo un número diferente de jugadores durante los 5 años que componen el análisis cada uno de los campeonatos tendrán un valor diferente que representa la máxima competitividad:

- Open de Australia: Durante el periodo 2012-2016, un total de 236 jugadores participó en el torneo australiano, por lo tanto en situación de máxima competencia todos los agentes dispondrían de una cuota de mercado de 0,004237.
- Roland Garros: Durante el periodo 2012-2016, un total de 231 jugadores participó en el Grand Slam de tierra batida, por lo tanto en situación de máxima

competencia todos los agentes dispondrían de una cuota de mercado de 0,004329.

- Wimbledon: Durante el periodo 2012-2016, un total de 229 jugadores participó en Wimbledon, por lo tanto en situación de máxima competencia todos los agentes dispondrían de una cuota de mercado de 0,004367.
- US Open: Durante el periodo 2012-2016, un total de 232 jugadores participó en el Abierto de E.E.U.U., por lo tanto en situación de máxima competencia todos los agentes dispondrían de una cuota de mercado de 0,00431.

Comparando estos valores ideales de competencia máxima con aquellos obtenidos en los índices de Herfindahl, se puede ver que estos últimos son mucho mayores. Esto indica que independientemente de que unos u otros torneos estén más concentrados, en todos ellos la situación dista mucho de ser una situación de máxima competencia.

Finalmente, se analiza torneo a torneo la inversa de Herfindahl y se compara su valor con el número real de jugadores durante los últimos 5 años:

- Open de Australia. 21,65 contra los 236 tenistas que hay en realidad, sólo un 9,2% de los jugadores que compitieron en realidad entre los años 2012 y 2016.
- Roland Garros. 23,79 contra los 231 tenistas que disputaron el torneo francés, sólo un 10,3% de los jugadores que compitieron en realidad entre los años 2012 y 2016.
- Wimbledon. 24,32 en lugar de los 229 jugadores que participaron, es decir, únicamente el 10,6% de los participantes que compitieron en realidad entre los años 2012 y 2016.
- US Open. 28,37 contra los 232 tenistas que hay en realidad, un 12,2% de los jugadores que compitieron entre los años 2012 y 2016.

Nuevamente se pueden reforzar las ideas que el análisis nos ha mostrado hasta el momento, en primer lugar, los cuatro torneos del Grand Slam se encuentran altamente concentrados; y en segundo lugar, el Abierto de Australia sigue siendo, entre los cuatro Grand Slam, el campeonato que muestra un mayor grado de concentración en el periodo que nos atañe.

3.3.3. Índice de Gini y representación gráfica

A través de la medición de la desigualdad que se obtiene con el índice de Gini, tampoco se observan resultados que choquen con lo que ya sabidos hasta ahora a partir de estudiar la concentración. Todos los torneos muestran una gran desigualdad con valores

del índice que rondan (e incluso sobrepasan en la mayoría de los casos) el 0,75. Esto sitúa la situación competitiva bastante cerca de lo que se considera como desigualdad extrema en la que un tenista acapararía el 100% de los puntos ATP, donde el índice de Gini sería igual a 1.

Por otro lado, también es posible observar la desigualdad mostrada en estos índices a partir del análisis gráfico. A tal efecto, se utilizará la curva de Lorenz para cada uno de los torneos (Ilustración 3.5., Ilustración 3.6., Ilustración 3.7. e Ilustración 3.8.).

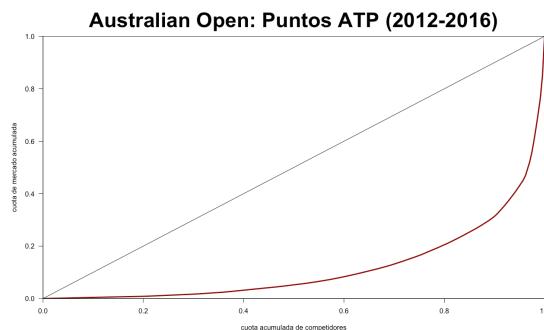


Ilustración 3.5. Desigualdad en el reparto de puntos ATP en el Open de Australia entre el 2012 y 2016 (Curva de Lorenz).

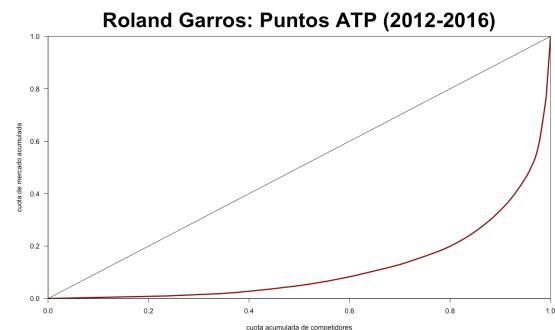


Ilustración 3.6. Desigualdad en el reparto de puntos ATP en Roland Garros entre el 2012 y 2016 (Curva de Lorenz).

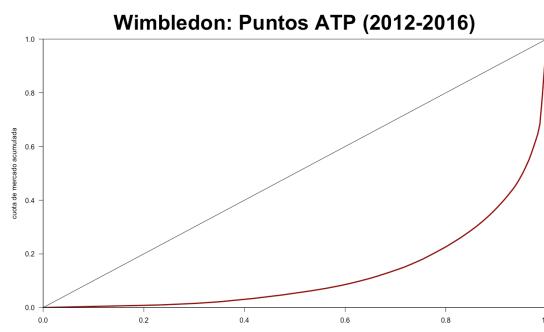


Ilustración 3.7. Desigualdad en el reparto de puntos ATP en Wimbledon entre el 2012 y 2016 (Curva de Lorenz).

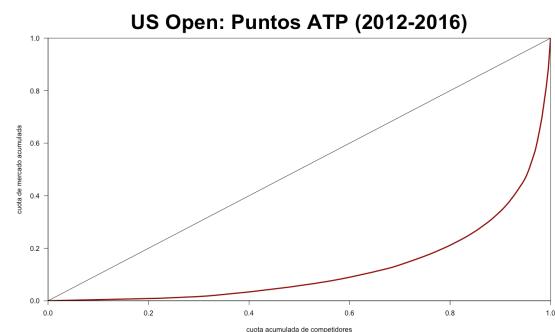


Ilustración 3.8. Desigualdad en el reparto de puntos ATP en el US Open entre el 2012 y 2016 (Curva de Lorenz).

Se puede ver que las diferencias son mínimas entre los distintos gráficos y que todos ellos muestran curvas de Lorenz muy separadas a la línea de 45° que representa la mínima desigualdad.

Todo ello pone de manifiesto una notable asimetría entre los participantes en estos torneos lo que induce a pensar que el diseño organizativo de estas competiciones en base a fases eliminatorias contribuye a reforzar la asimetría observada. El sistema de cabezas de serie se fundamenta en la elección de determinados tenistas, en función de su historial competitivo, que se sitúan en el vértice de las fases y los participantes van confluendo eliminándose entre ellos.

4. ANÁLISIS COMPARADO DE LA INTENSIDAD COMPETITIVA

4.1. Estimación de los parámetros del modelo econométrico

El objetivo de esta parte es profundizar en el análisis de la intensidad competitiva que tiene lugar en el circuito profesional de tenis. Para ello, se lleva a cabo una comparación de cada uno de los Grand Slam, los torneos más importantes del calendario internacional, tomando como medida de output el total de los puntos ATP obtenidos por cada jugador que participó en los mismos durante el periodo 2012-2016.

El análisis a continuación está basado en la hipótesis de que entre la cuota de mercado del agente situado en posición i -ésima y la del agente situado en la posición 2- i -ésima existe una relación que es igual a una fracción constante para todo i . Dicha hipótesis surge del trabajo acerca de la estructura natural de los mercados (Simon & Bonini, 1958), (Buzzell, 1981) y en el modelo de (Salas & Lafuente, 1983). Dicha relación se define como,

$$S_i R_i^\beta = S_i$$

A partir de esta expresión, y tras una transformación logarítmica, se obtiene el modelo sobre el cual se han basado los estudios realizados en este trabajo para conocer la intensidad competitiva en el circuito ATP. La expresión siguiente,

$$Ln S_i = \alpha + \beta Ln R_i + \varepsilon_i$$

donde la variable dependiente $Ln S_i$ representa la cuota de mercado del agente situado en el lugar i -ésimo (los agentes son ordenados en orden decreciente de cuota de mercado) y $Ln R_i$, la variable independiente, es igual al logaritmo del puesto ocupado en el ranking por tamaño del agente i -ésimo. Finalmente, ε_i es el componente aleatorio de la regresión.

A la hora de extraer conclusiones a partir del modelo, la constante debe entenderse como la cuota de mercado del líder, en este caso el tenista con mayor número de puntos ATP ganados durante el periodo de estudio. Cuanto mayor sea el término independiente, mayor será la cuota de mercado del líder y, por lo tanto, la concentración en el mercado a estudiar. Por otro lado, el parámetro β estimado por el modelo, también llamado coeficiente de concentración, es una transformación de la fracción constante de concentración. Cuanto mayor es este coeficiente mayor será la fracción de concentración, es decir, menor será el número de competidores relevantes en nuestro mercado. Además, si el valor del parámetro β no cambia con el tiempo, quiere decir que el crecimiento del mercado es independiente de las cuotas. Sin embargo, si el coeficiente de concentración aumenta su valor, los agentes con más cuota de mercado mejorarán su posición respecto a aquellos con menor cuota, si por el contrario, el valor del parámetro β disminuye serán los agentes con una cuota de mercado más pequeña los que vean mejorada su situación competitiva.

Además de los parámetros calculados por la regresión, varios estadísticos permiten conocer la bondad de la estimación (estadístico F), el grado de ajuste de la regresión (Coeficiente R²-ajustado) y la significatividad o no de los parámetros estimados (ratio t).

4.2. Intensidad competitiva en los Grand Slam (2012 - 2016)

El modelo propuesto pretende crear una relación entre la cuota de mercado de cada tenista y su posición en el ranking ATP. Para ello, se ha sumado los puntos ATP ganados entre el año 2012 y 2016 en cada uno de los Grand Slam. A continuación se procede a realizar un análisis y posterior comparación de la intensidad competitiva obtenida para cada uno de los cuatro campeonatos más importantes del año.

En la Tabla 4.1. siguiente pueden observarse los resultados del modelo, las estimaciones de los distintos parámetros, así como varios estadísticos que permiten conocer la bondad de ajuste de la estimación.

Intensidad competitiva comparada entre los 4 Grand Slam (2012-2016)

	Open de Australia	Roland Garros	Wimbledon	US Open
LnRK	-1,438*** (0,029)	-1,487*** (0,032)	-1,471*** (0,035)	-1,458*** (0,032)
Constant	-0,322** (0,132)	-0,132 (0,145)	-0,145 (0,159)	-0,194 (0,145)
N	236	231	229	232
R2	0,914	0,905	0,886	0,902
Adjusted R2	0,914	0,904	0,886	0,901
Residual Std. Error	0,424 (df = 234)	0,464 (df = 229)	0,506 (df = 227)	0,462 (df = 230)
F Statistic	2,490,675*** (df = 1; 234)	2,172,690*** (df = 1; 229)	1,770,805*** (df = 1; 227)	2,114,705*** (df = 1; 230)

Notes:

***Significant at the 1 percent level.

**Significant at the 5 percent level.

*Significant at the 10 percent level.

Tabla 4.1. Intensidad competitiva comparada entre los 4 Grand Slam (2012 - 2016)

Tras la estimación del modelo, se puede observar que la variable ranking es significativa para los 4 Grand Slam. El *estadístico F* o estadístico de análisis de la varianza es utilizado para determinar si existe relación entre las variables dependiente e independiente. Se define como,

$$F_{AV} \sim F(k - 1, T - k)$$

siendo T el tamaño de la muestra, k el número de parámetros del modelo y $T - k$ el número de grados de libertad. Este estadístico confirma la significatividad del modelo.

Otros estadísticos importantes a la hora de evaluar la bondad del ajuste del modelo propuesto son el R^2 y el R^2 corregido. Ambos tienen valores muy altos próximos a 0,9. Esto muestra que el modelo explica un porcentaje muy alto de la varianza.

El análisis general de los parámetros obtenidos indica que:

1. En los cuatro torneos analizados existe un líder fuerte. Sin embargo, sorprende observar que el líder con un menor alfa y, por lo tanto, el menos dominante según el modelo. Esto choca con los resultados obtenidos en el apartado anterior

donde se veía que el Open de Australia era el torneo que obtenía un CR_1 más elevado. El valor de alfa de este torneo es el único que resulta significativo, lo que sugiere un líder menos dominante que en el resto de torneos. Los otros tres Grand Slam obtienen valores de alfa no significativos, por lo que cero sería el valor de este coeficiente para cada uno de ellos, el líder resulta dominador absoluto.

2. El número de competidores relevantes es más o menos igual en los cuatro torneos Grand Slam disputados durante el periodo 2012-2016 que ha sido analizado. Esta conclusión se ha alcanzado observando los valores estimados del parámetro beta, que también es conocido como la fracción de concentración, ya que todos se encuentran alrededor de -1,45.
3. La mejora de una posición requiere un menor aumento de cuota de mercado en el Open de Australia (1,438%). En segunda posición se encuentra el Abierto de E.E.U.U. (1,458%), seguido por Wimbledon (1,471%). Finalmente, Roland Garros es el Grand Slam que requiere un mayor aumento de la cuota sobre el total de puntos ATP para aumentar una posición en el ranking, siendo necesario un incremento del 1,487% para lograrlo.
4. El coeficiente asociado a la posición en el ranking es negativo. Esto es coherente con la explicación del modelo puesto que un mayor número de puntos conlleva un lugar en la clasificación más próxima a 1.

4.3. Representación gráfica del modelo

Tras la estimación del modelo en el capítulo anterior, ahora es posible utilizar los resultados obtenidos y realizar una representación gráfica de la situación competitiva que permita una visualización más clara del problema de estudio. Este análisis gráfico será llevado a cabo a través de un diagrama de dispersión.

En el eje horizontal se ha representado el grado de dominio del líder (alfa) y en el eje horizontal el número de competidores, utilizando para ello la fracción de concentración (beta). Los valores alfa y beta son los coeficientes estimados en el anterior modelo. Nótese que todos ellos tienen valores negativos.



Ilustración 4.1. Representación gráfica de la intensidad competitiva (Brosed & Espitia, 2014)

Como puede observarse, el gráfico (Ilustración 4.1) de dispersión ha sido dividido en cuatro cuadrantes y cada uno de ellos representa un tipo diferente de situación competitiva: para un valor de alfa y beta muy negativos, nos encontramos con un líder poco dominante rodeado por un grupo reducido de competidores relevantes; si alfa es próximo a cero, pero beta es todavía muy pequeño, el líder es dominante y el número de competidores relevantes sigue siendo reducido; si por el contrario alfa es muy negativo y es la fracción de concentración la que se encuentra próximo al origen, el sector disfruta de una intensidad competitiva elevada; y finalmente, el último cuadrante, alfa y beta próximos a cero representan un mercado con un líder dominante rodeado por un grupo relativamente amplio de competidores importantes. En resumen, el dominio del líder y el número de competidores relevantes aumentan a medida que alfa y beta se aproximan respectivamente al origen.

Una vez que la representación gráfica del modelo ha sido introducida de forma general, es ahora posible iniciar el análisis de la situación particular que ha sido tratada a lo largo del trabajo. A continuación, las estimaciones de dicho modelo serán recogidas en la Tabla 4.2. para proceder posteriormente al análisis gráfico (Ilustración 4.2.) del mismo:

	Alfa	Beta
Australian Open	-0,322	-1,438
Roland Garros	-0,132	-1,487
Wimbledon	-0,145	-1,471
US Open	-0,194	-1,458

Tabla 4.2. Estimaciones de alfa y beta del modelo propuesto.



Ilustración 4.2. Representación gráfica de los resultados obtenidos en el modelo.

Observando el gráfico de dispersión obtenido a partir de los coeficientes del modelo, se puede apreciar cómo los cuatro torneos analizados se encuentran todos ellos muy próximos entre ellos, siendo por lo tanto su estructura de mercado muy similar entre sí.

Según el modelo, su posición podría situarse en el cuarto cuadrante, con un líder fuerte y un pequeño número de competidores importantes que acumulan la mayor parte del output producido. En este caso, los puntos ATP repartidos en cada uno de los Grand Slam disputados entre 2012 y 2016. Este cuadrante representa el máximo nivel de concentración de todas las posibilidades que son tenidas en cuenta, ya que solo un pequeño grupo de tenistas, el líder especialmente, se reparten una parte muy significativa de la cuota total de mercado.

Según el gráfico sería posible afirmar que, dentro de la alta concentración que impera dentro de los cuatro torneos del Grand Slam, es el Open de Australia el que muestra niveles de competitividad más elevados ya que es el que tiene el líder menos dominante y el mayor número de jugadores que desempeñan un rol importante en el campeonato.

5. CONCLUSIONES

En este trabajo se ha llevado a cabo un análisis de la intensidad competitiva mediante la utilización de varias herramientas diferentes. Primeramente, se realizó el estudio a través de distintos índices como los índices de concentración, el índice de Herfindahl o el coeficiente de Gini. Asimismo, también se ha profundizado en el análisis del nivel de competitividad gracias al uso de regresiones y modelos econométricos, que posteriormente fueron utilizadas para representar gráficamente la situación competitiva del sector. Estos estudios se realizaron desde dos perspectivas diferentes: una comparación entre las temporadas 2015 y 2016 y otra entre la competitividad entre los cuatro Grand Slam.

En el capítulo 3. *Análisis de resultados* se descubrió un mercado muy desigual con una marcada concentración de la cuota de mercado en los primeros puestos del ranking. Esto es cierto independientemente de la perspectiva tomada. Tanto la comparación de las temporadas 2015 y 2016, como el estudio hecho sobre la intensidad competitiva en los Grand Slam, devolvieron niveles de concentración del output importantes. Sin embargo, cabe destacar que la intensidad competitiva aumenta cuando se toma como medida de output los sets ganados por cada jugador en lugar de los puntos ATP. Esto

podría significar un camino explorar tanto por la Asociación de Tenistas Profesionales, como por los círculos académicos, puesto que un aumento de la competitividad podría causar una competición más interesante y más atractiva para el público.

Igualmente, en el tercer capítulo, se observó que los niveles más altos de concentración se encontraban durante el año 2015 y en el Open de Australia. En ambos casos, todos los índices de concentración y desigualdad mostraban valores superiores que otras unidades analizadas. Por el contrario, el campeonato Grand Slam con mayor nivel de competición es más difícil de encontrar ya que los otros tres restantes varían en su orden en cada uno de los índices. Pese a esto último, se podría argumentar que Wimbledon es el menos concentrado ya que se obtuvieron los valores más pequeños para el CR_1 , CR_{10} , CR_{20} y el coeficiente de Gini que mide la desigualdad.

Los resultados del modelo propuesto describen una situación competitiva muy similar en los cuatro Grand Slam durante el período analizado en el trabajo. Todos ellos se encuentran en el cuadrante cuatro, por lo tanto se habla de la presencia de un líder dominante y un pequeño de número de competidores fuertes. Entre ellos se reparten un gran porcentaje del total de puntos ATP en juego.

En general, los datos obtenidos en el trabajo tienden a mostrar una concentración muy elevada a la hora de repartir los puntos. Si hubiese interés por parte de la ATP en aumentar el número de competidores relevantes por cada posición en el ranking, quizá podría ser interesante una modificación del sistema de distribución de puntos.

El análisis se realiza sobre una actividad regulada, cabe al regulador introducir modificaciones para inducir mas competencia en los torneos y en la clasificación mundial. La asignación de puntos por torneo o en cada fase o bien la forma de configurar por fases los torneos podrían dar lugar a un escenario mas competitivo.

6. BIBLIOGRAFÍA

- (s.f.). Recuperado el Septiembre de 2017, de International Tennis Federation .
- YU, J.-b., & NIE, D. (2008). SWOT analysis of the prospect of tennis professionalization in China. *Journal of Physical Education* .
- Walker, M., Wooders, J., & Amir, R. (2011). Equilibrium play in matches: Binary Markov games. *Games and Economic Behaviour* , 71 (2), 487-502.
- Buzzell, R. D. (1981). Are There "Natural" Market Structures? . *Journal of Marketing* , 45 (1), 42-55.
- Brown, M. C. (1994). Using Gini-style indices to evaluate the spatial patterns of health practitioners: Theoretical considerations and an application based on Alberta data. *Social Science Medicine* , 38 (9), 1243-1256.
- Brosed, M., & Espitia, M. (2014). Competitive intensity of the five major leagues European Football.
- Cabral, L. (1994). *Economía Industrial*. Lisboa, Portugal: McGraw-Hill.
- Clarke, S., & Dyte, D. (2000). Using official ratings to simulate major tennis tournaments. *International Transactions in Operational Research* , 7 (6), 585-594.
- Corral, J. d., & Prieto-Rodríguez, J. (2010). Are differences in ranks good predictors for Grand Slam tennis matches? *International Journal of Forecasting* , 26, 551–563.
- Kuper, G. H., Sierksma, G., & Spieksma, F. C. (27 de Noviembre de 2014). Using tennis rankings to predict performance in upcoming tournaments. Groningen, Países Bajos: Research Institute SOM Faculty of Economics & Business University of Groningen .
- Salas, V., & Lafuente, S. (1983). Concentración y resultados de las empresas en la economía española. *Cuadernos económicos de ICE* , 7-34.
- Simon, H. A., & Bonini, C. P. (1958). The size distribution of business firms. *The American Economic Review* , 48 (4), 607-617.

7. WEBGRAFÍA

Curva de Lorenz. (s.f.). Recuperado el Agosto de 2017, de Wikipedia: https://es.wikipedia.org/wiki/Curva_de_Lorenz

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. (s.f.). *ANUARIO DE ESTADÍSTICAS DEPORTIVAS 2017*. Recuperado el Septiembre de 2017, de Consejo Superior de Deportes: https://www.mecd.gob.es/servicios-al-ciudadano-mecd/dms/mecd/servicios-al-ciudadano-mecd/estadisticas/deporte/anuario-deporte/AED-2017/Anuario_de_Estadisticas_Deportivas_2017.pdf

Ránking ATP. (s.f.). Recuperado el agosto de 2017, de Wikipedia: https://es.wikipedia.org/wiki/Ranking_ATP

Sackmann, J. (s.f.). *The Match Charting Project*. Recuperado el 2017, de Tennis Abstract: <http://www.tennisabstract.com/blog/2013/11/26/the-match-charts-project/>

The Rankings That Changed Tennis (Part I). (s.f.). Recuperado el agosto de 2017, de ATP World Tour: <http://www.atpworldtour.com/en/news/heritage-1973-atp-rankings-celebration-part-i>

The Rankings That Changed Tennis (Part II). (s.f.). Recuperado el agosto de 2017, de ATP World Tour: <http://www.atpworldtour.com/en/news/heritage-1973-atp-rankings-celebration-part-ii>

ANEXO 1: CÓDIGO PARA LA REALIZACIÓN DEL ANÁLISIS ESTADÍSTICO

```
atp2016 <- read.csv("~/Documents/R databases/TFG/atp2016.csv", header = TRUE, sep = ";")  
atp2015 <- read.csv("~/Documents/R databases/TFG/atp2015.csv", header = TRUE, sep = ";")  
  
# Eliminar las variables ronda_torneo, X, X.1, X.2 y X.3 porque no las vamos a utilizar en el modelo  
atp2016$ronda_torneo <- NULL  
atp2015$ronda_torneo <- NULL  
atp2016$X <- NULL  
atp2016$X.1 <- NULL  
atp2016$X.2 <- NULL  
atp2016$X.3 <- NULL  
  
# Crear un dataframe con los jugadores, su posición y el total de puntos ATP y sets ganados durante 2015 y 2016  
library(plyr)  
  
# 2015  
atp2015_total <- ddply(atp2015, .(jugador), summarize, puntos_atp = sum(puntos_atp), sets_ganados = sum(sets_ganados))  
atp2015_total <- atp2015_total[order(atp2015_total$puntos_atp, decreasing = TRUE),]  
atp2015_total$jugador <- as.character(atp2015_total$jugador)  
write.table(atp2015_total, "atp2015_total.txt", row.names = F, quote = F, sep = ",")
```

```

# 2016

atp2016_total <- ddply(atp2016, .(jugador), summarize, puntos_atp = sum(puntos_atp),
sets_ganados = sum(sets_ganados))

atp2016_total <- atp2016_total[-1,]

atp2016_total <- atp2016_total[order(atp2016_total$puntos_atp, decreasing = TRUE),]

atp2016_total$jugador <- as.character(atp2016_total$jugador)

write.table(atp2016_total, "atp2016_total.txt", row.names = F, quote = F, sep = ",")

# Abrir la tabla con los jugadores, el total de puntos ATP y total de sets ganados durante
2015 y 2016

atp2015_total <- read.table("atp2015_total.txt", header = T, sep = ",")

atp2016_total <- read.table("atp2016_total.txt", header = T, sep = ",")

# Crear un data frame para puntos_atp y eliminar los valores que sean 0 ya que el ln(0)
es indeterminado

atp2015_puntos <- atp2015_total[,-3]

atp2015_puntos <- atp2015_puntos[1:224,]

atp2016_puntos <- atp2016_total[,-3]

atp2016_puntos <- atp2016_puntos[1:237,]

# Añadir variable ranking según el número de puntos ATP

atp2015_puntos$Rk <- 1:nrow(atp2015_puntos)

atp2016_puntos$Rk <- 1:nrow(atp2016_puntos)

# Añadir variable con la cuota de puntos ATP ganados sobre el total para cada jugador

```

```

atp2015_puntos$cuota_PATP <- atp2015_puntos$puntos_atp /
sum(atp2015_puntos$puntos_atp)

atp2016_puntos$cuota_PATP <- atp2016_puntos$puntos_atp /
sum(atp2016_puntos$puntos_atp)

# Crear un data frame para sets_ganados y eliminar los valores que sean 0 ya que el
ln(0) es indeterminado

atp2015_sets <- atp2015_total[,-2]

atp2015_sets <- atp2015_sets[-which(atp2015_sets$sets_ganados == "0"),]

atp2016_sets <- atp2016_total[,-2]

atp2016_sets <- atp2016_sets[-which(atp2016_sets$sets_ganados == "0"),]

atp2016_sets <- atp2016_sets[-which(atp2016_sets$jugador == "Marsel Ilhan"),]

# Añadir variable ranking según el número de sets

atp2015_sets <- atp2015_sets[order(atp2015_sets$sets_ganados, decreasing = TRUE),]

atp2015_sets$Rk <- 1:nrow(atp2015_sets)

atp2016_sets <- atp2016_sets[order(atp2016_sets$sets_ganados, decreasing = TRUE),]

atp2016_sets$Rk <- 1:nrow(atp2016_sets)

# Añadir variable con la cuota de sets ganados por cada jugador sobre el total

atp2015_sets$cuota_sets <- atp2015_sets$sets_ganados /
sum(atp2015_sets$sets_ganados)

atp2016_sets$cuota_sets <- atp2016_sets$sets_ganados /
sum(atp2016_sets$sets_ganados)

```

```
# Análisis de la temporadas 2015 y 2016 para puntos_ATP: concentración, herfindahl, lorenz y gini
```

```
atp2015_puntos <- read.csv(file = "atp2015_puntos.csv")
```

```
atp2016_puntos <- read.csv(file = "atp2016_puntos.csv")
```

```
# Índices de concentración
```

```
#2015
```

```
CR1_pATP2015 <-
```

```
sum(atp2015_puntos[1,"cuota_PATP"])/sum(atp2015_puntos$cuota_PATP)
```

```
CR5_pATP2015 <-
```

```
sum(atp2015_puntos[1:5,"cuota_PATP"])/sum(atp2015_puntos$cuota_PATP)
```

```
CR10_pATP2015 <-
```

```
sum(atp2015_puntos[1:10,"cuota_PATP"])/sum(atp2015_puntos$cuota_PATP)
```

```
CR20_pATP2015 <-
```

```
sum(atp2015_puntos[1:20,"cuota_PATP"])/sum(atp2015_puntos$cuota_PATP)
```

```
#2016
```

```
CR1_pATP2016 <-
```

```
sum(atp2016_puntos[1,"cuota_PATP"])/sum(atp2016_puntos$cuota_PATP)
```

```
CR5_pATP2016 <-
```

```
sum(atp2016_puntos[1:5,"cuota_PATP"])/sum(atp2016_puntos$cuota_PATP)
```

```
CR10_pATP2016 <-
```

```
sum(atp2016_puntos[1:10,"cuota_PATP"])/sum(atp2016_puntos$cuota_PATP)
```

```
CR20_pATP2016 <-
```

```
sum(atp2016_puntos[1:20,"cuota_PATP"])/sum(atp2016_puntos$cuota_PATP)
```

```

# Índice Herfindahl y comparación entre el valor de concentración mínima posible 1/n

atp2015_puntos$cuota_cuadrado <- atp2015_puntos$cuota_PATP^2
herfindahl_puntos2015 <- sum(atp2015_puntos$cuota_cuadrado)
1/224

atp2016_puntos$cuota_cuadrado <- atp2016_puntos$cuota_PATP^2
herfindahl_puntos2016 <- sum(atp2016_puntos$cuota_cuadrado)
1/237

# Inversa de Herfindahl

inversa_puntos2015 <- 1/herfindahl_puntos2015
inversa_puntos2016 <- 1/herfindahl_puntos2016

# Calcular gini index y la curva de Lorenz (añadir leyenda al gráfico de la curva)

library(ineq)

# 2015

gini_puntos2015 <- ineq(atp2015_puntos$cuota_PATP, type = "Gini")
plot(Lc(atp2016_puntos$cuota_PATP),
     col="darkred",
     lwd=3,
     main = "2015: Puntos ATP",
     cex.main = 3,
     ylab = "cuota de mercado acumulada",
     xlab = "cuota acumulada de competidores"
)
# 2016

```

```

gini_puntos2016 <- ineq(atp2016_puntos$cuota_PATP, type = "Gini")

plot(Lc(atp2016_puntos$cuota_PATP),
     col="darkred",
     lwd=3,
     main = "2016: Puntos ATP",
     cex.main = 3,
     ylab = "cuota de mercado acumulada",
     xlab = "cuota acumulada de competidores"
)

# Crear tabla con los valores CR1, CR5, CR10, CR20, Herfindahl y Gini en las
# temporadas 2015 y 2016

puntos2015_vector <- c(CR1_pATP2015, CR5_pATP2015, CR10_pATP2015,
CR20_pATP2015, herfindahl_puntos2015, gini_puntos2015)

puntos2016_vector <- c(CR1_pATP2016, CR5_pATP2016, CR10_pATP2016,
CR20_pATP2016, herfindahl_puntos2016, gini_puntos2016)

atp_competitividad_puntos <- data.frame("pATP2015" = puntos2015_vector,
"pATP2016" = puntos2016_vector,
row.names = c("CR1", "CR5", "CR10", "CR20", "Herfindahl",
"Gini"))

write.csv(atp_competitividad_puntos, "~/Documents/R
databases/TFG/tabla_puntos.csv")

# Análisis de la temporada 2016 para sets ganados: concentración, herfindahl, lorentz y
gini

atp2015_sets <- read.csv( file = "atp2015_sets.csv")

atp2016_sets <- read.csv( file = "atp2016_sets.csv")

```

```

# Índices de concentración

# 2015

CR1_sets2015 <- sum(atp2015_sets[1,"cuota_sets"])/sum(atp2015_sets$cuota_sets)

CR5_sets2015 <- sum(atp2015_sets[1:5,"cuota_sets"])/sum(atp2015_sets$cuota_sets)

CR10_sets2015 <-
sum(atp2015_sets[1:10,"cuota_sets"])/sum(atp2015_sets$cuota_sets)

CR20_sets2015 <-
sum(atp2015_sets[1:20,"cuota_sets"])/sum(atp2015_sets$cuota_sets)

```

```

# 2016

CR1_sets2016 <- sum(atp2016_sets[1,"cuota_sets"])/sum(atp2016_sets$cuota_sets)

CR5_sets2016 <- sum(atp2016_sets[1:5,"cuota_sets"])/sum(atp2016_sets$cuota_sets)

CR10_sets2016 <-
sum(atp2016_sets[1:10,"cuota_sets"])/sum(atp2016_sets$cuota_sets)

CR20_sets2016 <-
sum(atp2016_sets[1:20,"cuota_sets"])/sum(atp2016_sets$cuota_sets)

```

```

# Índice Herfindahl y comparación entre el valor de concentración mínima posible 1/n

atp2015_sets$cuota_cuadrado <- atp2015_sets$cuota_sets^2

herfindahl_sets2015 <- sum(atp2015_sets$cuota_cuadrado)

1/230

atp2016_sets$cuota_cuadrado <- atp2016_sets$cuota_sets^2

herfindahl_sets2016 <- sum(atp2016_sets$cuota_cuadrado)

1/237

# Inversa de Herfindahl

inversa_sets2015 <- 1/herfindahl_sets2015

inversa_sets2016 <- 1/herfindahl_sets2016

```

```

# Calcular gini index y la curva de Lorenz

library(ineq)

#2015

gini_sets2015 <- ineq(atp2015_sets$cuota_sets, type = "Gini")

plot(Lc(atp2015_sets$cuota_sets),
     col="darkred",
     lwd=3,
     main = "2015: Sets ganados",
     cex.main = 3,
     ylab = "cuota de mercado acumulada",
     xlab = "cuota acumulada de competidores"
)

#2016

gini_sets2016 <- ineq(atp2016_sets$cuota_sets, type = "Gini")

plot(Lc(atp2016_sets$cuota_sets),
     col="darkred",
     lwd=3,
     main = "2016: Sets ganados",
     cex.main = 3,
     ylab = "cuota de mercado acumulada",
     xlab = "cuota acumulada de competidores"
)

```

```

# Crear tabla con los valores CR1, CR5, CR10, CR20, Herfindahl y Gini en las
temporadas 2015 y 2016

sets2015_vector <- c(CR1_sets2015, CR5_sets2015, CR10_sets2015, CR20_sets2015,
herfindahl_sets2015, gini_sets2015)

sets2016_vector <- c(CR1_sets2016, CR5_sets2016, CR10_sets2016, CR20_sets2016,
herfindahl_sets2016, gini_sets2016)

atp_competitividad_sets <- data.frame("sets2015" = sets2015_vector, "sets2016" =
sets2016_vector,
                                         row.names = c("CR1", "CR5", "CR10", "CR20", "Herfindahl",
                                         "Gini"))

write.csv(atp_competitividad_sets, "~/Documents/R databases/TFG/tabla_sets.csv")

# Crear dataframe para cada uno de los grand slam durante los últimos 5 años

roland_garros_last5 <- read.csv("~/Documents/R
databases/TFG/roland_garros_last5.csv", header = TRUE, sep = ";")

aust_open_last5 <- read.csv("~/Documents/R databases/TFG/aust_open_last5.csv",
header = TRUE, sep = ";")

wimbledon_last5 <- read.csv("~/Documents/R databases/TFG/wimbledon_last5.csv",
header = TRUE, sep = ";")

us_open_last5 <- read.csv("~/Documents/R databases/TFG/US Open last 5.csv", header
= TRUE, sep = ";")

# Crear un dataframe para cada grand slam con los puntos ATP totales ganados en el
mismo por cada jugador durante los
# últimos cinco años

library(plyr)

roland_garros_last5_total <- ddply(roland_garros_last5, .(jugador), summarize,
puntos_atp = sum(puntos_atp))

```

```
aust_open_last5_total <- ddply(aust_open_last5, .(jugador), summarize, puntos_atp =  
sum(puntos_atp))  
  
wimbledon_last5_total <- ddply(wimbledon_last5, .(jugador), summarize, puntos_atp =  
sum(puntos_atp))  
  
us_open_last5_total <- ddply(us_open_last5, .(jugador), summarize, puntos_atp =  
sum(puntos_atp))
```

```
# Ordenar los dataframe de mayor a menor número de puntos atp ganados y añadir una  
columna con el ranking
```

```
roland_garros_last5_total <-  
roland_garros_last5_total[order(roland_garros_last5_total$puntos_atp, decreasing =  
TRUE),]  
  
roland_garros_last5_total$rk <- 1:nrow(roland_garros_last5_total)
```

```
aust_open_last5_total <-  
aust_open_last5_total[order(aust_open_last5_total$puntos_atp, decreasing = TRUE),]  
aust_open_last5_total$rk <- 1:nrow(aust_open_last5_total)
```

```
us_open_last5_total <- us_open_last5_total[order(us_open_last5_total$puntos_atp,  
decreasing = TRUE),]  
  
us_open_last5_total$rk <- 1:nrow(us_open_last5_total)
```

```
wimbledon_last5_total <-  
wimbledon_last5_total[order(wimbledon_last5_total$puntos_atp, decreasing = TRUE),]  
wimbledon_last5_total$rk <- 1:nrow(wimbledon_last5_total)
```

```
# Añadir variable con la cuota de puntos ATP ganados sobre el total para cada jugador
```

```

aust_open_last5_total$cuota_PATP <- aust_open_last5_total$puntos_atp /
sum(aust_open_last5_total$puntos_atp)

roland_garros_last5_total$cuota_PATP <- roland_garros_last5_total$puntos_atp /
sum(roland_garros_last5_total$puntos_atp)

wimbledon_last5_total$cuota_PATP <- wimbledon_last5_total$puntos_atp /
sum(wimbledon_last5_total$puntos_atp)

us_open_last5_total$cuota_PATP <- us_open_last5_total$puntos_atp /
sum(us_open_last5_total$puntos_atp)

```

Guardar los dataframes obtenidos para analizar la concentración, Lorenz, etc...

```

write.csv(roland_garros_last5_total, "roland_garros_last5_total.csv", row.names =
FALSE)

write.csv(aust_open_last5_total, "aust_open_last5_total.csv", row.names = FALSE)

write.csv(us_open_last5_total, "us_open_last5_total.csv", row.names = FALSE)

write.csv(wimbledon_last5_total, "wimbledon_last5_total.csv", row.names = FALSE)

aust_open_last5_total <- read.csv(file = "aust_open_last5_total.csv")

roland_garros_last5_total <- read.csv(file = "roland_garros_last5_total.csv")

wimbledon_last5_total <- read.csv(file = "wimbledon_last5_total.csv")

us_open_last5_total <- read.csv(file = "us_open_last5_total.csv")

```

ÍNDICES DE CONCENTRACIÓN

Australian Open

```

CR1_aus <-
sum(aust_open_last5_total[1,"cuota_PATP"])/sum(aust_open_last5_total$cuota_PATP)

CR5_aus <-
sum(aust_open_last5_total[1:5,"cuota_PATP"])/sum(aust_open_last5_total$cuota_PAT
P)

CR10_aus <-
sum(aust_open_last5_total[1:10,"cuota_PATP"])/sum(aust_open_last5_total$cuota_PA
TP)

CR20_aus <-
sum(aust_open_last5_total[1:20,"cuota_PATP"])/sum(aust_open_last5_total$cuota_PA
TP)

```

Roland Garros

```

CR1_rg <-
sum(roland_garros_last5_total[1,"cuota_PATP"])/sum(roland_garros_last5_total$cuota
_PATP)

CR5_rg <-
sum(roland_garros_last5_total[1:5,"cuota_PATP"])/sum(roland_garros_last5_total$cuot
a_PATP)

CR10_rg <-
sum(roland_garros_last5_total[1:10,"cuota_PATP"])/sum(roland_garros_last5_total$cu
ota_PATP)

CR20_rg <-
sum(roland_garros_last5_total[1:20,"cuota_PATP"])/sum(roland_garros_last5_total$cu
ota_PATP)

```

Wimbledon

```

CR1_wim <-
sum(wimbledon_last5_total[1,"cuota_PATP"])/sum(wimbledon_last5_total$cuota_PATP)

CR5_wim <-
sum(wimbledon_last5_total[1:5,"cuota_PATP"])/sum(wimbledon_last5_total$cuota_PATP)

CR10_wim <-
sum(wimbledon_last5_total[1:10,"cuota_PATP"])/sum(wimbledon_last5_total$cuota_PATP)

CR20_wim <-
sum(wimbledon_last5_total[1:20,"cuota_PATP"])/sum(wimbledon_last5_total$cuota_PATP)

# US Open

CR1_us <-
sum(us_open_last5_total[1,"cuota_PATP"])/sum(us_open_last5_total$cuota_PATP)

CR5_us <-
sum(us_open_last5_total[1:5,"cuota_PATP"])/sum(us_open_last5_total$cuota_PATP)

CR10_us <-
sum(us_open_last5_total[1:10,"cuota_PATP"])/sum(us_open_last5_total$cuota_PATP)

CR20_us <-
sum(us_open_last5_total[1:20,"cuota_PATP"])/sum(us_open_last5_total$cuota_PATP)

# Crear tabla con los valores CR1, CR5, CR10 y CR20 en los 4 grand slam durante los
últimos 5 años

```

ÍNDICE HERFINDAHL Y COMPARACIÓN CON EL VALOR DE CONCENTRACIÓN MÍNIMA

Australian Open

```
aust_open_last5_total$cuota_cuadrado <- aust_open_last5_total$cuota_PATP^2  
herfindahl_aus <- sum(aust_open_last5_total$cuota_cuadrado)
```

1/236

Roland Garros

```
roland_garros_last5_total$cuota_cuadrado <- roland_garros_last5_total$cuota_PATP^2  
herfindahl_rg <- sum(roland_garros_last5_total$cuota_cuadrado)
```

1/231

Wimbledon

```
wimbledon_last5_total$cuota_cuadrado <- wimbledon_last5_total$cuota_PATP^2  
herfindahl_wim <- sum(wimbledon_last5_total$cuota_cuadrado)
```

1/229

US Open

```
us_open_last5_total$cuota_cuadrado <- us_open_last5_total$cuota_PATP^2  
herfindahl_us <- sum(us_open_last5_total$cuota_cuadrado)
```

1/232

Inversas de Herfindahl

```
inversa_aus <- 1/herfindahl_aus
```

```

inversa_rg <- 1/herfindahl_rg
inversa_wim <- 1/herfindahl_wim
inversa_us <- 1/herfindahl_us

# Calcular gini index y la curva de Lorenz (añadir leyenda al gráfico de la curva)

```

```

library(ineq)

gini_aus <- ineq(aust_open_last5_total$cuota_PATP, type = "Gini")

plot(Lc(aust_open_last5_total$cuota_PATP),
     col="darkred",
     lwd=3,
     main = "Australian Open: Puntos ATP (2012-2016)",
     cex.main = 3,
     ylab = "cuota de mercado acumulada",
     xlab = "cuota acumulada de competidores"
)

```

```

gini_rg <- ineq(roland_garros_last5_total$cuota_PATP, type = "Gini")

plot(Lc(roland_garros_last5_total$cuota_PATP),
     col="darkred",
     lwd=3,
     main = "Roland Garros: Puntos ATP (2012-2016)",
     cex.main = 3,
     ylab = "cuota de mercado acumulada",
     xlab = "cuota acumulada de competidores"
)

```

```

gini_wim <- ineq(wimbledon_last5_total$cuota_PATP, type = "Gini")
plot(Lc(wimbledon_last5_total$cuota_PATP),
     col="darkred",
     lwd=3,
     main = "Wimbledon: Puntos ATP (2012-2016)",
     cex.main = 3,
     ylab = "cuota de mercado acumulada",
     xlab = "cuota acumulada de competidores"
)

```

```

gini_us <- ineq(us_open_last5_total$cuota_PATP, type = "Gini")
plot(Lc(us_open_last5_total$cuota_PATP),
     col="darkred",
     lwd=3,
     main = "US Open: Puntos ATP (2012-2016)",
     cex.main = 3,
     ylab = "cuota de mercado acumulada",
     xlab = "cuota acumulada de competidores"
)

```

```

# Crear tabla con los valores CR1, CR5, CR10, CR20, Herfindahl y Gini en los 4 grand
# slam durante los últimos 5 años

```

```

aus_vector <- c(CR1_aus, CR5_aus, CR10_aus, CR20_aus, herfindahl_aus, gini_aus)
rg_vector <- c(CR1_rg, CR5_rg, CR10_rg, CR20_rg, herfindahl_rg, gini_rg)

```

```

wim_vector <- c(CR1_wim, CR5_wim, CR10_wim, CR20_wim, herfindahl_wim,
gini_wim)

us_vector <- c(CR1_us, CR5_us, CR10_aus, CR20_us, herfindahl_us, gini_us)

df_grand_slam <- data.frame("Australian Open" = aus_vector, "Roland Garros" =
rg_vector, "Wimbledon" = wim_vector, "US Open" = us_vector, row.names = c("CR1",
"CR5", "CR10", "CR20", "Herfindahl", "Gini"),check.names = FALSE)

# Modelo 1

aust_open_last5_total$Lncuota_PATP <- log(aust_open_last5_total$cuota_PATP)

aust_open_last5_total$LnRk <- log(aust_open_last5_total$rk)

m_aust <- lm(formula = Lncuota_PATP ~ LnRk, data = aust_open_last5_total)

roland_garros_last5_total$Lncuota_PATP <-
log(roland_garros_last5_total$cuota_PATP)

roland_garros_last5_total$LnRk <- log(roland_garros_last5_total$rk)

m_rg <- lm(formula = Lncuota_PATP ~ LnRk, data = roland_garros_last5_total)

wimbledon_last5_total$Lncuota_PATP <- log(wimbledon_last5_total$cuota_PATP)

wimbledon_last5_total$LnRk <- log(wimbledon_last5_total$rk)

m_wim <- lm(formula = Lncuota_PATP ~ LnRk, data = wimbledon_last5_total)

us_open_last5_total$Lncuota_PATP <- log(us_open_last5_total$cuota_PATP)

```

```

us_open_last5_total$LnRk <- log(us_open_last5_total$rk)

m_us <- lm(formula = Lncuota_PATP ~ LnRk, data = us_open_last5_total)

# Representar el modelo

library(stargazer)

stargazer(m_aust, m_rg, m_wim, m_us,
          type="text",
          style = "qje",
          title = "Intensidad competitiva comparada entre los 4 Grand Slam (2012-2016)",
          dep.var.caption = "Logaritmo neperiano de la cuota sobre los puntos ATP
totales",
          dep.var.labels = "Grand Slam",
          covariate.labels=c("LnRK"),
          column.labels = c("Open de Australia", "Roland Garros", "Wimbledon", "US
Open"),
          model.numbers = FALSE,
          dep.var.labels.include = FALSE,
          decimal.mark = ",",
          out = "~/Documents/R databases/TFG/final_model.txt")

```

ANEXO 2: BASES DE DATOS

atp2015_total

jugador	puntos_atp	sets_ganados
Novak Djokovic	16545	210
Andy Murray	8340	171
Roger Federer	8320	167
Stanislas Wawrinka	7005	166
Rafael Nadal	5455	166
Tomas Berdych	4765	160
David Ferrer	4350	139
Kei Nishikori	4325	141
Richard Gasquet	2910	116
Marin Cilic	2690	112
Kevin Anderson	2670	131
Jo Wilfried Tsonga	2655	93
John Isner	2650	125
Gilles Simon	2230	119
Milos Raonic	2185	93
Roberto Bautista Agut	2005	124
Feliciano Lopez	1930	116
Ivo Karlovic	1845	112
Fabio Fognini	1760	88
Gael Monfils	1755	94
Bernard Tomic	1725	108
Total	17720	88

atp2016_total

jugador	puntos_atp	sets_ganados
Andy Murray	12410	184
Novak Djokovic	11815	167
Milos Raonic	5470	144
Stanislas Wawrinka	5445	144
Kei Nishikori	4950	146
Dominic Thiem	4095	155
Marin Cilic	3760	121
Gael Monfils	3645	109
Rafael Nadal	3350	102
Tomas Berdych	3130	118
David Goffin	2880	127
Roberto Bautista Agut	2695	131
Jo Wilfried Tsonga	2550	102
Nick Kyrgios	2495	105
Grigor Dimitrov	2250	118
Roger Federer	2130	62
Lucas Pouille	2095	87
Alexander Zverev	1945	110
Pablo Cuevas	1945	95
John Isner	1905	98
David Ferrer	1885	100
total	10000	1000

atp2015_puntos (extracto)

jugador	puntos_atp	Rk	cuota_PATP
Novak Djokovic	16545	1	1.079256e-01
Andy Murray	8340	2	5.440313e-02
Roger Federer	8320	3	5.427267e-02
Stanislas Wawrinka	7005	4	4.569472e-02
Rafael Nadal	5455	5	3.558382e-02
Tomas Berdych	4765	6	3.108284e-02
David Ferrer	4350	7	2.837573e-02
Kei Nishikori	4325	8	2.821265e-02
Richard Gasquet	2910	9	1.898239e-02
Marin Cilic	2690	10	1.754729e-02
Kevin Anderson	2670	11	1.741683e-02
Jo Wilfried Tsonga	2655	12	1.731898e-02
John Isner	2650	13	1.728637e-02
Gilles Simon	2230	14	1.454664e-02
Milos Raonic	2185	15	1.425310e-02
Roberto Bautista Agut	2005	16	1.307893e-02
Feliciano Lopez	1930	17	1.258969e-02
Ivo Karlovic	1845	18	1.203523e-02
Fabio Fognini	1760	19	1.148076e-02
Gael Monfils	1755	20	1.144814e-02
Bernard Tomic	1725	21	1.125245e-02
Dominic Thiem	1720	22	1.121983e-02
David Goffin	1710	23	1.115460e-02
Viktor Troicki	1600	24	1.043705e-02
Guillermo Garcia Lopez	1585	25	1.033920e-02
Grigor Dimitrov	1540	26	1.004566e-02
Jack Sock	1485	27	9.686888e-03
Steve Johnson	1440	28	9.393346e-03
Andreas Seppi	1370	29	8.936725e-03
Joao Sousa	1355	30	8.838878e-03
Jeremy Chardy	1330	31	8.675799e-03
Pablo Cuevas	1295	32	8.447489e-03
Nick Kyrgios	1280	33	8.349641e-03
Gilles Muller	1265	34	8.251794e-03

atp2016_puntos (extracto)

jugador	puntos_atp	Rk	cuota_PATP
Andy Murray	12410	1	0.0811217153
Novak Djokovic	11815	2	0.0772323180
Milos Raonic	5470	3	0.0357563080
Stanislas Wawrinka	5445	4	0.0355928880
Kei Nishikori	4950	5	0.0323571709
Dominic Thiem	4095	6	0.0267682050
Marin Cilic	3760	7	0.0245783763
Gael Monfils	3645	8	0.0238266440
Rafael Nadal	3350	9	0.0218982874
Tomas Berdych	3130	10	0.0204601909
David Goffin	2880	11	0.0188259903
Roberto Bautista Agut	2695	12	0.0176166819
Jo Wilfried Tsonga	2550	13	0.0166688456
Nick Kyrgios	2495	14	0.0163093215
Grigor Dimitrov	2250	15	0.0147078049
Roger Federer	2130	16	0.0139233887
Lucas Pouille	2095	17	0.0136946006
Alexander Zverev	1945	18	0.0127140803
Pablo Cuevas	1945	19	0.0127140803
John Isner	1905	20	0.0124526082
David Ferrer	1885	21	0.0123218721

atp2015_sets

jugador	sets_ganados	Rk	cuota_sets
Novak Djokovic	210	1	0.0278108860
Andy Murray	171	2	0.0226460072
Roger Federer	167	3	0.0221162760
Stanislas Wawrinka	166	4	0.0219838432
Rafael Nadal	166	5	0.0219838432
Tomas Berdych	160	6	0.0211892465
Kei Nishikori	141	7	0.0186730234
David Ferrer	139	8	0.0184081579
Kevin Anderson	131	9	0.0173486955
John Isner	125	10	0.0165540988
Roberto Bautista Agut	124	11	0.0164216660
Gilles Simon	119	12	0.0157595021
Richard Gasquet	116	13	0.0153622037
Feliciano Lopez	116	14	0.0153622037
Marin Cilic	112	15	0.0148324725
Ivo Karlovic	112	16	0.0148324725
Bernard Tomic	108	17	0.0143027414
David Goffin	102	18	0.0135081446
Guillermo Garcia Lopez	99	19	0.0131108462
Dominic Thiem	98	20	0.0129784135
Gael Monfils	94	21	0.0124486823
Adrián Menéndez Maceiras	84	22	0.0124486823

atp2016_sets

jugador	sets_ganados	Rk	cuota_sets
Andy Murray	184	1	0.0250920496
Novak Djokovic	167	2	0.0227737624
Dominic Thiem	155	3	0.0211373244
Kei Nishikori	146	4	0.0199099959
Milos Raonic	144	5	0.0196372562
Stanislas Wawrinka	144	6	0.0196372562
Roberto Bautista Agut	131	7	0.0178644484
David Goffin	127	8	0.0173189690
Marin Cilic	121	9	0.0165007500
Tomas Berdych	118	10	0.0160916405
Grigor Dimitrov	118	11	0.0160916405
Alexander Zverev	110	12	0.0150006818
Gael Monfils	109	13	0.0148643120
Nick Kyrgios	105	14	0.0143188327
Rafael Nadal	102	15	0.0139097232
Jo Wilfried Tsonga	102	16	0.0139097232
David Ferrer	100	17	0.0136369835
John Isner	98	18	0.0133642438
Jack Sock	96	19	0.0130915042
Gilles Simon	96	20	0.0130915042
Viktor Troicki	96	21	0.0130915042
...

aust_open_last5

nombre_torneo	jugador	puntos_atp
Australian Open 2012	Paolo Lorenzi	10
Australian Open 2012	Matteo Viola	10
Australian Open 2012	Potito Starace	10
Australian Open 2012	Radek Stepanek	10
Australian Open 2012	Filippo Volandri	10
Australian Open 2012	Lukas Rosol	10
Australian Open 2012	Cedrik Marcel Stebe	10
Australian Open 2012	Robin Haase	10
Australian Open 2012	Dmitry Tursunov	10
Australian Open 2012	Jurgen Zopp	10
Australian Open 2012	Mikhail Youzhny	10
Australian Open 2012	Andreas Seppi	10
Australian Open 2012	Michael Russell	10
Australian Open 2012	Igor Kunitsyn	10
Australian Open 2012	Matthias Bachinger	10
Australian Open 2012	Rui Machado	10
Australian Open 2012	Ryan Harrison	10
Australian Open 2012	Xavier Malisse	10
Australian Open 2012	Ernests Gulbis	10
Australian Open 2012	Daniel Gimeno Traver	10
Australian Open 2012	Juan Carlos Ferrero	10
Australian Open 2012	Florian Mayer	10

roland_garros_last5

nombre_torneo	jugador	puntos_atp
Roland Garros 2012	Potito Starace	10
Roland Garros 2012	Lleyton Hewitt	10
Roland Garros 2012	Filip Krajinovic	10
Roland Garros 2012	Jurgen Melzer	10
Roland Garros 2012	Nikolay Davydenko	10
Roland Garros 2012	Ernests Gulbis	10
Roland Garros 2012	Igor Sijsling	10
Roland Garros 2012	Steve Darcis	10
Roland Garros 2012	Ryan Harrison	10
Roland Garros 2012	Xavier Malisse	10
Roland Garros 2012	Victor Hănescu	10
Roland Garros 2012	Flavio Cipolla	10
Roland Garros 2012	Thomaz Bellucci	10
Roland Garros 2012	Adrian Mannarino	10
Roland Garros 2012	Joao Souza	10
Roland Garros 2012	Andrey Kuznetsov	10
Roland Garros 2012	Tobias Kamke	10
Roland Garros 2012	David Nalbandian	10
Roland Garros 2012	Frank Dancevic	10
Roland Garros 2012	Andy Roddick	10
Roland Garros 2012	Radek Stepanek	10
2012	2012	2012

wimbledon_last5

nombre_torneo	jugador	puntos_atp
Wimbledon 2012	Juan Carlos Ferrero	10
Wimbledon 2012	Yen Hsun Lu	10
Wimbledon 2012	James Blake	10
Wimbledon 2012	Sergiy Stakhovsky	10
Wimbledon 2012	Marcel Granollers	10
Wimbledon 2012	Juan Ignacio Chela	10
Wimbledon 2012	Filippo Volandri	10
Wimbledon 2012	Leonardo Mayer	10
Wimbledon 2012	Olivier Rochus	10
Wimbledon 2012	Steve Darcis	10
Wimbledon 2012	Carlos Berlocq	10
Wimbledon 2012	Tobias Kamke	10
Wimbledon 2012	Dmitry Tursunov	10
Wimbledon 2012	Blaz Kavcic	10
Wimbledon 2012	Simone Bolelli	10
Wimbledon 2012	Tomas Berdych	10
Wimbledon 2012	Albert Ramos	10
Wimbledon 2012	Michael Llodra	10
Wimbledon 2012	Adrian Menendez Maceiras	10
Wimbledon 2012	Gilles Muller	10
Wimbledon 2012	Jimmy Wang	10

us_open_last5

nombre_torneo	jugador	puntos_atp
Us Open 2016	Stanislas Wawrinka	2000
Us Open 2016	Novak Djokovic	1200
Us Open 2016	Kei Nishikori	720
Us Open 2016	Gael Monfils	720
Us Open 2016	Andy Murray	360
Us Open 2016	Juan Martin Del Potro	360
Us Open 2016	Lucas Pouille	360
Us Open 2016	Jo Wilfried Tsonga	360
Us Open 2016	Grigor Dimitrov	180
Us Open 2016	Ivo Karlovic	180
Us Open 2016	Illya Marchenko	180
Us Open 2016	Dominic Thiem	180
Us Open 2016	Marcos Baghdatis	180
Us Open 2016	Rafael Nadal	180
Us Open 2016	Jack Sock	180
Us Open 2016	Kyle Edmund	180
Us Open 2016	Paolo Lorenzi	90
Us Open 2016	Joao Sousa	90
Us Open 2016	Jared Donaldson	90
Us Open 2016	Nicolas Mahut	90
Us Open 2016	Daniel Evans	90

aust_open_last5_total

jugador	puntos_atp	rk	cuota_PATP
Novak Djokovic	8360	1	0.1514492754
Andy Murray	4680	2	0.0847826087
Stanislas Wawrinka	3170	3	0.0574275362
Roger Federer	2970	4	0.0538043478
Rafael Nadal	2770	5	0.0501811594
Tomas Berdych	2520	6	0.0456521739
David Ferrer	1980	7	0.0358695652
Kei Nishikori	1440	8	0.0260869565
Milos Raonic	1440	9	0.0260869565
Jo Wilfried Tsonga	900	10	0.0163043478
Grigor Dimitrov	685	11	0.0124094203
Gael Monfils	675	12	0.0122282609
Bernard Tomic	640	13	0.0115942029
Kevin Anderson	640	14	0.0115942029
Nicolas Almagro	595	15	0.0107789855
Feliciano Lopez	585	16	0.0105978261
Gilles Simon	585	17	0.0105978261
Jeremy Chardy	550	18	0.0099637681
Richard Gasquet	540	19	0.0097826087
Andreas Seppi	505	20	0.0091485507
Juan Martin Del Potro	495	21	0.0089673913
	485	22	0.0088625815

roland_garros_last5_total

jugador	puntos_atp	rk	cuota_PATP
Rafael Nadal	6450	1	0.1168478261
Novak Djokovic	6320	2	0.1144927536
Stanislas Wawrinka	3270	3	0.0592391304
Andy Murray	3000	4	0.0543478261
David Ferrer	2820	5	0.0510869565
Jo Wilfried Tsonga	2070	6	0.0375000000
Roger Federer	1620	7	0.0293478261
Tomas Berdych	1090	8	0.0197463768
Ernests Gulbis	1000	9	0.0181159420
Richard Gasquet	990	10	0.0179347826
Dominic Thiem	810	11	0.0146739130
Kei Nishikori	730	12	0.0132246377
Milos Raonic	720	13	0.0130434783
Nicolas Almagro	685	14	0.0124094203
David Goffin	650	15	0.0117753623
Gael Monfils	630	16	0.0114130435
Gilles Simon	630	17	0.0114130435
Marcel Granollers	595	18	0.0107789855
Kevin Anderson	550	19	0.0099637681
John Isner	540	20	0.0097826087
Tommy Robredo	495	21	0.0089673913
	485	22	0.0088625815

wimbledon_last5_total

jugador	puntos_atp	rk	cuota_PATP
Andy Murray	6280	1	0.1137681159
Novak Djokovic	6010	2	0.1088768116
Roger Federer	5165	3	0.0935688406
Milos Raonic	2100	4	0.0380434783
Jo Wilfried Tsonga	1395	5	0.0252717391
Tomas Berdych	1360	6	0.0246376812
Marin Cilic	1305	7	0.0236413043
Richard Gasquet	1215	8	0.0220108696
Grigor Dimitrov	990	9	0.0179347826
Juan Martin Del Potro	990	10	0.0179347826
Jerzy Janowicz	910	11	0.0164855072
David Ferrer	810	12	0.0146739130
Stanislas Wawrinka	785	13	0.0142210145
Nick Kyrgios	720	14	0.0130434783
Mikhail Youzhny	640	15	0.0115942029
Kei Nishikori	585	16	0.0105978261
Fernando Verdasco	560	17	0.0101449275
Gilles Simon	550	18	0.0099637681
Sam Querrey	550	19	0.0099637681
Bernard Tomic	505	20	0.0091485507
Lukasz Kubot	495	21	0.0089673913
Yannick Hanfmann	485	22	0.0088672012

us_open_last5_total

jugador	puntos_atp	rk	cuota_PATP
Novak Djokovic	6320	1	0.1144927536
Stanislas Wawrinka	3980	2	0.0721014493
Andy Murray	3260	3	0.0590579710
Marin Cilic	3170	4	0.0574275362
Roger Federer	2460	5	0.0445652174
Rafael Nadal	2270	6	0.0411231884
Kei Nishikori	2030	7	0.0367753623
Tomas Berdych	1440	8	0.0260869565
Richard Gasquet	1360	9	0.0246376812
David Ferrer	1350	10	0.0244565217
Gael Monfils	1135	11	0.0205615942
Jo Wilfried Tsonga	945	12	0.0171195652
Juan Martin Del Potro	765	13	0.0138586957
Feliciano Lopez	675	14	0.0122282609
Milos Raonic	675	15	0.0122282609
Tommy Robredo	675	16	0.0122282609
Philipp Kohlschreiber	640	17	0.0115942029
Janko Tipsarevic	595	18	0.0107789855
Kevin Anderson	595	19	0.0107789855
John Isner	540	20	0.0097826087
Mikhail Youzhny	515	21	0.0093297101
...
	100	22	0.0000000000