



¿Hacia un entrenamiento polarizado en el tenis? La utilidad de combinar las evaluaciones técnicas y fisiológicas durante una nueva prueba de campo incremental

Cyril Brechbuhl, Olivier Girard, Grégoire Millet y Laurent Schmitt

Federación Francesa de Tenis

RESUMEN

Si bien el análisis del rendimiento tenístico subraya la relación entre los parámetros físicos y técnicos, los enfoques científicos o de entrenamiento suelen dejar de lado estos dos aspectos en la misma sesión de entrenamiento. La efectividad de combinar los factores físicos y técnicos se ve reforzada por los nuevos resultados disponibles gracias a la optimización de las nuevas tecnologías. Aquí, comentamos cómo el uso del radar y la máquina de pelotas ofrecen información práctica para mejorar la preparación de los jugadores para lograr la producción de una velocidad, precisión y frecuencia de pelota óptimas.

Palabras clave: Prueba incremental, precisión de la pelota, velocidad de la pelota.

Recibido: 28 Sep 2017

Aceptado: 15 Nov 2017

Autor correspondiente: Cyril Brechbuhl, Federación Francesa de Tenis.

Correo electrónico:
cyril.brechbuhl@fft.fr

INTRODUCCIÓN

Durante los últimos 30 años el tenis ha pasado de ser un deporte en el cual el dominio de las destrezas (técnica) del jugador era el principal factor determinante del rendimiento, a ser un juego en el cual los atributos físicos probablemente jueguen un rol más predominante. Hoy en día el tenis se caracteriza por la intensa exigencia física (Kovacs, 2007; Mendez-Villanueva, FernandezFernandez, Bishop, Fernandez-Garcia, y Terrados, 2007) junto con un rápido proceso perceptual-motriz (Triolet y cols., 2013). El tenis es un deporte explosivo basado en la potencia, la fuerza y la velocidad y en el cual son comunes los servicios que superan los 200 km.h⁻¹ (Kovacs, 2007).

Además de producir alta velocidad de pelota (VP, km.h⁻¹), mantener la precisión (PP, o sea el número de errores, %) durante períodos intensos hasta finalizar un set o un partido, es también un componente clave para ganar en el juego más rápido moderno (Kovacs, 2007). Si bien las destrezas técnicas y las elecciones tácticas específicas para el deporte son

factores predominantes, aún en el juego moderno, los jugadores necesitan un acondicionamiento físico adecuado para poder ejecutar los tiros avanzados y mantener la eficiencia del golpe a medida que aumenta la fatiga (Girard, Lattier, Maffiuletti, Micallef, y Millet, 2008).

La evaluación de la aptitud aeróbica suele usarse comúnmente para caracterizar los efectos de las mediciones, evaluar la aptitud física e identificar las áreas meta de entrenamiento (Brechbuhl y cols., 2016a). Recientemente, Baiget y cols. señalaron la utilidad de la Frecuencia Aeróbica Máxima de golpeo de pelota como un nuevo parámetro de carga de entrenamiento en tenis (Baiget y cols., 2017). Nosotros introdujimos el análisis de alteraciones técnicas con fatiga incremental durante una Prueba de Agotamiento Específica (para evaluar la resistencia) para el Tenis (PAET) (Brechbuhl y cols., 2017). Considerando estos dos artículos recientes, intentamos informar cómo integrar el aspecto técnico y físico para el entrenamiento específico en cancha. Además, es posible evaluar la implementación del enfoque de "entrenamiento polarizado" (Seiler y Kjerland, 2006) en el tenis

clasificando los tipos de sesiones. Seiler y Kjerland (2006) llaman a esta distribución del entrenamiento el modelo polarizado, según el cual, aproximadamente el 75% de las sesiones se realizan debajo del primer umbral ventilatorio, con 15% sobre el segundo, y < 10% entre el primero y el segundo.



EQUIPAMIENTO Y MÉTODO

Jugadores

Veinte tenistas masculinos competitivos de alto nivel (media \pm DS; edad = 18.0 ± 3.2 años, estatura = 182.8 ± 7.3 cm, masa corporal = 72.7 ± 7.2 kg) participaron voluntariamente de este estudio. Todos ellos eran miembros de los equipos nacionales de la Federación Francesa de Tenis (ITN 1 (elite). Los jugadores eran, o bien miembros de la ATP (dos entre los mejores 100, dos entre los mejores 200, dos entre los mejores 500 y nueve entre los mejores 1000) o de la Federación Internacional de Tenis (ITF), clasificación junior (Participantes de Grand Slams) en el momento de los experimentos (2013–2015). Dos jugadores alcanzaron un lugar entre los mejores 30 de la ATP.

Todos los jugadores realizaron el protocolo de la PAET descrito anteriormente (Brechbuhl y cols., 2016a; Brechbuhl y cols., 2016b; Brechbuhl y cols., 2017). Tanto la precisión como la confiabilidad de esta nueva máquina de pelotas parecen ser lo suficientemente satisfactorias para la prueba de campo y los propósitos de entrenamiento (Brechbuhl y cols. 2016).

Evaluación del rendimiento del golpe de fondo

Durante la PAET, se evaluó la producción del golpe de fondo por la media de dos variables "primarias": VP y PP. La VP (km.h⁻¹) se midió con un radar Solstice 2 (Hightof®, Echouboulains, Francia) posicionado 50 cm detrás de la línea de fondo. Se excluyeron todos los tiros que salieron o quedaron en la red, o fueron a un lugar incorrecto de la cancha. Un entrenador con experiencia registró instantáneamente los lugares donde aterrizó cada pelota (es decir, tiros buenos y malos) en una hoja dedicada a ello. Se definió la PP (%) como el porcentaje de tiros correctos en zonas definidas (Baiget y cols., 2014). Para cada

etapa, se promediaron los datos de VP y PP y se expresaron para los golpes de derecha (VPd y PPd) y revés (VPr y PPr), respectivamente. Finalmente, como la combinación de VP y PP reflejan mejor el rendimiento tenístico general, se calculó un índice RT para los golpes de derecha y de revés separadamente (RTd y RTr) como producto de estas dos variables.

Mediciones fisiológicas

Se analizó continuamente el aire exhalado (mediciones respiración por respiración) para ver el consumo de oxígeno (VO₂) utilizando un analizador de gas portátil (sistema Metamax II CPX , Cortex®, Leipzig, Alemania). La calibración para el gas y el volumen del dispositivo de medición se llevaron a cabo antes de cada prueba según las instrucciones del fabricante. Se registró continuamente la FC (Suunto Ambit2®, Vantaa, Finlandia). Además, se tomaron muestras de sangre capilar 25 μ L KL de la punta de los dedos y se analizaron las concentraciones de lactato en sangre (LT-1710; Arkray®, Kyoto, Japón) en la base, durante la PAET (es decir, durante los 30-s del período de recuperación después de cada etapa hasta obtener un valor de 4 mmol.L⁻¹ y luego, cada dos etapas), y 15 s después del agotamiento.

RESULTADOS

Los jugadores alcanzaron como promedio la etapa 10.9 ± 1.5 (~26 \pm 1 pelota.min⁻¹). Al punto de agotamiento, el consumo máximo de oxígeno (VO₂max), frecuencia cardíaca máxima (FCmax), y los valores de concentración de lactato en sangre fueron 61 ± 5 mL.min⁻¹. kg⁻¹, 195.8 ± 1.4 lpm, y 10.5 ± 1.9 mmol.L⁻¹, respectivamente. En el segundo umbral de ventilación (VT₂), VO₂ y FC fueron 53.8 ± 4.5 mL.min⁻¹.kg⁻¹ ($87.7 \pm 0.1\%$ VO₂max) y 183.7 ± 4.2 lpm ($93.8 \pm 1.6\%$ FCmax), respectivamente, correspondiendo al nivel 7.3 ± 2.8 (~22 \pm 3 pelotas.min⁻¹).

Ejecución del golpe de fondo.

VP, PP, y TP (ambos golpes de derecha y revés) no mostraron diferencias entre 60% y 80% de VO₂max (Fig. 1).

Encontramos significativas reducciones sobre esta última intensidad con VP, PP, y RT decreciendo de 80% a 100% de VO₂max (Tabla 1) para ambos golpes.

		Derecha	% cambio	Revés	% cambio
BV	80%	126 \pm 13.8	-9.0% *	121 \pm 9.9	-13.3% **
	100%	114.7 \pm 8.6		104.9 \pm 14.9	
BA	80%	57.7 \pm 10.4	-19.4% ***	61.9 \pm 10.1	-18.4% ***
	100%	46.5 \pm 17.1		50.5 \pm 19.7	
TP	80%	73.0 \pm 16.0	-27.4% ***	74.1 \pm 21.8	-29.1% ***
	100%	53.0 \pm 14.4		52.5 \pm 22.6	

Tabla 1: Las diferencias en valores relativos (%) y absolutos de la Velocidad de la Pelota (VP, en km.h⁻¹), Precisión de la Pelota (PP, expresados como % en zona) y Rendimiento Tenístico (RT), calculados como PP x VP y expresados como unidades arbitrarias) tanto para golpes de derecha como de revés entre 80% y 100% de VO₂max. Valores se presentan como media ± DS. * P < 0.05, ** P < 0.01, *** P < 0.001 significativamente diferentes del 80% de VO₂max.

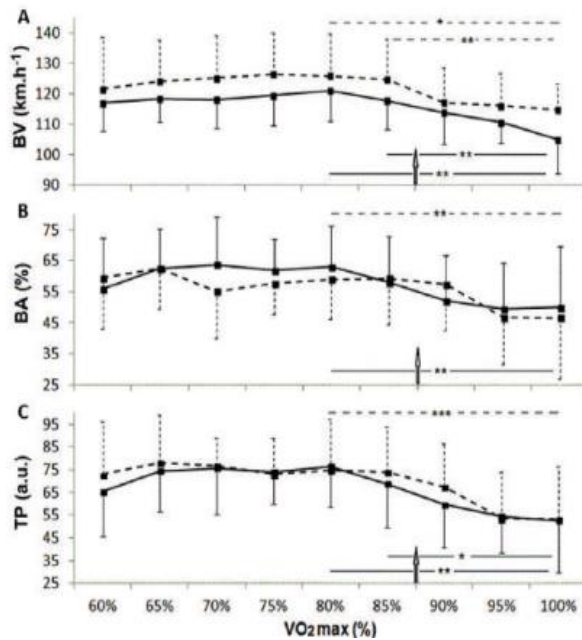


Figura 1: Los cambios en (A) velocidad de la pelota (VP), (B) precisión de la pelota (PP) y (C) rendimiento tenístico (RT) como una función de la intensidad del ejercicio (% de VO₂max) para golpes de derecha (puntos blancos) y de revés (puntos negros). Las flechas verticales indican el segundo umbral de ventilación. La VPd fue 5.2% mayor que la VPr (121.7 ± 4.9 vs 115.7 ± 8.6 km.h⁻¹).

Correlación

No es de sorprender que hubo correlación entre el nivel de clasificación de los jugadores y la PP tanto en el golpe de derecha ($r = 0.45$ a -0.47 , $P < 0.05$) como de revés ($r = -0.49$, $P < 0.05$) y con RT ($r = -0.44$ a -0.46 , $P < 0.05$) solamente para el golpe de derecha entre 80% y 100% de VO₂max. La asociación de RT con VP ($r = 0.51$ y $r = 0.49$; ambos $P < 0.001$) y PP ($r = 0.91$ y $r = 0.96$; ambos $P < 0.001$) para los golpes de derecha y revés fue significativa. Se observó una correlación inversa ($r = -0.51$; $P = 0.008$) entre la concentración de lactato en sangre y el RT.

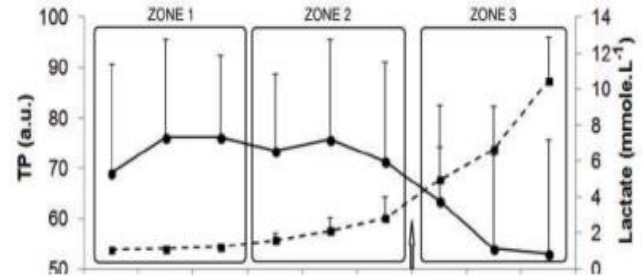


Figura 2: Zonas de cambio de intensidad en la ejecución (RT) (línea plana) y concentración de lactato en sangre (línea quebrada) como función de la intensidad del ejercicio (% de VO₂max). Zona 1 debajo del 70% de VO₂max, zona 2 entre 75% y 87% de VO₂max y zona 3 sobre el 87% de VO₂max. Las flechas verticales indican el segundo umbral de ventilación.

COMENTARIO

Los jugadores de elite pudieron mantener la efectividad técnica hasta una intensidad del 80% VO₂max, levemente inferior al VT2 (87% VO₂max, y 94% FCmax). La información obtenida durante la prueba PAET se puede utilizar para mostrar los cambios en la calidad del golpe de los jugadores evaluados en diferentes intensidades de ejercicios en un contexto adecuado al juego.

Destacamos algunas implicancias prácticas de nuestros resultados. Primero, utilizando los datos de PAET proponemos que las sesiones de entrenamiento orientadas a lo físico-técnico se lleven a cabo fácilmente, como se detalló anteriormente para un jugador elite (Brechbuhl y cols., 2016b). Segundo, es interesante que la correlación entre RT y PP ($r = 0.91$ y $r = 0.96$, para los golpes de derecha y revés respectivamente) es más fuerte que con VP ($r = 0.51$ y $r = 0.49$), destacando la prominencia de las destrezas técnicas en el tenis de elite. Es decir que, las grandes destrezas técnicas y no la potencia ni la velocidad, son los atributos necesarios para ser clasificado como un jugador "técnicamente bueno". Baiget y cols. (2014) identificaron también una correlación significativa y moderada ($r = 0.61$, $P = 0.001$) entre el nivel competitivo y la precisión. Esto demuestra que para alcanzar el nivel más alto, los jugadores necesitan no solamente golpes rápidos, también necesitan mantener la precisión a medida que aumenta la fatiga. Se identificó la PP como un vaticinador clave para las competiciones de tenis (Smekal y cols., 2000). Mostramos que el RT se ve afectado por la dificultad de la actividad (Brechbuhl y cols., 2017), es decir, que los entrenadores pueden ajustar la intensidad del entrenamiento para apuntar a objetivos de desarrollo específicos, dentro de la misma sesión (tabla 2).

Por ejemplo, cuando se apunta a mejorar las destrezas técnicas, recomendamos entrenar a baja intensidad, en zona 1 (VO₂ a o debajo de VT1) (Esteve-Lanao y cols., 2005), correspondiendo a una PP de ~70% y VP de ~120 km.h⁻¹ en nuestro cohorte de jugadores. (3% ± 5%) (Baiget y cols., 2015),

tiempo en zona 1 aporta beneficios fisiológicos e indirectamente mejorará la capacidad de lidiar con las mayores intensidades del tenis competitivo (zona 3: VO2 a o sobre VT2) correspondiente al “tiempo es dinero” del juego.



	Zona 1	Zona 2	Zona 3
	Etapa 16-22 pelotas.min-1 ≤ 70% VO2max. PP ~ 70% VP ~ 120 km.h-1 < 80% FCmax. [la-] < 2 mmol.L-1	Etapa 22-24 pelotas.min-1 Entre 75%-87% VO2max. PP < 60% ; VP < 120 km.h-1 80%-90% FCmax. 2 mmol.L-1 < [la-] < 4 mmol.L-1	Etapa 25-29 pelotas. min-1 VO2 ≥ 87% VO2max. PP < 60% VP < 120 km.h-1 > 90%FCmax [la-] > 4 mmol.L-1
Técnico	Equilibrio, transferencia de energía, destreza de la mano, trabajo de pies breve	Gran trabajo de pies, equilibrio, transferencia de energía, coordinación entre la parte superior e inferior del cuerpo	Velocidad del trabajo de pies, equilibrio coordinación entre la parte superior e inferior del cuerpo, frenar y arrancar la carrera
Físico	Vascularización de los músculos, número y tamaño de las mitocondrias, cantidad de enzimas aeróbicas, y enzimas de beta-oxidación (Laursen, 2010)	Uso de sistemas de transporte de iones de hidrógeno (Nicotinamida Adenina dinucleótido) (White y Schenk, 2012), uso de hidratos de carbono y grasa (Holloszy, Kohrt, y Hansen, 1998)	La frecuencia aeróbica máxima del golpeo de la pelota, la capacidad cardio-pulmonar, el transporte de oxígeno, las enzimas glicolíticas (Fosfofructoquinasa y Lactato deshidrogenasa), la capacidad de amortiguación muscular, las reservas de glucógeno muscular (Laursen y Jenkins, 2002)

Tabla 2. Muestra para protocolos de entrenamiento específico en cancha para optimizar la aptitud aeróbica y la efectividad técnica de los jugadores de tenis de elite. Consumo máximo de oxígeno (VO2max.), precisión de la pelota (PP), velocidad de la pelota (VP), frecuencia cardíaca máxima (FCmax),

Como vemos en la Figura 1, podemos también estimar la VT2 por la declinación de parámetros técnicos, más particularmente, la disminución de PP. Nuestro modelo propuesto con 3 zonas de intensidad para el entrenamiento de tenistas también puede basarse en la respuesta de FC asociada a puntos de demarcación metabólica reproducibles (o sea, umbrales de lactato o de ventilación) de este modo, permiten examinar la tensión fisiológica durante varios tipos de ejercicios. Se ha utilizado consistentemente en resistencia (Esteve-Lanao y cols., 2005) y deportes por equipo (Akubat y cols., 2012). El modelo basado en FC se utilizó ya en el tenis, y define tres zonas FC (Baiget y cols., 2015), nosotros sugerimos aquí la siguiente distribución: zona 1 (baja intensidad, ≤ 80% FC max), zona 2 (intensidad moderada, 80% a 90% FC max), y zona 3 (alta intensidad, ≥ 90% FC max). Segundo, la PAET nos permite evaluar fácilmente la PP, un vaticinador clave del rendimiento tenístico (Smekal y cols., 2000), también apoyado por las correlaciones significativas entre la producción del golpe y el éxito en el juego de partidos (Vergauwen y cols., 1998).

CONCLUSIÓN

Se propone un modelo (3 intensidades) comenzando con una prueba incremental en la cual se miden simultáneamente los datos fisiológicos y técnicos y se comparan las cinéticas de cambio.

A través de la PAET y sus aplicaciones, nuestro objetivo fue sugerir un enfoque global para evitar las exigencias fisiológicas redundantes.

Sin subestimar la diversidad de las prácticas, la combinación de contenidos físicos y técnicos puede contribuir para una planificación más eficiente y un mejor manejo de la fatiga. Dado que estos datos solamente corresponden a jugadores de elite masculinos, hace falta una mayor investigación para las jugadoras.

REFERENCES

Akubat, I., Patel, E., Barrett, S., & Abt, G. (2012). Methods of monitoring the training and match load and their relationship to changes in fitness in professional youth soccer players. *J Sports Sci*, 30(14), 1473-1480. <https://doi.org/10.1080/02640414.2012.712711>

Baiget, E., Fernandez-Fernandez, J., Iglesias, X., & Rodriguez, F. A. (2015). Tennis Play Intensity Distribution and Relation with Aerobic Fitness in Competitive Players. *PLoS One*, 10(6), e0131304. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0131304>

Baiget, E., Fernandez-Fernandez, J., Iglesias, X., Vallejo, L., & Rodriguez, F. A. (2014). On-court endurance and performance testing in competitive male tennis players. *J Strength Cond Res*, 28(1), 256-264. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3182955dad>

Baiget, E., Iglesias, X., & Rodriguez, F. A. (2017). Maximal Aerobic Frequency of Ball Hitting: A New Training Load Parameter in

- Tennis. *J Strength Cond Res*, 31(1), 106-114. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001480>
- Brechbuhl, C., Girard, O., Millet, G. P., & Schmitt, L. (2016a). On the Use of a Test to Exhaustion Specific to Tennis (TEST) with Ball Hitting by Elite Players. *PLoS One*, 11(4), e0152389. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0152389>
- Brechbuhl, C., Girard, O., Millet, G. P., & Schmitt, L. (2016b). Stress test specific to tennis. *ITF Coach Sport Sci Rev*(70), 26-29.
- Brechbuhl, C., Girard, O., Millet, G. P., & Schmitt, L. (2017). Technical Alterations during an Incremental Field Test in Elite Male Tennis Players. *Med Sci Sports Exerc*, 49(9), 1917-1926. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000001303>
- Brechbuhl, C., Millet, G., & Schmitt, L. (2016). Accuracy and Reliability of a New Tennis Ball Machine. *J Sports Sci Med*, 15(2), 263-267.
- Esteve-Lanao, J., San Juan, A. F., Earnest, C. P., Foster, C., & Lucia, A. (2005). How do endurance runners actually train? Relationship with competition performance. *Med Sci Sports Exerc*, 37(3), 496-504. <https://doi.org/10.1249/01.MSS.0000155393.78744.86>
- Girard, O., Lattier, G., Maffiuletti, N. A., Micallef, J. P., & Millet, G. P. (2008). Neuromuscular fatigue during a prolonged intermittent exercise: Application to tennis. *J Electromyogr Kinesiol*, 18(6), 1038-1046. <https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2007.05.005>
- Holloszy, J. O., Kohrt, W. M., & Hansen, P. A. (1998). The regulation of carbohydrate and fat metabolism during and after exercise. *Front Biosci*, 3, D1011-1027. <https://doi.org/10.2741/A342>
- Kovacs, M. S. (2007). Tennis physiology: training the competitive athlete. *Sports Med*, 37(3), 189-198. <https://doi.org/10.2165/00007256-200737030-00001>
- Laursen, P. B. (2010). Training for intense exercise performance: high-intensity or high-volume training? *Scand J Med Sci Sports*, 20 Suppl 2, 1-10. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2010.01184.x>
- Laursen, P. B., & Jenkins, D. G. (2002). The scientific basis for highintensity interval training: optimising training programmes and maximising performance in highly trained endurance athletes. *Sports Med*, 32(1), 53-73. <https://doi.org/10.2165/00007256-200232010-00003>
- Mendez-Villanueva, A., Fernandez-Fernandez, J., Bishop, D., Fernandez-Garcia, B., & Terrados, N. (2007). Activity patterns, blood lactate concentrations and ratings of perceived exertion during a professional singles tennis tournament. *Br J Sports Med*, 41(5), 296-300; discussion 300. <https://doi.org/10.1136/bjism.2006.030536>
- Seiler, K. S., & Kjerland, G. O. (2006). Quantifying training intensity distribution in elite endurance athletes: is there evidence for an "optimal" distribution? *Scand J Med Sci Sports*, 16(1), 49-56. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2004.00418.x>
- Smekal, G., Pokan, R., von Duvillard, S. P., Baron, R., Tschan, H., & Bachl, N. (2000). Comparison of laboratory and "on-court" endurance testing in tennis. *Int J Sports Med*, 21(4), 242-249. <https://doi.org/10.1055/s-2000-310>
- Triolet, C., Benguigui, N., Le Runigo, C., & Williams, A. M. (2013). Quantifying the nature of anticipation in professional tennis. *J Sports Sci*, 31(8), 820-830. <https://doi.org/10.1080/02640414.2012.759658>
- Vergauwen, L., Spaepen, A. J., Lefevre, J., & Hespel, P. (1998). Evaluation of stroke performance in tennis. *Med Sci Sports Exerc*, 30(8), 1281-1288. <https://doi.org/10.1097/00005768-199808000-00016>
- White, A. T., & Schenk, S. (2012). NAD(+)/NADH and skeletal muscle mitochondrial adaptations to exercise. *Am J Physiol Endocrinol Metab*, 303(3), E308-321. <https://doi.org/10.1152/ajpendo.00054.2012>

CONTENIDO ITF ACADEMY RECOMENDADO (HAZ CLICK ABAJO)



Derechos de Autor (c) 2017 Cyril Brechbuhl, Olivier Girard, Grégoire Millet y Laurent

Schmitt

Este texto está protegido por una licencia [Creative Commons 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Usted es libre para Compartir —copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato— y Adaptar el documento —remezclar, transformar y crear a partir del material— para cualquier propósito, incluso para fines comerciales, siempre que cumpla la condición de:

Atribución: Usted debe dar crédito a la obra original de manera adecuada, proporcionar un enlace a la licencia, e indicar si se han realizado cambios. Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que tiene el apoyo del licenciante o lo recibe por el uso que hace de la obra.

[Resumendelicencia](#) - [Textocompletodelalicencia](#)