

**Efectos de un plan de entrenamiento basado en la velocidad de ejecución (VBT) en la
tasa de desarrollo de la fuerza (RFD) en jugadores de futbol masculino universitarios
de la UPTC, Tunja**

**Effects of a velocity-based training plan on the rate of force development (RFD) in
male university soccer players from UPTC, Tunja**

Juan Sebastián Alarcón Barragan

Universidad Santo Tomás de Aquino

Facultad de Cultura Física, Deporte y Recreación

Maestría en Entrenamiento Deportivo y Actividad Física

Nota de Autor

Juan Sebastián Alarcón <https://orcid.org/0009-0003-2603-2975>

Este ante proyecto no declara conflicto de intereses, pertenece a la línea de investigación Innovaciones en estudios sociales del deporte. Se desarrolló como ejercicio semestral en el espacio académico opción de grado como coterminar bajo la dirección del PhD Fernando Guío Gutiérrez. Para más información relativa al proyecto comunicarse con juanalarconb@usantotomas.edu.co

Tabla de contenido

Antecedentes	3
Problematización	11
Pregunta de investigación	14
Preguntas complementarias	14
<i>Justificación</i>	14
Objetivos	18
<i>General</i>	18
<i>Específicos</i>	18
Diseño metodológico.....	18
<i>Enfoque</i>	18
<i>Alcance</i>	19
<i>Diseño</i>	19
Población y muestra	19
<i>Población</i>	19
<i>Muestra</i>	19
<i>Técnica de análisis de datos</i>	20
<i>Técnicas de recolección de datos</i>	20
Consideraciones bioéticas	21
<i>Consentimiento informado</i>	21
<i>Confidencialidad y protección de datos</i>	22
<i>Riesgos y medidas de seguridad</i>	23
<i>Beneficios esperados</i>	23
Cronograma.....	24
<i>Fase inicial</i>	24
<i>Fase de evaluación pre test</i>	24
<i>Fase de intervención</i>	24
<i>Fase post test</i>	24
Instrumentos	25
Resultados esperados	25
Referencias.....	27

Efectos de un plan de entrenamiento basado en la velocidad de ejecución (VBT) en la tasa de desarrollo de la fuerza (RFD) en jugadores de fútbol masculino universitarios de la UPTC, Tunja

Antecedentes

La tasa de desarrollo de la fuerza (Rate of Force Development, RFD) constituye una de las capacidades neuromusculares más relevantes para el rendimiento deportivo, especialmente en disciplinas como el fútbol, donde acciones como los sprints, saltos, aceleraciones y cambios de dirección ocurren en intervalos de tiempo muy reducidos. La evidencia científica ha demostrado que la capacidad de generar altos niveles de fuerza en los primeros milisegundos de una contracción muscular resulta determinante para el desempeño explosivo y la prevención de lesiones (Maffiuletti et al., 2016). En este contexto, el entrenamiento basado en la velocidad de ejecución (Velocity-Based Training, VBT) ha emergido como una metodología innovadora para la prescripción y el control de las cargas de entrenamiento, permitiendo una autorregulación más precisa de la intensidad y la fatiga neuromuscular en comparación con los métodos tradicionales basados en porcentajes de una repetición máxima (%1RM) (Weakley et al., 2021).

Durante los últimos años, diversos estudios han investigado los efectos del VBT sobre variables relacionadas con el rendimiento físico, incluyendo la fuerza máxima, la potencia muscular, la velocidad de sprint y el rendimiento en salto. Asimismo, se ha incrementado el interés por comprender los mecanismos neuromusculares asociados a la RFD y su respuesta a diferentes estrategias de entrenamiento. Por esta razón, resulta pertinente revisar la evidencia científica más reciente que permita fundamentar el presente estudio y

comprender el estado actual del conocimiento sobre la relación entre el entrenamiento basado en la velocidad de ejecución y la tasa de desarrollo de la fuerza (RFD).

Rojas Jaramillo et al.(2025) publicaron la revisión narrativa “*Velocity-Based Training in Soccer: A Brief Narrative Review with Practical Recommendations*”, la cual examina la evidencia científica sobre el entrenamiento basado en la velocidad (VBT) optimiza acciones determinantes en el fútbol como sprints, saltos y cambios de dirección. Los autores argumentan que, a diferencia de los métodos tradicionales basados en porcentajes de 1RM que no consideran las fluctuaciones diarias del rendimiento, el VBT permite una cuantificación objetiva y precisa de la carga de entrenamiento. La investigación destaca que el uso de cargas moderadas a bajas (40–60% del 1RM) con una pérdida de velocidad intra-serie reducida (10–20%) es una estrategia efectiva para mejorar la tasa de desarrollo de fuerza (RFD) y el rendimiento explosivo sin inducir una fatiga neuromuscular excesiva que comprometa el rendimiento técnico-táctico en el campo. Esta evidencia se convierte en un insumo clave para el presente proyecto, ya que respalda la necesidad de transitar hacia un enfoque de autorregulación dinámica que permita ajustar la intensidad del entrenamiento en tiempo real según la capacidad del atleta en cada sesión.

D’Emanuele et al. (2021) publicaron la revisión de alcance titulada “*Rate of Force Development as an Indicator of Neuromuscular Fatigue: A Scoping Review*”, la cual mapea la evidencia sobre la tasa de desarrollo de fuerza (RFD) es un alto indicador de presencia de fatiga neuromuscular en diversas condiciones de ejercicio. Los autores demuestran que tanto el pico de RFD como la RFD temprana (≤ 100 ms) son variables más sensibles que la fuerza máxima voluntaria (MVF) para cuantificar la fatiga, reportando

una disminución aproximada del 25% en el pico de RFD frente a un 19% en la MVF tras protocolos fatigantes. El análisis destaca que, mientras la RFD tardía se relaciona con la fuerza máxima y factores estructurales, la RFD temprana depende principalmente de mecanismos neurales como la rapidez con la que el SNC recluta las unidades motoras. Esta investigación constituye un insumo clave para el presente proyecto, ya que respalda el uso de la RFD como un marcador más preciso de recuperación y funcionalidad neuromuscular que la fuerza absoluta, permitiendo un monitoreo más detallado del impacto del entrenamiento en el sistema nervioso central.

Del Vecchio et al. (2022) publicaron el artículo de investigación *“Lack of increased rate of force development after strength training is explained by specific neural, not muscular, motor unit adaptations”*, en el cual se analizó cómo se comportan las unidades motoras mediante electromiografía para explicar por qué la tasa de desarrollo de fuerza (RFD) suele mantenerse sin cambios tras 4 semanas de entrenamiento de fuerza isométrico, a pesar de que se encontró en la fuerza máxima. Los resultados mostraron que la fuerza máxima aumentó aproximadamente un 12% (alrededor de 300 ms), mientras que la RFD no presentó cambios porque la velocidad de reclutamiento y la tasa de descarga inicial de las motoneuronas se mantuvieron constantes. A partir de simulaciones computacionales, los autores confirmaron que la velocidad de reclutamiento es el principal determinante de la RFD y que las adaptaciones neurales asociadas al aumento de la fuerza máxima son diferentes de las necesarias para mejorar la explosividad. Esta investigación aporta una base clave para el presente proyecto, ya que evidencia que para mejorar la explosividad en atletas no es suficiente con aumentar la fuerza, sino que es necesario aplicar estímulos específicos orientados a incrementar la

velocidad de reclutamiento del pool de motoneuronas.

Zhang et al. (2022) publicaron el meta análisis titulado “*The Role of Velocity-Based Training (VBT) in Enhancing Athletic Performance in Trained Individuals: A Meta-Analysis of Controlled Trials*”, en el cual se evaluó cuantitativamente el impacto del (VBT) sobre la fuerza máxima (1RM), la resistencia a la fuerza (MNR), el salto vertical (CMJ) y el sprint en individuos entrenados. Esto demuestra que el VBT es altamente efectivo para mejorar estas capacidades, destacando un efecto especialmente fuerte en la resistencia a la fuerza y la fuerza máxima. Además, se identificó que el VBT permite lograr estas adaptaciones con un menor volumen de entrenamiento en comparación con métodos tradicionales, lo que optimiza la eficiencia y reduce la percepción del esfuerzo (RPE). También se advierte que pérdidas de velocidad superiores al 20% pueden afectar negativamente el rendimiento explosivo, al favorecer adaptaciones hacia fibras musculares más lentas y reducir las fibras tipo IIX, que son clave para la velocidad máxima. Esta evidencia resulta fundamental para el presente proyecto, ya que respalda el uso del VBT como una estrategia eficaz de autorregulación de la carga para optimizar la potencia y minimizar los riesgos de que exista un sobre entrenamiento.

Held et al. (2022) publicaron el meta-análisis de red titulado “*The effectiveness of traditional vs. velocity-based strength training on explosive and maximal strength performance: A network meta-analysis*”, cuyo propósito fue evaluar comparativamente la efectividad de diferentes intervenciones de VBT y el entrenamiento tradicional (TRT) sobre la fuerza máxima y el rendimiento explosivo. A partir del análisis de 14 estudios con 311 participantes, los resultados mostraron que los enfoques basados en la pérdida de velocidad, tanto con umbrales bajos ($\text{LowVL} \leq 20\%$) como altos ($\text{HighVL} > 20\%$),

superaron de forma consistente al entrenamiento tradicional y a las repeticiones en reserva (RIR) en variables como fuerza, salto y sprint. En particular, para el rendimiento en salto, los umbrales de pérdida de velocidad baja generaron mejores resultados, lo que los autores asocian con la preservación de las fibras musculares tipo IIX, fundamentales para la explosividad. Esta evidencia aporta un soporte sólido para el presente proyecto, ya que respalda la superioridad de la autorregulación basada en la velocidad y justifica el uso de umbrales de fatiga controlados para optimizar las adaptaciones y la eficiencia del entrenamiento.

Liao et al. (2021) publicaron la revisión sistemática con meta-análisis titulada *“Effects of velocity based training vs. traditional 1RM percentage-based training on improving strength, jump, linear sprint and change of direction speed performance: A Systematic review with meta-analysis”*, cuyo propósito fue comparar los efectos del (VBT) con un entrenamiento más tradicional guiándose del porcentaje de 1RM sobre las diferentes manifestaciones de la fuerza, en el sprint, en el salto lineal y también en la velocidad para realizar cambios de dirección. Los resultados mostraron que ambas metodologías son efectivas para mejorar estas capacidades físicas sin diferencias estadísticas significativas; sin embargo, se destaca que el VBT permite lograr estas mejoras con un menor volumen al momento de ejecutar el entrenamiento y un menor estrés percibido por el sujeto, si lo comparamos con un método más tradicional. Esta evidencia resulta clave para el presente proyecto, ya que respalda que la autorregulación basada en la velocidad no solo optimiza el rendimiento, sino que también favorece la recuperación al evitar cargas innecesarias o excesivas.

Hickmott et al. (2022) publicaron la revisión sistemática y meta-análisis titulada

“The Effect of Load and Volume Autoregulation on Muscular Strength and Hypertrophy: A Systematic Review and Meta-Analysis”, cuyo propósito fue comparar los efectos de la prescripción de carga autorregulada, incluyendo el (VBT) y las repeticiones en reserva, frente a los métodos tradicionales basados en porcentajes sobre la fuerza máxima y la hipertrofia muscular. Los resultados mostraron que no existieron diferencias significativas para obtener ganancias de fuerza entre ambos enfoques; sin embargo, la autorregulación del volumen mediante umbrales de pérdida de velocidad se identificó como un factor clave para generar adaptaciones específicas. En particular, los umbrales mostraron una disminución de velocidad iguales o menores al 25% resultaron más efectivos para mejorar la fuerza máxima al reducir la fatiga neuromuscular, mientras que valores superiores al 25% favorecieron la hipertrofia al permitir una mayor acumulación de volumen. Esta evidencia aporta un fundamento sólido para el presente proyecto, ya que respalda el uso de umbrales de fatiga controlados, cercanos al 20–25%, con el fin de optimizar la fuerza y preservar las fibras musculares tipo II, fundamentales para la explosividad.

Effect of Velocity Loss on Strength Development and Related Training Efficiency: A Dose-Response Meta-Analysis”, en el cual se analizó el impacto de la disminución de velocidad sobre el desarrollo de la fuerza máxima y la eficiencia del entrenamiento en hombres entrenados. A partir de un análisis estadístico avanzado, los autores identificaron una relación que no era de forma lineal entre la pérdida de velocidad y la ganancia de fuerza, estableciendo que el rango óptimo para maximizarla se encuentra entre el 20% y el 30%. Asimismo, se observó una relación negativa en términos de eficiencia, indicando que menores pérdidas de velocidad permiten mantener o mejorar la fuerza con un volumen de entrenamiento más bajo. Estos hallazgos aportan una base sólida para el

presente proyecto, ya que evidencian cómo la autorregulación mediante el control de la velocidad permite ajustar la fatiga de forma precisa y optimizar tanto la fuerza como la explosividad del atleta.

Orange et al.(2022) publicaron la revisión sistemática y meta-análisis titulada *“Comparison of the effects of velocity-based vs. traditional resistance training methods on adaptations in strength, power, and sprint speed: A systematic review, meta-analysis, and quality of evidence appraisal”*, cuyo objetivo fue estimar la efectividad de la utilización de una retroalimentación de velocidad para regular la carga de entrenamiento sobre los cambios en la fuerza muscular y el sprint lineal. El análisis concluyó que no existe evidencia suficiente para afirmar que el (VBT) genere adaptaciones superiores si los comparamos con algunos métodos tradicionales, ya que se observaron diferencias triviales y resultados poco precisos, atribuibles principalmente a la baja calidad metodológica y al tamaño reducido de las muestras en los estudios incluidos. No obstante, se destaca que el VBT podría disminuir el tiempo bajo tensión y el volumen de entrenamiento necesario para lograr resultados similares, lo que puede favorecer la planificación al reducir el estrés percibido y permitir una mejor integración con otros componentes del entrenamiento. Esta evidencia resulta relevante para el presente proyecto, ya que aporta una visión crítica sobre el uso del VBT, señalando que su principal valor radica en la eficiencia y el control de la fatiga más que en una superioridad absoluta en las adaptaciones de fuerza a largo plazo.

Wang et al. (2026) publicaron la revisión sistemática y meta-análisis titulada *“The effects of velocity-based vs. percentage-based resistance training on sports performance in trained individuals: a systematic review and meta-analysis”*, en la que se compararon

de forma exhaustiva los resultados obtenidos gracias al (VBT) frente al entrenamiento tradicional basado en porcentajes (PBT) sobre la fuerza, el salto, el sprint y el cambio de dirección en 348 participantes. Los resultados mostraron que el VBT causo mejoras tanto en el salto y en los cambios de dirección, mientras que no se encontraron diferencias relevantes en la fuerza máxima ni en el sprint lineal entre ambos métodos. Los autores concluyen que la efectividad del VBT se debe a su capacidad de ajustar la carga en el momento de la sesión, lo que permite optimizar el reclutamiento de fibras de alto umbral y mejorar la producción de fuerza sin generar niveles elevados de fatiga. Esta evidencia se convierte en un aporte clave para el presente proyecto, ya que respalda la superioridad del VBT en el desarrollo de acciones explosivas y de agilidad, fundamentales para el rendimiento deportivo de alto nivel.

En conclusión, la revisión de antecedentes evidencia una creciente y sólida producción científica en torno al entrenamiento basado en la velocidad de ejecución (VBT) y su impacto sobre variables relacionadas con el rendimiento deportivo, tales como la fuerza máxima, la potencia muscular, la velocidad de sprint, el salto vertical y la tasa de desarrollo de la fuerza (RFD). Los estudios analizados coinciden en señalar que el VBT constituye una estrategia eficaz para optimizar las adaptaciones neuromusculares mediante una dosificación más precisa de las cargas de entrenamiento y un mejor control de la fatiga. No obstante, pese a la abundancia de investigaciones internacionales y revisiones sistemáticas sobre esta temática, se identifica una escasez de estudios experimentales enfocados específicamente en la RFD dentro de poblaciones de futbolistas universitarios, particularmente en el contexto colombiano. En este sentido, resulta pertinente desarrollar investigaciones que permitan ampliar la evidencia disponible y comprender cómo la

aplicación de programas de entrenamiento basados en la velocidad de ejecución puede influir sobre la capacidad explosiva y el rendimiento neuromuscular de esta población, contribuyendo tanto al avance del conocimiento científico como a la optimización de los procesos de preparación física en el ámbito universitario.

Problematización

El fútbol moderno demanda la repetición constante de acciones explosivas, tales como aceleraciones, saltos y cambios de dirección, disputas en ventanas temporales inferiores a 200 milisegundos (Stolen et al., 2005). En este contexto, la tasa de desarrollo de la fuerza (RFD), que se manifiesta sobre una pendiente entre fuerza y tiempo, durante contracciones voluntarias explosivas (Maffiuletti et al., 2016), emerge como el determinante neuromuscular más crítico del rendimiento en fútbol. Estudios recientes confirman que atletas de potencia exhiben valores de RFD hasta dos veces superiores a los de sujetos entrenados en fuerza máxima, cuya fuerza isométrica los supera apenas en un 26% (Maffiuletti et al., 2016). Asimismo, la RFD muestra una asociación directa con el rendimiento de sprint y el salto en contra movimiento (CMJ) en futbolistas (García- Ramos et al., 2021), y sus déficits se vinculan con mayor riesgo de lesiones musculares, estas pueden representar entre el 28% y el 37% de las posibles causas de lesiones en fútbol profesional europeo (Ekstrand et al., 2023).

Una gran parte de los planes de entrenamiento de fuerza en el fútbol universitario colombiano ha estado dominada históricamente por el método del porcentaje de la Repetición Máxima (%1RM), que prescribe cargas fijas sin ajuste a las fluctuaciones diarias del estado neuromuscular del atleta. Esta rigidez genera sobre entrenamiento cuando

la sesión se ejecuta en condiciones de fatiga acumulada, o su entrenamiento cuando la recuperación es óptima y la carga resulta insuficiente para producir el estímulo adaptativo necesario (Weakley et al., 2021). Además, el modelo %1RM no controla la caída de velocidad intraentrenamiento: cuando esta supera el 30%, se acumulan metabolitos inhibidores de los puentes acto miosina que reducen drásticamente la RFD, convirtiendo una sesión de potencia en un estímulo de resistencia muscular local, con adaptaciones opuestas a las que se suelen buscar (Gonzalez-Badillo et al., 2017). (Pareja-Blanco et al. 2017) que grupos que entrenaron con umbrales de pérdida de velocidad del 20% obtuvieron mejoras hasta dos veces superiores en CMJ y sprint frente a quienes trabajaron con umbrales del 40%, pese a usar cargas equivalentes en %1RM

El entrenamiento basado en la velocidad (VBT) supera estas limitaciones al prescribir y regular la carga respecto a la de la velocidad media de la ejecución medida en tiempo real, explotando la relación lineal e individual entre velocidad y %1RM (Gonzalez-Badillo & Sanchez-Medina, 2010). La evidencia acumulada respalda su eficacia: el metaanálisis de Zhang et al. (2022) nueve estudios, 253 participantes entrenados reporto mejoras significativas en fuerza máxima. En comparaciones directas con el entrenamiento por porcentajes, Banyard et al. (2021) encontraron que el grupo VBT supero al grupo convencional en CMJ pico, sprint de 5 m y cambio de dirección. La red de metaanálisis de Held et al. (2022) confirmó que los enfoques VBT con pérdidas de velocidad bajas ($\leq 20\%$) se posicionaron consistentemente por encima del entrenamiento tradicional en todas las redes de rendimiento explosivo analizadas. En el ámbito específico del futbol, la revision sistemática de Baena-Marin et al. (2022) liderada desde Colombia evaluó 22

ensayos clínicos y concluyo que entrenar bajo la VBT es muy efectivo para mejorar es aspectos como el salto vertical, el 1RM y sprint en sujetos entrenados.

A pesar de esta evidencia, persisten vacíos críticos. Ninguno de los estudios disponibles evalúa la RFD como variable principal en intervenciones de VBT con futbolistas (Munoz- Lopez et al., 2022). Las poblaciones universitarias que combinan carga académica con entrenamiento y presentan niveles de recuperación y periodización distintos a los atletas profesionales están prácticamente ausentes de la literatura indexada sobre VBT. Mas aun, no muchos estudios publicados en revistas indexadas que hayan investigado el efecto del VBT sobre la RFD en futbolistas universitarios colombianos o latinoamericanos. Si bien Baena-Marin et al. (2022) representan una contribución colombiana relevante al campo, su naturaleza es sistemática y no reporta datos experimentales originales con poblaciones locales.

En el contexto colombiano, la mayoría de los programas de futbol universitario, incluida la UPTC, operan sin acceso a dispositivos de captura de velocidad (encoders lineales, acelerómetros validados) ni plataformas de fuerza, lo que perpetua el uso de metodologías subóptimas. Según datos del Ministerio del Deporte (2022), solo el 18% de las instituciones de educación superior con programas deportivos cuentan con laboratorios de ciencias del deporte operativos. Esta limitación tecnológica impide la gestión objetiva de la fatiga neuromuscular intraentrenamiento, con consecuencias negativas sobre el rendimiento explosivo y el riesgo de lesion, dado que caídas del pico de RFD de hasta el 25% han sido documentadas bajo condiciones de fatiga no controlada (Rodríguez-Rosell et al., 2021).

En consecuencia, se hace necesario e investigar si la implementación de un programa de VBT con umbrales de pérdida de velocidad controlados produce mejoras superiores en la RFD en futbolistas universitarios masculinos de la UPTC durante ocho semanas de intervención. Esta investigación busca generar evidencia original, pertinente y transferible al entrenamiento deportivo universitario colombiano, cubriendo un vacío científico que existe tanto como para el rendimiento como también para la prevención de lesiones en esta población.

Pregunta de investigación

¿Cuáles son los efectos de un plan de entrenamiento basado en la velocidad de ejecución (Velocity-Based Training) en la tasa de desarrollo de la fuerza (RFD) en futbolistas universitarios de la UPTC , Tunja?

Preguntas complementarias

¿Cuál es la tasa inicial de esa fuerza en los futbolistas universitarios de la UPTC?

¿Cómo se encuentran físicamente en la actualidad los futbolistas universitarios de la UPTC?

¿Cómo se está llevando el entrenamiento de los futbolistas universitarios de la UPTC?

Justificación

El programa de intervención estará enfocado en mejorar la tasa de desarrollo de la fuerza (Rate of Force Development, RFD) mediante la aplicación de ejercicios de fuerza

con cargas submáximas ejecutadas a altas velocidades de movimiento, siguiendo los principios del entrenamiento basado en la velocidad de ejecución (Velocity-Based Training, VBT). Para ello, las sesiones serán monitoreadas en tiempo real mediante dispositivos tecnológicos que permiten registrar la velocidad de ejecución de cada repetición, proporcionando información objetiva sobre el rendimiento neuromuscular de los deportistas. Este sistema de monitoreo permitirá ajustar las cargas de entrenamiento de manera individualizada según la capacidad de respuesta de cada participante, favoreciendo una dosificación más precisa del esfuerzo y un mejor control de la fatiga durante el proceso de intervención.

Desde una perspectiva metodológica, la presente investigación propone la implementación de un protocolo de entrenamiento fundamentado en la evidencia científica más reciente relacionada con la utilización de la velocidad como variable de control de la carga. El diseño contempla la realización de mediciones pretest y posttest con el propósito de identificar las adaptaciones generadas por el programa de entrenamiento. La evaluación de la RFD se llevará a cabo mediante pruebas ampliamente utilizadas y validadas en el ámbito de las ciencias del deporte, como el Countermovement Jump (CMJ) y el Squat Jump (SJ), las cuales permiten obtener indicadores relacionados con la capacidad neuromuscular de producir fuerza en intervalos cortos de tiempo. La utilización de estas pruebas permitirá obtener datos objetivos, confiables y comparables para analizar el efecto de la intervención sobre los participantes.

En cuanto a las capacidades que se pretenden desarrollar, el programa estará orientado principalmente al mejoramiento de la tasa de desarrollo de la fuerza, el control

neuromuscular, la eficiencia en el reclutamiento de unidades motoras, la coordinación intermuscular e intramuscular y la capacidad de generar elevados niveles de fuerza en tiempos reducidos. Estas capacidades poseen una estrecha relación con el rendimiento en el fútbol, ya que intervienen directamente en acciones determinantes del juego como las aceleraciones, desaceleraciones, cambios de dirección, disputas por el balón, desplazamientos de alta intensidad y saltos. De esta manera, comprender cómo el VBT influye sobre la RFD puede aportar información valiosa para optimizar los procesos de preparación física en futbolistas universitarios.

Asimismo, la implementación de tecnologías de monitoreo durante el entrenamiento favorecerá el desarrollo de competencias relacionadas con la interpretación y utilización de datos objetivos para la toma de decisiones dentro de los procesos de planificación y control del entrenamiento. Esto no solo beneficiará a los deportistas participantes, sino también a entrenadores, preparadores físicos e investigadores interesados en la aplicación de herramientas tecnológicas para el seguimiento del rendimiento físico y neuromuscular.

Desde el punto de vista teórico, la investigación busca contribuir al fortalecimiento del conocimiento científico sobre los efectos del entrenamiento basado en la velocidad de ejecución sobre la tasa de desarrollo de la fuerza en futbolistas universitarios. Aunque durante los últimos años se ha incrementado considerablemente la producción científica relacionada con el VBT, gran parte de la evidencia disponible se ha centrado en variables como la fuerza máxima, la potencia, el rendimiento en salto o la velocidad de sprint. Por consiguiente, aún existe una cantidad limitada de investigaciones que analicen específicamente la respuesta de la RFD en poblaciones universitarias y, particularmente, en

contextos latinoamericanos. En este sentido, los resultados obtenidos permitirán ampliar la comprensión de las adaptaciones neuromusculares asociadas a este tipo de entrenamiento y generar evidencia relevante en una población poco estudiada.

Adicionalmente, la información obtenida permitirá analizar las adaptaciones producidas por el VBT y comprender con mayor profundidad la relación existente entre la velocidad de ejecución de los ejercicios de fuerza y los cambios generados en la capacidad de producir fuerza rápidamente. Esto contribuirá a esclarecer algunos de los mecanismos neuromusculares implicados en el desarrollo de la RFD y a generar conocimiento que pueda ser utilizado como referencia en futuras investigaciones relacionadas con el entrenamiento de fuerza y el rendimiento deportivo.

Desde una perspectiva práctica, los resultados de esta investigación podrán servir como base para la formulación de estrategias de entrenamiento más eficientes dentro del fútbol universitario. La evidencia obtenida permitirá valorar la utilidad del VBT como herramienta para optimizar la tasa de desarrollo de la fuerza mediante procedimientos objetivos y ajustados a las características individuales de cada deportista. De igual manera, los hallazgos podrán contribuir a mejorar los procesos de planificación, seguimiento y control de las cargas de entrenamiento en la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (UPTC), promoviendo un enfoque de preparación física sustentado en evidencia científica, apoyado en tecnologías de medición y alineado con las exigencias actuales del fútbol competitivo.

Finalmente, la presente investigación busca aportar evidencia científica que contribuya a reducir los vacíos existentes en la literatura sobre la aplicación del

entrenamiento basado en la velocidad de ejecución para el desarrollo de la tasa de desarrollo de la fuerza en futbolistas universitarios. De esta manera, se espera generar conocimiento útil tanto para la comunidad académica como para los profesionales de las ciencias del deporte, favoreciendo la implementación de metodologías de entrenamiento más precisas, individualizadas y fundamentadas en evidencia.

Objetivos

General

Medir los efectos de un programa de entrenamiento basado en la velocidad de ejecución (Velocity-Based Training) y su repercusión en la tasa de desarrollo de la fuerza en futbolistas masculinos de la UPTC de Tunja.

Específicos

Caracterizar la RFD mediante CMJ Y SJ en miembros inferiores de los futbolistas antes de la ejecución del programa de entrenamiento basado en la velocidad de ejecución. Implementar un programa de (VBT, Velocity-Based Training) en miembros inferiores en los futbolistas.

Comparar los resultados de la RFD de miembros inferiores mediante CMJ Y SJ en futbolistas masculinos universitarios antes y después de implementar el programa de entrenamiento basado en la velocidad de ejecución para determinar su efecto.

Diseño metodológico

Enfoque

La investigación se desarrollará bajo un enfoque cuantitativo, debido a que se

pretende medir objetivamente el impacto de un plan de (VBT) sobre variables neuromusculares, específicamente la tasa de desarrollo de la fuerza (RFD), mediante datos numéricos obtenidos en las evaluaciones.

Alcance

El estudio será de tipo descriptivo, ya que busca determinar el efecto de una intervención de entrenamiento sobre una variable dependiente, en este caso la RFD, en futbolistas masculinos universitarios.

Diseño

Se propone un diseño no experimental, con mediciones pretest y post test. Los participantes pertenecerán a una población específica previamente conformada, sin asignación completamente aleatoria. Se realizarán mediciones en dos momentos: antes y después del programa de entrenamiento.

Población y muestra

Población

La población estará compuesta por jugadores de fútbol masculino universitario pertenecientes a la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (UPTC), sede Tunja, que participen regularmente en procesos de entrenamiento deportivo.

Muestra

La muestra estará integrada por un grupo de futbolistas masculinos universitarios seleccionados mediante un muestreo no probabilístico por conveniencia, teniendo en cuenta criterios como disponibilidad, pertenencia al equipo universitario, asistencia regular a los entrenamientos y cumplimiento de los siguientes criterios.

Como criterios de inclusión se podrán considerar: ser futbolista universitario masculino

activo, tener una participación constante en los entrenamientos mínimo 3 días a la semana tener entre 18 y 25 años aproximadamente y firmar el consentimiento informado. Como criterios de exclusión: presentar lesiones musculoesqueléticas recientes, restricciones médicas para el entrenamiento de fuerza o inasistencia significativa durante el programa.

Técnica de análisis de datos

La información recolectada será organizada en una base de datos estructurada (Pre y Post por sujeto). Se calculará la (RFD) a partir de la curva fuerza y tiempo en los intervalos definidos.

Se aplicará estadística descriptiva mediante media, desviación estándar y coeficiente de variación, con el fin de caracterizar el comportamiento de las variables antes y después de la intervención.

Para el análisis inferencial, se evaluará la normalidad de estos datos obtenidos con la prueba de Shapiro-Wilk. En función de estos resultados, se utilizará la prueba t para muestras relacionadas o la prueba de Wilcoxon signed-rank test, con el objetivo de identificar diferencias significativas entre las mediciones que se tomaran pre y post.

Técnicas de recolección de datos

Las técnicas principales serán la medición física, la observación controlada del entrenamiento y la aplicación de pruebas neuromusculares. Los datos obtenidos serán organizados y agrupados en una hoja de cálculo del programa Microsoft Excel para su adecuado registro, control y posterior análisis. Se realizarán mediciones pre y post intervención para valorar los cambios en la RFD y variables asociadas al rendimiento Neuromuscular

- Test de salto vertical, como **CMJ** y **SJ**.

- Registro de velocidad de ejecución mediante encoder lineal, transductor o dispositivo VBT.
- Cálculo de la RFD a partir de la pendiente fuerza y tiempo, si se dispone de plataforma de fuerza o sistema compatible.

Consideraciones bioéticas

La presente investigación se desarrollará respetando los principios éticos establecidos en la Declaración de Helsinki para la investigación con seres humanos, el Informe Belmont (respeto por las personas, beneficencia y justicia) y la Resolución 8430 de 1993 del Ministerio de Salud de Colombia, por la cual se establecen las normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud. De acuerdo con esta resolución, el estudio se clasifica como una investigación con riesgo mínimo, debido a que los procedimientos empleados corresponden a actividades físicas controladas y pruebas de evaluación funcional comúnmente utilizadas en el ámbito deportivo y de la preparación física.

Consentimiento informado

Antes de iniciar el proceso de recolección de datos, todos los participantes recibirán información clara, suficiente y comprensible acerca de los objetivos, procedimientos, duración, beneficios y posibles riesgos asociados con la investigación. Asimismo, se les explicará que su participación es completamente voluntaria y que podrán retirarse del estudio en cualquier momento sin que esto implique sanciones académicas, deportivas o de cualquier otra naturaleza.

Una vez resueltas las dudas de los participantes, se procederá a la firma del consentimiento informado, documento mediante el cual manifestarán libremente su voluntad de participar en el estudio. Se garantizará que cada participante reciba una copia del documento firmado y que disponga de los datos de contacto de los investigadores para solicitar información adicional durante el desarrollo de la investigación.

Confidencialidad y protección de datos

La información recolectada durante el estudio será tratada con estricta confidencialidad y utilizada exclusivamente con fines académicos y científicos. Para proteger la identidad de los participantes, a cada deportista se le asignará un código alfanumérico que sustituirá sus datos personales en las bases de datos y en los procesos de análisis estadístico.

Los datos obtenidos serán almacenados en archivos digitales protegidos mediante contraseñas y únicamente los investigadores responsables tendrán acceso a la información. En ningún informe, publicación o presentación derivada de la investigación se divulgarán nombres, documentos de identidad u otros datos que permitan la identificación de los participantes.

El tratamiento de la información personal se realizará de conformidad con la Ley 1581 de 2012 y el Decreto 1377 de 2013 sobre protección de datos personales en Colombia, garantizando el respeto por la privacidad, la confidencialidad y el adecuado manejo de la información suministrada por los participantes.

Riesgos y medidas de seguridad

Los riesgos asociados a la investigación son considerados mínimos, ya que las pruebas físicas y el programa de entrenamiento propuesto forman parte de actividades habituales dentro de los procesos de preparación física en el fútbol. No obstante, existe la posibilidad de que algunos participantes presenten fatiga muscular transitoria, molestias musculares de aparición tardía, agotamiento físico o, en casos excepcionales, lesiones musculoesqueléticas derivadas de la ejecución de los ejercicios o de las pruebas de evaluación.

Con el fin de minimizar estos riesgos, todas las actividades serán supervisadas por personal capacitado en entrenamiento deportivo y evaluación física. Además, se realizarán protocolos estandarizados de calentamiento previo, control de las cargas de entrenamiento, periodos adecuados de recuperación y seguimiento continuo de la respuesta de los participantes durante las sesiones. Los deportistas que presenten alguna condición médica, lesión o situación que comprometa su seguridad serán excluidos temporal o permanentemente de las evaluaciones, según corresponda.

Beneficios esperados

Aunque la participación en la investigación no implica beneficios económicos para los participantes, se espera que los deportistas obtengan información relevante sobre su condición física y neuromuscular, así como posibles mejoras en la tasa de desarrollo de la fuerza derivadas del programa de entrenamiento. Adicionalmente, los resultados contribuirán a la generación de conocimiento científico relacionado con el entrenamiento basado en la velocidad de ejecución y su aplicación en futbolistas universitarios.

Cronograma

Se desarrollará en 4 fases.

Fase inicial

Se socializa el proyecto con los deportistas, se explicarán los objetivos, riesgos y beneficios del estudio, y se firmará el consentimiento informado. Posteriormente, se realizará una caracterización inicial de los participantes, incluyendo edad, talla, masa corporal, posición de juego, experiencia deportiva y antecedentes de lesión.

Fase de evaluación pre test

Se aplicarán las pruebas neuromusculares iniciales a la totalidad del equipo. Estas mediciones permitirán establecer el estado de los deportistas en relación con la fuerza, específicamente con la RFD. Las pruebas deberán realizarse bajo condiciones estandarizadas, con calentamiento previo, tiempos de recuperación controlados y el mismo protocolo para todos los participantes.

Fase de intervención

A partir de los datos iniciales, los participantes serán distribuidos en dos grupos uno como objetivo y uno como control. El grupo objetivo realizará un programa de (VBT) durante un periodo aproximado de 6 a 8 semanas, con una frecuencia entre 2 a 3 sesiones durante la semana, mientras que el grupo control continuará con su entrenamiento habitual. Las cargas de entrenamiento se controlarán a partir de la velocidad de ejecución, utilizando zonas de velocidad o pérdida de velocidad intra-serie. Los ejercicios podrán incluir sentadilla, peso muerto, hip thrust y bulgaras.

Fase post test

Se repetirán las mismas pruebas realizadas al inicio en ambos grupos, bajo condiciones similares, con el fin de comparar los cambios producidos después del

programa de entrenamiento y analizar las diferencias entre el grupo objetivo y el grupo control.

Figura 1

Cronograma

CRONOGRAMA DE INVESTIGACIÓN — VBT y RFD													
Efectos del VBT en la RFD: Futbolistas universitarios UPTC, Tunja - 12 semanas													
Fase	Actividad	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12
FASE 1 Inicial	Socialización del proyecto	Socialización											
	Caracterización inicial	Edad, talla, mas											
FASE 2 Pretest	Pruebas neuromusculares (CMJ / SJ)			Medición									
	Línea base velocidad ejecución			Encoder lineal - protocolos VBT									
FASE 3 Intervención	Grupo VBT — sentadilla												
	Grupo VBT — peso muerto												
	Grupo VBT — hip thrust / búlgaras												
	Grupo control (entren. habitual)												
	Monitoreo VBT (2-3 ses/sem)												
FASE 4 Postest	Pruebas postest (CMJ / SJ)												Mismas
	Análisis comparativo pre/post												Shapiro-Wilk - t-test o Wilcoxon
	Informe de resultados												Conclusión
LEYENDA:		Fase 1 - Inicial	Fase 2 - Pretest	Fase 3 - Intervención	Fase 4 - Postest								

Instrumentos

Se podrán utilizar una báscula, tallímetro, encoder lineal o dispositivo de medición VBT, plataforma de fuerza si está disponible, aplicación de salto validada, cronómetro y ficha de registro de datos.

Resultados esperados

Se espera que la implementación de un programa de entrenamiento basado en la velocidad de ejecución (VBT) genere mejoras en la tasa de desarrollo de la fuerza (RFD) de los futbolistas universitarios participantes, evidenciadas a través de cambios favorables en las mediciones realizadas antes y después de la intervención. Asimismo, se espera demostrar que el control de las cargas mediante la velocidad de ejecución constituye una alternativa viable y efectiva frente a los métodos tradicionales basados exclusivamente en

porcentajes del 1RM, permitiendo una mejor adaptación a las variaciones diarias del rendimiento neuromuscular de los deportistas. Del mismo modo, se espera obtener información que contribuya a una gestión más eficiente de la fatiga y a una dosificación más precisa del entrenamiento. Los resultados también permitirán aportar evidencia científica sobre la aplicación del VBT en futbolistas universitarios colombianos, un campo en el que actualmente existe una limitada producción académica, contribuyendo así a reducir los vacíos de conocimiento existentes. Finalmente, se espera que los hallazgos sirvan como referencia para entrenadores, preparadores físicos e instituciones universitarias interesadas en incorporar metodologías de entrenamiento apoyadas en tecnología para optimizar los procesos de evaluación, monitoreo y desarrollo del rendimiento neuromuscular en el contexto deportivo universitario colombiano.

Referencias

- Baena-Marín, M., Rojas-Jaramillo, A., González-Santamaría, J., Rodríguez-Rosell, D., Petro, J. L., Kreider, R. B., & Bonilla, D. A. (2022). Velocity-Based Resistance Training on 1-RM, Jump and Sprint Performance: A Systematic Review of Clinical Trials. *Sports*, 10(1), 8. <https://doi.org/10.3390/sports10010008>
- Banyard, H. G., Tufano, J. J., Delgado, J., Thompson, S. W., & Nosaka, K. (2019). Comparison of the Effects of Velocity-Based Training Methods and Traditional 1RM-Percent-Based Training Prescription on Acute Kinetic and Kinematic Variables. *International journal of sports physiology and performance*, 14(2), 246–255. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2018-0147>
- Bengtsson H, Ortega Gallo PA, Ekstrand J. Injury epidemiology in professional football in South America compared with Europe. *BMJ Open Sport & Exercise Medicine*. 2021;7:e001172. <https://doi.org/10.1136/bmjsem-2021-001172>
- Del Vecchio, A., Casolo, A., Dideriksen, J. L., Aagaard, P., Felici, F., Falla, D., & Farina, D. (2022). Lack of increased rate of force development after strength training is explained by specific neural, not muscular, motor unit adaptations. *Journal of applied physiology* (Bethesda, Md. : 1985), 132(1), 84–94. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00218.2021>
- D'Emanuele, S., Maffiuletti, N. A., Tarperi, C., Rainoldi, A., Schena, F., & Boccia, G. (2021). Rate of Force Development as an Indicator of Neuromuscular Fatigue: A Scoping Review. *Frontiers in human neuroscience*, 15, 701916. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2021.701916>
- Ekstrand J, Bengtsson H, Waldén M, *et al*Hamstring injury rates have increased during

- recent seasons and now constitute 24% of all injuries in men's professional football: the UEFA Elite Club Injury Study from 2001/02 to 2021/22 *British Journal of Sports Medicine* 2023;57:292-298. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2021-105407>
- González-Badillo, J. J., & Sánchez-Medina, L. (2010). Movement velocity as a measure of loading intensity in resistance training. *International journal of sports medicine*, 31(5), 347–352. <https://doi.org/10.1055/s-0030-1248333>
- González-Badillo, J. J., Yañez-García, J. M., Mora-Custodio, R., & Rodríguez-Rosell, D. (2017). Velocity Loss as a Variable for Monitoring Resistance Exercise. *International journal of sports medicine*, 38(3), 217–225. <https://doi.org/10.1055/s-0042-120324>
- Held, S., Speer, K., Rappelt, L., Wicker, P., & Donath, L. (2022). The effectiveness of traditional vs. velocity-based strength training on explosive and maximal strength performance: A network meta-analysis. *Frontiers in physiology*, 13, 926972. <https://doi.org/10.3389/fphys.2022.926972>
- Hickmott, L. M., Chilibeck, P. D., Shaw, K. A., & Butcher, S. J. (2022). The Effect of Load and Volume Autoregulation on Muscular Strength and Hypertrophy: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports medicine - open*, 8(1), 9. <https://doi.org/10.1186/s40798-021-00404-9>
- Liao, K. F., Wang, X. X., Han, M. Y., Li, L. L., Nassis, G. P., & Li, Y. M. (2021). Effects of velocity based training vs. traditional 1RM percentage-based training on improving strength, jump, linear sprint and change of direction speed performance: A Systematic review with meta-analysis. *PloS one*, 16(11), e0259790. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0259790>
- Maffiuletti, N. A., Aagaard, P., Blazevich, A. J., Folland, J., Tillin, N., & Duchateau, J.

- (2016). Rate of force development: physiological and methodological considerations. *European journal of applied physiology*, 116(6), 1091–1116. <https://doi.org/10.1007/s00421-016-3346-6>
- Orange, S. T., Hritz, A., Pearson, L., Jeffries, O., Jones, T. W., & Steele, J. (2022). Comparison of the effects of velocity-based vs. traditional resistance training methods on adaptations in strength, power, and sprint speed: A systematic review, meta-analysis, and quality of evidence appraisal. *Journal of sports sciences*, 40(11), 1220–1234. <https://doi.org/10.1080/02640414.2022.2059320>
- Pareja-Blanco, F., Rodríguez-Rosell, D., Sánchez-Medina, L., Sanchis-Moysi, J., Dorado, C., Mora-Custodio, R., Yáñez-García, J. M., Morales-Alamo, D., Pérez-Suárez, I., Calbet, J. A. L., & González-Badillo, J. J. (2017). Effects of velocity loss during resistance training on athletic performance, strength gains and muscle adaptations. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 27(7), 724–735. <https://doi.org/10.1111/sms.12678>
- Rojas-Jaramillo, A., León-Sánchez, G., Calvo-Lluch, Á., González-Badillo, J. J., & Rodríguez- Rosell, D. (2024). Comparison of 10% vs. 30% Velocity Loss during Squat Training with Low Loads on Strength and Sport-Specific Performance in Young Soccer Players. *Sports (Basel, Switzerland)*, 12(2), 43. <https://doi.org/10.3390/sports12020043>
- Rosell, D. (2025). Velocity-Based Training in Soccer: A Brief Narrative Review with Practical Recommendations. *Journal of Functional Morphology and Kinesiology*, 10(2), 106. <https://doi.org/10.3390/jfmk10020106>
- Stølen, T., Chamari, K., Castagna, C. *et al.* Physiology of Soccer. *Sports Med* 35, 501–536

(2005). <https://doi.org/10.2165/00007256-200535060-00004>

- Wang, Y., Qiu, J., Dai, D., Li, Q., Wang, X., & Luo, Q. (2026). The effects of velocity-based vs. percentage-based resistance training on sports performance in trained individuals: a systematic review and meta-analysis. *BMC sports science, medicine & rehabilitation*, 18(1), 57. <https://doi.org/10.1186/s13102-025-01504-9>
- Weakley, Jonathon PhD^{1,2}; Mann, Bryan PhD³; Banyard, Harry PhD⁴; McLaren, Shaun PhD^{2,5}; Scott, Tannath PhD^{2,6}; Garcia-Ramos, Amador PhD^{7,8}. Velocity-Based Training: From Theory to Application. *Strength and Conditioning Journal* 43(2):p 31-49, April 2021. | DOI: 10.1519/SSC.0000000000000560
- Zhang, X., Feng, S., & Li, H. (2023). The Effect of Velocity Loss on Strength Development and Related Training Efficiency: A Dose-Response Meta-Analysis. *Healthcare (Basel, Switzerland)*, 11(3), 337. <https://doi.org/10.3390/healthcare11030337>
- Zhang, X., Feng, S., Peng, R., & Li, H. (2022). The Role of Velocity-Based Training (VBT) in Enhancing Athletic Performance in Trained Individuals: A Meta-Analysis of Controlled Trials. *International journal of environmental research and public health*, 19(15), 9252. <https://doi.org/10.3390/ijerph19159252>