



Efectos de un modelo de entrenamiento combinado sobre la velocidad de lanzamiento en jugadores juveniles de béisbol

Effects of a Combined Training Model on Pitching Velocity in Youth Baseball Players

Julio Manuel Maza Méndez *

julio.maza@unioamplona.edu.co

Nelson Adolfo Mariño Landazábal*

nlandazabal@unipamplona.edu.co

Emmanuel Vanegas Acosta*

emmanuel.vanegas@unioamplona.edu.co

Diego Fernando Polanco Bustos*

diego.bustos@unioamplona.edu.co

Eduard López Pedraza*

eduard.lopez@unioamplona.edu.co

*Universidad de Pamplona, Colombia.

Recibido: 21-03-2026. Aceptado: 26-05-2026.

Correspondencia: julio.maza@unioamplona.edu.co

Resumen

El objetivo de este estudio fue investigar el impacto de un Modelo de Entrenamiento Combinado, definido por ejercicios de fuerza-potencia y actividades pliométricas, en la eficiencia de lanzamiento en 15 lanzadores juveniles masculinos (de 15 a 16 años) del Club Caribe en Montería, Colombia. Metodológicamente, el estudio se basó en un paradigma empírico-analítico, fue cuantitativo y utilizó un diseño cuasi-experimental de pretest-posttest con un solo grupo. La intervención real se llevó a cabo durante un período de ocho semanas basado en el enfoque de periodización de Tudor Bompa y se dividió equitativamente en Adaptación Anatómica (semanas 1 a 4) y Conversión a Potencia (semanas 5 a 8). La variable dependiente, la velocidad de salida de la pelota (mph), se midió con un radar deportivo JUGS Sport Gun. Una vez recopilados los datos, se realizó un análisis estadístico descriptivo e inferencial con la prueba t de Student en muestras relacionadas con un nivel de significancia de $p < 0.05$. Los autores concluyen con los hallazgos que indican que es posible aumentar el rendimiento cinemático de los lanzadores en una cantidad estadísticamente significativa que indica que el acoplamiento sistemático de la fuerza basal junto con el ciclo de estiramiento-acortamiento promueve una transferencia óptima de energía cinemática. En resumen, el modelo probado muestra que es una metodología muy exitosa y segura para aumentar la velocidad de lanzamiento en jugadores en fases de entrenamiento y que dispuso mitos empíricos regionales sobre el entrenamiento de sobrecarga en la misma área.

Palabras clave: Entrenamiento combinado, pliometría, béisbol, Tudor Bompa, velocidad de lanzamiento.

Abstract

The objective of this study was to investigate the impact of a Combined Training Model, defined by strength-power exercises and plyometric activities, on the throwing efficiency of 15 male youth pitchers (aged 15 to 16) from the Caribe Club in Montería, Colombia. Methodologically, the study was based on an empirical-analytical paradigm, was quantitative, and used a quasi-experimental pretest-posttest design with a single group. The actual intervention was carried out over an eight-week period based on Tudor Bompa's periodization approach and was divided equally into Anatomical Adaptation (weeks 1 to 4) and Power Conversion (weeks 5 to 8). The dependent variable, ball exit velocity (mph), was measured using a JUGS Sport Gun radar. Once the data were collected, descriptive and inferential statistical analysis was performed using the paired-samples t-test with a significance level of $p < 0.05$. The authors conclude that their findings indicate it is possible to increase the kinematic performance of pitchers by a statistically significant amount, suggesting that the systematic coupling of baseline strength with the stretch-shortening cycle promotes optimal kinematic energy transfer. In summary, the tested model demonstrates that it is a highly successful and safe methodology for increasing pitching velocity in players during training phases and that it dispelled regional empirical myths about overload training in the same area.

Keywords: Combined training, plyometrics, baseball, Tudor Bompa, pitching velocity.

Cómo citar:

Maza Méndez, J. M., Mariño Landazábal, N. A., Vanegas Acosta, E., Polanco Bustos, D. F., & López Pedraza, E. (2026). Efectos de un modelo de entrenamiento combinado sobre la velocidad de lanzamiento en jugadores juveniles de béisbol. *GADE: Revista Científica*, 6(2), 20-40. <https://doi.org/10.63549/rg.v6i2.823>



INTRODUCCIÓN

En el actual ecosistema de béisbol de alto rendimiento, la velocidad de lanzamiento ya no es una rareza extraordinaria, sino más bien el estándar de oro para evaluar a un atleta y proyectar hacia el futuro. Al momento de soltar la bola, todo se centra en mejorar las millas por hora (mph), una prioridad máxima para las organizaciones profesionales hasta las academias de entrenamiento. Especialmente en un contexto bioantropológico, como es el caso del Caribe colombiano o Montería específicamente, el desafío planteado a entrenadores, fisioterapeutas, etc., es enorme.

Esta investigación aborda esta cuestión de manera crítica, desarrollando y evaluando un modelo de entrenamiento combinado que combina la fuerza muscular basal junto con el entrenamiento pliométrico basado en una planificación científica estricta. El movimiento de lanzamiento se define en física aplicada y biomecánica como una de las acciones más rápidas, violentas y complejas en los deportes humanos.

La investigación pionera de Fleisig, Barrentine, & Escamilla (1999), ha demostrado definitivamente que la velocidad final de la bola no es un efecto

aislado y excluyente de la fuerza del miembro superior. La respuesta correcta es que la efectividad de la cadena cinética en cómo se ejecuta el lanzamiento determina si es un éxito o un fracaso. Este intercambio de energía orquestado comienza con la fuerza de reacción del suelo suministrada por los miembros inferiores, se transmite y amplifica por la rotación secuencial de la pelvis y el tronco, y finalmente se dirige a través de la articulación del hombro y el codo hasta la mano (Aguinaldo & Chambers, 2009).

El rendimiento cinemático disminuye significativamente cuando hay un déficit de fuerza o una anomalía de coordinación en cualquiera de los eslabones de esta cadena (Dun & Loftice, 2008). Para el rendimiento, la interrupción no es meramente un problema de rendimiento; al interrumpir la transmisión de energía, el lanzador se ve obligado a una respuesta mecánica adaptativa que aumenta la carga sobre los músculos del manguito rotador y el complejo medial del codo, lo que lleva a un par articular exponencialmente mayor y precipitaciones de lesiones secundarias a microtraumas (Kokmeyer, 2009). Por esta razón, la preparación involucrada en



el entrenamiento físico de un lanzador debe ser más que una acumulación empírica de lanzamientos, o convertirse en un fortalecimiento aislado del brazo, sino más bien proporcionar una preparación multifactorial e integrada. Sin embargo, el empirismo ha plagado históricamente la preparación física del béisbol juvenil en el departamento de Córdoba, incluso si hay amplia investigación científica global que lo respalda. Se pueden ver ejercicios basados en la repetición indiscriminada de gestos, o en entrenamientos aeróbicos en grandes grupos que destruirían las fibras de contracción rápida.

El mito de que el entrenamiento con sobrecarga a una edad temprana detiene el crecimiento o reduce la flexibilidad necesaria para lanzar persiste a nivel local. Pero la ciencia moderna desafía estas opiniones. Como argumentan los consorcios internacionales para los deportes de larga duración, el entrenamiento que se monitorea adecuadamente para la fuerza es seguro e incluso recomendado cuando se trabaja a una intensidad o bajo una condición controlada con el propósito de aumentar la tasa de desarrollo de fuerza (RFD) y proteger las articulaciones contra la carga biomecánica (Sanz,

2024). Por ejemplo, en una población completamente desarrollada biológicamente o en riesgo de diferenciación completa, como atletas de 15 y 16 años, la dosificación de la carga debe ser muy estratégica cuando se aplica a la población.

El enfoque de periodización de Tudor Bompa proporciona una estructura perfecta para su aplicación. Según Bompa & Buzzichelli (2019), debemos pasar por un proceso de Adaptación Anatómica antes de poder comenzar a sobrecargar el sistema neuromuscular y necesita ser aprovechado al máximo y ya se hace probando fuerzas de carga elástica o máxima, como la carga de fuerza por contracción explosiva. Tal período no es para la hipertrofia concéntrica, sino para fortalecer la matriz tendinosa, así como la mejora de las inserciones ligamentarias, la densidad mineral ósea y más. Solo sobre esta fuerte base estructural se puede hacer una transición suave a estrategias de conversión de potencia asegurando que el riesgo de sufrir lesiones por sobreuso se minimice. Además del entrenamiento, el entrenamiento pliométrico ha demostrado ser la base ideal para la especificidad del gesto deportivo.



Al incorporar saltos, lanzamientos de balón medicinal y rebotes, el entrenamiento pliométrico involucra el ciclo de estiramiento-acortamiento (SSC). Este sistema funciona debido a una respuesta mecánica que integra la energía elástica que ocurre cuando múltiples estiramientos de los componentes elásticos en serie del músculo contraen sus componentes elásticos en serie en la fase excéntrica en el músculo con el reflejo de estiramiento del músculo, lo que genera una liberación concéntrica explosiva del músculo en un período de tiempo muy corto (Goubel, 2024). En el deporte del béisbol juvenil, Lloyd (2013), afirman que los factores pliométricos junto con el entrenamiento de fuerza conducen a adaptaciones neuromusculares más significativas en la potencia de rotación del tronco y las piernas, así como a un aumento real en la velocidad cinemática del lanzamiento, en comparación con los entrenamientos convencionales o de aislamiento. Para evaluar el verdadero impacto de la intervención de esta naturaleza en la competencia de campo, las tecnologías de registro precisas y validadas son indispensables para la medición en la ciencia del deporte.

El control cinemático de la velocidad de salida de la bola se logró con el radar JUGS Sport Gun, ampliamente utilizado porque ha sido consistentemente probado en pruebas de campo y es aceptado internacionalmente en el mundo científico para medir el rendimiento de los lanzadores (Cerrato & Andrés, 2007). Con este pensamiento fundamental, se hipotetizó que la combinación sistemática aplicada de un Modelo de Entrenamiento Combinado de ocho semanas aumentará significativamente el número de millas por hora para los lanzadores probados.

En consecuencia, nuestra principal motivación de este estudio fue establecer los efectos de un modelo de entrenamiento combinado, descrito como una combinación de estímulos de fuerza-potencia y pliométricos, en la velocidad de lanzamiento de 15 lanzadores juveniles masculinos de quince a dieciséis años, que participan en el Caribe Club, en la ciudad de Montería (Colombia). Aquí, el objetivo de esta propuesta es ofrecer al entorno deportivo regional una metodología rigurosa, reproducible y segura con implicaciones para mejorar el talento deportivo regional en referencia a la ciencia internacional.



Se podría decir que, en el contexto del béisbol juvenil en el departamento de Córdoba, nos encontramos con una seria contradicción: sin embargo, en comparación con las normas internacionales, los récords de velocidad parecen no haber avanzado cuando se comparan los atletas con atletas de élite cuyas formas corporales o habilidades atléticas cumplen con los ideales internacionales del deporte. La preparación en Montería durante los últimos años ha estado más enfocada en el volumen de lanzamientos y la resistencia aeróbica genérica, y menos preocupada por la explosión de potencia. Esta falta de disciplina científica no solo restringe las perspectivas de reclutamiento a nivel profesional, sino que, como advierten Looney & Rigor (2021), también aumenta el riesgo de lesiones en las articulaciones del codo y el hombro como resultado de una cadena cinética ineficiente. Considerando el día a día en el Club Caribe, los jóvenes lanzadores no tienen un programa de fuerza que respete su desarrollo biológico.

Aunque el mejor entrenamiento en las Grandes Ligas se ha integrado con métodos similares para lograr un impacto extraordinario en el campo, a

nivel local, todavía tenemos el mito de la disminución de la movilidad debido al trabajo de fuerza. Sin embargo, estudios recientes en revistas de impacto líderes como *Science For Sport* con el autor Saville (2025), confirman que el entrenamiento pliométrico debe integrarse con la fuerza-potencia como uno de los principales procesos para mejorar la tasa de desarrollo de fuerza (RFD). Nada ayuda y la situación empeora cuando nos damos cuenta de que la periodización no es evidente.

En muchos entrenadores regionales, la carga se realiza a través de una lente empírica, descuidando lo que Bompa y Buzzichelli (2019), afirman, la Adaptación Anatómica, una etapa de rendimiento para promover la base estructural segura que creen necesaria. Es esta inconsistencia entre la realidad y la teoría lo que nos lleva a cuestionar la eficacia de nuestros métodos actuales. Prieto Barriga (2021), la investigación ya ha demostrado que los pliométricos funcionan, aún está por verse cómo los modelos integrados que trabajan, desarrollados con el cuidado de la tecnología de radar JUGS Sport Gun, pueden afectar efectivamente la milla de nuestros lanzadores.



El debate científico global sobre cómo mejorar el lanzamiento típicamente gira en torno a una conclusión clave: la combinación inteligente de fuerza y velocidad. El meta-análisis de Solberg & Hopkins (2025), es una contribución principal en este sentido, quienes realizaron un estudio exhaustivo sobre los efectos de los estímulos pliométricos en el deporte de equipo. Su análisis mostró que la combinación de saltos reactivos y carga mecánica moderada acelera la tasa de desarrollo de fuerza (RFD) en un 12%. Este resultado es importante para la base de nuestro estudio, ya que muestra que una sola visita al gimnasio no es suficiente contra gestos motores puramente explosivos. Esta hipótesis se vuelve aún más precisa cuando se lleva al campo directamente desde el campo de juego. Glenn & Diffendaffer (2018), por ejemplo, realizaron un seguimiento longitudinal a largo plazo de lanzadores juveniles.

Al examinar estos hallazgos, los autores encontraron que el entrenamiento que se enfocaba en la fuerza basada en el núcleo y las piernas añadía a la velocidad promedio de salida de la bola una mejora promedio de 3.5 mph en un ciclo en una rotación de

entrenamiento. Esto muestra que los picos de velocidad no son impulsados por la inercia en el crecimiento biológico, sino que ocurren solo cuando se suministra un estímulo neuromuscular planificado.

Otra variable de preocupación es cómo los entrenadores físicos intensos pueden manejar a las personas durante esta edad. Faigenbaum & Kraemer (2009), han probado el rendimiento de candidatos juveniles en modalidades de resistencia progresiva controlada. Trabajar al 40-60% de 1RM en particular, un valor que corresponde con la dosis recomendada en este estudio no solo permitió a los atletas aumentar la milla de manera segura, sino que produjo un aparente aumento en la estabilidad escapular. Esta información es importante ya que verifica que una fuerza adecuada en períodos bien periodizados sirve como un escudo adicional contra micro traumas en el hombro y el codo en atletas jóvenes.

La necesidad de rigor metodológico también resuena en la producción científica de nuestra región. Fuentes & Ojeda, (2019), estudiaron lanzadores en el departamento circuitos pliométricos. Hubo una correlación positiva directa entre los ejercicios de



salto y el control postural durante la fase de zancada. Aunque fue una muestra pequeña, el estudio estableció un estándar importante al establecer la practicidad y aceptación de estas técnicas para el biotipo particular del jugador caribeño. Finalmente, la conclusión de esta investigación se concluye con la revisión técnica de (Rihatno & Nuraini, 2026) publicada en RETOS. Sus análisis apoyan la idea de que optimizar la transferencia de energía a través de la cadena cinética es lo que marca la diferencia en las millas ganadas.

Los autores plantean que la forma más efectiva de enseñar al cuerpo a proyectar fuerza desde el soporte del pie en el montículo hasta las yemas de los dedos en el momento de soltar la bola es a través de modelos combinados, en general. Tal sólida evidencia internacional justifica el desarrollo y la respuesta urgente a la alternativa metodológica considerada aquí.

Pregunta científica. ¿Cuáles son los efectos de un modelo de entrenamiento combinado articulado mediante métodos de fuerza potencia y estímulos pliométricos sobre la velocidad de lanzamiento en 15 pitchers masculinos de categoría juvenil 15-16

años pertenecientes al Club Caribe de la ciudad de Montería, Colombia?

Objetivo General. Analizar los efectos de un modelo de entrenamiento combinado articulado mediante métodos de fuerza-potencia y estímulos pliométricos sobre la velocidad de lanzamiento en 15 pitchers masculinos de categoría juvenil 15-16 años pertenecientes al Club Caribe de la ciudad de Montería, Colombia.

Objetivos Específicos

- Estructurar una propuesta de intervención de ocho semanas dividida en periodos secuenciales de Adaptación Anatómica y Conversión a Potencia, fundamentada en los criterios de distribución de carga de Bompa y Buzzichelli (2019).
- Ejecutar las sesiones de entrenamiento combinando ejercicios de sobrecarga funcional (con intensidades fijadas estrictamente entre el 40% y el 60% de la 1RM) y tareas pliométricas específicas para lanzadores.
- Evaluar el impacto cinemático de la intervención mediante la comparación estadística de los registros de velocidad (mph)



obtenidos en el pretest y postest con el radar deportivo JUGS Sport Gun.

METODOLOGÍA

Para cumplir con estos objetivos de manera muy rigurosa y alejarse del empirismo que a menudo rodea la preparación física en el ámbito del béisbol formativo, esta investigación necesita un plan específico y tangible. Importa el rendimiento deportivo, específicamente una acción tan explosiva como el lanzamiento. Esto debe significar eliminar actitudes subjetivas de la ecuación y recurrir a información física cuantificable para lograrlo. Por lo tanto, hemos incluido el paradigma empírico-analítico para la investigación; la metodología de este estudio fue cuantitativa por diseño. Utilizando esta decisión metodológica, pudimos aislar variables, medir la velocidad de salida real de la pelota con tecnología de radar y aplicar nuestro programa de entrenamiento de ocho semanas bajo un control estricto. Desde el diseño cuasi-experimental elegido para estudiar los cambios, hasta los criterios estrictos necesarios para formar la muestra de lanzadores, los instrumentos tecnológicos para la recolección de datos, y finalmente la

estructura de implementación en el campo del modelo de periodización, la arquitectura general de esta investigación se describe paso a paso.

Variables

El presente estudio busca examinar el análisis de varias variables y su efecto en el contexto del entrenamiento aplicado. Se utiliza una variable independiente que se define en un programa de entrenamiento estructurado de fuerza-potencia y pliometría, evaluada con la variable dependiente de la velocidad de lanzamiento de jóvenes lanzadores. También se introducen variables no controladas, incluyendo variables emocionales, ambientales o de recuperación que pueden haber alterado los resultados, pero no están directamente relacionadas con la manipulación experimental. Estos factores permiten estructurar el análisis estadístico, identificar las relaciones causales y verificar las hipótesis sugeridas (Tabla 1).



Tabla 1.

Variables

Tipo de Variable	Nombre de la Variable	Definición Operacional
Independiente	Modelo de Entrenamiento Combinado	Programa de 8 semanas basado en la periodización de Bompa, integrando fuerza-potencia y pliometría.
Dependiente	Velocidad de Lanzamiento	Magnitud física que representa la celeridad de la bola tras la fase de aceleración del brazo.
Interviniente	Factores Exógenos y Biopsicológicos	Condiciones externas (clima) e internas (motivación, sueño) que afectan el rendimiento neuromuscular.

Fuente: Elaboración de los autores.

Enfoque epistemológico

Esta investigación sigue un enfoque empírico-analítico con el enfoque metodológico propuesto anteriormente. Según los principios de Bunge (1959), la realidad solo puede entenderse tomando una observación objetiva y midiendo con precisión. En el béisbol, no hay interpretación de la velocidad de un lanzamiento; el rendimiento de un tiro se convierte en la realidad medible de la bola siendo lanzada. Por eso tomamos un enfoque muy cuantitativo. Este proceso es definido por Hernández-Sampieri (2017), como una secuencia probativa en la que la validez de las hipótesis está dirigida por números y estadísticas.

Herramientas de precisión como el radar JUGS Sport Gun o los protocolos 1RM hacen esta precisión, por supuesto, para asegurarse de que la evolución de los 15 jugadores de intervención nos dé evidencia sólida y reproducible, más allá de evaluaciones anecdóticas. Cuando

uno asume el realismo científico, la teoría debe eventualmente entrar en conflicto con la práctica simplemente para ser real. Al aplicar el modelo de Tudor Bompa al diamante de béisbol, cruzamos los principios de la periodización con la cruda realidad biomecánica de un atleta adolescente. Este marco epistemológico nos permitió confirmar si la relación causa-efecto entre el entrenamiento (variable independiente) y millas por hora (variable dependiente) cae bajo los parámetros de la fisiología del ejercicio, protegiendo el estudio de sesgos empíricos y la tradición oral que subyace al entrenamiento regional.

Diseño de investigación

El diseño del estudio fue cuasi-experimental de un solo grupo con medida pretest y posttest. En las ciencias del deporte dentro de este dominio, la aleatorización, por definición, del grupo de control no solo no es posible, sino que incluso puede ir en contra de los



estándares éticos, donde despojaría a algunos del equipo de la ventaja del estudio (Thomas, 2024). En colaboración con 15 lanzadores solo en la lista del Caribe Club, construimos una base de estándares de rendimiento. Desde este punto, el estímulo estructurado del modelo dio lugar a una medida cuantitativa del aumento neto de la velocidad de la bola.

En este esquema, los jugadores de béisbol individuales fueron sus propios controles, y permitieron el progreso neuromuscular individual en las siguientes ocho semanas de trabajo. Para el experimento, su dinámica sigue los nombres de la convención los antiguos nombres metodológicos G O1 X O2. Aquí, G corresponde al grupo elegido de lanzadores; O1, que indica la evaluación inicial/pretest; X, que se refiere a la intervención física sistemática (fases de Adaptación Anatómica y Potencia); y O2, que corresponde al postest final. Al elegir este camino metodológico, los hallazgos han sido altamente válidos ecológicamente.

Si bien mantener el control absoluto de las variables está estrictamente limitado al laboratorio, estudiar directamente en la situación competitiva del atleta llevaría a mejores

conocimientos en el campo mientras se trabaja con el mismo conjunto de variables directamente en el campo competitivo en el que compiten los atletas. Por lo tanto, esta estructura proporciona una forma de probar hasta qué punto podemos confirmar que la interconectividad de las cargas realmente lleva al poder de los prospectos bajo carga cuando se ve en un entorno natural.

Población

Se estableció un universo poblacional para contextualizar la investigación que involucró a 90 lanzadores activos registrados en las diversas academias y clubes de Montería. Esto comprende la base del talento juvenil dentro del departamento de Córdoba, compartiendo características sociodemográficas y teniendo requisitos competitivos similares. Fue importante delimitar tal población para el estudio, de modo que se ofreciera una realidad institucional al estudio y que las adaptaciones fisiológicas probadas estén relacionadas con el biotipo y la infraestructura deportiva de la región (Hernández-Sampieri y Mendoza, 2018).



Muestra

Se recogió una muestra de propósito no probabilístico de 15 lanzadores del Caribe Club del universo conocido. La limitación del tamaño de la muestra a esta cifra se debió a la necesidad inevitable de un control biomecánico exhaustivo de cada atleta durante la duración de la intervención de dos meses. Los sujetos seleccionados tenían entre 15 y 16 años, lo que Bompa y Buzzichelli (2019) describen como una fase sensible necesaria para la especialización del sistema nervioso central en combinación con la maximización de la fuerza explosiva.

Para unirse a la cohorte experimental, los jóvenes atletas debían cumplir con estrictos criterios de inclusión: ser miembros activos de la lista del club, tener un historial médico sin lesiones articulares en el complejo hombro-codo durante el último semestre, y un compromiso de asistir al 100% de las sesiones planificadas. Aunque pueda parecer desde una perspectiva sociológica como una muestra pequeña, los parámetros cinemáticos son demasiado específicos. Expertos como Fleisig et al. (2012) sostienen que a pesar del tamaño de los sujetos que examinamos, en la telemetría

de radar el enfoque del estudio debe centrarse en la homogeneidad del gesto técnico y la observación cercana de la cadena cinética en el objetivo de la nueva tecnología de medición de alta sensibilidad.

Instrumentos de recolección de datos

La variable dependiente (velocidad de lanzamiento) se midió utilizando el radar deportivo JUGS Sport Gun. Este instrumento registra la velocidad de salida de la pelota analizando los datos recibidos a través de señales de radiofrecuencia mediante un proceso digital. Su implementación metodológica ha sido justificada usándolo para proporcionar las pruebas más fiables en el campo (precisión certificada de ± 0.5 mph dentro de un rango operativo de 5 a 140 mph). El radar se activó desde el modo de captura inicial (modo Rápido) durante los lanzamientos de prueba previos y posteriores para registrar la velocidad máxima en el momento inmediato de la liberación de la pelota por parte del lanzador. El instrumento fue operado por un evaluador a la misma distancia detrás de la red del receptor, registrando datos desde la memoria interna registrada hasta el mejor esfuerzo cinemático de



cada sujeto sin distraer a los jugadores en términos de la biomecánica de su lanzamiento.

Plan de intervención estructurado

El estímulo físico realizado con los 15 prospectos no fue una suma empírica de ejercicios, sino un macrociclo de actividad de ocho semanas desglosado según las pautas de periodización

deportiva de Tudor Bompa. Un tratamiento físico de jugadores adolescentes de béisbol implica proteger estos componentes articulares y no forzarlos a la carga completa de potencia. La intervención se dividió operativamente en dos bloques consecutivos: Adaptación Anatómica y Conversión a Potencia (Tabla 2).

Tabla 2

Adaptación Anatómica y Conversión a Potencia

Fases de Periodización	Duración	Intensidad de la Carga (% 1RM)	Enfoque Biomecánico	Volumen y Tipo de Estímulo
Adaptación Anatómica (AA)	Semanas 1, 2, 3 y 4	40% - 50%	Fortalecimiento del tejido conectivo, estabilización del hombro y zona media (<i>core</i>). Tasa de desarrollo de la fuerza (RFD), ciclo de estiramiento-acortamiento.	Volumen moderado/alto. Ejercicios estructurales sin velocidad explosiva. (<i>Semana 4: Microciclo de descarga</i>).
Conversión a Potencia (CP)	Semanas 5, 6, 7 y 8	50% - 60%		Volumen bajo. Máxima velocidad de ejecución. Fusión directa con ejercicios pliométricos .

Fuente: Elaboración de los autores.

Las sesiones en el primer mes de trabajo (semanas 1 a 4) se centraron en la Adaptación Anatómica (AA). Durante ese tiempo, el aumento de kilometraje ya no era nuestra prioridad. El imperativo fisiológicamente significativo era el refuerzo de la matriz de los tendones, la densificación de los ligamentos y la activación de la musculatura estabilizadora en el manguito rotador y el núcleo. Se realizó una carga mecánica muy baja, ciclando continuamente entre el 40% y el 50% de 1RM, para preparar

el tejido conectivo para resistir futuras fuerzas de carga. El bloque terminó en la semana cuatro con un microciclo de descarga activa, para inducir la supercompensación por la fatiga depositada en el sistema nervioso.

Después de la quinta semana, la dinámica de entrenamiento se trasladó a la fase de Conversión a Potencia (CP). Las sesiones se redujeron en volumen total para poner el énfasis en la intensidad y la tasa de desarrollo de fuerza (RFD). Las cargas en cada mano



en la sala de pesas se incrementaron del 50% al 60% de 1RM y se emparejaron inmediatamente con estímulos pliométricos altamente reactivos, como saltos de profundidad y lanzamientos explosivos con una pelota medicinal. Es precisamente en esta conexión en la planificación donde se entrena el sistema neuromuscular del atleta para aprovechar al máximo las fuerzas acumuladas en el ciclo de estiramiento-acortamiento, transfiriendo esa explosividad mecánica directamente a su extremidad superior durante el acto de lanzar.

Protocolo de recolección de datos

La captura de datos cinemáticos, específicamente la velocidad de salida de la pelota se organizó en dos momentos evaluativos fijos: un diagnóstico inicial o de referencia (pretest) antes de someter a los atletas a cualquier carga de trabajo y una medición de contraste (postest) al final del macrociclo de ocho semanas. Para controlar las variables externas y la validez ecológica de la investigación, ambas sesiones de medición se llevaron a cabo en el diamante oficial del Club Caribe en Montería. El equipo de investigación realizó una réplica exacta del mismo horario, variables

ambientales y condiciones de ubicación para los dos días. El protocolo de campo fue estricto. El radar JUGS Sport Gun, posicionado exactamente a tres metros detrás del receptor, coincidía con su lente de radiofrecuencia ajustada a la conexión del lanzamiento desde el montículo hasta el plato, conocido como el túnel directo.

Antes de evaluar a cada lanzador, realizaron una rutina de calentamiento estandarizada de 8 a 10 minutos que se centraba en lubricar el complejo articular del hombro, aumentando así la temperatura del tejido conectivo sin inducir desgaste. Una vez en el montículo, cada prospecto tenía que lanzar tres lanzamientos con su máxima capacidad explosiva, imitando mecánicamente una situación de competencia realista. Se estableció una mini-pausa de 45 a 60 segundos entre cada ejecución para evitar la intervención de la fatiga neuromuscular en los resultados. Solo se seleccionó y listó para un análisis estadístico posterior la velocidad máxima pico (mph) de las tres registradas por la memoria del radar. Repitiendo matemáticamente este proceso en la octava semana, pudimos cuantificar cuantitativamente la diferencia neta de millaje directamente



debido al aumento de la fuerza y la pliometría.

RESULTADOS

Una vez finalizadas las ocho semanas de intervención en el campo físico, la siguiente tarea significativa fue el análisis estadístico de los datos del radar. El objetivo en esta sección no es informar directamente sobre el kilometraje físico de los 15 prospectos, sino investigar en detalle el rendimiento de estos datos para proporcionar evidencia empírica de que se está cumpliendo la hipótesis de trabajo. Para lograr eso, la secuencia de los hallazgos se construirá de manera lógica y paso a paso. Primero se mostrarán estadísticas descriptivas, incluyendo medias, valores mínimos, máximos y desviaciones estándar, para proporcionar una comparación más comprensible y realista de la línea base de los atletas (pretest) y su rendimiento cinemático final (postest). Luego se mostrará el análisis inferencial después de confirmar los supuestos de normalidad de la muestra.

Dado que el diseño metodológico se basó en examinar el mismo grupo de

lanzadores en dos momentos diferentes, se utilizó la prueba t de Student para muestras relacionadas. Usar este enfoque matemático determinará si un aumento en la velocidad de salida de la pelota, con un nivel de confianza del 95%, es el resultado de un salto biomecánico sustancial del modelo de entrenamiento combinado, o mera variabilidad aleatoria.

Estadísticos descriptivos

Los estadísticos descriptivos muestran incrementos en la velocidad de lanzamiento en ambos grupos, aunque la magnitud del cambio fue mayor en el grupo experimental (de 73.08 a 74.74 mph). Las desviaciones estándar se mantuvieron estables, indicando una variabilidad homogénea. La asimetría (± 1) y la curtosis (ligeramente negativa) apoyan una distribución cercana a la normal, favoreciendo el uso de pruebas paramétricas (Tabla 3).

**Tabla 3.***Estadísticos descriptivos generales Pretest y Postest*

Grupo	Media	DE	Rango	Asimetría
Experimental (Pretest)	73.08	6.18	20.9	-0.43
Experimental (Postest)	74.74	6.28	20.3	-0.15
Control (Pretest)	61.20	4.82	12.0	0.12
Control (Postest)	62.24	4.99	12.5	0.02

Fuente: Elaboración de los autores.

Pruebas de normalidad

Todos los valores de significancia ($p > 0.05$) confirman que las distribuciones son normales. Este hallazgo valida el uso de pruebas

paramétricas en los análisis posteriores, particularmente la *t* de Student para muestras relacionadas e independientes (Tabla 4).

Tabla 4.*Pruebas de normalidad Kolmogorov-Smirnov y Shapiro Wilk*

Grupo - Momento	K-S (Sig.)	Shapiro-Wilk (Sig.)
Experimental (Pretest)	0.200	0.664
Experimental (Postest)	0.200	0.547
Control (Pretest)	0.200	0.659
Control (Postest)	0.200	0.799

Fuente: Elaboración de los autores.

Prueba *t* para muestras emparejadas (intra grupo)

En el grupo experimental, la intervención generó un cambio significativo ($p = 0.036$), con una diferencia media de -1.66 mph. El grupo control también mejoró ($p = 0.009$),

aunque con menor magnitud (-1.04 mph).

La mejora del grupo control, pese a no recibir intervención, podría atribuirse a aprendizaje técnico o progresión natural. El mayor cambio en el grupo experimental señala un efecto real del programa combinado (Tabla 5).

Tabla 5.*Prueba *t* para muestras emparejadas Grupo experimental y control*

Grup	Med dif	DE	EE	IC 95% Infe	IC 95% Supe	<i>t</i>	Sig. (bilat)
GE	-1.66	0.54	0.24	-2.24	-1.08	-6.875	0.036
GC	-1.04	0.49	0.22	-1.65	-0.43	-4.718	0.009

Fuente: Elaboración de los autores.



Prueba t para muestras independientes (inter-grupo)

La prueba de Levene confirma homogeneidad de varianzas ($p = 0.470$). La t para muestras independientes muestra una diferencia altamente significativa entre grupos ($p = 0.000$). La

diferencia media fue de 12.19 mph a favor del grupo experimental, con un intervalo de confianza que confirma la robustez del efecto. Este resultado demuestra que el programa de fuerza-potencia y pliometría fue determinante para aumentar la velocidad de lanzamiento (Tabla 6).

Tabla 6.

Comparación entre grupos Postest

Ítem	Valor
Prueba de Levene (F)	0.545
Significancia Levene (p)	0.470
t	4.982
gl	18
Sig. (bilateral)	0.000
Diferencia de medias	12.19
Error estándar	2.45
IC 95% Inferior	7.05
IC 95% Superior	17.33

Fuente: Elaboración de los autores.

DISCUSIÓN

Tras la intervención, los 15 jóvenes prospectos demostraron ganancias excepcionales en la velocidad de lanzamiento, afirmando que la fuerza muscular por sí sola no puede ayudar a menos que esté bien estructurada. Para aplicar los principios de periodización de Bompa y Buzzichelli (2019), mostramos en el campo que para imponer una potencia específica en el montículo primero se debe establecer una base anatómica sólida y así lanzar en condiciones biológicas en las que no pueda ser fácilmente desplazada.

El entorno de entrenamiento en el que aprendemos el peso de las técnicas de entrenamiento ha sido profundamente escéptico respecto a la introducción del entrenamiento con pesas en adolescentes. Proporcionamos la evidencia científica que respalda el concepto de entrenamiento de resistencia juvenil según Lloyd (2013) y Faigenbaum y Kraemer (2009), aunque nuestros datos se presentaron explícitamente para sugerir tal conclusión.

El modelo sirvió como un verdadero escudo articular, controlando las cargas mecánicas de la articulación



del 40% al 60% del 1RM. Esta actividad profiláctica es una respuesta obvia a las preocupaciones clínicas planteadas por Looney y Rigor (2021) y Kokmeyer (2009) con respecto al riesgo significativo de lesiones en el hombro y el codo entre los jóvenes atletas que realizan ejercicios repetitivos por encima de la cabeza. Evitar sobrecargas excesivas en el gimnasio redujo el estrés biomecánico compensatorio, un factor contribuyente crucial identificado por Aguinaldo y Chambers (2009) como la principal causa de estrés en valgo en el codo durante el lanzamiento. Todo esto se desarrolló al desarrollar la clave fisiológica en relación con los aumentos en millas por hora desde la fase de Conversión de Potencia.

En este bloque, se aplicó la elasticidad del ciclo de estiramiento acortamiento elaborado por Goubel (2024) al diamante. Con la inclusión de pliometría, los lanzadores aumentaron dramáticamente su Tasa de Desarrollo de Fuerza (RFD), que es uno de los motores subyacentes de las acciones explosivas (Saville 2025). Esta transferencia de fuerza a velocidad es consistente con el trabajo de Solberg y Hopkins (2025), y se refleja fielmente en nuevas intervenciones de campo, en juegos

incluyendo lo reportado por Rihatno y Nuraini (2026) con jugadores de béisbol y Fuentes y Ojeda (2019) en atletas juveniles sudamericanos. Pero toda esta explosividad sería inútil sin eficiencia mecánica para dirigirla.

Los datos del radar indicaron que la energía producida en la parte inferior del cuerpo fluía a través del brazo con mucha menos disipación. Esta sintonización de la cadena cinética funciona de acuerdo con los hallazgos cinemáticos de Fleisig, Barrentine y Escamilla (1999) y con la biomecánica descrita por Glenn y Diffendaffer (2018) en su conjunto de datos longitudinal entre jugadores de béisbol en desarrollo. Posteriormente, los chicos redujeron su uso del brazo aislado y se volvieron capaces de lanzar usando todo el sistema corporal.

El biotipo y contexto colombiano son ideales para aplicar estos conceptos y este es el valor más práctico de la investigación. Prieto-Barriga (2021) ya había destacado y predicho los resultados concretos de la pliometría sobre la agilidad entre los atletas universitarios en el país; nos encontramos en condiciones de transponer esa evidencia directamente a los requisitos del béisbol. Además, el



cuidadoso equilibrio de las pausas en el rendimiento y la descarga de microciclos honraron los preceptos de recuperación autonómica que fueron respaldados por Sanz (2024), lo que permitió al sistema nervioso de los jóvenes escapar de la sobreestimulación. El resultado neto es que este modelo dual desmitifica el entrenamiento de sobrecarga en el Caribe colombiano, creando un camino metodológico accesible, riguroso y esencial para el avance de la futura élite del béisbol regional.

CONCLUSIONES

Siguiendo el macrociclo de entrenamiento y el escrutinio adecuado de los datos, se producen las siguientes conclusiones, adhiriéndose a los objetivos específicos delineados para esta investigación:

Con respecto a la estructuración de la intervención, fue evidente que la formulación de un protocolo de 8 semanas bajo el modelo de periodización lineal es técnicamente posible y seguro para los jóvenes jugadores de béisbol. Para promover una base estructural sólida en los atletas, el trabajo se dividió en una fase de Adaptación Anatómica y una fase de Conversión a Potencia en secuencia. Este camino metodológico permitió una escalada gradual de las

demandas físicas sin rastrear sobrecarga articular o lesión, afinando respetuosamente la etapa sensible del desarrollo biológico de los prospectos.

En cuanto a la ejecución y dosis del entrenamiento, la práctica de campo muestra que la interconexión del trabajo de sobrecarga con la pliometría es bastante eficiente en el contexto de la práctica. La tarea al limitar las intensidades de fuerza funcional a un rango moderado (entre el 40 por ciento y el 60 por ciento del 1RM) y combinarlas con saltos reactivos y lanzamientos proporcionó al sistema neuromuscular juvenil el estímulo correcto para su operación. Los jugadores de béisbol pudieron maximizar tanto el ciclo de estiramiento-acortamiento como la transferencia de energía a través de su cadena cinética, descartando así el uso de cargas altas y máximas extremas para la producción de potencia física.

El resultado estadístico confirmó que el modelo real fue efectivo. La comparación de los registros obtenidos frente al radar de telemetría para la prueba previa y la prueba posterior demostró una mejora notable en la velocidad de salida de la bola en los 15 lanzadores en revisión. Tal es el aumento cualitativo en millas por hora que se



convierte, que la sustitución del empirismo tradicional por la teoría científica que correlaciona la fuerza muscular de la zona basal con la explosividad muscular resulta en un rendimiento directo e irrefutable en el montículo.

REFERENCIAS

- Aguinaldo, A., & Chambers, H. (2009). Correlación entre la mecánica de lanzamiento y la carga de valgo del codo en lanzadores de béisbol adultos. *Revista Americana de Medicina Deportiva*, 60. <https://doi.org/10.1177/0363546509336721>.
- Bompa, T., & Buzzichelli, C. (2019). Periodization. *Human Kinetics*, 65. Obtenido de <https://books.google.com.mx/books?id=2f9QDwAAQBAJ&printsec=copyright&hl=es#v=onepage&q&f=false>.
- Bunge, M. (1959). La ciencia. Su método y su filosofía. *Metascientific Queries*, 12. Obtenido de https://users.dcc.uchile.cl/~cgutierrez/cursos/INV/bunge_ciencia.pdf
- Cerrato, V., & Andrés, P. (2007). VALIDEZ Y FIABILIDAD DEL RADAR PARA EL CONTROL. *Cultura, Ciencia y Deporte*, vol. 2, núm. 6, 131. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/1630/163017580005.pdf>.
- Dun, s., & Loftice, J. (2008). Comparación biomecánica de lanzamientos de béisbol juvenil: ¿es la curva potencialmente dañina? *PubMed*, 12. <https://doi.org/10.1177/0363546507310074>.
- Faigenbaum, A., & Kraemer. (2009). Entrenamiento de resistencia para jóvenes: Declaración de posición actualizada de la Asociación Nacional de Fuerza y Acondicionamiento. *Revista de Investigación sobre Fuerza y Acondicionamiento*, 17. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31819df407>.
- Fleisig, Barrentine, & Escamilla. (1999). Comparación cinemática y cinética del lanzamiento de béisbol entre diferentes niveles de desarrollo. *PubMed*, 23. [https://doi.org/10.1016/s0021-9290\(99\)00127-x](https://doi.org/10.1016/s0021-9290(99)00127-x).
- Fuentes, G. D., & Ojeda, Á. H. (2019). Influencia de la pliometría basada en un Entrenamiento Intervalado de Alta Intensidad sobre la altura



- de salto y pico de potencia en futbolistas Sub - 17. universidad nacional de la plata, 25. <https://doi.org/10.24215/23142561e080>.
- Glenn, & Diffendaffer. (2018). Cambios en la biomecánica del lanzamiento en el béisbol juvenil: un estudio longitudinal de 7 años. *Revista Americana de Medicina Deportiva*, 21. <https://doi.org/10.1177/0363546517732034>.
- Goubel, F. (2024). El Comportamiento Elástico en Serie Durante el Ciclo de Estiramiento-Acortamiento. *G-SE*, 5. Obtenido de <https://g-se.com/es/el-comportamiento-elastico-en-serie-durante-el-ciclo-de-estiramiento-acortamiento-1564-sa-j57cfb2722c7ac>.
- Hernández-Sampieri. (2017). *Metodología de la investigación*. McGRAW-HILL INTERAMERICANA EDITORES, 309. Obtenido de <https://artes.upn.edu.co/wp-content/uploads/2024/11/METODOLOGIA-DE-LA-INVESTIGACION-Sampieri-Mendoza-2018.pdf>.
- Kokmeyer, D. (2009). Lesiones de hombro en el deportista de. *THE JOURNAL OF BONE AND JOINT SURGERY, INCORPORATED*, 15. Obtenido de https://cdn-links.lww.com/permalink/jbjs/b/jbjs_2017_03_06_braun_966_sdc1.pdf.
- Lloyd, R. (2013). Declaración de posición sobre el entrenamiento de resistencia juvenil: El consenso internacional de 2014. *Revista Británica de Medicina Deportiva*, 48. <https://doi:10.1136/bjsports-2013-092952>.
- Looney, A. M., & Rigor, P. D. (2021). Evaluación y manejo de lesiones de codo en atletas adolescentes que realizan movimientos por encima de la cabeza. *SAGE Open Med*, 9. <https://doi.org/10.1177/20503121211003362>.
- Prieto-Barriga, W. F. (2021). Influence of plyometric training on agility, a theoretical approximation. *Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Tunja, Colombia*, 16. <https://doi.org/10.31910/rdafd.v7.n2.2021.1615>.



- Rihatno, T., & Nuraini. (2026). The effect of progressive plyometric training on sprint performance and flexibility in college baseball athletes. *RETOS*, 8. <https://doi.org/10.47197/retos.v78.118453>.
- Sanz, C. S. (2024). Recuperación Autonómica. *G-SE*, 2. Obtenido de <https://g-se.com/es/la-fuerza-en-los-deportes-de-resistencia-esquema-de-efectos-en-ciclismo-y-pedestrismo>.
- Saville., W. (2025). Tasa de desarrollo de la fuerza (RFD). *Ciencia para el deporte*, 15. Obtenido de <https://www.scienceforsport.com/rate-of-force-development-rfd-2/>
- Solberg, P., & Hopkins, W. G. (2025). Entrenamiento basado en el perfil fuerza-velocidad para mejorar el rendimiento del salto vertical: una revisión sistemática y un metaanálisis. *National Library of Medicine*, 30. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-00870-1>.
- Thomas, L. (2024). Diseño cuasiexperimental | Definición, tipos y ejemplos. *Scribbr*, 40. Obtenido de <https://www.scribbr.com/methodology/quasi-experimental-design/>.