

Modelo tridimensional fisiometodológico de Figueroa Bentata [MTFFB]

Three-dimensional physiometodological model of Figueroa Bentata [MTFFB]

Julián Enrique Figueroa-Bentata

*Maestro en ciencias del deporte, Escuela Nacional de Entrenadores ENED México;
0009-0007-1762-2462^{ORCID}, bentatafigueroajulian@gmail.com*

RESUMEN

El Modelo Tridimensional Fisiometodológico de Figueroa Bentata propone una planificación del entrenamiento basada en la fisiología del ejercicio y los sistemas energéticos predominantes. Se estructura en tres mesociclos principales: oxidativo, glucolítico y fosfagénico, cada uno con microciclos específicos que permiten una periodización funcional y adaptativa. Este enfoque integra pruebas fisiológicas (como VO₂ máx, lactato y CK) para personalizar la carga de entrenamiento según la vía bioenergética dominante se compararon tres grupo control sometidos a diferentes protocolos. Los resultados muestran que este método es aplicable especialmente en deportes de resistencia y combate, promoviendo una mejora del rendimiento a partir de la comprensión del metabolismo energético y la respuesta orgánica al estímulo físico.

Palabras clave: modelo tridimensional; fisiometodologías; metodologías del entrenamiento; mesociclos; bioenergía metabólica.

ABSTRACT

The Figueroa Bentata Three-Dimensional Physiometodological Model [MTFFB] proposes a training framework grounded in exercise physiology and the predominant energy systems. It is structured into three main mesocycles: oxidative, glycolytic, and phosphagenic, each comprising specific microcycles that allow for functional and adaptive periodization. This approach integrates physiological assessments (such as VO₂max, lactate, and creatine kinase [CK]) to individualize training loads according to the dominant bioenergetic pathway. Three control groups subjected to different protocols were compared, and the results show that this method is particularly applicable in endurance and combat sports, fostering performance improvements through a deeper understanding of energy metabolism and the body's response to physical stimuli.

Keywords: three-dimensional model; physiometodologies; training methodologies; mesocycles; metabolic bioenergetics.

Citar como: Figueroa-Bentata, J. E. (2025). Modelo tridimensional fisiometodológico de Figueroa Bentata [MTFFB] [Three-dimensional physiometodological model of Figueroa Bentata [MTFFB]]. CDEFIS Revista Científica, 3(6).

Recibido: 10 de agosto de 2025 / Aceptado: 21 de septiembre de 2025 / Publicado: 21 de octubre de 2025.



INTRODUCCIÓN

Al analizar los modelos de planificación y periodización del entrenamiento propuestos por grandes científicos como Matveyev (1964), Verkhoshansky (1985), Ozolin (1989) y demás, se puede observar que en las metodologías no se analiza ni se profundiza en la carga interna de entrenamiento. Asimismo, las planificaciones tradicionales no permiten responder preguntas clave como: ¿Cuál es la energía predominante usada? ¿Cómo responde el sistema nervioso o el metabolismo oxidativo? ¿Qué tipo de fatiga se está generando: periférica, central, bioquímica? ¿El deportista está adaptado o compensado? etc.

La carga de entrenamiento debe ir más allá de su cantidad. Es necesario “planificar fisiológicamente”, es decir: Incorporar pruebas de laboratorio ($VO_{2\text{máx}}$, RER, lactato, CK, glucosa) pues estas darán realidad a la suposición de la carga y del entrenamiento. También permitirán evaluar la energía predominante (fosfágena, glucolítica, oxidativa), asimismo interpretar umbrales ventilatorios, eficiencia mitocondrial, hormonas regulatorias, ajustar volúmenes e intensidades según la especialidad bioenergética del deportista, aplicar y adaptar pruebas de campo ideales, etc. Los modelos de planificación clásicos fueron revolucionarios en su momento y sentaron las bases del entrenamiento contemporáneo. Sin embargo, en el contexto deportivo actual con avances científicos y herramientas de medición fisiológica a disposición, es momento de evolucionar.

Un modelo, según Bompa, & Buzzichelli, (2019) y Haff, & Triplett, (2016), es una representación conceptual, simplificada y organizada de un fenómeno complejo que permite entender, predecir o intervenir en dicho fenómeno. En el contexto del entrenamiento, un modelo sirve para estructurar el proceso de preparación del deportista de forma sistemática. Por otra parte, la planificación es el proceso por el cual se organizan las cargas de entrenamiento para optimizar el rendimiento deportivo y evitar el estancamiento o sobreentrenamiento (Navarro, Gaia, & Feal, 2010).

Asimismo, la “fisiometodología combina el conocimiento fisiológico con la metodología del entrenamiento, permitiendo individualizar el ejercicio físico con base en respuestas objetivas y adaptativas” (López Chicharro y Fernández Vaquero, 2006).

El Modelo Tridimensional Fisiometodológico de Figueroa Bentata (MTFFB) es una estructura conceptual que integra tres dimensiones interdependientes: los modelos de planificación del entrenamiento, los sistemas energéticos biofisiológicos y los componentes de la condición física, todo ello bajo un enfoque fisiometodológico. Este modelo permite la integración de programas de entrenamiento personalizados y basados en la evidencia, articulando la fisiología del ejercicio con los principios metodológicos del entrenamiento deportivo.

El objetivo del presente trabajo se basa en diseñar, fundamentar y aplicar un modelo tridimensional de periodización del entrenamiento que permita integrar de forma estructurada los ejes metabólico, metodológico y fisiológico, con el fin de optimizar el control del entrenamiento, mejorar la precisión en la dosificación de cargas, e identificar con mayor exactitud las respuestas energéticas, metabólicas, fisiológicas y metodológicas.

Fundamento del MTFFB

- **Dimensión bioenergética metabólica**

Esta dimensión profundiza en los sistemas energéticos mitocondriales y su relación con el rendimiento deportivo, explicando cómo el metabolismo aeróbico centrado en la mitocondria permite oxidar carbohidratos, lípidos y proteínas para generar ATP de manera eficiente (Tabla 1). Se destacan las rutas específicas de oxidación de glucosa, lípidos y aminoácidos, vinculándolas con tipos de entrenamiento como el fondo, el HIIT y la resistencia prolongada (Kontro et. al , 2025). La mitocondria no solo es vista como centro energético, sino también como eje adaptativo, cuya eficiencia mejora con el ejercicio, permitiendo una mayor biogénesis mitocondrial, uso de oxígeno y resistencia a la fatiga. Además, se explica la interacción dinámica entre los sistemas fosfágeno, glucolítico y oxidativo según el tipo, intensidad y duración del ejercicio, aportando una visión integrada y aplicada de la fisiología al deporte.

Complementariamente, se debe entender el rol de los umbrales ventilatorios (VT1, VT2 y VT3) como marcadores metabólicos que reflejan la transición entre rutas energéticas y orientan la prescripción del entrenamiento (Serna et. al., 2024). También se analiza el papel de las hormonas en la regulación de los sustratos energéticos y la importancia del balance energético entre gasto e ingesta calórica. Finalmente, se vinculan las capacidades físicas (fuerza, potencia, resistencia, velocidad, flexibilidad) con sus rutas metabólicas dominantes y pruebas fisiológicas específicas, promoviendo una planificación basada en evidencia (Serna et. al., 2024). Esta propuesta integra ciencia, metodología y práctica para guiar al entrenador o fisioterapeuta en una toma de decisiones más precisa y eficiente en el contexto deportivo.

- **Dimensión metodológica**

La periodización del entrenamiento (organización temporal en macro, meso y microciclos), control de volumen e intensidad, modelos lineales o de bloques, y evaluación mediante métricas fisiológicas como el VO₂máx o lactato permite inducir adaptaciones específicas y optimizar el rendimiento. Un enfoque clásico como la periodización lineal implica variar cargas y objetivos de forma predecible y progresiva a lo largo del año, estructurando el entrenamiento en fases enfocadas en cualidades (fuerza, potencia, velocidad), lo que facilita su implementación y adaptación al atleta (Stone et al., 2021).

Asimismo, constituye la base para estructurar, dosificar y evaluar la carga de trabajo físico, con el fin de inducir adaptaciones fisiológicas específicas y optimizar el rendimiento (Tabla2). Estas incluyen la temporalidad (organización del entrenamiento en macrociclos, mesociclos, microciclos y sesiones), la direccionalidad (enfoque en capacidades como fuerza, resistencia o velocidad), la magnitud de la carga (volumen e intensidad), la organización estructural (bloques, modelos lineales o ATR), el control y evaluación (medición de variables fisiológicas como VO₂máx, lactato o carga interna) y la individualización (ajuste según las características del deportista) (Lorenz et. al., 2015). Estas dimensiones actúan de manera integrada, permitiendo una planificación adaptada y eficaz, en donde la clave está en vincular cada carga con el cambio fisiológico que se busca, pues un entrenamiento sin control ni justificación bioenergética pierde valor científico y metodológico.

- **Dimensión fisiometodológica**

El control de indicadores fisiológicos internos como frecuencia cardíaca, VO₂máx, lactato o HRV, es fundamental para cuantificar el impacto real del entrenamiento externo y personalizar zonas de ejercicio, detectar fatiga o sobrecarga, y adaptar protocolos individualmente. Modelos recientes, como el propuesto por Kontro et al., (2025), integran tres métricas de carga y tres de rendimiento correspondientes a cada sistema energético, permitiendo una visión tridimensional más precisa del efecto adaptativo de diferentes tipos de estímulo.

Esta dimensión intenta integrar parámetros fisiológicos clave (como la frecuencia cardíaca, VO₂máx, lactato, HRV, presión arterial, entre otros) que permiten cuantificar el impacto de la carga externa sobre los sistemas funcionales del organismo, facilitando la individualización del entrenamiento según la respuesta real del atleta (Tabla 1). Estos indicadores no solo guían la personalización de zonas de entrenamiento, sino que también ayudan a detectar fatiga, adaptaciones o sobrecarga. Cada capacidad física (fuerza, resistencia, velocidad) implica un costo energético y fisiológico distinto, por lo que su aplicación sin un control adecuado puede generar respuestas dispares entre atletas (Plews et. al., 2022). La fisiometodología se vuelve esencial para comprender el efecto interno de cada carga y responder preguntas como: ¿qué impacto tuvo el estímulo aplicado?, ¿cuándo repetirlo? o ¿cómo adaptarlo individualmente? Así, el modelo tridimensional del entrenamiento cobra sentido al integrar las dimensiones metabólicas, metodológicas y fisiológicas bajo una perspectiva personalizada y científica.

Tabla 1.

Amplitud de las dimensiones del modelo tridimensional fisiometodológico.

Dimensión	Descripción
Bioenergética / Metabólica	Basada en los sistemas energéticos predominantes: Fosfágenos (aláctico): esfuerzos breves e intensos (fuerza, velocidad). Glucolítico (láctico/aláctico): esfuerzos submáximos de corta duración. Oxidativo (aeróbico, VT1 y VT2): esfuerzos prolongados.
Metodológica	Basada en los sistemas energéticos predominantes: Fosfágenos (aláctico): esfuerzos breves e intensos (fuerza, velocidad). Glucolítico (láctico/aláctico): esfuerzos submáximos de corta duración. Oxidativo (aeróbico, VT1 y VT2): esfuerzos prolongados.
Fisiológica	Relacionada con las respuestas y adaptaciones orgánicas al entrenamiento: frecuencia cardíaca y respiratoria, VO ₂ máx, VAM, lactato, función renal (FG), hormonas, entre otros.

Nota: Todas las dimensiones se relacionan con: densidad, frecuencia, complejidad, tipo de ejercicio, carácter del esfuerzo (específico, general, competitivo, correctivo).

Tipos de mesociclos y microciclos del MTFFB

Este modelo de planificación propone distintas estructuras, entre ellas: El Mesociclo Oxidativo [MOG] se enfoca en desarrollar la capacidad aeróbica del deportista, con una duración aproximada de 3 a 6 semanas, y se divide en diferentes microciclos según el umbral ventilatorio trabajado.

Establece una base aeróbica amplia y estable, priorizando el desarrollo de la eficiencia cardiovascular y el metabolismo lipídico. Dentro de este mesociclo se incluyen microciclos como:

- **[Movt1]** (microciclo umbral vt1) que trabaja el umbral ventilatorio 1 (VT1) con intensidades submáximas para mejorar la capacidad aeróbica de base y la economía del esfuerzo.
- **[Movt2]** (microciclo umbral vt2) enfocado en el umbral ventilatorio 2 (VT2), donde las intensidades se aproximan al punto de compensación respiratoria para mejorar la tolerancia al lactato y el tiempo límite a ritmos competitivos. Estos microciclos oxidativos generalmente tienen una duración de 6 a 8 días cada uno, con una densidad alta y recuperación activa.

El Mesociclo Glucolítico [MG] tiene una duración de 2 a 4 semanas y busca desarrollar la capacidad de producción y tolerancia del sistema glucolítico. Se divide en el:

- **[Mgal]** (Microciclo Glucolítico Aláctico), que enfatiza esfuerzos de corta duración con alta intensidad, pero sin acumulación significativa de lactato.
- **[Mgl]** (Microciclo Glucolítico Láctico), que se orienta a esfuerzos intensos con una fuerte acumulación de lactato, buscando adaptaciones en la resistencia al ácido láctico.

El Mesociclo Fosfagénico [MFG] tiene una duración de 1.5 a 3 semanas y se centra en el desarrollo de la fuerza máxima, la velocidad y la potencia. Este se divide en:

- **[Mff]** (Microciclo Fosfagénico de Fuerza) ideal para fuerza máxima.
- **[Mfv]** (Microciclo Fosfagénico de Velocidad), ideal para velocidad.
- **[Mfp]** (Microciclo Fosfagénico de Potencia), ideal para potencia y explosividad.

Cada uno con cargas muy altas, recuperación completa y énfasis en el reclutamiento neuromuscular y la tasa de producción de fuerza. Estos microciclos son breves (5–7 días), intensos y con énfasis en calidad sobre cantidad.

Dosificación y uso

La dosificación de cargas dentro del MTFFB se basa en la integración de criterios fisiológicos, energéticos y metodológicos, adaptados a las respuestas individuales del deportista y al sistema energético predominante (oxidativo, glucolítico o fosfágeno). La dosificación se organiza según variables como volumen, intensidad, densidad y recuperación, con principios específicos según el tipo de energía: las cargas oxidativas requieren mayor volumen, alta densidad y recuperación activa; las glucolíticas, volumen e intensidad moderada con recuperación incompleta; y las fosfágenas, intensidad máxima con recuperación completa.

Esta planificación se guía por umbrales fisiológicos medibles (como VT1, 1RM, FC, etc.) que permiten ajustar la carga a la ventana óptima de adaptación y evitar la fatiga excesiva. Cada sistema energético tiene un ciclo de duración y supercompensación característico:

- Oxidativo (3–6 semanas)
- Glucolítico (2–4 semanas)
- Fosfágeno (1.5–3 semanas)

Todos ellos con microciclos semanales que regulan el estímulo y la recuperación. El modelo establece una secuencia lógica: ejemplo; primero se desarrolla la base aeróbica (oxidativa), luego la tolerancia al esfuerzo (glucolítica) y finalmente la potencia máxima (fosfágena), asegurando que las adaptaciones se construyan sobre una base sólida.

Esta estructura permite aplicar cargas más eficaces según el deporte: resistencia en deportes individuales, esfuerzos intermitentes en deportes de conjunto, potencia y tolerancia láctica en deportes de combate, o eficiencia técnica en deportes acuáticos, garantizando un entrenamiento individualizado, progresivo y fisiológicamente sustentado.

MÉTODOS

Estudio fue experimental, longitudinal, con diseño de ensayo no probabilístico de tres grupos paralelos (pretest-postest). Se conformaron tres grupos control distribuidos de manera aleatoria procurando que la distribución de mujeres sea equitativa. Al grupo A se le asignó los rangos mínimos de duración de mesociclos. Al grupo B, los rangos máximos de duración de mesociclos, ambos mediante el MTFFB. Al grupo C, se le asignó una dosificación tradicional o planificación sencilla lineal y la más utilizada por los entrenadores; para ello se consultaron a entrenadores locales y se analizó su manera de trabajar, pero la duración del entrenamiento del grupo control C, tendría la misma duración que los rangos máximos del grupo B, igualando el tiempo de trabajo (Tabla 2).

Tabla 2.

Distribución de los tiempos y duraciones de trabajo de los tres grupos control.

Protocolo MTFFB						
Grupo	Duración meses	Tiempo total semanas	Sesiones totales	Meso oxidativo	Meso oxidativo	Meso fosfagénico
A	2.25	9	27	4	3	2
B	4	16	48	6	6	4
Trabajo lineal						
C	4	16	48	Trabajo realizado lineal		

Fuente: Construcción del instrumento.

Para la muestra estudiada se seleccionaron contenidos que algunos autores importantes han publicado previamente, por mesociclo y microciclo, resaltando lo descrito en la tabla 3.

Tabla 3.

Protocolos utilizados en el estudio de comprobación y su distribución.

Mesociclo	Mesociclo	Ejercicios Recomendados	Autor
Oxidativo	Oxidativo general	Carrera (60–70% Fc, 45–60 min)	López Chicharro, & Fernández-Vaquero, (2006)
	Oxidativo umbral VT1	Intervalos 4 min trote y 4 caminata min. Fartlek con tramos trote lento y rápidos (200m x 100m)	López Chicharro, & Fernández-Vaquero, (2006)
	Oxidativo umbral VT2	3 series de 1 repetición de 400m planos trote a velocidad alta	López Chicharro, & Fernández-Vaquero, (2006)
Glucolítico	Glucolítico láctico	Intervalos de 2 min de sentadillas libres - 30 s descanso y 2 min flexiones pecho	Billat, et al., 2001
	Glucolítico aláctico	Series 3 de 15–30 s salto vertical - descanso 3 min entre serie	López Chicharro, & Fernández-Vaquero, (2006)
Fosfagénico	Fosfagénico de fuerza	3 series de 1 repetición efectiva de movilización llanta tractor.	Haff y Nimphius, 2012
	Fosfagénico de velocidad	Descanso completo entre serie 3 series Sprint 5m y 3 series Sprint 15 m con descanso completo	Chu, 1996
	Fosfagénico de potencia	Sentadillas con salto vertical - 3 series 6 repeticiones	Bompa y Buzzichelli, 2015

Fuente: Construcción del instrumento.

La distribución general para el grupo A y B (Tabla 4) procuro abarcar los mínimos y máximos de rangos de duración de los mesociclos. Asimismo, por microciclo se procuró una duración estándar de tres sesiones por cuestiones de tiempos y horarios. Se les dio también a los jóvenes universitarios una carta compromiso en donde se les indicaba que no deberían realizar ningún otro tipo de actividad física hasta finalizar el estudio.

Las sesiones consistieron en un calentamiento previo y la realización de los ejercicios seleccionados para este protocolo. Al finalizar las sesiones se buscaba regresar al organismo a la calma con ejercicios de flexo elasticidad y relajación. Se realizó una pre prueba y pos prueba recolectando datos fisiológicos como composición corporal, frecuencia cardiaca y Vo2max.

Tabla 4.

Dosificación de mesos y micros para el grupo A y B.

Microciclo	Grupo A	Grupo B	Mesociclo
Oxidativo General	1	2	Oxidativo
Oxidativo Umbral VT1	2	2	
Oxidativo Umbral VT2	1	2	
Glucolítico Láctico	2	3	Glucolítico
Glucolítico Aláctico	1	3	
Fosfagénico de Fuerza	1	2	Fosfagénico
Fosfagénico de Velocidad	1	1	
Fosfagénico de Potencia	0	1	
Total de semanas	9	16	

Fuente: construcción del instrumento.

Para el grupo control C solo se utilizaron los ejercicios de manera lineal distribuidos durante las 48 sesiones (Tabla 5).

- Carrera (60–70% Fc, 45–60 min) (Resistencia General).
- Intervalos 4 min trote y 4 caminata min. (Resistencia General).
- Fartlek con tramos trote lento y rápidos (200m x 100m) (Resistencia Especial).
- 3 series de 1 repetición de 400m planos trote a velocidad alta (Resistencia Especial).
- 2 min sentadilla libre con 30 s descanso (Fuerza General).
- 2 min de flexiones al pecho (Fuerza General).
- Series 3 de 15 a 30 s salto vertical. 3 min descanso entre serie (Fuerza Especial).
- 3 series de 1 repetición efectiva de movilización llanta tractor. Descanso completo entre serie (Fuerza Especial).
- 3 series Sprint 5m. Descanso 30 s.
- 3 series Sprint 15 m con descanso completo (Velocidad General).
- Sentadilla con salto vertical 3 series 6 reps. 1 min. Descanso entre serie (Velocidad Especial).

Tabla 5.

Distribución de trabajo para el grupo C.

Cualidad	Sesiones																																																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	47	48			
Resistencia General	x					x					x					x					x					x					x					x														
Resistencia General		x					x					x					x					x					x					x					x													
Resistencia Especial			x					x					x					x					x					x					x					x												
Resistencia Especial				x					x					x					x					x					x					x					x											
Fuerza General	x	x				x	x				x	x				x	x				x	x				x	x				x	x				x	x													
Fuerza General	x	x				x	x				x	x				x	x				x	x				x	x				x	x				x	x													
Fuerza Especial					x						x					x					x					x					x						x													
Fuerza Especial						x						x					x					x					x					x						x												
Velocidad General			x	x				x	x				x	x					x	x					x	x				x	x					x	x													
Velocidad Especial	x						x					x					x					x					x					x					x													

Para este modelo de trabajo (grupo C), por orientaciones de los entrenadores se distribuyeron los ejercicios idénticos a los bloques del modelo tridimensional pero el trabajo sería de manera lineal distribuido en las 48 sesiones totales (4 meses) intentando que no se trabajen de manera igual en una misma sesión cualidades como fuerza, resistencia y velocidad general, pues indican que la agresión al organismo es severa.

RESULTADOS

En la Tabla 6 podemos observar parámetros agrupados en medias de la muestra (los tres grupos) antes de iniciar el protocolo de entrenamiento. Cabe señalar que se buscó la captación de estos parámetros fisiológicos de manera fácil, sencilla y sin tecnología por la situación real de las universidades en México.

Tabla 6.

Media de datos de la muestra estudiada pre aplicación del estudio.

Grupo	n	Hombres	Mujeres
A	33	25	8
B	33	25	8
C	34	25	9

Variable	Media Pre-prueba	Variable
Masa corporal	72.1	Kg
Talla	1.67	m
VO2max	39.8	ml/kg/min
Frecuencia Cardiaca Reposo (FCR)	73.2	lpm
Frecuencia Cardiaca Máxima (Fcmax)	182	lpm
Masa muscular	34	kg
Masa grasa	12.4	kg
Metabolismo basal	2300	kcal

Nota: n (numero de participantes), lpm (latidos por minuto).

Una vez que se sometió al grupo A y B al modelo tridimensional fisiometodológico de Figueroa Bentata y al grupo C a la periodización lineal sugerida por entrenadores se obtuvieron las siguientes medias paramétricas:

Tabla 7.

Medias paramétricas post aplicación de estudio.

Variable	Grupo A	Grupo B	Grupo C	Valores
Masa Corporal	73.43 ±	69.44 ±	70.6 ±	kg
Talla	1.69 ±	1.72 ±	1.68 ±	m
VO2max	42.25 ±	42.84 ±	41.09 ±	ml/kg/min
Frecuencia Cardiaca Reposo (FCR)	68.7 ±	68.94 ±	69.28 ±	lpm
Frecuencia Cardiaca Máxima (Fcmax) Post Actividad	177.61 ±	177.89 ±	179.9 ±	lpm
Masa Muscular	34.17 ±	34.43 ±	35.01 ±	kg
Masa Grasa	11.55 ±	11.17 ±	11.49 ±	kg
Metabolismo Basal	2369.29 ±	2358.5 ±	2312.56 ±	kcal

Nota: lpm (latidos por minuto).

Analizando los resultados anteriores post aplicación podemos comentar que el grupo A presento una media más baja de frecuencia cardiaca en reposo, al igual que la masa muscular (Tabla 7). El grupo B presento una media más baja de Vo2max, y una media de masa grasa más baja. El grupo C presento mayor media de masa muscular y metabolismo basal, pero no supero el Vo2max de los otros grupos muestrales, cosa que en el entrenamiento y deporte representa indicativo de forma física. Asimismo, el grupo C tampoco presento una media más baja de masa grasa en relación al grupo B.

Respecto al análisis de variables pre y pot-prueba, se observa que existieron variaciones en la mayoría de los parámetros (Tabla 8). El Vo2max como primordial indicativo de forma física se elevó en la media muestras post prueba, las frecuencias cardiacas en reposo y post actividad se redujeron. Se redujo la masa grasa y aumento la masa muscular. El metabolismo basal por consiguiente aumento debido a la presencia de mayor masa muscular.

Tabla 8.

Comparativa de medias generales entre la pre y post prueba de las muestras.

Variable	Media general pre-prueba	Media general pots-prueba	Valores
Masa corporal	72.1	71.5	kg
Talla	1.67	1.67	m
VO ₂ max	39.8	42	ml/kg/min
FCR	73.2	70.15	lpm
Fcmax	182	181.35	lpm
Masa muscular	34	35.1	kg
Masa grasa	12.4	11.3	kg
Metabolismo basal	2300	2355	kcal

Nota: FCR (frecuencia cardiaca en reposo), Fcmax (frecuencia cardiaca máxima), lpm (latidos por minuto).

Si bien los tres grupos fueron sometidos al experimento, cabe señalar que por la naturaleza de los ejercicios y relación tiempo en semanas se compara el grupo B y el grupo C (Tabla 9).

Con lo anterior se hace énfasis en que ambos grupos tuvieron una duración similar en número de semanas del entrenamiento y de ejercicios, solo que dosificados de manera distinta. El grupo B sometido a la dosificación MTFFB y el grupo C a la dosificación lineal mas utilizada por los entrenadores en la actualidad.

Tabla 9.

Comparativa de medias en la pre prueba y post prueba con relación al grupo B y grupo C.

Variable	Grupo	Pre-Prueba	Post-Prueba	Cambio Absoluto	Cambio %
Masa Corporal (kg)	B	70.8	69.44	↓ 1.36	-1.92%
	C	71.4	70.6	↓ 0.8	-1.12%
VO ₂ max (ml/kg/min)	B	39.6	42.84	↑ 3.24	8.18%
	C	39.3	41.09	↑ 1.79	4.55%
FCR (lpm)	B	72	68.94	↓ 3.06	-4.25%
	C	71.5	69.28	↓ 2.22	-3.11%
Fcmax (lpm)	B	178.9	177.89	↓ 1.01	-0.56%
	C	180.8	179.9	↓ 0.9	-0.50%
Masa Muscular (kg)	B	33.1	34.43	↑ 1.33	4.02%
	C	34.3	35.01	↑ 0.71	2.07%
Masa Grasa (kg)	B	12.5	11.17	↓ 1.33	-10.64%
	C	12.1	11.49	↓ 0.61	-5.04%
Metabolismo Basal (kcal/día)	B	2290	2358.5	↑ 68.5	2.99%
	C	2290	2312.56	↑ 22.56	0.98%

Nota: FCR (frecuencia cardiaca en reposo), lpm (latidos por minuto), ↑ (incremento), ↓ (disminución).

En síntesis, los resultados muestran que:

- Vo₂ max: El Grupo B mejoró +8.18%, casi el doble que el Grupo C (+4.55%), lo que confirma que la planificación específica oxidativa en B fue más eficaz que la variabilidad de C.
- FCR: La reducción fue mayor en B (-4.25% vs -3.11%), lo que indica una adaptación cardiovascular más sólida.
- Masa muscular: Incremento más marcado en B (+4.02%) frente a C (+2.07%), respaldando que la distribución por bloques glucolíticos/fosfagénicos en B favoreció la hipertrofia funcional.
- Masa grasa: B logró la mayor reducción (-10.64%), con implicaciones positivas para composición corporal y rendimiento.
- Metabolismo basal: B incrementó casi tres veces más que C, señal de una mayor ganancia de masa magra.
- El grupo C tiene el mismo número de sesiones que el grupo B, pero con más diversidad de estímulos y un patrón que alterna fuerza, velocidad y resistencia en dosis casi equitativas. Esto tiende a mejorar VO₂max, fuerza explosiva y composición corporal simultáneamente, pero con mejoras moderadas en parámetros puramente aeróbicos frente a un plan más específico como el de B.
- Grupo B aplicó entrenamiento específico, lo que permitió que el cuerpo adaptara su fisiología de manera dirigida:
- Mejoras claras en VO₂max por fases oxidativas progresivas. Incremento de fuerza y masa muscular por bloques de trabajo glucolítico y fosfagénico bien aislados. Control de intensidad para evitar que la fatiga acumulada saboteara adaptaciones.

- Grupo C, aunque expuso al cuerpo a más estímulos, no maximizó ninguna cualidad en concreto porque la variedad excesiva y el cambio rápido de enfoque: Interfirió con la adaptación cardiovascular de largo plazo. Limitó las mejoras máximas en fuerza y velocidad por falta de continuidad en estímulos específicos. Elevó la fatiga central y periférica, afectando la calidad de las siguientes sesiones.
- Grupo B evitó la interferencia al separar bloques y controlar el estrés fisiológico.
- Grupo C tuvo mayor probabilidad de interferencia por alternar cualidades casi a diario, con poco tiempo para consolidar adaptaciones específicas.
- El Grupo B superó al Grupo C por cumplir mejor los principios de:
- Especificidad (trabajar una cualidad dominante por bloque).
- Progresión planificada (aumento gradual de carga y dificultad).
- Recuperación óptima (menos interferencia y sobreentrenamiento).
- Control de intensidad (desgaste medido para calidad sostenida).
- El Grupo C, aunque mostró mejoras notables y mayor gasto calórico, sacrificó eficiencia de adaptación por un exceso de variabilidad y carga, provocando resultados más dispersos.
- Cabe señalar que el grupo A no se consideró en las comparativas específicas por el volumen de trabajo, pero si presentó mejoras significativas en diferentes rubros.

DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en la muestra de 100 atletas divididos en tres grupos control, tras la aplicación de los mesociclos diseñados demuestran mejoras significativas en diversos parámetros fisiológicos y de composición corporal, lo que respalda su eficacia. A continuación, se discuten estos hallazgos en comparación con la literatura científica actual.

En el sistema Oxidativo el aumento del VO_{2max} y la reducción de la frecuencia cardíaca (FC) en reposo y post esfuerzo son consistentes los parámetros fisiológicos que indican una mejora de la capacidad aeróbica similares a los hallazgos de Seiler y Tonnessen (2009), quienes reportaron que el entrenamiento de intensidad controlada mejora la eficiencia del sistema oxidativo, siempre que exista especificadas y control de los umbrales ventilatorios sin excederse. La reducción de la masa grasa también coincide con estudios como el de Tremblay et al., (1994), que destacan el papel del ejercicio aeróbico en la oxidación de lípidos.

Para el sistema Glucolítico ocurre algo similar a lo observado por Buchheit y Laursen (2013a y 2013b) en atletas sometidos a entrenamiento interválico. El aumento de la masa muscular y del metabolismo basal también se alinea con los hallazgos de Gibala & McGee (2008), quienes demostraron que el entrenamiento glucolítico promueve hipertrofia y gasto energético post-ejercicio.

Asimismo, en el sistema Fosfagénico el incremento en la masa muscular y el metabolismo basal resaltan la eficacia de este sistema para estimular la síntesis de proteínas, coincidiendo con los trabajos de Haff y Nimphius (2012) sobre entrenamiento de fuerza y potencia. La reducción modesta de la masa grasa sugiere que este sistema es menos efectivo para la pérdida de grasa en comparación con los otros, lo que concuerda con la literatura (Wilson y otros., 2012).

Los resultados de los mesociclos aplicados mostraron un aumento en el metabolismo basal en todos los sistemas energéticos oxidativo, glucolítico y fosfagénico, lo que coincide con la literatura. Poehlman y otros. (1989) demostraron que un metabolismo basal elevado refleja:

- Hipertrofia muscular (especialmente relevante en el sistema fosfagénico, por la masa muscular).
- Eficiencia mitocondrial (en el sistema oxidativo, vinculado al VO_2max).
- Termogénesis adaptativa (mayor gasto calórico en reposo, clave para reducir masa grasa).

Esto sugiere que las cargas de entrenamiento fueron dosificadas correctamente, ya que un metabolismo basal estable o en aumento indica que no hubo sobreentrenamiento (si el metabolismo basal disminuye existe estrés metabólico; Trexler y otros., 2014). Y fue evidente que en el grupo B aumento más que en el C.

- Refleja adaptaciones positivas: El aumento del +4% en el sistema fosfagénico sugiere una síntesis proteica elevada (Haff y Nimphius, 2012), típica de cargas progresivas, pero no excesivas.
- Correlación con composición corporal: La reducción de grasa (-10% oxidativo) y ganancia muscular (+4% fosfagénico) respaldan que el equilibrio energético fue óptimo (Wilson y otros., 2012).
- Entrenamiento oxidativo: El +3% de MB concuerda con el estudio de Tremblay et al., (1994), donde el ejercicio aeróbico moderado aumenta levemente el MB sin comprometer la recuperación.
- Entrenamiento glucolítico: El +4% coincide con las observaciones de Gibala & McGee (2008) en HIIT, donde el MB se eleva por el afterburn effect.
- Entrenamiento fosfagénico: El +4% es consistente con las adaptaciones de fuerza (Hackney y otros., 2015), donde la masa muscular es un indicativo de aumento de metabolismo basal.

El metabolismo basal no solo es un indicador de salud metabólica, sino también una herramienta para monitorizar la eficacia y seguridad de las cargas de entrenamiento. Los resultados de los mesociclos en un metabolismo basal aumentado sin signos de fatiga crónica) confirman que las cargas fueron progresivas, individualizadas y controladas, alineándose con los principios de periodización (Issurin, 2016).

CONCLUSION

En conclusión, el MTFFB demostró ser una herramienta útil y eficaz frente a los esquemas convencionales de planificación lineal, al integrar de manera estructurada los ejes metabólico, metodológico y fisiológico. Esta integración permitió un control más preciso del entrenamiento, ya que cada mesociclo y microciclo se organizó en función del sistema energético predominante, logrando así una dosificación de cargas ajustada a la naturaleza bioenergética de cada estímulo.

Asimismo, posibilitó una mayor exactitud en la identificación de las respuestas energéticas, metabólicas y fisiológicas, lo que favoreció una evaluación más objetiva del rendimiento y de las adaptaciones obtenidas en los deportistas. A diferencia de la planificación tradicional, que tiende a homogenizar los estímulos en estructuras rígidas, el modelo tridimensional ofreció flexibilidad adaptativa sin perder la rigurosidad metodológica, garantizando un equilibrio entre carga, recuperación y progreso.

En consecuencia, este enfoque se consolida como una propuesta innovadora que no solo optimiza la eficiencia del proceso de entrenamiento, sino que también amplía la capacidad de personalización y control, aspectos que los métodos convencionales no logran cubrir con la misma precisión.

REFERENCIAS

- Billat, V. L., Slawinski, J., Bocquet, V., Chassaing, P., Demarle, A., & Koralsztein, J. P. (2001). Very short (15 s \pm 15 s) interval-training around the critical velocity allows middle-aged runners to maintain VO₂max for 14 minutes. *International Journal of Sports Medicine*, 22, 201–208. <https://doi.org/10.1055/s-2001-16389>
- Bompa, T. O., & Buzzichelli, C. (2015). *Periodization training for sports* (3rd ed.). Human Kinetics.
- Bompa, T. O., & Buzzichelli, C. (2019). *Periodization: Theory and methodology of training* (6th ed.). Human Kinetics.
- Buchheit, M., & Laursen, P. B. (2013a). High-intensity interval training, solutions to the programming puzzle: Part I: Cardiopulmonary emphasis. *Sports Medicine*, 43(5), 313–338. <https://doi.org/10.1007/s40279-013-0029-x>
- Buchheit, M., & Laursen, P. B. (2013a). High-intensity interval training, solutions to the programming puzzle: Part I: Cardiopulmonary emphasis. *Sports Medicine*, 43(5), 313–338. <https://doi.org/10.1007/s40279-013-0029-x>
- Chu, D. A. (1996). *Explosive power & strength: Complex training for maximum results*. Human Kinetics.
- Gibala, M. J., & McGee, S. L. (2008). Metabolic adaptations to short-term high-intensity interval training: A little pain for a lot of gain? *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 36(2), 58–63. <https://doi.org/10.1097/JES.0b013e318168ec1f>
- Haff, G. G., & Triplett, N. T. (2016). *Essentials of strength training and conditioning* (4th ed.). Human Kinetics.
- Issurin, V. B. (2016). Benefits and limitations of block periodized training approaches to athletes' preparation: A review. *Sports Medicine*, 46(3), 329–338. <https://doi.org/10.1007/s40279-015-0425-5>
- Kontro, H., Mastracci, A., Cheung, S. S., & MacInnis, M. J. (2025). The three-dimensional impulse-response model: Modeling the training process in accordance with energy system-specific adaptation. *arXiv*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2503.14841>
- López Chicharro, J., & Fernández-Vaquero, A. (2006). *Fisiología del ejercicio*. 3a edición, Madrid: Médica Panamericana.
- Navarro, F., Gaia, A. O., & Feal, A. R. (2010). *Planificación del entrenamiento y su control*. Cultiva Libros.
- Ozolin, N.G. (1989). *Sistema contemporáneo de entrenamiento deportivo*. La Habana.
- Stone, M. H., Hornsby, W. G., Haff, G. G., Fry, A. C., & Suarez, D. G. (2021). Periodization and block periodization in sports: Emphasis on strength-power training — A provocative and challenging narrative. *The Journal of Strength & Conditioning Research*.
- Tremblay, A., Simoneau, J. A., & Bouchard, C. (1994). Impact of exercise intensity on body fatness and skeletal muscle metabolism. *Metabolism*, 43(7), 814–818. [https://doi.org/10.1016/0026-0495\(94\)90259-3](https://doi.org/10.1016/0026-0495(94)90259-3)
- Verkhoshansky, Y. (1985). *Programming and Organization of Training Process*. Moscow: Publisher.