

Guillem Borràs Lladó*

**COMPARACIÓ ENTRE LA PROTEÏNA VEGETAL (SOJA) I LA PROTEÏNA ANIMAL (WHEY)
I LA SEVA INFLUÈNCIA EN L'ENTRENAMENT DE RESISTÈNCIA I LA RECUPERACIÓ
MUSCULAR.**

TREBALL DE FI DE GRAU

dirigit per la Dra. Cèlia Rodríguez-Borjabad

Grau de Nutrició Humana i Dietètica



UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI

**Reus
2025**

***Treball grupal realitzat amb: Mariona Casas Nofre i Lara Escudero Garrido**

Índex

1. Resum.....	1
2. Introducció.....	3
3. Metodologia.....	5
3.1. Criteris d'elegibilitat.....	6
3.2. Estratègia de cerca i fonts d'informació.....	6
3.3. Selecció d'estudis.....	7
4. Resultats.....	9
4.1. Funció muscular i recuperació funcional.....	9
4.2. Síntesi de proteïna muscular (MPS) i adaptacions cel.lulars.....	10
4.3. Composició corporal i hipertrofia muscular.....	11
4.4. Beneficis metabòlics i resposta antioxidant.....	12
5. Discussió.....	15
6. Conclusions.....	16
7. Futures línies de recerca.....	17
8. Aplicacions pràctiques.....	17
9. Bibliografia.....	18

1. Resum

Introducció: La suplementació proteica és una estratègia àmpliament utilitzada en l'àmbit de la nutrició esportiva per a millorar la recuperació muscular i el rendiment físic. La proteïna de sèrum (WP) i la proteïna de soja (SP) han estat estudiades com a suplementes ergogènics per a millorar diversos aspectes en el rendiment físic.

Objectius: L'objectiu d'aquesta revisió és comparar l'eficàcia de la proteïna de sèrum (WP) i la proteïna de soja (SP) en la recuperació muscular, la força i la composició corporal en adults físicament actius o atletes.

Materials i Mètodes: Es va dur a terme una revisió bibliogràfica seguint les directrius PRISMA 2020 mitjançant les bases de dades de Pubmed i Cochrane Library, seleccionant assajos clínics, metaanàlisis i revisions sistemàtiques publicades entre 2017 i 2025. Els estudis havien d'incloure adults sans, físicament actius, amb intervenció basada en WP o SP i entrenament de resistència.

Resultats: La majoria d'estudis mostren que la suplementació amb WP millora la força, la síntesi proteica muscular, la massa magra i la recuperació després de l'exercici. Aquests efectes es deuen a l'alt contingut en leucina i la seva elevada biodisponibilitat. En contrast, els efectes de la SP són més variables. Alguns estudis indiquen una eficàcia similar al WP quan s'administra en dosis suficients i, a més, presenta beneficis antioxidants i metabòlics, tot i que estan menys enfocats en el rendiment.

Conclusió: Tot i que la WP sembla ser una font proteica més eficaç per la recuperació muscular que la SP, aquesta última pot ser una alternativa viable per a esportistes vegetarians o que busquin opcions més sostenibles. A més, la resposta a la suplementació depèn de factors com el sexe, edat, estat físic i quantitat de leucina. Actualment, la WP és la millor opció per incrementar adaptacions musculars encara que la SP pot oferir efectes en determinats contextos. Es recomana seguir investigant per equiparar millor els efectes anabòlics de ambdues proteïnes.

Paraules clau: Atletes, exercici, proteïna de sèrum (WP), proteïna de soja (SP) i suplementació proteica.

Abstract

Introduction: Protein supplementation is a widely used strategy in the field of sports nutrition to enhance muscle recovery and physical performance. Whey protein (WP) and soy protein (SP) have been studied as ergogenic supplements aimed at improving various aspects of physical performance.

Objectives: The aim of this review is to compare the effectiveness of whey protein (WP) and soy protein (SP) in muscle recovery, strength, and body composition in physically active adults or athletes.

Materials and Methods: A literature review was conducted following the PRISMA 2020 guidelines using the PubMed and Cochrane Library databases. Clinical trials, meta-analyses, and systematic reviews published between 2017 and 2025 were selected. The studies had to include healthy, physically active adults undergoing resistance training with an intervention based on WP or SP.

Results: Most studies show that supplementation with WP improves strength, muscle protein synthesis, lean mass, and post-exercise recovery. These effects are attributed to its high leucine content and high bioavailability. In contrast, the effects of SP are more variable. Some studies report similar efficacy to WP when administered in sufficient doses and also highlight antioxidant and metabolic benefits, although these are less focused on performance.

Conclusion: While WP appears to be a more effective protein source for muscle recovery than SP, the latter may be a viable alternative for vegetarian athletes or those seeking more sustainable options. Additionally, the response to supplementation depends on factors such as sex, age, physical condition, and leucine content. Currently, WP is the best option for enhancing muscular adaptations, although SP may offer benefits in certain contexts. Further research is recommended to better equate the anabolic effects of both proteins.

Keywords: Athletes, exercise, whey protein (WP), soy protein (SP), protein supplementation.

2. Introducció

En els últims anys, tant la nutrició esportiva com la suplementació han experimentat una evolució significativa pel que fa a la varietat de productes que s'han comercialitzat al mercat, fent-se cada vegada més especialitzades i consolidant-se com a eines fonamentals per a optimitzar el rendiment físic, la recuperació i l'assoliment dels objectius dels esportistes.

La pràctica d'esports, ja siguin de resistència o de força, contribueix de manera rellevant al manteniment i a la millora de l'aptitud cardiorespiratòria i muscular (1). Aquesta activitat física comporta un increment del metabolisme i funcionalitat del nostre organisme, provocant una major demanda de nutrients. En aquest context, diversos estudis han destacat el paper essencial de les proteïnes, aminoàcids i reguladors metabòlics en el procés de la recuperació muscular (2). El nostre organisme necessita incorporar proteïnes a través de l'alimentació per a garantir l'aportació d'aminoàcids essencials indispensables per el creixement i la reparació de les cèl·lules i teixits. El múscul esquelètic representa una part significativa de la massa corporal i el metabolisme proteic del cos humà i mentre que els adults sedentaris requereixen entre 0,8 i 0,9 grams de proteïna per kg de pes corporal al dia, els esportistes necessiten entre 1,2 i 2,0 g/kg, amb dosis més elevades que optimitzen l'anabolisme després de l'exercici (3).

L'entrenament de resistència és útil per a augmentar la massa muscular, la força i la funció física. No obstant això, un exercici extenuant pot provocar dany en el múscul, limitant temporalment la seva capacitat per a produir força. Aquesta afectació pot persistir durant hores o dies abans de la recuperació completa, reduint la funcionalitat muscular (4). En aquest context, la ingesta de proteïnes s'ha establert com una estratègia eficaç per a afavorir tant la recuperació muscular com l'adaptació a l'entrenament, ja que estimula la síntesi proteica i accelera la reparació de fibres musculars danyades; a més, el consum de proteïnes durant l'activitat física pot reduir el dany muscular i millorar la recuperació gràcies a l'increment postprandial de les concentracions d'aminoàcids essencials (EAA) en el plasma (5).

Entre les fonts proteiques més utilitzades en l'àmbit de la suplementació esportiva es troben la WP, la caseïna de la llet, la ovoalbúmina, així com proteïnes vegetals derivades dels llegums, principalment de la soja i els pèsols, i de cereals com l'arròs (6). El moment de la ingesta i el tipus de proteïna administrada influeixen directament en la resposta anabòlica, la qual pot variar en funció de la cinètica de digestió i absorció, i del contingut d'aminoàcids. En aquest aspecte, el contingut de leucina d'una proteïna és de particular importància ja que

s'ha demostrat que la leucina activa la iniciació de la traducció i estimula les taxes de proteïnes musculars (7).

D'altra banda, en els darrers anys ha sorgit una preocupació creixent sobre l'impacte ambiental de la producció d'aliments i suplementos nutricionals, augmentant així l'interès per les fonts proteiques d'origen vegetal com alternativa més sostenible a les d'origen animal (8). En aquest sentit, una de les qüestions més debatudes és l'elecció entre proteïnes d'origen animal i proteïnes d'origen vegetal per a optimitzar el rendiment i la recuperació. Les proteïnes animals es consideren d'alt valor biològic, ja que es destaquen per la seva composició completa en aminoàcids essencials i la seva elevada biodisponibilitat, mentre que les proteïnes vegetals solen presentar una menor digestibilitat i un perfil d'aminoàcids incomplet, destacant-ne les deficiències en leucina, lisina i/o metionina (8). No obstant això, la producció de suplementos a partir de proteïnes animals implica un cost econòmic i una càrrega ambiental superiors, fet que ha impulsat la recerca de fonts de proteïnes més sostenibles i respectuoses amb el medi ambient, com les proteïnes d'origen vegetal (9).

Tot i així, alguns estudis recents indiquen que les proteïnes d'origen vegetal poden ser igualment efectives que les d'origen animal en l'augment de la massa muscular. A més, s'ha associat amb beneficis com la recuperació muscular, la reducció de marcadors inflamatoris després de l'exercici i la reducció del risc de patir malalties cròniques (3).

En aquesta revisió s'ha analitzat la WP i la SP, dos tipus de suplementos que han mostrat efectes beneficiosos sobre la funció muscular i el rendiment físic. Ambdós tipus de proteïna són considerades de digestió ràpida en comparació amb altres tipus de proteïnes com la caseïna, però la WP ha demostrat una capacitat superior per a estimular la síntesis proteica muscular gràcies al seu alt contingut en aminoàcids essencials, especialment leucina, i a la seva major biodisponibilitat. A més, totes dues són riques en cisteïna, un aminoàcid implicat en la síntesi de glutatió i amb potencial antioxidant (9).

Els suplementos proteics són, per tant, una ajuda ergogènica molt valuosa per al manteniment d'una bona salut i rendiment físic, particularment en esportistes i persones físicament actives, ja que contribueixen a la reparació i reconstrucció muscular, l'augment energètic, la millora del rendiment i la prevenció de carències nutricionals (10).

En aquesta revisió sistemàtica es pretén analitzar i comparar les propietats, els beneficis i les limitacions de les proteïnes d'origen vegetal i animal, centrant-se específicament en la SP i en la WP, en relació amb el rendiment esportiu i la recuperació muscular, amb l'objectiu de proporcionar una visió clara i actualitzada sobre les seves aplicacions en el context esportiu.

3. Metodologia

La següent revisió bibliogràfica es va dur a terme seguint les recomanacions de les pautes PRISMA 2020 (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta Analysis) (11).

3.1. Criteris d'elegibilitat

Es van incloure en la revisió aquells estudis que complien els següents criteris: (1) els participants eren adults joves sans i humans; (2) els participants eren físicament actius, entrenats regularment o atletes; (3) l'estudi incloïa un disseny d'assignació aleatoritzada dels subjectes als grups o tractaments; (4) es comparaven almenys dues intervencions, de les quals una havia de ser la WP o la SP, i l'altra un placebo o un tractament de control; (5) l'estudi incloïa un protocol d'entrenament de resistència com a part de la intervenció; (6) es mesurava almenys un indicador de funció muscular, com ara força, potència, hipertrofia o recuperació (per exemple la creatinquinasa (CK), dolor muscular d'aparició tardana (DOMS, etc.).

Es van excloure de la revisió aquells estudis que complien algun dels següents criteris: (1) s'hagués aplicat una altra intervenció terapèutica durant el període de recuperació (per exemple massatge, compressió, exercici, teràpia de calor, etc.); (2) presència de comorbiditats en els participants que puguin afectar a la resposta a l'entrenament i la síntesi proteica; (3) dades insuficients per a realitzar un anàlisi i/o per confirmar l'elegibilitat; (4) participants no entrenats, sedentaris o físicament inactius; (5) participants menors d'edat; (6) estudis no clínics, revisions o metaanàlisi.

3.2. Estratègia de cerca i fonts d'informació

Es va realitzar una recerca bibliogràfica exhaustiva informatitzada entre els mesos de desembre del 2024 fins al març del 2025, utilitzant com a fonts principals les bases de dades PubMed i la Cochrane Library.

L'estratègia de cerca es va basar en dues cerques independents, orientades a identificar estudis que incloguessin atletes o persones físicament actives (mitjançant els descriptors "athletes" o "sportspeople"), i que investiguessin els efectes de la suplementació amb proteïna de soja ("soy protein") o proteïna de sèrum ("whey protein"), considerant com a variables d'interès la força muscular ("muscle strength") i la potència muscular ("muscle power").

Per tant, es van utilitzar dues combinacions principals de paraules clau. Per a SP es va utilitzar ("athletes" OR "sportspeople") AND ("soy protein" OR "protein supplement") AND

("muscle strength" OR "muscle power"). Per a la WP es va utilitzar (athletes OR sportspeople) AND ("whey protein" OR "protein supplement") AND ("muscle strength" OR "muscle power").

Per a garantir la qualitat i la rellevància científica dels estudis seleccionats, es van aplicar diversos filtres. En primer lloc, es va establir un interval temporal que inclogués únicament els estudis publicats entre els anys 2017 i 2025. Per altra banda, pel que fa a la tipologia dels estudis, només es van considerar aquells que presentaven un alt nivell d'evidència científica, com ara assajos clínics (clinical trial), metaanàlisis (meta analysis) i revisions sistemàtiques (systematic review).

Finalment, per definir la pregunta d'investigació es va utilitzar la metodologia PICO (població, intervenció, control, outcome /resultats).

La pregunta d'investigació és la següent: Existeixen diferències entre la proteïna vegetal i la proteïna animal en l'efecte sobre l'augment de massa muscular i la força muscular en adults?

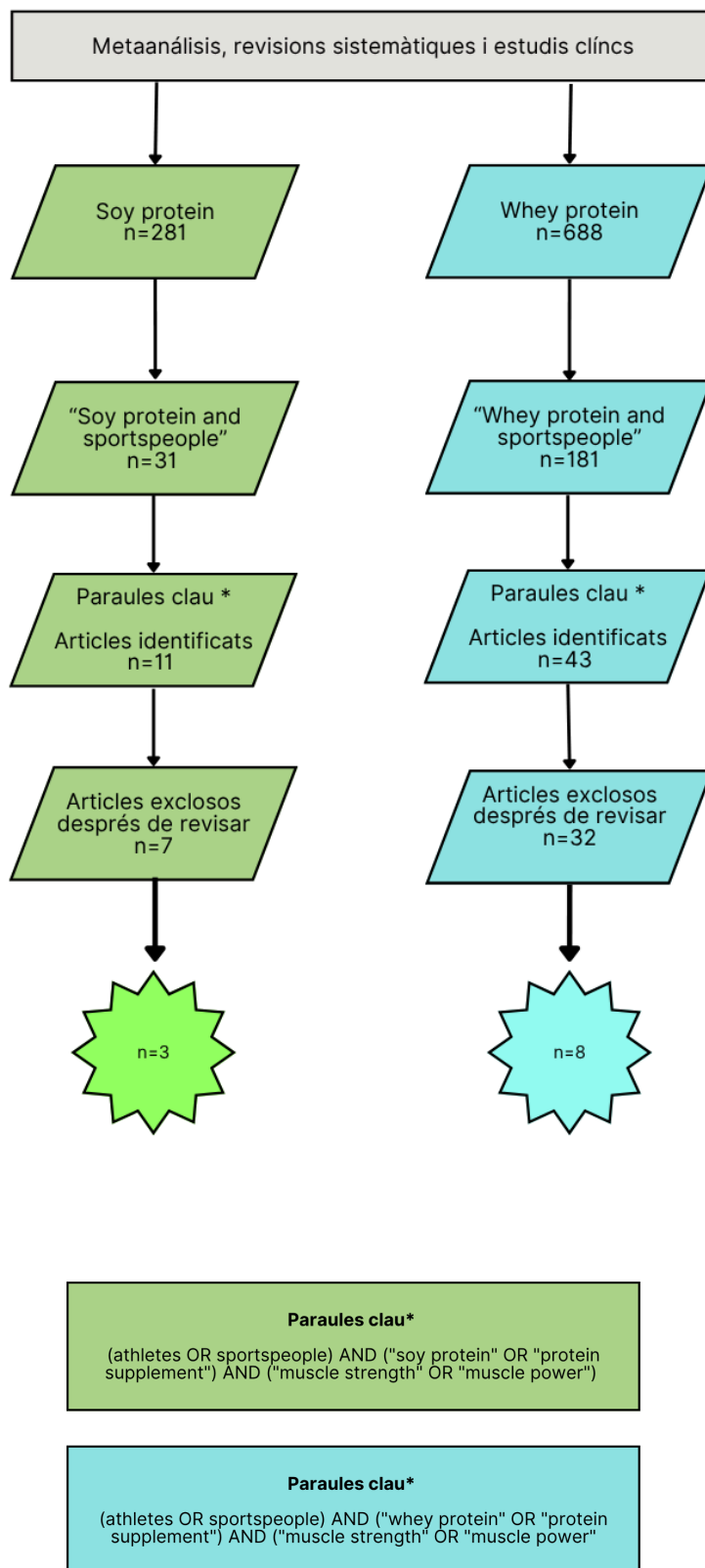
3.3. Selecció d'estudis

Es van dur a terme dues cerques generals inicials. La primera, amb el terme "soy protein", va generar un total de 281 resultats, dels quals es van seleccionar 3 articles; mentre que la segona, amb "whey protein" va produir 688 resultats, dels quals es van seleccionar 8 articles. La descripció d'aquesta selecció està de manera detallada a la Figura 1.

Totes les cerques es van filtrar per tal de ser més actuals e incloure només metaanàlisis, revisions sistemàtiques i estudis clínics i així garantir un alt nivell d'evidència científica.

En resum, la present revisió es va basar en un total d'11 articles científics.

Figura 1.



4. Resultats

En aquest apartat es presenten els resultats obtinguts de l'anàlisi dels estudis inclosos en la revisió bibliogràfica. Aquests resultats s'han classificat segons els principals efectes d'interès associats a la suplementació proteica: funció i recuperació muscular, síntesi de proteïna muscular, i beneficis metabòlics i la resposta antioxidant. Aquesta classificació permet estructurar l'evidència científica disponible i comparar els efectes de la suplementació amb WP i SP.

4.1. Funció muscular i recuperació funcional

Diversos estudis han explorat la capacitat de la WP per millorar la recuperació muscular després de l'exercici. En una revisió sistemàtica de 13 RCTs, Davies *et al.* (2018) van concloure que la suplementació amb WP produeix un efecte positiu de petit a moderat en la recuperació de la funció contràctil muscular, especialment quan s'administra en dosis d'aproximadament 25 g (de 20 g a 120 g) després de l'entrenament. Tot i això, la meitat dels estudis inclosos no van trobar efectes significatius respecte als grups control i cap va evidenciar millores clares en els nivells de creatina quinasa (CK) (12). En canvi, Brown *et al.* (2018) van mostrar que la WP hidrolitzada, en dosis de 140 ml (2 dosis de 70 ml) durant 4 dies després de les lesions musculars pròpies de l'exercici físic (EIMD) en dones físicament actives, minimitza els símptomes del EIMD i millora la recuperació de la funció muscular, la flexibilitat i la força reactiva, a més de reduir els nivells de CK a les 48 hores post-exercici (13). Aquests efectes van ser confirmats per West *et al.* (2017), que amb un estudi a 12 homes joves sans que realitzaven un entrenament de resistència de 2 a 4 cops a la setmana durant almenys 6 mesos i consumien 25 g de WP immediatament després de l'exercici i al matí següent (és a dir, després de 10 hores de recuperació), van observar una millora en la força màxima voluntària i la potència en homes entrenats, així com una reducció del mal muscular (14).

Pel que fa a la SP, Zare *et al.* (2024) amb una revisió de 19 articles van trobar que pot millorar el rendiment físic en individus actius i atletes en exercicis d'alta intensitat i resistència, administrant una suplementació d'entre 10 a 53 g de SP, tot i que els resultats sobre la recuperació funcional van ser més inconsistents (15). En l'estudi de Mobley *et al.* (2025), en el que van participar 75 homes universitaris (és a dir, de 19 a 23 anys), que van ser assignats a ingerir un suplement de placebo de maltodextrina isocalòrica lipídica (N = 15), L-leucina (LEU, N = 14), concentrat de WP (N = 17),

hidrolitzat de WP (N = 14) o concentrat de SP (N = 15) 2 cops al dia durant 12 setmanes d'intervenció d'entrenament. Es va observar que, el grup que consumia 39 g de SP, no va mostrar canvis significatius en força ni rendiment en comparació amb WP i la seva forma hidrolitzada, les quals aportaven 25 g de proteïna per ració (16). A més, Moon *et al.* (2020) amb un estudi a 24 homes sans entrenats que van ser assignats aleatòriament i emparellats segons la massa lliure de greix, van observar que després de 8 setmanes d'entrenament de resistència, tant la suplementació amb 24 g de WP com amb 24 g de proteïna d'arròs, va millorar la força màxima en exercicis com el press de banca i la premsa de cames, sense diferències significatives entre grups (17).

McAdam *et al.* (2018) amb un estudi a 69 homes sans majors de 18 anys que participaven en l'Entrenament d'Ingrés Inicial de l'Exèrcit (IET) van trobar que la suplementació de 2 porcions al dia (una després de l'entrenament físic al matí i l'altra abans d'anar a dormir) amb 38,6 g de WP va produir una millora significativa en el rendiment muscular específic, amb un increment notable en el nombre de flexions realitzades en comparació amb el grup control, tot i que no es van observar diferències en altres proves com abdominals o la cursa de les dues milles (18).

4.2. Síntesi de proteïna muscular (MPS) i adaptacions cel·lulars

Hamarsland *et al.* (2017) van demostrar que tant la WP nativa, obtinguda directament de la llet descremada pasteuritzada, utilitzant filtració en fred i preservant millor l'estructura natural; i la WP regular, obtinguda amb calor y enzims per a separar el sèrum del quall, processos que poden desnaturalitzar les proteïnes; en dosis de 40 g (dividides en 2 presses al dia) són igualment efectives per estimular la MPS postexercici en homes entrenats. No es van trobar diferències significatives en les concentracions plasmàtiques de leucina, insulina o altres marcadors anabòlics entre les dues formes de proteïna. (19)

En l'estudi de Churchward-Venne *et al.* (2019), amb un estudi a 36 homes sans d'entre 20 i 30 anys actius es comparaven els efectes de consumir 20 g de SP, WP i SP enriquida en leucina (SP+LEU) en una beguda (590 ml) després d'un exercici concurrent de resistència, i tot i que la concentració plasmàtica de leucina va ser major en el grup de WP i SP+LEU, no es van trobar diferències significatives en les taxes de síntesi de proteïnes miofibril·lars i mitocondrials (7).

A més, Reidy *et al.* (2017) amb la participació de 54 homes joves sans assignats aleatòriament en 3 grups que consumien 22 g de macronutrients de barreja de SP i làctics (PB, N = 22), aïllat de WP (N = 15) o un placebo isocalòric de maltodextrina (N = 17), van observar que tant la suplementació amb WP com amb una combinació de proteïnes vegetals i làctiques (incloent la soja) incrementava significativament el contingut de cèl·lules satèl·lites, cèl·lules mare musculars essencials en la reparació i creixement del múscul, i el nombre de mio nuclis per fibra, després de l'entrenament de resistència, indicant una major capacitat regenerativa i una resposta anabòlica positiva (20). Aquestes adaptacions cel·lulars podrien tenir un impacte directe en la millora de la massa muscular i el rendiment a llarg termini.

4.3. Composició corporal i hipertrofia muscular

La revisió de Li *et al.* (2020) amb una revisió de 21 estudis va revelar que la WP, combinada amb l'entrenament de resistència, millora significativament la massa magra corporal, especialment en individus sans i menors de 40 anys (21). West *et al.* (2019) amb un estudi a 12 homes joves sans que realitzaven un entrenament de resistència de 2 a 4 cops a la setmana durant almenys 6 mesos, també va confirmar millores en el balanç de nitrogen i composició corporal, quan es consumien 25 g de WP immediatament després de l'exercici i al matí següent (és a dir, després de 10 hores de recuperació) (14). Mobley *et al.* (2025) amb un estudi en el qual van participar 75 homes no entrenats universitaris (és a dir, de 19 a 23 anys) que van ser assignats a ingerir un suplement de placebo de maltodextrina isocalòrica i lipídica (N = 15), L-leucina (LEU, N = 14), concentrat de WP (N = 17), hidrolitzat de WP (N = 14) o concentrat de SP (N = 15) 2 cops al dia durant 12 setmanes d'intervenció d'entrenament, van observar que els grups que consumien WP o WP hidrolitzada van obtenir millores clares en massa magra, força i àrea de secció transversal de fibres musculars, mentre que el grup que consumia soja no va presentar canvis rellevants en aquests paràmetres (16). En aquest sentit, la WP sembla més efectiva per promoure adaptacions estructurals.

A més, Moon *et al.* (2020) amb un estudi a 24 homes sans entrenats que van ser assignats aleatòriament i emparellats segons la massa lliure de greix, van informar que ambdues fonts de proteïna (WP i arròs), consumides diàriament en dosis de 24 g durant 8 setmanes, van millorar la massa lliure de greix de forma similar. No es van observar diferències significatives entre grups, la qual cosa suggereix que, en aquest

context i amb entrenament regular, ambdues poden tenir una eficàcia comparable en la composició corporal (17).

McAdam *et al.* (2018) amb un estudi a 69 homes sans majors de 18 anys que participaven en l'Entrenament d'Ingrés Inicial de l'Exèrcit (IET), van reportar una reducció significativa en la massa grassa corporal en el grup que va rebre 2 porcions al dia (una després de l'entrenament físic del matí i l'altra abans d'anar a dormir) de 38,6 g de WP (N = 34), comparat amb el grup de carbohidrats (N = 35), mentre que no es van observar diferències significatives en la massa lliure de greix (18).

Finalment, Reidy *et al.* (2017) amb la participació de 54 homes joves sans assignats aleatòriament en 3 grups que consumien 22 g de macronutrients de barreja de soja i làctics (N = 22), aïllat de WP (N = 15) o un placebo isocalòric de maltodextrina (N = 17), van confirmar que tant la WP com la combinació amb SP (PB) generen augments significatius en la massa muscular magra i la força màxima (1 - RM), així com un increment en l'àrea secció transversal de les fibres tipus IIa (20).

4.4. Beneficis metabòlics i resposta antioxidant

Zare *et al.* (2024) amb una revisió de 19 articles van destacar que la suplementació d'entre 10 a 53 g de SP a individus físicament actius i atletes ofereix certs beneficis metabòlics, com la reducció de triglicèrids i altres biomarcadors. També, es destaca l'augment de l'activitat d'enzims antioxidants com la superòxid-dismutasa i el glutatió peroxidasa. Aquestes propietats podrien ser rellevants per a la salut general de l'esportista tot i que no afectin directament la força o la hipertròfia muscular. En canvi, aquests efectes respecte a els beneficis metabòlics i antioxidants no han estat àmpliament descrits en els resultats de WP (15).

	Estudi	Subjectes	Disseny	QA	Exercicis	Càrrega	Suplementació + Dosi + Temps	Resultats
1	Davies et al. (2018)	Variable	Revisió sistemàtica de RCTs	Mitjana	Excèntric intens	Variable	Aproximadament 25 g de WP (de 20 g a 120 g) post-entrenament	Augment funció contràctil (parcial), CK sense canvis
2	Hamarsland et al. (2017)	Homes entrenats	Assaig clínic aleatoritzat	Alta	Força - Tren inferior	Pes elevat	40 g de WP nativa, WP regular/immediat + 2h	Augment MPS (efectiu ambdues formes WP)
3	Brown et al. (2018)	Dones físicament actives	Assaig controlat	Mitjana	Sprints repetits	Alta intensitat	140 ml (2 dosis de 70 ml) de WP hidrolitzada/ 4 dies post-entrenament	Augment flexibilitat, força reactiva, ↓ CK
4	West et al. (2019)	12 homes joves sans entrenats	Assaig creuat, doble cec	Alta	Resistència	Moderada	25 g de WP post-exercici + matí següent	Augment força i potència, ↓ CK
5	Li et al. (2020)	Individus sans i menors de 40 anys	Metaanàlisis	Alta	Força general	Variable	WP/Variable	Augment massa magra i força
6	Reidy et al. (2017)	54 homes joves sans assignats en 3 grups	Assaig aleatoritzat	Alta	Força	Progressiva	22 g SP i làctics/ 22 g aïllat de WP/ 22 g placebo isocalòric de maltodextrina	Augment massa magra, cèl·lules satèl·lit i mio nuclis per fibra
7	Churchward et al. (2020)	36 homes actius (20-30 anys)	Assaig aleatoritzat	Alta	Concurrent	Mixta	20 g WP vs. 20 g SP vs. 20 g SP+LEU	No diferències en síntesi de proteïna miofibril·lars i mitocondrials
8	Mobley et al. (2025)	75 homes no entrenats universitaris	Assaig aleatoritzat	Mitjana	Resistència	Estàndard	Placebo de maltodextrina, L-Leucina, concentrat de WP, WP hidrolitzada i concentrat de SP 2 cops al dia durant 12 setmanes	Augment força i massa magra amb WP/WP hidrolitzada, concentrat de SP sense canvis

9	Moon et al. (2020)	24 homes sans entrenats	Assaig aleatoritzat	Alta	Resistència	8 setmanes	24 g de WP i de proteïna d'arròs durant 8 setmanes	Augment força i massa lliure de greix (similar WP/SP)
10	McAdam et al. (2018)	69 homes sans adults del IET	Assaig doble cec, aleatoritzat	Alta	Entrenament militar	8 setmanes IET	38,6 g de WP post-exercici i abans de dormir	↓ massa grassa i ↑ força (flexions)
11	Zare et al. (2024)	Individus actius i atletes	Revisió sistemàtica de RCTs	Alta	Resistència i alta intensitat	Variable	Entre 10 i 53 g de SP a i durada variable segons estudi	Augment massa i força (variable), ↓ TG, ↑ antioxidants

5. Discussió

Els resultats d'aquesta revisió sistemàtica mostren que la suplementació amb WP té una eficàcia consistent i ben documentada en la millora de la recuperació muscular, la força i la composició corporal en individus sans, especialment si es combina amb entrenament de resistència. La WP és eficaç tant en la reducció del dany muscular, com en l'estimulació de la MPS i l'augment de massa magra i força. Aquestes observacions es donen principalment pel perfil aminoàcid ric en leucina de la WP, aquest actua com a senyal per a l'activació de la via mTOR, una via de senyalització cel·lular que regula processos essencials per a la reparació i creixement muscular.

Aquestes evidències han estat confirmades en estudis recents com el de McAdam *et al.* (2018), on la suplementació amb WP durant un programa d'entrenament militar va provocar una reducció significativa del percentatge de greix corporal i una millora en el rendiment muscular específic (19). Això demostra que, fins i tot en contextos d'alta exigència física, la WP pot afavorir una composició corporal més òptima. De manera similar, Reidy *et al.* (2017) van demostrar que la suplementació amb WP, combinada amb un entrenament de força de 12 setmanes, no només ajudava a augmentar la massa magra, sinó que també augmentava la mida de les fibres musculars tipus II, responsables de la força i la potència, i el nombre de nuclis dins de cada fibra, indicant un increment de l'anabolisme i la regeneració muscular. Aquestes adaptacions van ser superiors a les del grup placebo, i lleugerament més grans que les aconseguides amb barreja de proteïnes vegetals i lactis (21). A més, Moon *et al.* (2020) van mostrar que, en homes entrenats, tant la WP com la proteïna d'arròs, comparada com a alternativa vegetal, van produir millores similars en la composició corporal i el rendiment, suggerint que fonts vegetals poden ser eficaces en condicions d'entrenament estructurat i amb una dosi adequada (18).

En canvi, els efectes de la SP han mostrat resultats més heterogenis. Tot i que hi ha estudis apunten que pot generar adaptacions musculars similars a la suplementació amb WP quan es consumeix de manera suficient i en combinació amb entrenament de resistència, la majoria d'estudis de comparació suggereixen una eficàcia inferior, especialment pel que fa a la força i la hipertrofia. Això podria atribuir-se al menor contingut en leucina i una menor biodisponibilitat de la SP. No obstant això, la soja presenta avantatges potencials, com la seva capacitat antioxidant i els beneficis metabòlics associats, com ara la reducció de lípids en sang i l'activació d'enzims protectors, aspectes rellevants per a la salut general de l'esportista. Els resultats també indiquen que la resposta a la suplementació pot estar influïda per variables com el sexe, l'estat d'entrenament i l'edat. Per exemple, els beneficis de la WP són

més evidents en individus menors de 40 anys, segons l'anàlisi de Li *et al.* (2020) (22), mentre que l'eficàcia de la soja sembla ser més variable i pot requerir una suplementació amb leucina per igualar la resposta anabòlica de la WP (5).

Pel que fa a les limitacions de l'estudi, a nivell metodològic, cal destacar que la qualitat dels estudis revisats és generalment alta, però existeix certa heterogeneïtat pel que fa als protocols d'entrenament, les dosis de suplementació, el moment d'ingesta i la intensitat dels exercicis, fet que pot explicar la variabilitat dels resultats. En segon lloc, la majoria dels estudis s'han realitzat en homes joves i sans, la qual cosa limita la generalització dels resultats a altres poblacions com dones o esportistes recreatius. A més, els estudis sobre la SP són menys abundants i, en alguns casos, no són gaire sòlids, amb mostres petites o intervencions molt curtes. Per últim, també cal tenir en compte que no tots els estudis fan un control de manera precisa de la ingesta total d'aliments ni del contingut exacte d'aminoàcids com la leucina, important per entendre les diferències entre les fonts.

6. Conclusions

Els resultats d'aquesta revisió sistemàtica posen de manifest que la WP és una de les fonts proteiques més efectives per a millorar la recuperació muscular i el rendiment en l'entrenament de resistència. La seva composició rica en leucina, elevada biodisponibilitat i la seva capacitat per estimular la síntesi de proteïnes musculars fan que sigui una opció eficaç per a millorar la força, la hipertrofia i la funcionalitat muscular postexercici.

En comparació, la SP pot proporcionar beneficis en determinades condicions, però de forma menys consistent. Tot i que ha mostrat efectes positius en la composició corporal i la força quan es combina amb un entrenament adequat, la seva eficàcia sembla ser inferior a la de la WP, especialment quan no es complementa amb leucina. No obstant això, la soja aporta beneficis addicionals com efectes antioxidants i metabòlics, fet que resulta rellevant per a persones vegetarianes o amb necessitats dietètiques específiques.

En resum, la WP es presenta com una font proteica consistentment eficaç en la millora de la força, la composició corporal i la recuperació muscular després de l'entrenament de resistència. La SP, malgrat mostrar alguns beneficis, pot requerir estratègies addicionals, com l'enriquiment amb leucina, per assolir els mateixos efectes, i la seva utilització pot estar més justificada per motius dietètics, ètics o metabòlics que no pas per un avantatge fisiològic clar en el context del rendiment esportiu.

Finalment, es recomana que es realitzin més futures investigacions, especialment sobre els efectes de la SP i que, aquestes, incorporin mostres més àmplies i controls nutricionals més

precisos per tal de treure conclusions més sòlides sobre les diferències entre les dues fonts de proteïna en situacions d'entrenament reals.

7. Futures línies de recerca

Per entendre millor quina proteïna és més eficient, caldria fer estudis a llarg termini que comparin directament la WP i la SP, en condicions d'entrenament controlades i amb persones de diferents sexes i nivells de forma física. També seria interessant veure què passa quan es fan servir dosis semblants de leucina, ja sigui afegint-ne o combinant fonts, per saber si la proteïna vegetal pot arribar a tenir el mateix efecte anabòlic que l'animal. A més, seria important estudiar amb més profunditat com afecta la soja al cos en general, com el seu efecte antioxidant, hormonal o metabòlic, i quin paper pot jugar en la recuperació i la salut a llarg termini dels esportistes. Finalment, també seria necessari mirar quins són els impactes ambientals i econòmics d'utilitzar diferents tipus de proteïna en l'àmbit esportiu, per avançar cap a opcions més sostenibles sense perdre rendiment.

8. Aplicacions pràctiques

Els resultats d'aquest treball poden ser útils per a esportistes, entrenadors i professionals de la nutrició esportiva. En primer lloc, es confirma que la WP és una opció segura i eficaç per ajudar en la recuperació muscular, afavorir la síntesi de proteïnes i millorar la força i la composició corporal. Per això, és especialment recomanable en etapes d'entrenaments intensos, programes d'hipertròfia o durant la recuperació després de sessions exigents. Tot i això, la SP pot ser una bona alternativa per a esportistes que segueixen una dieta vegetal o volen opcions més sostenibles, sempre que se n'ingereixin les quantitats adequades i, si cal, es complementi amb leucina o es combini amb altres fonts. Finalment, aquest estudi confirma la importància de planificar bé la nutrició de forma personalitzada, tenint en compte no només el tipus de proteïna, sinó també l'entrenament, els objectius i les preferències de cada persona.

9. Bibliografía

1. Reljic D, Zieseniss N, Herrmann HJ, Neurath MF, Zopf Y. Protein Supplementation Increases Adaptations to Low-Volume, Intra-Session Concurrent Training in Untrained Healthy Adults: A Double-Blind, Placebo-Controlled, Randomized Trial. *Nutrients*. 2024;16(16):2713. doi:10.3390/nu16162713
2. Caballero-García A, Córdova-Martínez A. Muscle Recovery and Nutrition. *Nutrients*. 2022;14(12):2416. doi:10.3390/nu14122416
3. Nieman DC, Zwetsloot KA, Simonson AJ, et al. Effects of Whey and Pea Protein Supplementation on Post-Eccentric Exercise Muscle Damage: A Randomized Trial. *Nutrients*. 2020;12(8):2382. doi:10.3390/nu12082382
4. Byrne C, Eston R. The effect of exercise-induced muscle damage on isometric and dynamic knee extensor strength and vertical jump performance. *J Sports Sci*. 2002;20(5):417-425. doi:10.1080/026404102317366672
5. Pearson AG, Hind K, Macnaughton LS. The impact of dietary protein supplementation on recovery from resistance exercise-induced muscle damage: A systematic review with meta-analysis. *Eur J Clin Nutr*. 2023;77(8):767-783. doi:10.1038/s41430-022-01250-y
6. Cintineo HP, Arent MA, Antonio J, Arent SM. Effects of Protein Supplementation on Performance and Recovery in Resistance and Endurance Training. *Front Nutr*. 2018;5:83. doi:10.3389/fnut.2018.00083
7. Churchward-Venne TA, Pinckaers PJM, Smeets JSJ, et al. Myofibrillar and Mitochondrial Protein Synthesis Rates Do Not Differ in Young Men Following the Ingestion of Carbohydrate with Whey, Soy, or Leucine-Enriched Soy Protein after Concurrent Resistance- and Endurance-Type Exercise. *J Nutr*. 2019;149(2):210-220. doi:10.1093/jn/nxy251
8. Pinckaers PJM, Hendriks FK, Hermans WJH, et al. Potato Protein Ingestion Increases Muscle Protein Synthesis Rates at Rest and during Recovery from Exercise in Humans. *Med Sci Sports Exerc*. 2022;54(9):1572-1581. doi:10.1249/MSS.0000000000002937
9. Kritikos S, Papanikolaou K, Draganidis D, et al. Effect of whey vs. soy protein supplementation on recovery kinetics following speed endurance training in competitive male soccer players: a randomized controlled trial. *J Int Soc Sports Nutr*. 2021;18(1):23. doi:10.1186/s12970-021-00420-w
10. Rodriguez-Lopez P, Rueda-Robles A, Sánchez-Rodríguez L, et al. Analysis and Screening of Commercialized Protein Supplements for Sports Practice. *Foods*. 2022;11(21):3500. doi:10.3390/foods11213500

11. Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, et al. Declaración PRISMA 2020: una guía actualizada para la publicación de revisiones sistemáticas. *Rev Esp Cardiol.* 2021;74(9):790-799. doi:10.1016/j.recesp.2021.06.016.
12. Davies RW, Carson BP, Jakeman PM. The Effect of Whey Protein Supplementation on the Temporal Recovery of Muscle Function Following Resistance Training: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Nutrients.* 2018;10(2):221. doi:10.3390/nu10020221
13. Brown MA, Stevenson EJ, Howatson G. Whey protein hydrolysate supplementation accelerates recovery from exercise-induced muscle damage in females. *Appl Physiol Nutr Metab.* 2018;43(4):324-330. doi:10.1139/apnm-2017-0412
14. West DWD, Abou Sawan S, Mazzulla M, Williamson E, Moore DR. Whey Protein Supplementation Enhances Whole Body Protein Metabolism and Performance Recovery after Resistance Exercise: A Double-Blind Crossover Study. *Nutrients.* 2017;9(7):735. doi:10.3390/nu9070735
15. Zare R, Devrim-Lanpir A, Guazzotti S, et al. Effect of Soy Protein Supplementation on Muscle Adaptations, Metabolic and Antioxidant Status, Hormonal Response, and Exercise Performance of Active Individuals and Athletes: A Systematic Review of Randomised Controlled Trials. *Sports Med.* 2023;53(12):2417-2446. doi:10.1007/s40279-023-01899-w
16. Mobley CB, Haun CT, Roberson PA, et al. Effects of Whey, Soy or Leucine Supplementation with 12 Weeks of Resistance Training on Strength, Body Composition, and Skeletal Muscle and Adipose Tissue Histological Attributes in College-Aged Males. *Nutrients.* 2017;9(9):972. doi:10.3390/nu9090972
17. Moon JM, Ratliff KM, Blumkaitis JC, et al. Effects of daily 24-gram doses of rice or whey protein on resistance training adaptations in trained males. *J Int Soc Sports Nutr.* 2020;17(1):60. doi:10.1186/s12970-020-00394-1
18. McAdam JS, McGinnis KD, Beck DT, et al. Effect of Whey Protein Supplementation on Physical Performance and Body Composition in Army Initial Entry Training Soldiers. *Nutrients.* 2018;10(9):1248. doi:10.3390/nu10091248
19. Hamarsland H, Nordengen AL, Nyvik Aas S, et al. Native whey protein with high levels of leucine results in similar post-exercise muscular anabolic responses as regular whey protein: a randomized controlled trial. *J Int Soc Sports Nutr.* 2017;14:43. doi:10.1186/s12970-017-0202-y
20. Reidy PT, Fry CS, Igbini S, et al. Protein Supplementation Does Not Affect Myogenic Adaptations to Resistance Training. *Med Sci Sports Exerc.* 2017;49(6):1197-1208. doi:10.1249/MSS.0000000000001224

21. Li M , Liu F . Effect of whey protein supplementation during resistance training sessions on body mass and muscular strength: a meta-analysis. *Food Funct.* 2019;10(5):2766-2773. doi:10.1039/c9fo00182d