

Universidad de Pamplona
Facultad de Ciencias de la Educación
Maestría en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte



EFEECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN CON NÉCTAR DE REMOLACHA SOBRE LA PRESIÓN ARTERIAL, POTENCIA AERÓBICA Y FUERZA MÁXIMA EN JÓVENES UNIVERSITARIOS ENTRE 19 Y 25 AÑOS

Trabajo de investigación para optar el título de magister

Andrea Carolina Ortiz Pimienta

Código 60268149

Tutores

Fernando Cote Mogollón

Amanda Lucía Chaparro García

Pamplona – Colombia

Febrero de 2019

Universidad de Pamplona
Facultad de Ciencias de la Educación
Maestría en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte

**EFEECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN CON NÉCTAR
DE REMOLACHA SOBRE LA PRESIÓN ARTERIAL,
POTENCIA AERÓBICA Y FUERZA MÁXIMA EN
JÓVENES UNIVERSITARIOS ENTRE 19 Y 25 AÑOS**

Trabajo de investigación para optar el Grado Académico de Magister

Andrea Carolina Ortiz Pimienta
Código 60268149

Pamplona – Colombia
Febrero de 2019

**EFEECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN CON NÉCTAR
DE REMOLACHA SOBRE LA PRESIÓN ARTERIAL,
POTENCIA AERÓBICA Y FUERZA MÁXIMA EN
JÓVENES UNIVERSITARIOS ENTRE 19 Y 25 AÑOS**

TABLA DE CONTENIDO

	Pág
Introducción	9
Capítulo I. El problema	10
1.1 Descripción del problema	10
1.2 Planteamiento del problema	13
1.3 Justificación	25
1.4 Pregunta de investigación	30
1.5 Objetivos	30
Capítulo II. Marco Teórico	31
2.1 Marco Conceptual	31
2.2 Estado del arte	42
2.3 Planteamiento de hipótesis	50
Capítulo III. Marco Metodológico	51
3.1 Enfoque Epistemológico	51
3.2 Enfoque Metodológico	52
3.3 Materiales y equipos	58
3.4 Sujetos	58
3.4.1 Informe de consentimiento informado	59
3.5 Variables del estudio	59
3.6 Análisis estadístico y tratamiento de datos	60
Capítulo IV. Resultados	61
4.1 Resultados Características básicas	61
4.2 Resultados Pruebas de Fuerza	61
4.3 Resultados pruebas potencia aeróbica	64
4.4 Resultados valores de Presión Arterial	65
Capítulo V. Discusión y conclusiones	67
Consideraciones Adicionales	73
Referencias	77
Anexos	89

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág
Tabla 2.1 Valores potencia aeróbica según el sexo, entre los 20 – 29 años	33
Tabla 2.2 Valores fuerza máxima según el sexo, entre los 20 – 29 años	34
Tabla 3.1 Operacionalización de variables del estudio	59
Tabla 4.1 Características básicas de los participantes del estudio	61
Tabla 4.2 Resultados ANOVA para prueba de fuerza máxima en Press Banco	62
Tabla 4.3 Resultados ANOVA para pruebas de fuerza máxima en Press Pierna	63
Tabla 4.4 Resultados de ANOVA para prueba de potencia aeróbica	64
Tabla 4.5 Resultados de ANOVA para la presión arterial antes y después	66

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág
Figura 2.1 Principales compuestos bioactivos de la remolacha	36
Figura 2.2 Vía exógena de formación de NO	38
Figura 2.3 Principales vías de producción de óxido nítrico	40

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág
Anexo 1: Muestras de remolacha procesadas y congeladas	90
Anexo 2: Triplicado de extractos de remolacha diluidos en 10ml de agua destilada y calentamiento a 100 °C	90
Anexo 3: Muestras para determinación de nitrato en remolacha, para formar el complejo y posterior análisis por espectrometría UV-Vis	91
Anexo 4: Diluciones de N-NO ₃ ⁻ después de formar el complejo nitrito de ácido salicílico. Amarillo es su color característico en medio alcalino, pH>12	91
Anexo 5: Diluciones preparadas en medio básico después de realizar la digestión ácida con ácido salicílico en [H ₂ SO ₄] al 5%	92
Anexo 6: Volumen de muestras tomadas para las diluciones con NaNO ₂ , en la obtención de nitritos	92
Anexo 7: Diluciones y formación de complejo Ácido- α -naftilamino-p-azobenceno-p-sulfónico, después de 15 min de digestión	93
Anexo 8: Muestras dispuestas en celdas de cuarzo y corridas en espectrofotómetro Shimadzu serie UV- Vis 2401 PC	93
Anexo 9: Formato de diario de campo	94
Anexo 10: Toma del jugo de remolacha por los participantes	95
Anexo 11: Toma de presión arterial a los participantes	96
Anexo 12: Toma de peso y talla a los participantes	97
Anexo 13: Pruebas de fuerza máxima y de consumo de oxígeno en cicloergómetro	98
Anexo 14: Formato de consentimiento informado	99
Anexo 15: Formato de percepción sensorial y percepción de cambios tras el consumo del néctar de remolacha	100

INTRODUCCIÓN

La hipertensión arterial es una enfermedad común que se ha convertido en una pandemia durante varios años. Es el principal factor de riesgo atribuido a muchas muertes en los países de ingresos altos, y la segunda, después del tabaco, en los países de ingresos medios y bajos. Algunos factores comportamentales como el excesivo consumo de sodio, el alto consumo de bebidas alcohólicas, la baja ingesta de frutas y verduras, y un estilo de vida sedentario, podrían aumentar la prevalencia de hipertensión arterial. Incluso la deficiencia de algunas vitaminas (ácido fólico, riboflavina, vitaminas C y D), podría ser considerada como factor de riesgo para el desarrollo de esta enfermedad no transmisible. Las intervenciones no farmacológicas (dieta, actividad física y meditación), han demostrado ser más eficaces en la reducción de la presión arterial que el manejo farmacológico.

Por otra parte, se ha demostrado que el nitrato (NO_3^-) dietético tiene una variedad de efectos vasculares beneficiosos, que incluyen reducir la presión arterial, inhibir la agregación plaquetaria, preservar o mejorar la disfunción endotelial, y mejorar el rendimiento del ejercicio en individuos sanos y pacientes con enfermedad arterial periférica. Por tal motivo, la investigación realizada pretendió generar, a través de la suplementación dietaria con néctar de remolacha, una herramienta de persuasión que facilite la adopción de hábitos saludables en población adulta joven y además, que pueda lograr beneficios para la salud como una posible disminución del riesgo de sufrir hipertensión arterial, mejorar el consumo de oxígeno, la fuerza máxima, la sensación digestiva, la vitalidad y el estado de salud en general.

CAPÍTULO I: EL PROBLEMA

1.1 Descripción del problema

La principal causa de enfermedad y muerte en el mundo y en Colombia son las enfermedades no transmisibles (ENT), las cuales causan más de 40 millones de muertes cada año, lo que equivale al 70% de las muertes que se producen en el mundo y el 76% de la morbilidad en Colombia (Castañeda, Segura, & Parra, 2018). Las enfermedades cardiovasculares (ECV) constituyen la mayoría de las muertes por ENT (17,7 millones cada año), seguidas del cáncer (8,8 millones), enfermedades respiratorias (3,9 millones) y la diabetes (1,6 millones). Estos cuatro grupos de enfermedades son responsables de más del 80% de todas las muertes prematuras por ENT (OMS, 2014a). Por otra parte, según la Organización Mundial de la Salud (OMS), la hipertensión arterial es el principal factor de riesgo para padecer y morir como consecuencia de un evento cardiovascular de forma prematura y es la segunda causa de discapacidad en el mundo. También es la principal causante de la enfermedad isquémica cardíaca y del accidente cerebrovascular. Entre el 20% y 35% de la población adulta de América Latina y el Caribe tiene hipertensión, las cifras siguen aumentando en los últimos años y muchos de quienes la padecen desconocen su condición. De acuerdo con un estudio en cuatro países de Sudamérica (Argentina, Chile, Colombia y Brasil), apenas el 57.1% de la población adulta que se estima con presión arterial alta sabe que padece la enfermedad, lo que contribuye al bajo nivel de control poblacional: sólo 18.8% de los hipertensos adultos en estos cuatro países tiene la presión arterial controlada (OMS, 2014a).

La elevada prevalencia de estas ENT está relacionada de manera amplia con factores de riesgo del comportamiento, tales como una dieta no saludable (entendida como la ingesta elevada de grasas saturadas, sal, azúcares y dulces y un consumo insuficiente de frutas y verduras), la inactividad física, el tabaquismo y el consumo abusivo de alcohol (Vera Rey & Hernández, 2013).

La alimentación, como factor estructural, ha presentado en las últimas décadas modificaciones en sus patrones, asociadas a las transformaciones sociales y demográficas que han sustituido la alimentación tradicional, basada en su mayor parte en alimentos de origen vegetal (cereales integrales, frutas, verduras de hoja, raíces y tubérculos, legumbres, frutos oleaginosos) por alimentos de alta densidad energética que además son elaborados en complejos procesos industrializados. Así mismo, es sabido que la población mundial consume niveles de sal mucho más elevados que los recomendados para la prevención de enfermedades. Lo anterior constituye en conjunto un factor de riesgo para el desarrollo de ENT como HTA, hiperglucemia, hiperlipidemia, sobrepeso u obesidad, ECV, cáncer y diabetes mellitus tipo II (Vera Rey & Hernández, 2013).

Las recomendaciones dietéticas en todo el mundo enfatizan el consumo de frutas y verduras como una estrategia, porque además de su contenido en macro, micronutrientes y fibra, contienen compuestos fitoquímicos que se destacan por sus propiedades antioxidantes (González, García, Sánchez, & Tuñón, 2010). Distintos estudios epidemiológicos han evidenciado el papel que tienen estas sustancias en la prevención de las enfermedades cardiovasculares, neurodegenerativas y el cáncer (Cruz, 2013) (Huang, 2015). Debido al claro beneficio para la salud, la OMS recomendó en 2003 un consumo diario de al menos 400g entre frutas y verduras (peso neto) en adultos, que después de su revisión en 2005 incrementó a 600g como objetivos de salud pública (Lock, 2005). Existe consenso mundial en recomendar el consumo diario de al menos cinco porciones entre frutas y verduras en crudo (una porción = 140-150g) (OMS, 2015).

Además, y en coexistencia con los patrones de alimentación modernos expuestos anteriormente, se suma el auge en el consumo de suplementos dietarios en la población en general, el cual está influenciado por el sexo, nivel educativo, edad y el estado de percepción de salud (Mejía, 2008). La utilización de estos suplementos se justifica por las funciones que se les atribuyen; suelen estar acompañados de una publicidad que los presenta como un medio factible para mejorar la salud, disminuir el peso corporal o evitar el envejecimiento, mostrándolos ante los posibles consumidores como productos «milagrosos». Estos suplementos son utilizados con la intención de incrementar el rendimiento, pero pueden ser

potencialmente peligrosos para la salud, ya que su uso se basa muchas veces, en supuestos beneficios con un escaso o nulo apoyo científico (Jorquera, 2016).

Por otra parte, se ha comprobado que la actividad física regular ayuda a prevenir y tratar las ENT, pero el progreso global para aumentarla ha sido lento en gran parte debido a la falta de conciencia e inversión. En todo el mundo, 1 de cada 4 adultos y 3 de cada 4 adolescentes (entre 11 y 17 años), es decir, el 23% de los adultos y el 81% de los adolescentes, actualmente no cumple con las recomendaciones globales de actividad física establecidas por la OMS (WHO, 2018). Existe evidencia de que, a medida que los países se desarrollan económicamente los niveles de inactividad aumentan. En algunos países, los niveles de inactividad pueden llegar al 70% debido a los cambios en los patrones de transporte, el mayor uso de la tecnología y la urbanización. También están influenciados por los valores culturales y en la mayoría de los países, las niñas, las mujeres, los adultos mayores, los grupos desfavorecidos, las personas con discapacidades y enfermedades crónicas tienen menos oportunidades de acceder a programas y lugares seguros, asequibles y apropiados en los que puedan mantenerse físicamente activos (WHO, 2018).

El costo global de la inactividad física se estimó en US\$ 54 mil millones por año en atención médica directa, en 2013, con un adicional de US\$ 14 mil millones atribuible a la pérdida de productividad (WHO, 2018). A pesar de ello, los adultos jóvenes (de 18 a 25 años) están insuficientemente representados en las investigaciones en salud y se sabe poco sobre cómo llegar e involucrarlos en las intervenciones de estilos de vida (Ashton, 2017). Se sabe que este grupo poblacional no cumple con las pautas recomendadas para la actividad física (AF) y las conductas alimentarias (Hallal, y otros, 2012). Durante la edad adulta, la mala alimentación y la inactividad física pueden contribuir a riesgos de salud inmediatos, como el aumento de peso y problemas psicosociales adversos (Borojevic, 2016) (Ashton, 2017). La mala dieta y la inactividad en la adultez joven frecuentemente persisten en la edad adulta media y avanzada (Spring, y otros, 2014), influyendo en el riesgo de enfermedades crónicas en etapas posteriores de la vida incluyendo enfermedades cardiovasculares, hipertensión y

diabetes tipo 2 (Liu, y otros, 2012). Como resultado, la edad adulta joven es un período clave para establecer conductas individuales de promoción de la salud.

Adicionalmente, si se analizan algunas variables de la condición física en este grupo poblacional, las investigaciones son bastante similares. En un estudio realizado en Estados Unidos se evaluó la capacidad aeróbica a 294 estudiantes universitarios, obteniendo un valor promedio para hombres y mujeres de $VO_{2m\acute{a}x} = 38,9$ ml/Kg/min (Loflin, 2014) (Valero, 2018). De igual manera en el estudio de (López, 2013), realizado en España a 275 estudiantes universitarios con edades comprendidas entre los 18 y 30 años, se evidenció un $VO_{2m\acute{a}x} = 39$ ml/Kg/min en promedio para hombres y $VO_{2m\acute{a}x} = 29,7$ ml/Kg/min en promedio para mujeres, siendo el valor de $VO_{2m\acute{a}x}$ significativamente menor para los individuos que no realizaron al menos 20 minutos o más por semana de actividad física vigorosa. Además, el $VO_{2m\acute{a}x}$ y la fuerza muscular estuvieron asociados negativamente con el riesgo metabólico, y 20 min/semana de actividad física vigorosa se asoció con un menor riesgo cardiometabólico. En otro estudio realizado en la Universidad de Colima en México, en más de 850 estudiantes con edades entre 20 y 24 años, se presentaron bajos niveles de condición física en estos adultos jóvenes; alrededor de un 53% de la población se llegó a catalogar con bajos estándares en su composición corporal, un 23% se catalogó con problemas en la fuerza y flexibilidad muscular y un 24% presentó una resistencia cardiorrespiratoria en niveles promedio. En Colombia, en una investigación realizada en 204 universitarios del departamento de Boyacá, se evaluaron los componentes fitness relacionados con la salud: capacidad aeróbica, fuerza muscular, flexibilidad y composición corporal, donde el 67,5% de los participantes se clasificó con normopeso, la fuerza muscular prensil fue en promedio 30kg, el 85% de las mujeres y el 81,8% de los hombres en la evaluación de la capacidad aeróbica se clasificaron en el rango muy malo, según la clasificación del Colegio Americano de Medicina del Deporte- ACSM (Pérez, 2016). De igual manera, la investigación realizada por (Pereira, Bravo, Flores, Flores, Herrera, & Santamaría, 2018), comparó la capacidad aeróbica y la respuesta cardiopulmonar de jóvenes universitarios de Puebla (México) frente a universitarios de Cúcuta (Colombia). Los resultados mostraron que el 56% de los participantes tuvieron un índice de masa corporal (IMC) de normopeso; 9,5% bajo peso, 26%

sobrepeso y 8,5% obesidad. Respecto a la circunferencia abdominal se encontró $93,73 \pm 11,84$ cm y $81,37 \pm 12,20$ cm para universitarios mexicanos y colombianos respectivamente. El $VO_{2\text{máx}}$ en los universitarios mexicanos fue 34.7 ml/Kg/min y en los universitarios colombianos fue de 32.9 ml/Kg/min, teniendo ambos grupos una capacidad aeróbica por debajo de la clasificación de Bueno u Excelente.

De igual manera, al analizar la fuerza máxima en esta población se ha reportado en universitarios mexicanos un valor de 1RM pecho de 41,92kg (0,57) y 1RM cuádriceps de 69,47kg (0,95) en hombres, y para las mujeres 1RM pecho de 25,28kg (0,41) y 1RM cuádriceps de 56,06kg (0,92), teniendo ambos sexos una clasificación de Muy Malo según el ACSM (Gómez, Hernández, Marín, & Rivera, 2015).

Es así que la mejora de la dieta y la promoción de la actividad física representan una oportunidad única para reducir sustancialmente la mortalidad y la carga de morbilidad mundiales. En el 2004 la OMS adoptó la "Estrategia mundial sobre régimen alimentario, actividad física y salud", cuyo objetivo principal era reducir los factores de riesgo de ENT asociados a las dietas malsanas y a la inactividad física a través de medidas de salud pública (OMS, 2014b), y en el 2018 enfatiza en su deseo de promover la práctica de actividad física en el mundo a través del "Plan de Acción Global Sobre Actividad Física 2018-2030: Gente más activa para un mundo más saludable", cuyo objetivo principal es reducir la inactividad física en adultos y adolescentes en un 15% para 2030 (WHO, 2018).

De esta manera, es clara la relación que se establece entre: el cambio de patrones dietarios tradicionales por alimentos más procesados y refinados; el auge en el desarrollo y la utilización de suplementos dietarios que prometen resultados asombrosos o incluso compensar los malos patrones de alimentación; el crecimiento progresivo de la inactividad física y la mala condición física, en el aumento del riesgo de la población a padecer ENT.

1.2 Planteamiento del problema

Las ENT afectan a todos los grupos de edad y a todas las regiones y países. Se suelen asociar a los grupos de edad más avanzada, pero los datos muestran que 15 millones de todas las muertes atribuidas a las ENT se producen entre los 30 y los 69 años de edad. Más del 80% de estas muertes “prematuras” ocurren en países de ingresos bajos y medianos. Niños, adultos y ancianos son todos ellos vulnerables a los factores de riesgo que favorecen las ENT, como las dietas malsanas, la inactividad física, la exposición al humo del tabaco o el uso nocivo del alcohol (OMS, 2014a). En Colombia, las ENT son la principal causa de mortalidad en personas mayores de 45 años, con una carga de enfermedad de 20,5 años de vida saludables perdidos por cada 1000 personas (Gómez L. , 2004).

De hecho, en el grupo de las enfermedades cardiovasculares la hipertensión arterial es el principal factor de riesgo de muerte y enfermedad en todo el mundo, en particular, es causa de infartos de miocardio, accidentes cerebrovasculares, insuficiencia renal, ceguera, vasculopatía periférica e insuficiencia cardíaca. Este riesgo se ve incrementado si la enfermedad coexiste con otras, en especial con la diabetes (MinSalud, 2017). Para Colombia, las enfermedades cardiovasculares como la cardiopatía isquémica, eventos cerebrovasculares hemorrágicos e isquémicos y la cardiopatía hipertensiva, todas juntas, fueron las causantes del más alto riesgo de mortalidad en el año 2012 (Rodríguez, 2017).

De acuerdo con el más reciente estudio de carga global de enfermedad realizado por la OMS (el cual confiere evidencia actualizada sobre la prevalencia e incidencia de enfermedades y lesiones en 188 países entre 1990 y 2013), se estima que 10,3 millones de muertes en el mundo, en 2013, fueron consecuencia directa de la hipertensión (GBD, 2015). Además, es la primera causa de enfermedad en los países desarrollados; la segunda causa de enfermedad, después del tabaquismo, en los países en desarrollo; la primera causa de ataque cerebrovascular e insuficiencia cardíaca; y la segunda causa de síndrome coronario agudo (MinSalud, 2017).

Adicionalmente, en los estudios de carga global de la enfermedad se construye el indicador años de vida ajustados por discapacidad (AVISA, o DALY por sus siglas en inglés Disability-Adjusted Life Year) para estimar la carga que soporta una población en un determinado periodo, un año habitualmente, en términos de años vividos con discapacidad (AVD) y años perdidos por muerte prematura (APMP) (Rodríguez, 2017) (Sassi, 2006) (Gómez, y otros, 2011). El indicador AVISA es el más utilizado por el Observatorio de la Salud para América Latina y el Caribe en la generación y orientación de políticas públicas, y según sus datos de estudios realizados en Colombia, las principales causas de AVISA en la población general fueron las enfermedades hipertensivas, los trastornos depresivos, las caries, la asfixia al nacimiento y las agresiones. Por sexo, los trastornos depresivos fueron la principal causa de AVISA en mujeres, seguido de la cardiopatía hipertensiva (Gómez, y otros, 2011).

En la región de las Américas, cada año ocurren 1.6 millones de muertes por enfermedades cardiovasculares, de las cuales alrededor de medio millón son personas menores de 70 años, lo cual se considera una muerte prematura y evitable. La hipertensión afecta entre el 20-40% de la población adulta de la región y significa que en las Américas alrededor de 250 millones de personas padecen de presión alta (PAHO, 2018). Además, en América Latina se ha encontrado una alta prevalencia de hipertensión arterial en los niños, adolescentes y adultos que han tenido retraso en el crecimiento por una mala nutrición, situación que es un problema latente en especial en las poblaciones más pobres (López, y otros, 2013)

Respecto al ámbito nacional, la prevalencia de hipertensión arterial (HTA) en el periodo 2010-2014, aumentó de 25,9% a 31,3% en mujeres y de 23,8% a 28,7% en hombres, respectivamente. De acuerdo a los grupos de edad, la mayor prevalencia se concentró en los grupos de 55 a 70 años, mostrando un descenso a partir de los mayores de 80 años. Los departamentos con mayor prevalencia de HTA fueron Antioquia, Valle del Cauca, Bolívar, Risaralda y Caldas (ONS, 2015). Así mismo, según datos publicados por el Ministerio de Salud, cuatro de cada diez adultos sufre hipertensión; casi la mitad de los adultos con HTA desconoce su enfermedad; y uno de cada tres adultos en tratamiento por HTA no logra

mantener cifras < 140/90mmHg (MinSalud, 2017). De igual manera, según el ASIS (análisis de la situación de salud en Colombia) y la Encuesta Nacional de Salud, la prevalencia de hipertensión arterial en personas de 18 a 69 años se encuentra en 8.8%, siendo a su vez la causa más frecuente de motivo de consulta en la población general, en especial en la población mayor de 45 años (Rodríguez, y otros, 2009).

En Colombia, el Ministerio de Salud acoge la definición de HTA dada por la JNC (8th Report Joint National Committee -2014), como cifras de presión arterial sostenidas iguales o superiores a 140/90mmHg (MinSalud, 2017). Las medidas para prevenir la hipertensión pasan por reducir el consumo de sal, tener una dieta balanceada y saludable, evitar el consumo nocivo de alcohol, no exponerse al humo del tabaco o sus derivados y mantener un estilo de vida físicamente activo y un peso corporal saludable.

En cuanto a su etiología, la HTA es desconocida o no existe una causa concreta en el 95% de los casos, identificándose como esencial o primaria. El restante 5%, es debido a causas secundarias. De los numerosos estudios, el realizado en Framingham demostró su asociación con otras afecciones o factores de riesgo que son modificables como la obesidad, encontrada en el 78% de los hombres y en un 64% de las mujeres. Los individuos con inactividad física alcanzaron un riesgo del 35% de padecer HTA, y en aquellos que padecían diabetes mellitus de larga duración se halló en un 66%. El incremento en el consumo de alcohol, tabaquismo y un alto contenido de sal en la dieta aumentó progresivamente las cifras de HTA (Donado, 2010). Los niveles elevados de presión arterial (PA) producen cambios estructurales en el sistema arterial que afectan órganos, tales como cerebro, corazón, riñón, determinando las principales complicaciones de la HTA, que en orden de frecuencia son: accidente cerebro-vascular (ACV), enfermedad coronaria, insuficiencia cardíaca (ICC), y enfermedad renal crónica (ERC) (Tagle, 2018).

En el ámbito universitario en nuestro país, un reciente estudio denominado FUPRECOL, evaluó la prevalencia y las variables asociadas del síndrome metabólico en estudiantes universitarios colombianos. El síndrome metabólico (MetS) es un importante

problema de salud pública en todo el mundo. Su diagnóstico se basa en la existencia de prediabetes combinada con dislipidemia (niveles elevados de colesterol total –CT- o de lipoproteínas de baja densidad –LDL- o niveles bajos de lipoproteínas de alta densidad -HDL-), presión arterial elevada y adiposidad central (López & otros, 2014) (Ramírez & otros, 2016). Las tasas encontradas en contextos universitarios en este estudio fueron mucho más altas que las reportadas por otros autores en estudiantes universitarios de 18-24 años. La prevalencia de MetS fue del 6% en promedio para el total de la población, variando con respecto a la edad desde 3,8% en el grupo de personas de 18-19 años hasta 11% en el grupo de personas de 23 años o más, por lo que los autores sugieren que el riesgo de MetS aumenta después de los 23 años de edad. El criterio más prevalente fue el bajo colesterol HDL con una frecuencia del 40.7%, seguido de presión arterial alta con el 20,9% y obesidad central con el 10.7% de prevalencia (Martínez, y otros, 2017).

De esta manera, es apreciable la importancia que tiene prevenir los factores de riesgo para ENT, y en especial para la HTA, enfatizando en los adultos jóvenes quienes normalmente son excluidos de los estudios o de los cuales se asume un estado de salud óptimo, desviando la atención de los investigadores e instituciones de salud a otros grupos poblacionales.

Como se ha expuesto hasta el momento, casi todos los factores de riesgo para ENT son modificables, ambientales o conductuales. La dieta, como uno de ellos, toma bastante protagonismo y en especial cuando se analiza el consumo de frutas y verduras, ya que resulta paradójico que en la actualidad la producción mundial de alimentos supera la del crecimiento de la población (FAO, 2017) (GHI, 2017), es decir, hay alimentos para todos. No obstante, se calcula que la ingesta insuficiente de frutas y verduras causa aproximadamente un 19% de los cánceres gastrointestinales, un 31% de las cardiopatías isquémicas y un 11% de los accidentes vasculares cerebrales, mientras que un consumo suficiente podría salvar hasta 1,7 millones de vidas cada año (OMS, 2014).

A esta situación se suma que de 9,76 toneladas de pérdidas de alimentos por año en Colombia, 6,1 toneladas (62,5 %), corresponden a frutas y verduras (Rodríguez & Sánchez,

2017). Y según la Encuesta Nacional de la Situación Nutricional en Colombia (ENSIN 2010), uno de cada tres personas en el país no consume frutas diariamente y cinco de cada siete no come verduras diariamente (ICBF, 2010) (FAO & MinSalud, 2013). También se identificó que sólo el 22% de los colombianos consume frutas naturales de manera directa o en preparación de jugos 1 vez al día, 18,7% los consume dos veces al día y 9,8% tres o más veces al día (ICBF, 2010). En Bogotá, según el Perfil Nacional de Consumo de Frutas y Hortalizas, el porcentaje de personas que consumieron verduras fue de 76,1%, con un consumo promedio de 62,2 gramos/día; las principales verduras consumidas fueron tomate, zanahoria, arveja verde y cebolla de bulbo. En cuanto al consumo de frutas el 63,1% de las personas consumían frutas, con un consumo promedio de 88 gramos/día (Combariza, 2013).

Y aunque el consumo de frutas, hortalizas, granos integrales y mariscos ha aumentado en todo el mundo en los últimos decenios, se ha producido un incremento, paralelo y más rápido, del consumo de alimentos con un alto grado de elaboración como las bebidas azucaradas y embutidos (FAO, 2017). Otras referencias muestran que el consumo promedio de frutas y verduras sigue estando por debajo de los 400-600 gramos/día recomendados por la OMS, por ejemplo, en Europa el consumo es de 386 gramos/día (Rodríguez & Sánchez, 2017), mientras que en Argentina no alcanza a 200g diarios (Montián & Balaban, 2014). En México, sólo el 34,4% de los niños entre 6 y 12 años cumplieron con las recomendaciones diarias del consumo de frutas y verduras (Jiménez, 2014). En general, en países en vía de desarrollo el consumo medio es inferior a 200 gramos/día (Galindo, 2015) (FAO & MinSalud, 2013). En este sentido, el consumo de frutas y verduras es reconocido por la comunidad científica como parte integral de la alimentación saludable en la población de todas las edades; protegen contra el desarrollo de ENT debido a las propiedades derivadas de su composición, combinaciones de nutrientes y demás compuestos químicos que forman parte de la matriz del alimento, más que de sus nutrientes aislados; cumplen importantes funciones en el metabolismo y liberación de energía en el organismo humano; y contribuyen significativamente a elevar el índice de calidad de la dieta, comparado con otros alimentos (Gil, 2015). Debido a esto, gran parte de los países del mundo han acogido en sus guías alimentarias basadas en alimentos (GABAS) las recomendaciones de la OMS, enfatizando

en el consumo de frutas y verduras; en Colombia, el mensaje de las GABA orienta a la población a incluir en cada una de las comidas frutas enteras y verduras preferiblemente crudas para mejorar la digestión, la piel y el peso corporal; se fundamentan además en la evidencia científica sobre la relación de su consumo diario con la prevención las enfermedades cardiovasculares, la disminución de partículas de grasa nocivas para el organismo, de la presión arterial y el riesgo de padecer Diabetes Mellitus tipo 2 (ICBF & FAO, 2015).

Para ilustrar esta tendencia en el ambiente universitario, algunos autores han referenciado que en el caso de jóvenes universitarios, el acceso a la educación superior genera un cambio cualitativo que puede producir un punto de inflexión en sus conductas, ya que es en la universidad en donde muchos estudiantes asumen por primera vez la responsabilidad de sus comidas (Troncoso & Amaya, 2009); y a medida que el joven adquiere autonomía para decidir qué alimentos tomar, no lo hace en favor de lo que es más conveniente para su salud, sino que van a ser muchos los factores que van a condicionar su elección (Iglesias, 2013). Es por esto que los hábitos alimentarios considerados erróneos que más comúnmente se manifiestan en este grupo son: frecuente consumo de refrigerios con alta densidad energética, aumento de ingesta de proteínas de origen animal y grasas saturadas, disminución del consumo de fibra, bajo consumo de frutas y verduras, baja ingesta de alimentos ricos en calcio, como quesos y yogures, consumo de bebidas alcohólicas en exceso, abuso de la comida chatarra como pizzas, hamburguesas y bollería industrial, y elevado consumo de bebidas azucaradas, carbonatadas y/o embriagantes entre otros (Muñoz de Mier, 2017) (Pérez, 2015).

Considerando lo anterior, la tendencia en el consumo de alimentos para jóvenes universitarios en Colombia es similar, ya que según los resultados arrojados en el estudio FUPRECOL el 54,8% de los estudiantes tiene un bajo índice de calidad de la dieta mediterránea (Martínez, y otros, 2017), es decir, se alejan bastante del patrón dietario mediterráneo que es considerado uno de los modelos dietéticos más saludables, ya que en este predomina el aceite de oliva, el consumo de grandes cantidades de vegetales en ensaladas, frutas, legumbres, pescados y otros alimentos cocidos (Mariscal & Rivas, 2008).

De este modo, son cada vez más los trabajos de investigación que ponen de manifiesto el decisivo papel que juegan los hábitos de vida, entre ellos los alimentarios, en el nivel de salud de los individuos (Zazpe, 2013). De ahí la importancia de las medidas dirigidas a educar a las personas y a las comunidades en este aspecto, ya que la determinación de patrones de ingesta y del consumo de este tipo de alimentos durante la niñez, la adolescencia y la adultez joven principalmente, son relevantes en la valoración de los niveles de riesgo futuro para distintas patologías crónicas en el adulto (Castañola, Magariños, & Ortiz, 2004).

Es claro entonces que el consumo de frutas y verduras es un elemento fundamental de una alimentación saludable y un factor clave para fomentar estilos de vida saludable en la población y prevenir en gran medida la aparición de ENT.

Por otra parte, ligado a este contexto mundial del bajo consumo de frutas y verduras, junto al cambio de patrones de alimentación menos saludables, se suma el hecho de que la demanda de suplementos dietarios ha aumentado en las últimas dos décadas a medida que las personas “se vuelven más conscientes de su salud” (AlRuthia, y otros, 2018). De hecho, se prevé que el mercado global de suplementos nutricionales tendrá una tasa de crecimiento anual del 9% de 2013 a 2019, a un valor estimado de USD 37.700 millones en 2019 (Naderi, 2016). Y aunque los suplementos dietéticos incluyen productos con valores nutricionales comprobados, muchos de ellos con valores nutricionales o medicinales no comprobados se clasifican como suplementos dietéticos (Marcus, 2016). Hoy en día, muchos estudiantes y atletas que consumen suplementos dietéticos tienen puntos de vista positivos sobre los suplementos en términos de su eficacia para mejorar su salud y el rendimiento, así como de su seguridad (Alhomoud, Basil, & Bondarev, 2016). Esto puede deberse a la creencia generalizada de que los minerales, las vitaminas y hasta los productos a base de hierbas son naturales e inofensivos, lo que podría no ser del todo cierto (Marcus, 2016). Por lo tanto, tomar suplementos dietéticos no es apropiado para todas las personas y no se deberían proporcionar o patrocinar indiscriminadamente (AlRuthia, y otros, 2018).

No obstante, la FDA (Administración de Medicamentos y Alimentos de Estados Unidos, según sus ciclos en inglés) exige a los fabricantes de suplementos dietéticos que

proporcionen pruebas que demuestren la seguridad y pureza de sus preparaciones, además de examinar una muestra de los nuevos productos en sus laboratorios, se descubrió que algunos productos estaban contaminados con microorganismos después de su aprobación y comercialización (Aljaloud, 2016). Por ejemplo, se reveló que algunos productos de pérdida de peso estaban contaminados con estimulantes de aminas alifáticas, como la 1,3-dimetilamilamina, que se ha visto implicada en varios casos de hemorragia cerebral y paro cardíaco (Pawar, 2013) (Archer & Dargan, 2015). Además, algunos productos dietéticos con propiedades que mejoran el rendimiento se han retirado del mercado estadounidense después de estar contaminados con análogos de anfetaminas o medicamentos recetados que mejoran el rendimiento sexual, como el sildenafil (Carvajal, 2010). Lo que es más preocupante es que muchos atletas, estudiantes y miembros de gimnasios que consumen suplementos dietéticos no son conscientes de tales peligros, especialmente si compran dichos productos a vendedores sin licencia (Deldicque & Francaux, 2016).

Respecto a lo anterior y de acuerdo a muestras analizadas en los laboratorios del INVIMA (Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos) en Colombia, la gran mayoría de los productos milagro publicitados por internet contienen sustancias no autorizadas como: Sibutramina, Sildenafil y Metilhexanamina, las cuales pueden convertirse en un peligro para la salud y la vida humana. Por ello en el 2017, ésta institución retiró del mercado más de 850 mil productos entre suplementos dietarios y potenciadores sexuales fraudulentos, por incumplir la normatividad sanitaria y exponer la vida de los consumidores (Invima, 2017). Para el INVIMA, un suplemento dietario es un producto cuyo propósito es adicionar la dieta normal y que es fuente concentrada de nutrientes y otras sustancias con efecto fisiológico o nutricional que puede contener vitaminas, minerales, proteínas, aminoácidos, otros nutrientes y derivados de nutrientes, plantas, concentrados y extractos de plantas solas o en combinación (Invima, 2010), y sólo debería consumirse cuando, por un estado fisiológico particular, el individuo necesite un suministro extra de un nutriente determinado (Sacanamboy, 2016).

De todos los productos que se ofrecen en el mercado como suplementos dietarios, es importante resaltar que sólo deberían ser formulados aquellos con evidencia científica suficiente de su efecto, legalidad y seguridad de su uso. Para ello, las principales instituciones a nivel internacional dedicadas a evaluar estos aspectos, han generado una categorización de los suplementos nutricionales (que se utilizan también como ayudas ergogénicas), según el grado de evidencia científica disponible que comprueba o no su efectividad. La ISSN (International Society of Sport Nutrition, por sus siglas en inglés) divide los suplementos dietarios en tres categorías (I: Evidencia sólida para respaldar la eficacia y aparentemente seguro, II: Evidencia limitada o mixta para respaldar la eficacia, III: la evidencia disponible sugiere que carecen de seguridad o que deben considerarse dañinos), sugiriendo que sólo aquellos que se encuentran en la categoría I (proteínas, creatina, aminoácidos esenciales, HMB, cafeína, bebidas deportivas y agua, carbohidratos, bicarbonato de sodio y β -alanina) deberían recomendarse por tener los estudios suficientes que muestran su eficacia y seguridad. Podrían utilizarse también aquellos pertenecientes a la categoría II (ácido fosfatídico, aminoácidos de cadena ramificada, glutamina, citrulina, nitratos, quercetina, glicerol, taurina), por tener un fundamento científico sólido para su uso, pero la investigación disponible no ha logrado resultados consistentes que respalden su eficacia (Kerksick, y otros, 2018). Por su parte, el Instituto Australiano del Deporte (AIS, por sus siglas en inglés) también ha categorizado los suplementos dietarios en cuatro grupos (A: suplementos aprobados, B: suplementos en consideración, C: suplementos con limitadas pruebas de efectos beneficiosos, D: suplementos prohibidos), teniendo una correlación similar al ISSN de los estados unidos. Recomienda de igual manera promover el buen uso de los suplementos de la categoría A (bebidas y geles deportivos, proteína, barras deportivas, electrolitos, suplementos de hierro, calcio, multivitaminas, vitamina D, probióticos, cafeína, β -alanina, bicarbonato, jugo de remolacha/nitratos, creatina) (AIS, 2014). Según esto, es claro que el consumo de suplementos dietarios se ha convertido en una moda y en una estrategia de mercadeo de las grandes empresas que invaden día a día el mercado de productos que, según las categorías descritas, cuentan con poco o escaso sustento científico de su seguridad y eficacia.

Ahora bien, Colombia no es ajena a esta tendencia del consumo de suplementos dietarios, y así lo deja ver una investigación realizada en el contexto universitario en donde, el 60% de los participantes manifestaron haber consumido suplementos dietarios, siendo las vitaminas el producto más consumido (60%) seguido de los botánicos o derivados de plantas (29.3%). El rango de edad que presentó mayor consumo (54%) fue entre 19 y 29 años. Los lugares donde reportaron haber obtenido estos productos fueron farmacia (43%) y tienda naturista (27%). Además, el 72% de los encuestados piensa que consumir estos productos no produce efectos nocivos para la salud (Sacanamboy, 2016). Todo este panorama refleja la falta de educación nutricional que tiene la sociedad colombiana y la falta de articulación intersectorial (salud, academia, publicidad) que desde tempranas edades debería influenciar la adopción de hábitos saludables en la población.

Adicionalmente, otro de los factores modificables o conductuales es el sedentarismo, el cual constituye el cuarto factor de riesgo más importante de mortalidad en todo el mundo (6% de defunciones a nivel mundial). Sólo la superan la hipertensión (13%), el consumo de tabaco (9%) y el exceso de glucosa en la sangre (6%). El sobrepeso y la obesidad representan un 5% de la mortalidad mundial (OMS, 2010). El sedentarismo, o comportamiento sedentario, es definido como actividades que involucran un gasto energético menor a 1,5 METs, estas son principalmente actividades como comer, ver televisión, trabajar en el computador, leer o estudiar sentado. Las actividades sedentarias son la primera categoría de un continuum de clasificación de actividad física (AF) basado en la intensidad de ésta: 1) Actividades de tipo sedentarias (1 a 1,5 MET); 2) AF ligera (1,5 a 2,9 MET); 3) AF moderada (3 a 5,9 MET); y 4) AF vigorosa (≥ 6 MET) (Montero, 2015).

El comportamiento sedentario se ha identificado como un factor de riesgo independiente de la actividad física, para desarrollar ENT (Moreno, 2018). Se ha demostrado que pasar demasiado tiempo sedente (acostado en cama, sentado, conduciendo, leyendo o destinar poco tiempo a actividades ambulatorias) reduciría rápidamente la salud metabólica. Siendo esto asociado tanto a anormalidades en el metabolismo de la glucosa, como al síndrome metabólico, afectando especialmente a las personas que ven más de 4 horas de

televisión al día. Asimismo, esta conducta ha sido relacionada con un aumento importante en el riesgo de muerte por enfermedad cardiovascular, diabetes tipo II, mortalidad por todas las causas, cáncer, entre otras (Montero & Rodríguez, 2014). Hay también evidencia clara de que, en comparación con las personas menos activas, los adultos y personas de edad físicamente activos presentan una mejor forma física cardiorrespiratoria y muscular, una masa y composición corporal más sana, y un perfil de biomarcadores más favorable a la prevención de las enfermedades cardiovasculares y de la diabetes de tipo 2, y a una mejor salud del aparato óseo (OMS, 2010).

Por otra parte, la inactividad física se define como el no cumplimiento de las recomendaciones mínimas internacionales de actividad física (AF) para la salud de la población (150 min/sem de AF de intensidad moderada o 75 min/sem de AF vigorosa, o bien, lograr un gasto energético ≥ 600 MET/min/semana) (Montero & Rodríguez, 2014). Estas recomendaciones fueron establecidas por la OMS en su informe de recomendaciones mundiales sobre actividad física para la salud, según grupos de edad: los niños y adolescentes deberían acumular al menos 60 minutos de actividad física aeróbica de moderada a vigorosa intensidad cada día. Para la población adulta se recomiendan al menos 150 min de actividad física de intensidad moderada a vigorosa o al menos 75 min de actividad física vigorosa por semana, pudiendo ser acumulada en tandas de 10 min de actividad. A los adultos mayores se les recomienda realizar actividad física de 30 a 60 min de intensidad moderada al día. Las actividades de intensidad vigorosa se tratan de evitar en estas personas debido a que presentan un alto riesgo de lesión y baja adherencia (OMS, 2010).

En Colombia, según la ENSIN 2015 el 25,6% de los pre-escolares (3-4 años) realiza juego activo; sólo el 31% de los escolares (5-12 años), el 13,4% de los adolescentes y el 51,1% de los adultos cumple con las recomendaciones de AF de la OMS. Con respecto al comportamiento sedentario (en especial al tiempo frente a la pantalla por día), la encuesta evidenció la siguiente prevalencia: pre-escolares (61,9%), escolares (67,6%) y adolescentes (76,6%). Así mismo, el exceso de peso en los adultos resultó en un 56,4%, mientras que el 51,1% de este grupo cumple con las recomendaciones de actividad física. En el contexto

universitario colombiano, (Moreno, 2018) reportó que la prevalencia de sedentarismo en los estudiantes de pregrado evaluados fue de 42,7%, mientras que (Guerrero & otros, 2015) reportó una prevalencia de sedentarismo de 97% en los estudiantes universitarios.

Es claro entonces que, los programas de intervención en adultos jóvenes tienen una especial prioridad, ya que la transición a la edad adulta en diversas poblaciones está marcada por el deterioro de algunos comportamientos saludables los cuales pueden permanecer durante el resto de la vida adulta (Gómez L. , 2004).

1.3 Justificación

La HTA sigue siendo el principal factor de riesgo de mortalidad en todo el mundo (OMS, 2014a), y preocupantemente la escala de este problema va en aumento, ya que se espera que la proporción de adultos con hipertensión aumente a casi 1 por cada 3 personas (1.57 billones) para 2025 (GBD, 2015). Y a pesar de más de 60 años de innovación en la farmacoterapia de la hipertensión, solo la mitad de los hipertensos recibe tratamiento y de ellos, solo la mitad están controlados (Falaschetti, Mindell, Knott, & Poulter, 2014) (Kapil, Khambata, Robertson, Caulfield, & Ahluwalia, 2015). Por lo tanto, las estrategias terapéuticas novedosas que incluyen enfoques dietéticos son de gran interés, ya que es ampliamente conocido que los factores relacionados con la dieta, tales como el consumo excesivo de sodio, el alto consumo de bebidas alcohólicas, la baja ingesta de frutas y verduras y un estilo de vida sedentario, podría aumentar la prevalencia de HTA. También se ha afirmado que la deficiencia de algunas vitaminas como el ácido fólico, riboflavina, vitaminas C y D, se pueden considerar factores de riesgo para desarrollar esta ENT (McCartney, Byrne, & Turner, 2015). Las intervenciones no farmacológicas mejor probadas para la prevención y el tratamiento de la HTA, especialmente por medio de la reducción de la presión arterial sistólica (PAS), incluyen pérdida de peso, dieta saludable, reducción de la ingesta de sodio y aumento de potasio en la dieta, actividad física y moderado consumo de alcohol. Durante

normotensión, estas intervenciones son capaces de reducir entre 2 y 4mmHg la PAS, mientras que en hipertensos hay una reducción entre 4 y 11mmHg PAS (Lloyd-Jones, y otros, 2017).

La HTA está asociada a disfunción endotelial, ocasionando en el largo plazo una alteración fenotípica del endotelio vascular, lo cual precede al desarrollo de eventos cardiovasculares (Dharmashankar & Widlansky, 2010). Por lo tanto, es esencial lograr acciones e intervenciones con respecto a las medidas no farmacológicas antes mencionadas. Un enfoque que se ha explorado en el tratamiento de la hipertensión es la administración oral de nitratos inorgánicos, los cuales son precursores de óxido nítrico (NO). La generación de NO endotelial desempeña un papel crítico en la homeóstasis vascular, ya sea por su potente efecto dilatador, su control de la presión arterial sistémica, o retraso de la aterogénesis (Lara, Ashor, Oggioni, Ahluwalia, Mathers, & Siervo, 2016). Sin embargo, en la mayoría de las enfermedades cardiovasculares, incluida la hipertensión, los niveles de NO endotelial disminuyen (Kapil, Khambata, Robertson, Caulfield, & Ahluwalia, 2015) (Forte, Copland, Smith, Milne, Sutherland, & Benjamin, 1997).

Estudios han demostrado que el nitrato en la dieta, en forma de jugo de remolacha, reduce la PA y además, previene las disminuciones en la función endotelial (Webb, y otros, 2008). Así, la remolacha se ha utilizado para suministrar nitrato en varios estudios (Hord, 2011), y de manera importante se cree que la disminución de la PA y los efectos vasculares del nitrato inorgánico, se deben a la conversión endógena del nitrato en NO (Lara, Ashor, Oggioni, Ahluwalia, Mathers, & Siervo, 2015). Los beneficios de la ingesta de jugo de remolacha no solo se han estudiado en el control de la HTA, sino que además han demostrado mejoras en la tolerancia al ejercicio, en la eficiencia contráctil muscular y la producción de fuerza, en la modulación del flujo sanguíneo gástrico, en la inhibición de la agregación plaquetaria, mejoras en el sistema de defensa del huésped y la protección contra isquemia por injuria (Gilchrist, Winyard, & Benjamin, 2010).

Especialmente en el rendimiento deportivo, el nitrato del jugo de remolacha interactúa en la modulación de la producción de fuerza y la degradación reducida de la fosfocreatina

(Vanhatalo, Fulford, Bailey, Blackwell, Winyard, & Jones, 2011). La suplementación con nitrato se consume más comúnmente de 2 a 3 horas antes del ejercicio como jugo de remolacha o nitrato de sodio y se prescribe en cantidades absolutas y relativas que varían de 300 a 600mg o 0.1mmol por kilogramo de masa corporal por día , respectivamente (Kerksick, y otros, 2018). Es importante tener en cuenta que una ingesta diaria admisible (IDA) de nitrato se ha establecido en 3,7 mg por kg de peso (esto equivale a ~ 260 mg/día para un adulto de 70 kg (~ 4.2 mmol)), ya que un pequeño porcentaje de nitrato también se convierte en N-nitrosaminas en el cuerpo humano, que se han relacionado con ciertos tipos de cáncer, tales como cánceres gástricos, pancreáticos y tiroideos (Clifford, Howatson, West, & Stevenson, 2015). Los efectos secundarios negativos se asocian comúnmente con el consumo de sales de nitrato, como las que se encuentran en las carnes curadas. A pesar de esto, actualmente no hay pruebas que indiquen los efectos negativos del consumo prolongado de nitratos de fuentes vegetales, como la remolacha (Clements, Lee, & Bloomer, 2014). Y además, la concentración de nitrato en la saliva y la reabsorción por los túbulos renales sugieren fuertemente que el nitrato tiene un papel definido en la fisiología humana normal y no es solo una toxina no deseada (Gilchrist, Winyard, & Benjamin, 2010).

Por otra parte, la evidencia sugiere que el NO_3^- es el componente activo viable dentro del jugo de remolacha y otros vegetales, responsable de los efectos ergogénicos y que promueven la salud. De hecho, varios estudios apoyan la suplementación con NO_3^- como un método eficaz para mejorar el rendimiento del ejercicio. La suplementación con NO_3^- (ya sea como jugo o nitrato de sodio [Na NO_3^-]) también ha demostrado beneficios relacionados con la salud cardiovascular, como reducir la presión arterial (PA), mejorar el flujo sanguíneo y elevar la presión de O_2 en la microcirculación a áreas de tejido en hipoxia o ejercicio. Estos hallazgos son importantes para la medicina cardiovascular y la fisiología del ejercicio, y sugieren un posible papel para la suplementación con NO_3^- : (1) como una intervención de prevención y tratamiento de bajo costo para pacientes que sufren trastornos del flujo sanguíneo; y (2) una ayuda ergogénica natural y efectiva para los atletas. Se han observado los beneficios después de un solo bolo, así como con suplementación diaria de NO_3^- (Clements, Lee, & Bloomer, 2014).

Una teoría propuesta como ayuda ergogénica es que el nitrato del jugo de remolacha al elevar el NO, el flujo de sangre oxigenada al tejido muscular esquelético en funcionamiento puede mejorarse, lo que finalmente ayuda al rendimiento y la recuperación del ejercicio (Hoon, Johnson, Chapman, & Burke, 2013). Los estudios que se han realizado han evidenciado mejoras en el tiempo de ejecución de pruebas individuales de carrera y persecución, reducción en el costo de oxígeno de los ciclos de carga progresiva (Hoon, Johnson, Chapman, & Burke, 2013), reducción en el pico de VO₂ sin influir en el tiempo hasta el agotamiento o la potencia máxima, disminución en el consumo de oxígeno en condiciones de altitud simulada (~ 2500 msnm), entre otros. Diversos estudios también han informado efectos aditivos o sinérgicos en el ejercicio intermitente de alta intensidad, el ejercicio de resistencia o el entrenamiento de fuerza cuando la suplementación de nitrato se combina con fosfato de sodio, cafeína o creatina respectivamente (Kerksick, y otros, 2018). Otros efectos positivos se han estudiado sobre el consumo de jugo de remolacha, ellos incluyen: mejora cognitiva (Stanaway, Rutherford-Markwick, Page, & Ali, 2017), control de la inflamación y estrés oxidativo (Clifford, Howatson, West, & Stevenson, 2015), mejoras en el tiempo de reacción (Gilchrist, Winyard, Fulford, Anning, Shore, & Benjamin, 2014), mejoras de la función gastrointestinal y protección contra ulceraciones (Gilchrist, Winyard, & Benjamin, 2010).

Por otra parte, en la actualidad la monoterapia (uso de fármacos hipopresivos) es el enfoque inicial para reducir la presión arterial (reducción media general esperada: 10–15 mmHg en PAS y 8–10 mmHg en PAD), aunque el uso de la terapia combinada (dieta, ejercicio, meditación) ha mostrado las reducciones medias más altas (reducción media esperada general: 20–25 mmHg en PAS y 10–15 mmHg en PAD) (Paz, y otros, 2016). Además, es importante tener presente que una disminución entre 5 y 12 mmHg de PAS y entre 5 y 6 mmHg de PAD se asocia con una reducción del riesgo de 14–38% en accidente cerebrovascular, del 9 al 16% de reducción de riesgo de mortalidad por cardiopatía coronaria, 21% de riesgo de mortalidad por enfermedad coronaria y 7% de reducción de riesgo de mortalidad por todas las causas (Whelton, y otros, 2002).

Por lo tanto, y de acuerdo con los enfoques terapéuticos actuales, una suplementación dietaria con nitrato de jugo de remolacha se postula como una estrategia nutricional que podría ayudar a controlar la PA en sujetos sanos, población pre-hipertensa, e incluso en pacientes diagnosticados y tratados con fármacos. El jugo de remolacha es una intervención dietética fácil de encontrar y de bajo costo, que podría disminuir significativamente el riesgo de sufrir eventos cardiovasculares, y junto con la inclusión de un patrón de actividad física diario, se ayudaría a disminuir la tasa de mortalidad asociada a esta patología.

En concordancia a lo anterior, esta investigación pretende evaluar los efectos de la suplementación natural con néctar de remolacha sobre la PA, potencia aeróbica y fuerza máxima en jóvenes universitarios, con el fin de generar una herramienta de persuasión que facilite la adopción de hábitos saludables en población adulta joven y además, se puedan lograr beneficios para la salud como una posible disminución del riesgo de sufrir HTA, mejoras en la fisiología cardiorrespiratoria, fuerza máxima, vitalidad y estado de salud en general. Las estrategias nutricionales con evidencia científica comprobada, junto con la práctica regular de actividad física sistemática, se convierten en la amalgama perfecta para combatir, desde los factores medioambientales, el riesgo de padecer cualquier ENT.

1.4 Pregunta de investigación

¿Qué efectos produce la suplementación con néctar de remolacha sobre la presión arterial, potencia aeróbica y fuerza máxima en jóvenes universitarios de 19 a 25 años?

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo General

Evaluar el efecto de la suplementación con néctar de remolacha sobre la presión arterial, potencia aeróbica y fuerza máxima en jóvenes universitarios de 19 a 25 años.

1.5.2 Objetivos Específicos

- Determinar la concentración de nitritos y nitratos en la dosis de néctar de remolacha utilizada.
- Aplicar pruebas físicas estandarizadas que evalúen la potencia aeróbica y la fuerza máxima pre y post test.
- Monitorear los valores de presión arterial pre y post test.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 Marco Conceptual

2.1.1 Presión arterial (PA): también conocida como tensión arterial, se define como la presión ejercida por la sangre sobre las paredes de las arterias, dependiendo ésta del gasto cardiaco (que depende a su vez del volumen sanguíneo y de la frecuencia cardiaca), y de las resistencias sistémicas al paso de la sangre por el sistema circulatorio. Cualquier trastorno que dilate o contraiga los vasos sanguíneos, o afecte a su elasticidad, o cualquier enfermedad cardiaca que interfiera con la función de bombeo del corazón, afecta a la presión sanguínea. Durante cada ciclo cardiaco la presión arterial varía entre un valor máximo (presión sistólica) y un valor mínimo (presión diastólica) (Valero & García, 2009). La PA varía entre las personas, en un mismo individuo y en momentos diferentes. Suele ser más elevada en los hombres que en las mujeres y los niños; es menor durante el sueño y está influida por una gran variedad de factores como son la ingesta excesiva de sal en la dieta, la obesidad, la ingesta de más de 80ml de bebidas alcohólicas al día, el hábito de fumar, el uso de gotas nasales vasoconstrictoras, algunos medicamentos, cocaína, entre otros (Liebson, 1990).

Según la reciente guía de práctica clínica para la prevención, detección, evaluación y mantenimiento de la presión alta en adultos, emitida por el Colegio Americano de Cardiología y la Asociación Americana del Corazón, la PA se clasifica en la siguientes categorías según la cifra de presión arterial, medida en milímetros de mercurio –mmHg (AHA & ACA, 2018):

- Normal: < 120/80mmHg
- Elevada: 120-129/<80mmHg
- Hipertensión estadio 1: 130-139/80-89mmHg
- Hipertensión estadio 2: \geq 140/90mmHg

En Colombia, el Ministerio de Salud acoge la definición de HTA dada por la JNC (8th Report Joint National Committee -2014), como cifras de presión arterial sostenidas iguales o superiores a 140/90mmHg (MinSalud, 2017).

2.1.2 Potencia aeróbica o $VO_{2m\acute{a}x}$: el consumo máximo de oxígeno, o potencia aeróbica, es uno de los determinantes más importantes del rendimiento en actividades de resistencia. El $VO_{2m\acute{a}x}$ se define como la cantidad de oxígeno que el organismo es capaz de absorber, transportar y consumir por unidad de tiempo, durante la realización de un ejercicio intenso. Es un parámetro indicador de la capacidad funcional de los individuos o de su potencia aeróbica. Se expresa normalmente en cantidades absolutas (ml/min) o en cantidades relativas al peso corporal del sujeto (ml/Kg/min) (López Chicharro & Fernández Vaquero, 2006).

El Colegio Americano de Medicina Deportiva (ACSM, por sus siglas en inglés), clasifica la potencia aeróbica en seis categorías según el sexo, la edad y el tipo de prueba utilizado para calcular el $VO_{2m\acute{a}x}$. En la tabla 2.1 se muestra una extracción de dicha clasificación, para el rango de edad 20-29 años, según el sexo.

Tabla 2.1 Valores de potencia aeróbica según el sexo, para el rango de edad 20 – 29 años.

Clasificación	$VO_{2m\acute{a}x}$ (ml/kg/min)	
	Hombres	Mujeres
Superior	49,64 – 58,79	42,42 – 53,03
Excelente	45,31 – 49,20	37,37 – 40,98
Bueno	42,42 – 44,23	34,48 – 36,65
Regular	38,09 – 40,98	30,94 – 33,76
Malo	34,38 – 37,13	28,39 – 30,63
Muy malo	27,09 – 31,57	22,57 – 25,89

Fuente: extraído de (ACSM, 2005)

2.1.3 Fuerza dinámica máxima (FDM): la fuerza es una cualidad condicional que se manifiesta de manera diferente en función de las necesidades de acción. En este sentido, según (Badillo & Serna, 2002), las manifestaciones de la fuerza pueden ser divididas en: Isométrica/Estática Máxima, Dinámica Máxima, Dinámica Máxima Relativa, Explosiva Máxima, Útil/Específica, Resistencia a la Fuerza.

La FDM es la fuerza que se mide cuando la resistencia se supera solo una vez, y es la que se suele considerar como el valor de una repetición máxima (1RM). Es también definida como la capacidad neuromuscular de efectuar la máxima contracción muscular voluntaria dinámica, es decir, la mayor carga que un individuo puede desplazar en un movimiento y/o en una determinada acción deportiva (Badillo & Serna, 2002).

El ACSM clasifica la fuerza máxima en seis categorías según el sexo, la edad y el paquete muscular utilizado para calcular 1RM, diferenciando los valores tanto para tren superior como para tren inferior. Dichas categorías fueron establecidas con base en el cociente: Peso desplazado (Kg)/Peso corporal (kg). En la tabla 2.2 se muestra una extracción de dicha clasificación, para el rango de edad 20-29 años, según el sexo.

Tabla 2.2 Valores de fuerza máxima según el sexo, para el rango de edad 20 – 29 años.

Clasificación	Fuerza de Piernas		Fuerza tren superior	
	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres
Superior	2,18 - >2,40	1,76 - >1,98	1,37 - >1,63	0,83 - >1,01
Excelente	2,01 – 2,13	1,53 – 1,68	1,18 – 1,32	0,72 – 0,80
Bueno	1,87 – 1,97	1,40 – 1,50	1,03 – 1,14	0,63 – 0,70
Regular	1,68 – 1,83	1,26 – 1,37	0,90 – 0,99	0,53 – 0,59
Malo	1,51 – 1,63	1,14 – 1,22	0,80 – 0,88	0,48 – 0,51
Muy malo	<= 1,42	<= 0,99	<= 0,72	<= 0,44

Fuente: extraído de (ACSM, 2005).

Valores estimados partiendo de la relación: Peso desplazado (kg)/Peso corporal (kg)

2.1.4 Remolacha Roja (*Beta vulgaris*): también es conocida como betabel o betarraga, es una planta herbácea del género *Beta* en la familia *Chenopodiaceae* y su parte comestible es la raíz. Existen tres tipos: remolacha común o roja (variedad *conditiva*) y se consume como hortaliza; remolacha azucarera (variedad *altissima*), de color blanquecino y que se destina principalmente a la industria azucarera y la remolacha forrajera (variedad *alba*), que se suele utilizar como alimento para el ganado (Lundberg & Weitzber, 2005).

La remolacha roja es una rica fuente de fibra, vitaminas (ácido fólico, vitamina A, vitamina C, B6, niacina y biotina) y minerales (hierro, magnesio, selenio, potasio, calcio, zinc, fósforo y sodio). De alto valor nutricional, predominantemente por su contenido en carbohidratos. La remolacha es fuente de compuestos bioactivos incluyendo polifenoles, carotenoides, saponinas, betalainas y nitrato (que es fuente endógena de nitrito y óxido nítrico, siendo estos últimos agentes vasoactivos con capacidad para aumentar la vasodilatación, disminuir la presión arterial y promover la salud y función cardiovascular) (Coles & Clifton, 2012) (Lundberg & Weitzber, 2005). Todos los principios nutritivos contenidos en la remolacha varían en sus proporciones según las variedades, los terrenos, las estaciones, el esmero del cultivo, entre otros.

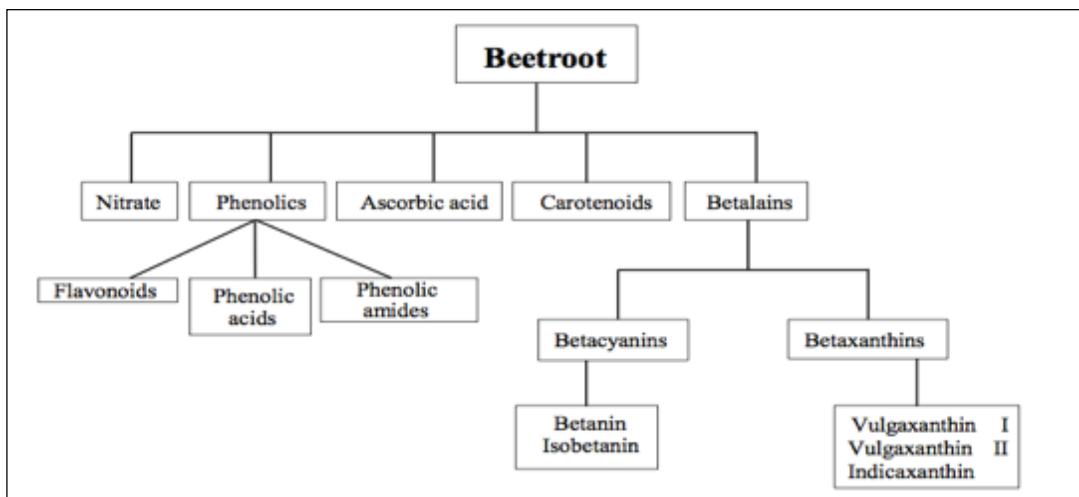
Las remolachas son nativas del mediterráneo. Aunque las hojas se han comido desde antes de la historia escrita, la remolacha se usaba generalmente con fines medicinales y no se convirtió en un alimento popular hasta que los franceses reconocieron su potencial en el siglo XIX. El polvo de remolacha se utiliza como agente colorante para muchos alimentos. Algunas pizzas congeladas usan polvo de remolacha para colorear la salsa de tomate. Se estima que alrededor de dos tercios de los cultivos comerciales de remolacha terminan enlatados (Kumar, 2015).

Por otra parte, la remolacha roja se prefiere como una fuente rica de betacianina, ya que tiene el grupo de pigmentos de betalaína de color rojizo a violeta, compuestos principalmente de betaninas e isobetaninas. Se ha informado que las betalainas y los compuestos fenólicos aumentan la resistencia de las lipoproteínas de baja densidad (LDL) a la oxidación y previenen el cáncer y las enfermedades cardiovasculares al reducir el efecto

oxidativo de los radicales libres en los lípidos. También se informó que el jugo de remolacha puede ayudar a disminuir la presión arterial y proteger el daño hepático cuando se incluye en la dieta (Coles & Clifton, 2012). Varios métodos de procesamiento aplicados a los materiales alimenticios pueden tener efectos significativos sobre su potencial antioxidante y la biodisponibilidad de sus fitoquímicos. Las altas temperaturas y los largos tiempos de secado por convección y al vacío, disminuyen la retención de color en la remolacha y causan una reducción de los compuestos fenólicos y de su capacidad antioxidante. El uso en fresco de la remolacha (jugo, extracto o puré), ha mostrado tener un mayor contenido de polifenoles, flavonoides y capacidad antioxidante total (Guldiken, Toydemir, Memis, Okur, Boyacioglu, & Capanoglu, 2016).

En la Figura 2.1 se muestra un esquema de los principales componentes bioactivos de la remolacha.

Figura 2.1 Principales componentes bioactivos de la remolacha (*Beetroot* en inglés)



Fuente: (Clifford & otros, 2015)

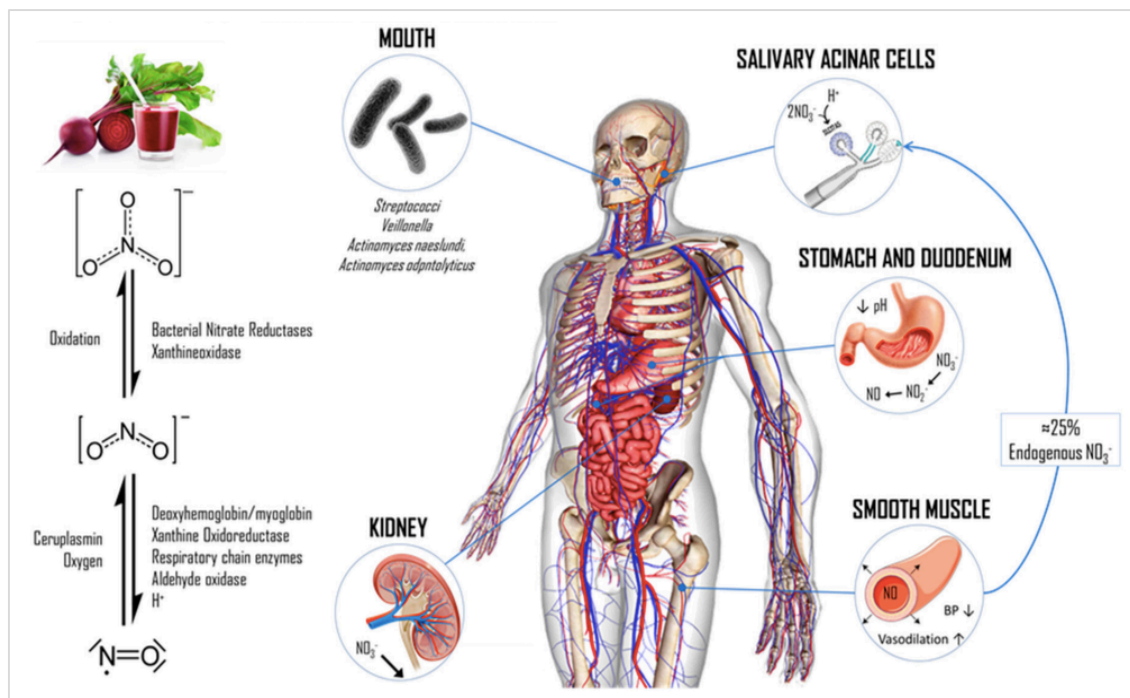
2.1.5 Óxido nítrico (NO): El NO es un gas lipofílico con capacidad de atravesar las membranas celulares. En su estructura química presenta un electrón libre o no apareado, situación que le entrega la capacidad de reaccionar con múltiples moléculas (Moreno, Soto,

& González, 2015). Hay dos vías conocidas para la producción de NO en el cuerpo humano. La primera es la endógena, un proceso enzimático catalizado por la enzima óxido nítrico sintasa (NOS), en la cual el aminoácido L-arginina es oxidado a L-citrulina con la consecuente producción de NO, que hasta hace poco se creía que era la única vía (Clifford, Howatson, West, & Stevenson, 2015) (Kelly, y otros, 2013). La segunda vía es la exógena (*ver* Figura 2.2): tras el consumo de nitrato inorgánico (NO_3^-) en la dieta, éste se absorbe rápidamente en el estómago y el duodeno, entra en el torrente sanguíneo y a través de la ruta entero-salival alcanza la cavidad oral para ser reducido a nitrito (NO_2^-) por bacterias anaerobias. Allí el nitrito es deglutido y reducido en el estómago a NO (Gilchrist, Winyard, Fulford, Anning, Shore, & Benjamin, 2014) (Bonilla, Paipilla, Marín, Vargas, Petro, & Pérez, 2018). Es importante tener en cuenta que a través de esta vía $\text{NO}_3^- \rightarrow \text{NO}_2^- \rightarrow \text{NO}$, el NO_3^- endógeno puede ser reciclado por las bacterias orales para que actúe como un reservorio de precursores para la producción de NO, y la interrupción de este reciclaje (por ejemplo, por el uso de un enjuague bucal antiséptico), se ha demostrado que disminuye los niveles de nitrito en plasma y aumenta la presión arterial (PA) en individuos en ausencia de la ingesta de nitrato (Kapil, Haydar, Pearl, Lundberg, Weitzberg, & Ahluwalia, 2013).

Históricamente se pensó que el NO solo se producía endógenamente a través de la oxidación de la L-arginina por las sintasas de óxido nítrico (NOS). Se creía que NO_3^- y NO_2^- eran simples productos finales metabólicos inertes de esta vía “lineal” de L-arginina / NO. Sin embargo, ahora está ampliamente aceptado que las fuentes de alimentos y suplementos de NO_3^- actúan como donantes exógenos de NO_2^- , NO y otros NO_x . El reconocimiento de este mecanismo de reducción escalonada reversible ($\text{NO}_3^- \rightarrow \text{NO}_2^- \rightarrow \text{NO} \rightarrow \text{NO}_x$) es profundo, principalmente debido a la capacidad del nitrito para reducirse en la sangre y el tejido en ciertas condiciones fisiológicas, siendo éstas específicamente la baja presión de O_2 (por ejemplo, tejido isquémico e hipóxico) y el bajo pH (Lundberg, y otros, 2009) (Cosby, y otros, 2003) (Benjamin, y otros, 1994). Estas condiciones fisiológicas humanas se caracterizan por una circulación venosa en gran parte desoxigenada, y maximizan de manera efectiva la potencia del nitrito como vasodilatador en la circulación sistémica, lo que produce

NO en las regiones corporales de mayor necesidad. Debido a que estas condiciones pueden persistir en el músculo esquelético activo, la manipulación de la dieta a través de fuentes ricas en NO_3^- también puede proporcionar un medio eficaz para mejorar el flujo sanguíneo durante el ejercicio. La vasodilatación hipóxica es de particular interés para los investigadores y los profesionales, ya que es un proceso fisiológico fundamental que vincula el flujo de sangre y oxígeno a su demanda en los tejidos corporales, un proceso que podría potencialmente utilizarse en poblaciones atléticas y enfermas (Clements, Lee, & Bloomer, 2014).

Figura 2.2 Vía exógena de formación de NO



Después de la ingesta de jugo de remolacha la microbiota oral sobre la superficie posterior de la lengua, es capaz de reducir NO_3^- a NO_2^- por medio de su maquinaria enzimática. A pesar de que el proceso de reducción (no enzimática) continúa en el estómago, una cantidad considerable de nitrato ($\approx 25\%$) es absorbido allí y transportado por la sangre hacia las células acinares de las glándulas salivales (circulación enterosalival). Tanto el NO_3^- de la dieta como el reciclado en la saliva, y sus formas reducidas NO_2^- , NO , se introducen directamente en la circulación sistémica tras su absorción en el estómago e intestino. Así, el incremento de sus concentraciones plasmáticas permite la generación de óxido nítrico, especialmente en condiciones de hipoxia fisiológica y bajo pH (Bonilla, Paipilla, Marín, Vargas, Petro, & Pérez, 2018).

El NO desempeña numerosas funciones biológicas cuando está disponible en concentraciones fisiológicas, promoviendo la neurotransmisión, el suministro de oxígeno a la hemoglobina, el flujo sanguíneo, la coagulación, la contractilidad del músculo, la diferenciación y proliferación de las células madre, la homeostasis de la glucosa y el calcio, y el consumo de O₂ mitocondrial, a la vez que se asocia con el aprendizaje y la formación de la memoria (Dejam, Hunter, & Gladwin, 2007) (Dejam, Hunter, Schechter, & Gladwin, 2004). El gas también es un neurotransmisor principal que media la inflamación, la defensa del huésped e incluso la función eréctil del pene (Bryan & Loscalzo, 2011). Cabe señalar que esta lista representa una pequeña fracción de los muchos procesos biológicos que son inherentes al NO. Aunque la molécula posee una estructura molecular muy simple, la amplitud de sus funciones en el cuerpo humano sigue siendo un tema de investigación continua (Clements, Lee, & Bloomer, 2014).

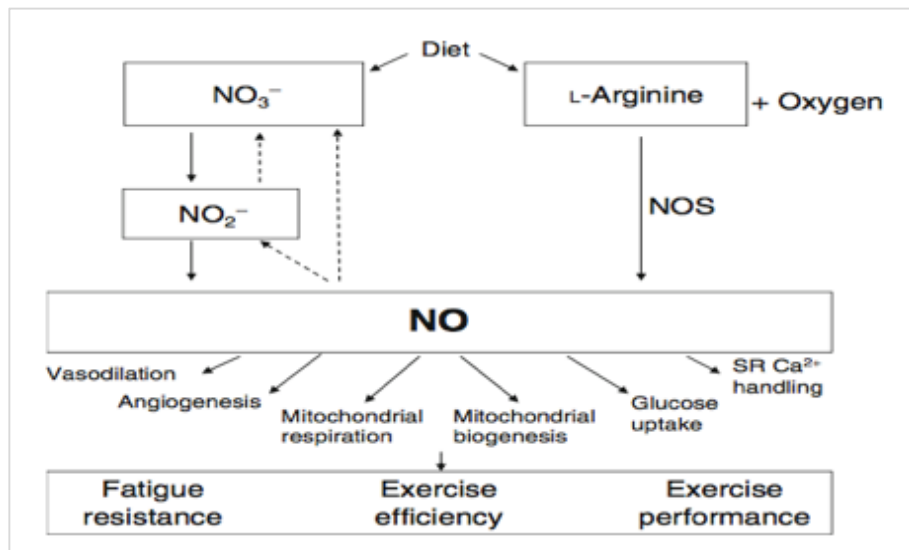
En este sentido, el NO es un compuesto de interés debido a su potencial para relajar la vasculatura humana (Bryan & Loscalzo, 2011), un efecto que puede mejorar la circulación sanguínea durante el reposo y el ejercicio (Bonilla, Paipilla, Marín, Vargas, Petro, & Pérez, 2018) (Hickner, Fisher, Ehsani, & Kohrt, 1997). La vasodilatación es primordial para la salud humana, ya que el proceso en sí mismo es utilizado por el cuerpo para suministrar sangre oxigenada a las áreas del cuerpo que más lo necesitan (por ejemplo, contracción del músculo esquelético, latidos del corazón, áreas isquémicas, etc.), así como para el suministro de glucosa, lípidos y otros nutrientes a una variedad de tejidos. Dada la gran variedad de procesos biológicos que se sabe que están regulados por el NO (principalmente la capacidad para aumentar el flujo sanguíneo), es evidente por qué mantener una reserva continua puede ser beneficioso tanto para los atletas como para aquellos que sufren de isquemia e hipoxia (Clements, Lee, & Bloomer, 2014).

Con respecto al sistema cardiovascular, el NO regula varios procesos como el tono vascular, la función cardíaca, la agregación plaquetaria y la permeabilidad vascular (González, Treuer, Sun, Stamler, & Hare, 2009). En el ámbito del rendimiento deportivo y la función muscular, hay razones para creer que la biodisponibilidad de NO mediante el

aumento de la vía nitrato-nitrito-NO puede influir positivamente en estos aspectos. El NO puede modular la función del músculo esquelético a través de su papel en la regulación del flujo sanguíneo, la contractilidad, la homeostasis de la glucosa y el calcio, y la respiración mitocondrial y la biogénesis (Stamler & Meissner, 2001). In vivo, la inhibición de NOS, que reduciría la producción de NO endógeno, aumenta el consumo de oxígeno (VO_2). Esto plantea la posibilidad de que al aumentar la biodisponibilidad de NO pueda influir positivamente en el rendimiento del ejercicio. De hecho, varios estudios han informado que la concentración de nitrito en plasma está asociado con mayor capacidad de ejercicio en los humanos (Totzeck & Hendgen-Cotta, 2012). En conjunto, estos hallazgos plantean la posibilidad de que el aumento de la concentración de nitrito en plasma a través de la suplementación en la dieta podría tener efectos ergogénicos.

En la Figura 2.3 se muestra un esquema que resume las principales vías de producción de NO y sus principales funciones en el organismo humano.

Figura 2.3 Principales vías de producción de óxido nítrico (NO)



Vías de producción de NO. El NO se produce a partir de los sustratos L-arginina y oxígeno en una reacción catalizada por las NO sintasas y posteriormente se oxida a nitrito y nitrato. El nitrato se puede reducir a nitrito por la xantina oxidasa y por las bacterias anaeróbicas en la cavidad oral, y el nitrito se puede reducir aún más a NO y otras especies reactivas de nitrógeno, un efecto que se acentúa cuando la

disponibilidad de oxígeno en los tejidos es baja. De esta forma, los productos de la producción de NO pueden ser reciclados. Además de la producción endógena, las reservas corporales de nitrato y nitrito se pueden aumentar a través del consumo de alimentos que son ricos en nitrato inorgánico, como la remolacha. El NO es importante en varios procesos fisiológicos que pueden apoyar o mejorar el rendimiento del ejercicio. Es posible que la dependencia de la vía nitrato-nitrito-NO aumente para la producción de NO durante el ejercicio. Las flechas discontinuas muestran que el NO se puede oxidar a NO₂ y NO₃.. **Ca²⁺**: calcio, **NO**: óxido nítrico, **NO₃**:nitrato, **NO₂**: nitrito, **NOS**: óxido nítrico sintasa, **SR**: retículo sarcoplásmico (Jones, 2014).

2.1.6 Nitrato (NO₃⁻): Los nitratos son compuestos que están presentes en el medio ambiente en forma natural como consecuencia del ciclo del nitrógeno. La distribución de éstos iones es muy variada, encontrándose en suelos, alimentos y aguas (Moreno, Soto, & González, 2015). El nitrato se fabrica indirectamente a partir de la fijación del nitrógeno atmosférico por bacterias que se albergan en las raíces de las plantas. Éstas dependen de la captación de nitrato para producir aminoácidos y luego proteínas, un proceso que implica la reducción de nitrato que utiliza la energía proporcionada por la fotosíntesis. Las plantas verdes y frondosas tienden a tener altas concentraciones de nitrato en sus hojas y otras, como la remolacha, almacenan nitrato en sus raíces hinchadas en concentraciones muy altas (Gilchrist, Winyard, & Benjamin, 2010). El agua potable también contiene cantidades variables de nitrato, según la cantidad aceptada, por ejemplo, en Europa la cantidad permitida son 50mg de nitrato/L y en los EE.UU 10mg de nitrato/L (Addiscott, 2005). Para Colombia, la cantidad máxima aceptable son 10mg de nitrato/L (Min Prot Social, 2007).

La contribución de los alimentos y el agua a la ingesta de nitratos de un individuo variará claramente según el consumo de vegetales y la concentración local de nitrato en el agua potable. Se ha estimado que, en promedio, en EE.UU y en Europa los adultos consumen 1 a 2 mmol de nitrato al día, el 80% de los cuales se deriva de los vegetales. Es probable que los vegetarianos consuman más nitrato y recientemente se ha señalado que las personas que cumplen con la dieta DASH (Dietary Approaches to Stop Hypertension) consumen casi 20 mmol al día, cinco veces la ingesta diaria aceptable dada por la OMS (Gilchrist, Winyard, & Benjamin, 2010).

El nitrato se encuentra principalmente en la dieta (> 80%) como un componente inorgánico de las verduras. Las fuentes predominantes de nitratos son la remolacha, el apio,

la lechuga, los rábanos y la espinaca, y son bastante frecuentes en los vegetales verdes producidos en invernaderos calientes o cultivados hidropónicamente (Guadagnin, Rath, & Reyes, 2005). El nitrato (NO_3^-), a través de la conversión a nitrito (NO_2^-), también es un conservante alimentario común que se encuentra en el tocino, la mortadela, salchichas y carnes frías en general (Cassens, 1995). NO_3^- y NO_2^- se han utilizado durante siglos para mantener el sabor y el color en carnes procesadas y curadas, y han demostrado propiedades antimicrobianas y antifúngicas (Xu, y otros, 2013).

Después del consumo oral, el NO_3^- se absorbe rápidamente en el duodeno y el yeyuno y se dispersa por todo el cuerpo, teniendo una vida media de aproximadamente 5 horas. Tras la absorción, se concentra en la saliva a través de un transporte activo entero-salival, y allí es reducido por acción bacteriana a NO_2^- . (Spiegelhalder, Eisenbrand, & Preussmann, 1976). La explicación de por qué el NO_3^- se concentra en la saliva humana sigue siendo en gran medida incierta, pero se estima que hasta el 25% del NO_3^- en la dieta se rescata en esta circulación enterosalivaria. La porción más grande de nitrato se excreta a través de los riñones (Addiscott, 2005).

Por otra parte, se recomienda que para mantener el efectivo sistema de reciclado de éstos compuesto nitrogenados a través de la saliva, evitar el uso de enjuagues bucales a base de clorhexadina (antiséptico con acción antiplaca y antibacteriana), los cuales han demostrado inhibir la respuesta al NO_3^- y en realidad aumentan los valores de la PA en estudios tanto en animales como en humanos, lo que implica la necesidad de bacterias orales para la bioactivación del NO_3^- (Kapil, y otros, 2010) (Pettersson, y otros, 2009). Todavía no está claro si los enjuagues bucales a base de alcohol y las piscinas cloradas ejercen efectos negativos de PA similares a los observados con la clorhexidina; quizás estos también puedan considerarse en el futuro (Hyde, y otros, 2014).

2.1.7 Néctar: según la Resolución 3929 de 2013, se define como producto sin fermentar, elaborado con jugo (zumo) o pulpa de fruta concentrados o no, clarificados o no, o la mezcla

de éstos, adicionado de agua, aditivos permitidos, con o sin adición de azúcares, miel, jarabes, o edulcorantes o una mezcla de éstos (MinSalud, 2013).

Aunque esta definición está dada para productos a base de fruta, se acogió para este trabajo aunque la material prima para la suplementación sea un vegetal. Se aclara también que a lo largo del documento se utilizará el término jugo (o zumo) para aquellas investigaciones que utilizaron la extracción, sin agua, de la remolacha, y que para ésta investigación se acuña el término de néctar por la adición de agua a la formulación.

2.2 Estado del arte

Las ENT matan a 40 millones de personas cada año, lo que equivale al 70% de las muertes que se producen en el mundo, y en Colombia, el 76% de la morbilidad es ocasionada por ECNT (Castañeda, Segura, & Parra, 2018). Según la OMS, la hipertensión arterial es el principal factor de riesgo para padecer y morir como consecuencia de un evento cardiovascular de forma prematura y es la segunda causa de discapacidad en el mundo. También es la principal causante de la enfermedad isquémica cardíaca y del accidente cerebrovascular. Entre el 20% y 35% de la población adulta de América Latina y el Caribe tiene hipertensión, las cifras siguen aumentando en los últimos años y muchos de quienes la padecen desconocen su condición (OMS, 2014a).

En este contexto, es evidente que muchas de estas enfermedades crónicas implican un mal funcionamiento del endotelio y una incapacidad para producir y mantener adecuadamente la homeostasis del NO. De esta manera, parece haber surgido una nueva tendencia en el campo de la nutrición, lo que sugiere que junto con una ingesta reducida de calorías y grasas, las dietas ricas en alimentos que estimulan la biodisponibilidad de NO son opciones viables que permiten obtener beneficios para la salud. De hecho, junto con la actividad física diaria, la ingesta dietética debe considerarse un objetivo de primera línea para la prevención de enfermedades (Bryan & Loscalzo, 2011).

Debido a que el NO es un gas, es muy difícil proporcionar un suplemento oral de NO directamente. Sin embargo, a través del consumo de suplementos dietéticos, de ciertos medicamentos, o de la ingesta de vegetales ricos en NO_3^- , los clínicos y los científicos del deporte han evaluado métodos alternativos para aumentar el NO circulante, independientemente de su biosíntesis endógena, y con ello mejorar los valores de la PA (Kim-Shapiro & Gladwin, 2014).

Varios estudios han mostrado reducciones casi idénticas en la PA (y en ocasiones incluso mayores) con dosis moderadas de NO_3^- en la dieta vs fármacos (Larsen, Ekblom, Sahlin, Lundberg, & Weitzberg, 2006) (Vanhatalo, y otros, 2010), aunque se necesita mucha más investigación para afirmar definitivamente esto. De hecho, el NO_3^- es probablemente el componente principal de las dietas ricas en vegetales y probablemente uno de los muchos responsables de las respuestas beneficiosas para la PA. Sin embargo, hasta hace poco, el anión había permanecido en gran parte ignorado (Bryan & Loscalzo, 2011). De hecho, los efectos del NO_3^- que promueven la salud y el rendimiento deportivo han sido investigados rigurosamente en los últimos años. Además de NO_3^- , el jugo de remolacha (JR) también contiene muchos antioxidantes que pueden poseer propiedades protectoras asociadas con el estrés oxidativo inducido por el ejercicio (Kanner, Harel, & Granit, 2001). El JR también ha ganado popularidad recientemente por las propiedades anticancerígenas y antiinflamatorias propuestas, y un riesgo reducido de resultados cardiovasculares adversos que incluyen apoplejía, infarto de miocardio, hipertensión sistémica y pulmonar, así como la formación de úlceras gástricas (Jansson, y otros, 2007) (Lundberg, Weitzberg, & Gladwin, 2008). A pesar de todas estas cualidades inherentes, la investigación de NO_3^- es relativamente nueva en términos de suplementación en humanos.

De hecho, fue hasta el 2006 cuando Larsen y sus colegas (Larsen, Ekblom, Sahlin, Lundberg, & Weitzberg, 2006) complementaron oralmente por primera vez el NO_3^- . Probaron a 17 sujetos sanos y normotensos utilizando un estudio cruzado doble ciego para evaluar los diversos efectos del nitrato, incluyendo la reducción de la presión arterial. Los sujetos consumieron dosis (0,1 mmol /kg/día) de Na NO_3^- o placebo cloruro de sodio (NaCl), durante dos períodos de 3 días, separados por un período de lavado de 10 días. La dosis

correspondió a una ingesta de 150–250g de vegetales enriquecidos con NO_3^- , como la espinaca, la lechuga o la remolacha. Notaron reducciones promedio de 3.7 mmHg de PAS, luego del consumo de NO_3^- en comparación con el placebo; sin embargo, la PAD se mantuvo sin cambios. Sus hallazgos junto con otros, fueron uno de los primeros en demostrar que el NO_3^- oral probablemente lleva a la formación del potente vasodilatador NO, *in vivo*.

En apoyo de estos hallazgos, (Webb, y otros, 2008) también probaron los efectos de la administración oral de NO_3^- y sus efectos sobre la PA y la vasoprotección. 14 sujetos sanos bebieron 500mL de JR o agua. Luego, los investigadores midieron la PA cada 15 minutos durante 1 hora antes de la ingestión y 3 horas después de la ingestión, luego cada hora hasta las 6 horas posteriores, con una lectura final de la PA a las 24 horas. Los autores notaron reducciones máximas en la PAS (~ 10.4 mmHg, $p < 0.01$) y PAD (~ 8.1 mmHg, $p < 0.01$) dentro de las 2,5 y 3 h post-consumo, respectivamente. Los cambios en la PA también se mantuvieron hasta 5 h después de la ingesta. Las reducciones en la PA comenzaron 1 h después del consumo de JR en comparación con el agua, y las reducciones de la PA se correspondieron con los aumentos máximos en las concentraciones plasmáticas de NO_2^- , las cuales alcanzaron su máximo a las 3 h después de la ingestión y se mantuvieron elevadas durante aproximadamente 5 h después de la administración de JR. El grupo también demostró las propiedades citoprotectoras del JR rico en NO_3^- , al revertir la disfunción endotelial asociada con la lesión por reperfusión de isquemia en la arteria braquial. Utilizando diosfato de adenosina (ADP) y estímulos de colágeno, también pudieron demostrar una inhibición *ex vivo* de la agregación plaquetaria tras la administración del JR. Estos hallazgos demostraron de manera efectiva que el NO_3^- es un componente importante de las dietas ricas en vegetales responsables de la citoprotección y las reducciones de la PA.

Un año más tarde, (Pettersson, y otros, 2009) pudieron demostrar que las respuestas gastroprotectoras y reductoras de la PA a las dosis orales de NO_3^- fueron negadas después del uso de un enjuague bucal antiséptico en ratones. Estos hallazgos corroboraron significativamente la probabilidad de una vía entero-salival y una sorprendente relación

huésped-simbiótica entre humanos y bacterias orales en lo que respecta a la bioactivación, y por lo tanto, los beneficios positivos para la salud asociados con la ingesta de NO_3^- .

Posteriormente, (Wylie, y otros, 2013) investigaron la ingesta de JR y las relaciones farmacodinámicas de la dosis-respuesta en 10 hombres jóvenes sanos. Usando un diseño cruzado doble ciego, administraron dosis de 70, 140 y 280 ml de JR concentrado (4.2, 8.4 y 16.8 mmol NO_3^- , respectivamente) o placebo (PL), para observar las respuestas de las concentraciones de NO_3^- y NO_2^- en plasma, cambios en la PA durante un período de 24 h y en el rendimiento deportivo. Luego, los 10 sujetos completaron pruebas de ejercicio de intensidad moderada y vigorosa 2,5 h después de la ingesta de JR o placebo. Observaron que la concentración de NO_2^- en plasma aumentó de manera dependiente de la dosis, y los cambios máximos se produjeron en aproximadamente 2–3 h post-ingesta, con aumentos o picos posteriores, reflejando de esta manera el mecanismo de reducción del NO_3^- por bacterias linguales en la circulación entero-salivaria. Las dosis de 140 y 280 ml de JR redujeron la PA y la captación de oxígeno durante el ejercicio de intensidad moderada en un 1,7% ($P = 0,06$) y vigoroso un 3,0% ($P < 0,05$), respectivamente. Los resultados indican que mientras la concentración plasmática de NO_2^- y consumo de O_2 en ejercicio de intensidad moderada se modifican en función de la dosis de JR rica en NO_3^- , no hay una mejora adicional en la tolerancia al ejercicio después de ingerir JR que contiene 16.8mmol en comparación con 8.4 mmol de NO_3^- . Estos hallazgos tienen implicaciones importantes para el uso de JR para mejorar la salud cardiovascular y el rendimiento del ejercicio en adultos jóvenes.

En un reciente meta-análisis (Bahadoran, Mirmiran, Kabir, Azizi, & Ghasemi, 2017), se analizaron 22 estudios desde 2009 hasta 2017, los cuales centraron la atención exclusivamente en los efectos del jugo de remolacha sobre la PA. Los autores concluyeron que en general, la PAS y PAD fueron significativamente más bajas en los grupos suplementados con JR que en los grupos control. La diferencia media de la PAS fue mayor entre los grupos suplementados en un periodo de tiempo más largo, ≥ 14 días comparado con < 14 días (25.11 comparado con 22.67 mmHg), y en aquellos grupos suplementados con dosis más altas, 500ml en comparación con 70 y 140ml /día (24.78 comparado con 22.37 mmHg).

Estos resultados demuestran los efectos reductores de la presión arterial del jugo de remolacha y resaltan su papel benéfico sobre la salud vascular.

En otra revisión sistemática de ensayos clínicos aleatorios, publicados de 2008 a 2018, se analizaron 11 estudios que cumplieron con los criterios de inclusión. En ella los autores observaron que la suplementación con JR es una estrategia rentable que podría reducir la presión arterial en diferentes poblaciones, probablemente a través de la vía de nitrato / nitrito / óxido nítrico ($\text{NO}_3^- / \text{NO}_2^- / \text{NO}$) y metabolitos secundarios encontrados en la remolacha. Identificaron también que no se informaron efectos secundarios o interacciones adversas en los sujetos (medicados o no) incluidos en los estudios. La mayoría de investigaciones incluyeron adultos sanos y solo algunas adultos mayores, teniendo estos últimos una respuesta más baja a la suplementación. En cuanto al género, la mayoría de los sujetos de estudio fueron hombres y no se encontraron diferencias de PA según el sexo, en los estudios que evaluaron poblaciones del mismo rango de edad. Los sujetos con sobrepeso experimentaron una mayor reducción en la PAS que los sujetos con peso normal (11.3 mmHg en comparación con 6.0 mmHg, respectivamente). Los individuos con valores iniciales altos de PAS presentaron una disminución más significativa en los niveles de esta variable después de la suplementación con JR. Los volúmenes de JR informados tuvieron un rango amplio, que osciló entre 70 y 500 ml. Con respecto a la duración, observaron protocolos de suplementación aguda y crónica en los que el análisis de la presión arterial se realizó entre las 24 horas y seis semanas después de la administración de JR. Hay mejores efectos a nivel postprandial durante las primeras 3 h y hasta 24 h después del consumo de JR. Además, las intervenciones durante dos semanas generaron mejores resultados, en comparación de aquellas con una duración de una semana. Durante la suplementación con JR, la cantidad de NO_3^- para los estudios incluidos en esta revisión sistemática fue entre 300 y 500 mg NO_3^- (equivalente a $\approx 5-8$ mmol NO_3^-), que es mayor que la ingesta diaria aceptable definida por la OMS (3,7 mg/kg/día). Los autores de esta revisión exponen que al parecer los factores individuales como edad, género, PA de inicio y peso corporal, tienen influencia sobre los

efectos de la suplementación con JR sobre la PA (Bonilla, Paipilla, Marín, Vargas, Petro, & Pérez, 2018).

Otros autores han establecido que existe una correlación positiva entre la concentración de NO_3^- inorgánico y el efecto hipotensor (Wruss, y otros, 2015). Sin embargo, en la actualidad se discute si el efecto hipotensor se debe realmente a la concentración de NO_3^- o si otros componentes del JR median esta respuesta fisiológica, como las betalainas, ácido oxálico, ácidos hidroxicinámicos, entre otros. En este sentido, algunos estudios no han mostrado cambios significativos en la presión arterial después de la administración de JR (Gilchrist, Winyard, Fulford, Anning, Shore, & Benjamin, 2014) (Joris & Mensink, 2013). Por ejemplo, (Bondonno, y otros, 2015) evaluaron los efectos de la suplementación con JR durante una semana en hombres y mujeres hipertensos tratados. Y a pesar de que las concentraciones de nitrito y nitrato aumentaron 3 veces en plasma, la de nitrito 7 veces en la saliva y un aumento de 4 veces tanto en nitrito urinario como en nitrato, los autores expresaron que no hubo diferencias en las cifras de PA antes y después de la suplementación.

Otras investigaciones sugieren que la suplementación con NO_3^- en la dieta tiene el potencial de influir en la fisiología humana más allá de los efectos hemodinámicos expuestos anteriores (Bailey, y otros, 2009) (Lansley, y otros, 2011) (Larsen, Weitzberg, Lundberg, & Ekblom, 2007). Específicamente, (Cermak, Gibala, & Van Loon, 2012) y (Larsen, y otros, 2011) han demostrado que 3–6 días de suplementación dietaria con NO_3^- reduce el consumo de O_2 del ejercicio de intensidad moderada y puede mejorar la tolerancia al ejercicio en adultos jóvenes y saludables. Parece que estos efectos están relacionados con las mejoras mediadas por el NO en la función contráctil muscular (Bailey, y otros, 2010) y/o la eficiencia mitocondrial (Larsen, y otros, 2011) y/o el aumento del flujo sanguíneo muscular, especialmente a las fibras de tipo II (Ferguson, y otros, 2013).

En una revisión sistemática realizada por (Domínguez, y otros, 2017), se seleccionaron 23 artículos para su análisis, entre 2010 y 2016. Los estudios revisados incluyeron suplementación con JR en condiciones normóxicas, condiciones hipóxicas y JR

combinado con cafeína: 11 artículos estaban relacionados con atletas entrenados, cuatro de ellos con ciclistas-triatletas, tres con ciclistas entrenados, dos para kayakistas entrenados, uno para corredores entrenados, uno para nadadores entrenados y uno para personas sanas físicamente activas. En los atletas entrenados y personas activas en condiciones de normoxia, la suplementación con JR mejoró el rendimiento aeróbico por una disminución en el VO_2 a varias intensidades (60% –100% $\text{VO}_{2\text{max}}$, VT_1) incrementando la economía durante el ejercicio. En estudios de kayak se encontró una disminución del VO_2 a la misma intensidad en los deportistas suplementados con JR, en comparación con el placebo. En nadadores entrenados se observó una disminución en el gasto de energía en quienes consumieron JR. Los estudios no determinaron que los efectos del JR combinados con cafeína aumenten el rendimiento cardiorrespiratorio con respecto a la suplementación con cafeína. Los autores también señalan que la suplementación con JR podría mitigar los efectos ergolíticos¹ de la hipoxia en la resistencia cardiorrespiratoria en los atletas.

Varios estudios han demostrado un efecto positivo de la ingesta aguda de JR en varios parámetros de mejora del rendimiento, asociados con el sistema cardiovascular y respiratorio. Una de estas mejoras es la economía de carrera dada por la obtención de una mayor potencia de salida con el mismo nivel de VO_2 (Cermak, Gibala, & Van Loon, 2012). Otra mejora atribuida a la suplementación con JR está relacionada con el aumento del flujo sanguíneo, favoreciendo el suministro de oxígeno a las mitocondrias, que tiene el efecto secundario de estimular el metabolismo oxidativo (Bailey, y otros, 2010). Además, la suplementación con NO_3^- podría mejorar los procesos de contracción muscular y relajación (Whitfield, y otros, 2016). En otro estudio, (Lansley K. , y otros, 2011) realizaron pruebas de contrarreloj en ciclistas entrenados, una de 16,1 km en donde el grupo suplementado con JR mejoró el rendimiento, disminuyendo el tiempo de finalización en un 2,7%, y otra prueba de 4 Km donde hubo una disminución del tiempo del 2,8%. Este aumento del rendimiento también se asoció con mejoras de los Wattios / VO_2 del 7% en la prueba de 16,1 km y un 11% en la de 4 km. Otros autores (Kelly, Vanhatalo, Wilkerson, Wylie, & Jones, 2013) evaluaron en

¹ Efecto ergolítico: que tiene un efecto perjudicial sobre el rendimiento

atletas experimentados el efecto de la suplementación con JR (8.2 mmol de nitrato) en el tiempo hasta el agotamiento, a intensidades del 60%, 70%, 80% y 100% de la potencia máxima. Los atletas suplementados pudieron mantener la potencia máxima a cada intensidad por más tiempo, mostrando con esto una respuesta más baja de VO_2 a intensidades submáximas, lo que retrasaría el tiempo en que los atletas alcancen el $\text{VO}_{2\text{máx}}$ y por lo tanto, la fatiga, permitiéndoles un esfuerzo sostenido más largo.

De la misma manera, otras investigaciones han demostrado que además de aumentar el flujo sanguíneo y mejorar la contracción y relajación muscular, la suplementación con JR puede mejorar la eficiencia de la respiración mitocondrial (Bailey, y otros, 2010) y la fosforilación oxidativa (Clerc, Rigoulet, Leverve, & Fontaine, 2007). Sin embargo, parece que la suplementación aguda es insuficiente para producir biogénesis mitocondrial, lo que sugiere que estas adaptaciones pueden requerir protocolos de suplementación más prolongados. En atletas entrenados, la suplementación aguda con JR durante cinco días redujo el VO_2 hasta en un 3% a una intensidad de 70% del $\text{VO}_{2\text{máx}}$ (Whitfield, y otros, 2016). En nadadores entrenados, (Pinna, y otros, 2014) también corroboraron los beneficios ergogénicos del JR durante una prueba incremental en la cual, a la intensidad del umbral anaeróbico, la carga de trabajo aumentó y el VO_2 disminuyó.

En otro estudio, en sujetos sanos físicamente activos, pero no altamente entrenados en ningún deporte en particular, (Vanhatalo, y otros, 2010) evaluaron los efectos agudos y crónicos (15 días) de la suplementación con JR (500ml/día; 5,2 mmol) sobre el VO_2 , en una prueba de carga constante a una intensidad del 90% del umbral de intercambio de gases (GET), similar al umbral anaeróbico, y en una prueba incremental en cicloergómetro, en comparación con los controles. La potencia máxima en la prueba incremental y la relación entre la tasa de trabajo y la intensidad GET se incrementaron en el grupo que recibió la suplementación con JR. Los hallazgos indicaron que la suplementación redujo el consumo de oxígeno en ejercicio submáximo, y estos efectos pueden durar 15 días si se mantiene la suplementación. Además, la concentración de nitrito en plasma se elevó significativamente: 39% a las 2.5 h posprandial; 25% a los 5 días; 46% a los 15 días ($P < 0.05$); y la PAS y PAD

se redujeron en aproximadamente un 4% durante todo el período de suplementación con JR ($P < 0.05$).

Otros autores, (Hoffman, Ratamess, Kang, Rashti, & Faigenbaum, 2009) examinaron la eficacia de 15 días de suplementación con zumo de remolacha en la resistencia muscular, el rendimiento energético y la percepción de fatiga en hombres. Realizaron pruebas de potencia en salto vertical y de banco, repeticiones al fallo al 75% de 1-RM en sentadilla y press banco, obteniendo mejoras en la resistencia muscular de las sentadillas y un aumento de la cantidad de las repeticiones realizadas.

De esta manera, todos los estudios mencionados anteriormente generan un precedente bastante robusto sobre la evidencia de los efectos de la suplementación con jugo de remolacha sobre la presión arterial, variables de la condición física y el rendimiento deportivo, siendo la base para actuales y futuras investigaciones al respecto.

2.3 Planteamiento de hipótesis

Hipótesis de investigación (H_1): La suplementación dietaria con néctar de remolacha mejora los valores de presión arterial en jóvenes universitarios entre 19 y 25 años.

Hipótesis nula (H_0): La suplementación dietaria con néctar de remolacha no mejora los valores de presión arterial en jóvenes universitarios entre 19 y 25 años.

Hipótesis de investigación (H_1): La suplementación dietaria con néctar de remolacha mejora la fuerza máxima en jóvenes universitarios entre 19 y 25 años.

Hipótesis nula (H_0): La suplementación dietaria con néctar de remolacha no mejora la fuerza máxima en jóvenes universitarios entre 19 y 25 años.

Hipótesis de investigación (H_k): La suplementación dietaria con néctar de remolacha mejora la potencia aeróbica en jóvenes universitarios entre 19 y 25 años.

Hipótesis nula (H_0): La suplementación dietaria con néctar de remolacha no mejora la potencia aeróbica en jóvenes universitarios entre 19 y 25 años.

CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO

3.1 Enfoque Epistemológico

Método de la investigación: para el filósofo francés August Comte, el método cuantitativo tiene su origen en el positivismo, en el cual se buscan las causas a través de procesos, con la aplicación de instrumentos como cuestionarios o test que permiten la obtención de datos susceptibles de ser analizados estadísticamente, por ello es deductivo, parte de lo general a lo particular. Una de las características más importantes de este tipo de estudio es la objetividad, ya que el investigador observa, mide, manipula variables, se desprende de sus propias tendencias, y la relación entre éste y el fenómeno de estudio es independiente.

En este sentido, (Rodríguez, 2010) señala que el método cuantitativo se centra en los hechos o causas del fenómeno social, con escaso interés en los estados subjetivos de los individuos, teniendo como base las mediciones realizadas a cada de las variables del estudio, que permiten generar conclusiones por medio de la aplicación de métodos estadísticos apropiados.

En relación a lo anterior, la investigación se desarrolló bajo el enfoque cuantitativo, ya que evaluó el efecto de la suplementación con néctar de remolacha sobre la presión arterial, fuerza máxima y potencia aeróbica, obteniendo datos y valores reales que después de ser analizados estadísticamente, permitieron obtener resultados con relación causal entre las variables.

Por otra parte, desde el enfoque metodológico la investigación es de tipo cuasi-experimental, definida por (Segura, 2003) como una derivación de los estudios experimentales, en los cuales la asignación de los sujetos no es aleatoria aunque el factor de exposición es manipulado o controlado por el investigador. Para nuestro caso, el investigador es el responsable de la suplementación con néctar de remolacha en los grupos intervenidos.

Para esta misma autora, los diseños cuasiexperimentales carecen de un control absoluto de todas las variables relevantes debido a la falta de aleatorización, ya sea en la selección de los sujetos o en la asignación de los mismos a los grupos experimental y control, que siempre incluyen una preprueba para comparar la equivalencia entre grupos, y que no necesariamente poseen dos grupos (el experimental y el control).

3.2 Enfoque Metodológico

Diseño experimental: estudio cuantitativo, cuasi-experimental de antes y después.

Proceso metodológico: enmarcado en un primer momento que estuvo enfocado en la cuantificación del contenido de nitritos y nitratos por dosis de néctar de remolacha; y un segundo momento donde se seleccionaron los grupos experimentales para la suplementación. Antes y después de la misma se realizaron pruebas estandarizadas de fuerza máxima, consumo de oxígeno y toma de presión arterial. A continuación se describe la metodología utilizada en la investigación:

Primer momento: *Determinación de nitratos (NO_3^-) y nitritos (NO_2^-) de la remolacha.*

La cuantificación de nitratos se realizó a través del método de Cataldo (Cataldo, Maroon, Schrader, & Youngs, 1975) y espectroscopía UV-vis (registrando las absorbancias en 410 nm), obteniendo un total de $325,492 \pm 5,155$ mg NO_3^-/kg de remolacha.

La cantidad de nitritos fue hallada mediante el Método Oficial AOAC 973.31 y espectroscopía UV-vis (rango de absorbancia de 200 a 700 nm), obteniendo un total de $61,117 \pm 0,902$ mg NO_2^-/kg de remolacha (Anexos 1 a 8).

Segundo momento: *suplementación y aplicación de pruebas estandarizadas*

Previo a la asignación de los grupos los participantes fueron informados de los objetivos y alcances del proyecto, de los criterios de inclusión y exclusión, posibles ventajas y desventajas, y procedieron a firmar el consentimiento informado. Además, se educaron sobre la importancia de seguir las siguientes observaciones durante todo el tiempo que duró la intervención: no cambiar los patrones de actividad física diaria, evitar el uso de enjuagues bucales, evitar el consumo de alcohol, caféina y chicle, evitar fuentes alimentarias que contengan nitratos como embutidos, quesos madurados, vegetales de hoja verde (espinaca, lechuga, repollo, acelgas) y remolacha. Para ello se diseñó un diario de campo (Anexo 9), en el cual los participantes registraron: toma de jugo en el día, cambios o sensaciones percibidas, privación de los aspectos mencionados anteriormente y si el patrón de actividad física se mantenía igual.

Un total de 24 participantes fueron distribuidos de manera voluntaria en tres grupos de 8 personas. Dos grupos experimentales (uno suplementado con néctar de remolacha todos los días y otro suplementado 3 vec/semana) y un grupo control (no suplementado). La toma se realizó en horas de la mañana (Anexo 10). El día uno de la intervención se tomó presión arterial inicial y frecuencia cardiaca a los 24 participantes, con previo reposo de 15 minutos (Anexo 11). Luego de ser pesados y medidos (Anexo 12) los participantes realizaron las pruebas estandarizadas de fuerza máxima (press banco y prensa 45°) y consumo de oxígeno (cicloergómetro) (Anexo 13), con toma de la presión arterial al final. Los días siguientes los participantes de los grupos experimentales realizaron la suplementación con néctar de remolacha, mientras el grupo control no consumió nada y llevó una dieta habitual. Todos los participantes tuvieron toma de PA dos veces al día (mañana y noche). Pasadas las dos semanas se hicieron nuevamente las pruebas físicas estandarizadas, de la manera descrita:

- *Prueba de fuerza máxima:* antes de la realización de la prueba se explicó y demostró la metodología de la misma, así como posibles riesgos. Siendo la población intervenida de jóvenes no entrenados, se empleó la metodología de cargas submáximas, evaluando los grupos musculares del tren superior (press banco) y del tren inferior (prensa de 45° o press pierna), de acuerdo con la

metodología de (Mc Donagh, 1984), la cual propone una resistencia dada por el porcentaje del peso corporal (PC), según el grupo muscular a evaluar; en este caso para hombres (press pierna 75%PC y press banco 60%PC) y para mujeres (press pierna 60%PC y press banco 40%PC). Posteriormente se calculó la fuerza máxima - 1RM, aplicando la fórmula de Epley, $1RM = (0,0333 * kg * Rp) + Kg$.

- *Consumo máximo de oxígeno:* se realizó a través del test incremental de Astrand en cicloergómetro, el cual consistió en colocar una carga inicial para mujeres de 70W, con un incremento de 30 W cada 2 minutos, y para los hombres se realizó con una carga inicial de 100W, con incrementos de 40W cada dos minutos, hasta el agotamiento. En cada incremento o etapa fue consultada la Escala de Percepción del Esfuerzo. Previo a la prueba se educó a los participantes sobre las recomendaciones dadas por el Colegio Americano de Medicina del Deporte (ACSM), entre las cuales están: (1) los sujetos no deben consumir comida, alcohol o productos con cafeína o tabaco en las 3 horas anteriores a las pruebas. (2) los sujetos deben estar descansados para realizar la prueba y haber evitado cualquier esfuerzo o ejercicio significativo el día de la prueba. (3) la ropa debe permitir la libertad de movimiento y usar calzado deportivo. (4) Antes de la realización de la prueba fue explicada y demostrada la metodología de la prueba, así como posibles riesgos.
- *Toma de presión arterial:* incluyó monitoreo antes, durante y después de la intervención. La toma de PA se realizó posterior a 15 minutos de reposo. En el día 1 se tomó PA en reposo y a los tres minutos de finalizar las pruebas físicas. Durante los días de suplementación se tomó PA antes de la toma del néctar de remolacha (en la mañana) y por la noche. Después de la intervención se realizaron las pruebas físicas nuevamente y se tomó PA inicial y al final de las mismas.

- *Suplementación con néctar de remolacha:* el néctar se preparó todos los días de la misma manera. Para cada vaso o porción se utilizaron 60g de remolacha congelada, 8g de azúcar y 130ml de agua potable. Fue suministrado en horas de la mañana (9:30am) a los grupos intervenidos según su asignación (todos los días ó 3 vec/sem), inmediatamente después de la toma de PA. Se mantuvieron siempre las mismas condiciones de higiene y estandarización.

3.3 Materiales y equipos

Primer momento: la obtención de las curvas espectrales se realizó mediante un espectrofotómetro Shimadzu serie UV- Vis 2401 PC y celdas de cuarzo de 1 cm. Reactivos: ácido acético, ácido salicílico, ácido sulfúrico, agua destilada, hidróxido de sodio, nitrato de potasio, nitrito de sodio, N(naftil)-etilendiamina diclorohidratado y sulfanilamida. Muestras de remolacha previamente trituradas, pesadas y congeladas. Todas las pruebas fueron realizadas por triplicado, en el Laboratorio de Calidad de los Alimentos de la Universidad de Pamplona.

Segundo momento: para la prueba de fuerza máxima se utilizaron los discos, barra, banco y prensa de 45° pertenecientes al gimnasio Hércules de la Universidad de Pamplona. Las pruebas de esfuerzo se realizaron con el cicloergómetro Ergomed 369, del Laboratorio de Fisiología del Ejercicio de la misma institución. El equipo utilizado para medir la presión arterial fue un monitor cardiaco de UCI portátil, marca EDAN-80, el cual permite evaluar la presión arterial automáticamente con una confiabilidad de 98%.

3.4 Sujetos

La investigación se realizó dentro de la Universidad de Pamplona con una muestra a conveniencia de 24 estudiantes pertenecientes a la Facultad de salud, de los programas

nutrición y dietética y fisioterapia que cumplieron con los criterios de inclusión establecidos para el estudio. La edad promedio fue de 21 \pm 2 años, con talla promedio de 167 \pm 4 cm, un peso de 60 \pm 5 Kg y un IMC promedio de 21.3 \pm 2 Kg/m². Según la clasificación por género, el 71% de los participantes era de género femenino y el 29% de género masculino.

Criterios de inclusión: aceptar ser suplementado con jugo de remolacha, firmar el consentimiento informado, estar dentro del rango de edad 19-25 años y normopeso, cumplir con los horarios establecidos para la toma de la presión arterial y pruebas físicas, cumplir a cabalidad las recomendaciones dadas y diligenciar el diario de campo, no haber sido diagnosticado con una enfermedad metabólica, no tener lesiones físicas y ser poco activo.

Criterios de exclusión: ser intolerante o presentar algún tipo de molestia tras el consumo de jugo de remolacha, no asistir a las pruebas y controles, tener alguna patología cardiovascular o metabólica, o algún tipo de lesión.

3.4.1 Informe de consentimiento informado

Después de haber sido capacitados sobre el alcance y metodología del estudio, sobre el grado de compromiso adquirido al ser sujeto de estudio y luego de haber resuelto todas las inquietudes, los participantes procedieron a firmar el consentimiento informado (Anexo 14).

3.5 Variables del estudio

Las variables de interés en el estudio y que fueron sujeto de medición se resumen en tabla 3.1

Tabla 3.1 Operacionalización de variables del estudio

Tipo de variable	Variable	Definición	Unidad de Medida	Tipo según escala de medición
Independiente	Suplementación con néctar de remolacha	Suministro de néctar de remolacha en diferente frecuencia de consumo semanal	200 ml	Cuantitativa Continua
Dependiente	Fuerza máxima dinámica	Capacidad neuromuscular de efectuar la máxima contracción muscular voluntaria dinámica	1RM	Cuantitativa Continua
Dependiente	VO ₂ máx	Cantidad máxima de oxígeno que el organismo es capaz de absorber, transportar y consumir por unidad de tiempo	ml/kg/min	Cuantitativa Continua
Dependiente	Presión Arterial	Presión que ejerce la sangre contra las paredes de las arterias	mmHg	Cuantitativa Continua

3.6 Análisis estadístico y tratamiento de datos

El análisis estadístico se realizó utilizando el software SPSS Statistix versión 19.0. Se hizo un análisis de varianza, el cual es un método estadístico que permite verificar el contraste de una hipótesis, donde se afirma que las k-medias ($k > 2$) son iguales, frente a la hipótesis alternativa de que por lo menos una de las poblaciones difiere de las demás en cuanto a su valor esperado.

Para esta investigación las variables dependientes son cada una de las pruebas: de fuerza máxima, potencia aeróbica y presión arterial. Siendo la variable independiente la suplementación con jugo de remolacha. Este contexto es fundamental en el análisis de resultados experimentales, en los que interesa comparar los resultados de k-tratamientos o factores con respecto a una variable dependiente.

Los datos resultantes de la intervención cumplieron con todos los supuestos para la aplicación de la ANOVA: (1) las poblaciones son normales, (2) las k muestras sobre las que

se aplican los tratamientos son independientes (3) las poblaciones tienen todas igual varianza (Homocedasticidad). Esto permitió desarrollar el modelo matemático que interrelaciona las variables de la investigación.

El ANOVA para este experimento es de dos factores: el primer factor es la prueba (pretest y posttest) y el segundo factor es la frecuencia con la que se hace la suplementación con néctar de remolacha (consumo todos los días, consumo tres veces por semana, control).

Modelo estadístico

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}; \text{ de donde}$$

Y_{ij} : Representa el puntaje obtenido en cada prueba de fuerza máxima, potencia aeróbica y presión arterial en el i -ésimo momento (pretest, posttest) bajo la j -ésima frecuencia con que se consume el néctar de remolacha.

τ_i : Representa la variación en los puntajes obtenidos frente a la prueba pretest y posttest.

β_j : Representa el efecto que se produce en los puntajes de las pruebas físicas bajo la frecuencia en el consumo de néctar de remolacha del grupo intervenido.

ε_{ij} : Es el error aleatorio que se produce en cualquier medición.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS

4.1 Resultados de características básicas

En la tabla 4.1 se muestran parámetros básicos de los participantes del estudio, los cuales tuvieron un rango de edad entre 19 y 25 años, un peso promedio de 60Kg, una talla e IMC promedio de 1,67m y 21,3Kg/m², respectivamente. Adicionalmente, el 71% de los participantes era mujeres y el 29% hombres.

Tabla 4.1 Características básicas de los participantes del estudio

Variable	n	Promedio	DE	Mínimo	Máximo
Edad (años)	24	20,917	1,976	19,000	25,000
Peso (Kg)	24	60,146	9,653	44,500	77,600
Talla (m)	24	1,676	0,081	1,550	1,830
IMC (Kg/m ²)	24	21,338	2,497	16,100	24,200

4.2 Resultados de las pruebas de fuerza máxima

4.2.1 Press Banco

En el análisis de la fuerza máxima en tren superior se tuvieron en cuenta los cambios dados en el número de repeticiones y 1RM. Los datos se muestran en la tabla 4.2.

Tabla 4.2 Resultados de ANOVA para prueba de fuerza máxima en Press Banco

Prueba de fuerza máxima tren superior				
Factor	Niveles	Promedios	P-valor	Interpretación
Press banco: Peso levantado (Kg)				
Prueba	Pre-test	27.67	1	Se trabajó el mismo peso
	Pos-test	27.67		
Press banco: N° Repeticiones				
Prueba	Pre-test	9.04	0.098	No hay diferencias
	Pos-test	12.92		
Frecuencia suplementación	Control	4.188	0.009	Sí hay diferencias
	3 veces/semana	16.25		
	Todos días	22.188		
Press banco: 1RM (kg)				
Prueba	Pre-test	39.00	0.4614	No hay diferencias
	Pos-test	40.25		
Frecuencia suplementación	Control	31.25	0.0883	No hay diferencias
	3 veces/semana	38.37		
	Todos días	47.75		

Estos resultados permiten evidenciar que la fuerza máxima en tren superior (press banco) mejoró en los grupos suplementados con respecto al grupo control, sin que hubiese diferencia estadística. Hubo una mejora de la RM en +16.5Kg en el grupo suplementado todos los días y de +7.1Kg en el grupo suplementado 3 veces/semana. También es importante destacar que el número de repeticiones fue mayor en el posttest para los grupos que recibieron suplementación (con $p = 0,009$), lo que llevaría a concluir que esta intervención tuvo efectos positivos sobre la fuerza resistencia tanto para el grupo suplementado con néctar de remolacha todos los días, como el suplementado 3 veces/semanas, en comparación con el control. Esto es de gran relevancia ya que los sujetos del estudio en su mayoría son poco activos y esto podría ser un medio para mantener las condiciones fisiológicas implicadas en la fuerza, indispensables para su salud física y bienestar general.

4.2.2 Press pierna

En el análisis de la fuerza máxima en tren inferior se tuvo en cuenta los cambios dados en el número de repeticiones y 1RM. Los datos se muestran en la tabla 4.3.

Tabla 4.3 Resultados de ANOVA para pruebas de fuerza máxima en Press Pierna

Prueba fuerza máxima tren inferior– prensa 45°				
Factor	Niveles	Promedios	P-valor	Interpretación
Press pierna: Peso levantado (Kg)				
Prueba	Pre-test	40.66	1	Se trabajó el mismo peso
	Pos-test	40.66		
Press pierna: N° Repeticiones				
Prueba	Pre-test	24.68	0.0068	Sí hay diferencias
	Pos-test	32.08		
Frecuencia suplementación	Control	25.44	0.0923	No hay diferencias
	3 veces/semana	32.37		
	Todos días	27.31		
Press pierna: 1RM (kg)				
Prueba	Pre-test	74.21	0.1351	No hay diferencias
	Pos-test	83.87		
Frecuencia suplementación	Control	73.31	0.2276	No hay diferencias
	3 veces/semana	77.25		
	Todos días	86.56		

Los resultados muestran que los cambios en 1RM no fueron estadísticamente significativos, pero las diferencias pre-test y pos-test muestran mayor RM en los grupos suplementados, tanto 3 veces/semana (+3.9Kg), como todos los días (+12.62Kg), evidenciando que esta intervención fue eficaz, ya que generó respuestas positivas en la fuerza máxima, mostrando mejoras en los procesos de tensión muscular. Esto podría suponer que si los jóvenes participantes se vinculan a procesos integrados de suplementación y entrenamiento físico regular, especialmente de fuerza, podrían obtener excelentes resultados en su condición física que podría impactar positivamente su calidad de vida. Por otra parte, es importante resaltar que en cuanto al número de repeticiones se encontró diferencia significativa con una $P=0,0068$, indicando que tanto el grupo suplementados 3 veces/semana como el de todos los

días mejoraron su fuerza resistencia, lo que les permite mantener la salud de la estructura músculo esquelética responsable de la fuerza.

4.3 Resultados de la prueba de potencia aeróbica

Durante la prueba incremental en cicloergómetro se evaluó la frecuencia cardiaca (FC) inicial sobre la bicicleta y final alcanzada, los Wattios movidos, el consumo de oxígeno y el tiempo hasta el agotamiento. Los datos obtenidos se muestran en la tabla 4.4.

Tabla 4.4 Resultados de ANOVA para prueba de potencia aeróbica

Prueba de potencia aerobica en Cicloergómetro				
Factor	Niveles	Promedios	P-valor	Interpretación
FC inicial sobre la bicicleta (lpm)				
Prueba	Pre-test	113.67	0.1768	No hay diferencias
	Pos-test	108.71		
Frecuencia suplementación	Control	115.0	0.1036	No hay diferencias
	3 veces/semana Todos dias	112.81 105.75		
FC máxima alcanzada (lpm)				
Prueba	Pre-test	184.62	0.9689	No hay diferencias
	Pos-test	184.50		
Frecuencia suplementación	Control	183.69	0.8724	No hay diferencias
	3 veces/semana Todos dias	184.31 185.31		
Carga movida (Wattios)				
Prueba	Pre-test	161.67	0.8264	No hay diferencias
	Pos-test	164.17		
Frecuencia suplementación	Control	147.50	0.0821	No hay diferencias
	3 veces/semana Todos dias	161.88 179.38		
VO₂máx (ml/kg/min)				
Prueba	Pre-test	36.162	0.8406	No hay diferencias
	Pos-test	36.48		
Frecuencia suplementación	Control	33.74	0.0414	SI hay diferencias
	3 veces/semana Todos dias	38.82 36.41		
Tiempo hasta el agotamiento (min)				
Prueba	Pre-test	5.62	0.4856	No hay diferencias
	Pos-test	5.28		

Frecuencia suplementación	Control	4.35	0.0087	Sí hay diferencias
	3 veces/semana	5.74		
	Todos días	6.24		

Dentro del análisis de los resultados de la prueba de esfuerzo se resalta que aunque no hubo diferencias significativas en cuanto a la frecuencia cardiaca inicial sobre la bicicleta y la final alcanzada, sí hubo una mejor capacidad física para tolerar mayor carga en el cicloergómetro, movilizandando más wattios tanto en el grupo suplementado 3 veces/semana (+14 watt), como en el suplementado todos los días (+32 watt), en comparación con el grupo control. El análisis de la eficiencia cardiorrespiratoria se realizó a través del consumo máximo de oxígeno ($VO_{2m\acute{a}x}$), determinando que hubo diferencia significativa entre el pre-test y el pos-test, con una $p=0.0414$. Los grupos suplementados mostraron un mayor consumo de oxígeno: grupo 3 veces/semana (+ 5.1 ml/Kg/min), grupo todos los días (+2.7 ml/Kg/min), en comparación con el grupo control. Esto indicaría una mejora de la potencia aeróbica tras la suplementación con jugo de remolacha, que podría haber mejorado la diferencia arteriovenosa a través del aumento de la vasodilatación capilar, permitiendo un mejor transporte de oxígeno hacia las mitocondrias y mejorar los procesos metabólicos oxidativos.

Con respecto al tiempo hasta el agotamiento, la duración de la prueba fue mayor en los grupos suplementados comparando el pre-test y pos-test, con valor de $p= 0.0087$. El grupo suplementado tuvo un tiempo mayor de +1.4 minutos y el grupo de todos los días + 1.9 minutos, en comparación al control.

4.4 Resultados de los valores de presión arterial

Los resultados obtenidos sobre la medición de la presión arterial se resumen en la tabla 4.5. En ella se muestra que aunque no se encontró diferencia estadística significativa para la PAS ($p= 0,2885$) y la PAD ($p=0.9280$) respectivamente, sí hubo cambios importantes que tienen impacto positivo en la salud de los participantes. La PAS fue 15 mmHg menor en el grupo suplementado todos los días y fue 6mmHg menor en el grupo suplementado 3 veces/semana, con respecto al grupo control. La PAD fue 4 mmHg menor en el grupo suplementado todos los días, en comparación con el control. Desde el punto de vista clínico, aunque no

estadístico, estos resultados muestran mejoras en el control de la PA, dado posiblemente por el proceso de vasodilatación capilar derivado del consumo de nitratos y nitritos presentes en el néctar de remolacha. Estos resultados son importantes ya que una disminución entre 5 y 12 mmHg de PAS y entre 5 y 6 mmHg de PAD se asocia con una reducción del riesgo de 14–38% en accidente cerebrovascular, del 9 al 16% de reducción de riesgo de mortalidad por cardiopatía coronaria, 21% de riesgo de mortalidad por enfermedad coronaria y 7% de reducción de riesgo de mortalidad por todas las causas (Whelton, y otros, 2002).

Tabla 4.5 Resultados de ANOVA para la presión arterial

Presión arterial sistólica (PAS) y diastólica (PAD) en mmHg				
Factor	Niveles	Promedios	P-valor	Interpretación
PAS final a los 3 minutos (mmHg)				
Prueba	Pre-test	145.08	0.2885	No hay diferencias
	Pos-test	139.37		
Frecuencia suplementación	Control	149.06	0.0750	No hay diferencias
	3 veces/semana	143.63		
	Todos días	134.00		
PAD final a los 3 minutos (mmHg)				
Prueba	Pre-test	73.00	0.9280	No hay diferencias
	Pos-test	72.75		
Frecuencia suplementación	Control	73.06	0.0761	No hay diferencias
	3 veces/semana	72.31		
	Todos días	69.25		

Estos resultados permiten suponer que la integración de programas de actividad física regular, aunados a la suplementación natural de bajo costo (con néctar de remolacha), diaria o 3 veces por semana, podría ser una intervención exitosa en la prevención y control de la hipertensión arterial en poblaciones jóvenes, ratificando que el uso de la terapia combinada (dieta, ejercicio, meditación) ha mostrado reducciones medias más altas de PA (reducción media esperada general: 20–25 mmHg en PAS y 10–15 mmHg en PAD), en comparación con la fármaco-terapia (Paz, y otros, 2016)

CAPÍTULO V: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

El nitrato (NO_3^-) es probablemente el componente principal de las dietas ricas en vegetales y factiblemente uno de los muchos responsables de las respuestas beneficiosas sobre la presión arterial y el rendimiento deportivo tras la suplementación con jugo de remolacha. En este sentido, varias investigaciones han utilizado diferentes dosis de NO_3^- , oscilando entre 4 y 8mmol NO_3^- (es decir, entre 248 y 496mg NO_3^-), dosis muy superiores a la diaria aceptable establecida por la OMS (3,7mg/kg/día), que para el grupo intervenido en esta investigación sería en promedio 222mg NO_3^- . Para alcanzar las dosis más utilizadas en la literatura: entre 248 y 496mg NO_3^- , sería necesario ingerir aproximadamente entre 900 y 1200g de remolacha cruda diariamente, lo cual es bastante difícil. Por ello, en la mayoría de estudios se han utilizado jugos comerciales de remolacha concentrados en nitratos para disminuir el volumen por toma. Los resultados obtenidos en esta investigación sugieren que la suplementación con una “dosis baja” (20mg NO_3^- , aproximadamente una décima parte de la dosis máxima recomendada para el grupo intervenido), fue suficiente para lograr mejoras en las variables medidas, aunque algunas sin significancia estadística. Estos resultados dejan ver una realidad que es motivo de debate: si el efecto hipotensor se debe realmente a la concentración de NO_3^- , o si otros componentes del JR median esta respuesta fisiológica, como las betalainas, ácido oxálico, ácidos hidroxicinámicos, ácido fólico, entre otros, ya que algunos estudios no han mostrado cambios significativos en la presión arterial después de la administración de JR (Gilchrist, Winyard, Fulford, Anning, Shore, & Benjamin, 2014) (Joris & Mensink, 2013).

Por otra parte, muchos estudios han demostrado implicaciones importantes en el uso de jugo de remolacha para mejorar la salud cardiovascular y el rendimiento del ejercicio en adultos jóvenes. Por ejemplo, (Bahadoran, Mirmiran, Kabir, Azizi, & Ghasemi, 2017) concluyeron en su meta-análisis que la PAS y PAD fueron significativamente más bajas en los grupos suplementados con JR que en los grupos control. La diferencia media de la PAS fue mayor entre los grupos suplementados en un periodo de tiempo más largo, ≥ 14 días comparado con <14 días (25.11 comparado con 22.67 mmHg). Estos hallazgos son

compatibles con los nuestros, ya que tras 2 semanas de suplementación con néctar de remolacha la PAS fue 15mmHg menor en el grupo suplementado todos los días y fue 6mmHg menor en el grupo suplementado 3 veces/semana, con respecto al grupo control (aunque esta diferencia no fue estadísticamente significativa, pero sí desde el ámbito clínico y terapéutico). Estos mismos autores refieren en su trabajo que hubo mayor reducción de la PA en aquellos grupos suplementados con dosis más altas de jugo, 500ml, en comparación con 70ml y 140ml por día (24.78 mmHg comparado con 22.37 mmHg). Con respecto a nuestra investigación estos hallazgos difieren un poco, ya que la dosis de 200ml utilizada evidenció cambios importantes en esta variable (PAS fue 15 mmHg menor en el grupo suplementado todos los días y fue 6mmHg menor en el grupo suplementado 3 veces/semana).

Otras investigaciones sugieren que la suplementación con NO_3^- de la dieta tiene el potencial de influir en la fisiología humana más allá de los efectos hemodinámicos (Bailey, y otros, 2009) (Lansley K. , y otros, 2011) (Larsen, Weitzberg, Lundberg, & Ekblom, 2007). Por ejemplo, en la revisión sistemática realizada por (Domínguez, y otros, 2017), en atletas entrenados y en personas activas en condiciones de normoxia, la suplementación con JR mejoró el rendimiento aeróbico por una disminución en el VO_2 a varias intensidades (60% – 100% $\text{VO}_{2\text{max}}$, VT_1) incrementando la economía durante el ejercicio. En estudios de kayak se encontró una disminución del VO_2 a la misma intensidad en los deportistas suplementados con JR, en comparación con el placebo. En otra investigación los resultados indicaron que la suplementación con JR redujo el consumo de oxígeno en ejercicio submáximo en atletas, y estos efectos pueden durar 15 días si se mantiene la suplementación (Vanhatalo, y otros, 2010).

En nuestro estudio, en el cual se intervino sujetos no entrenados, los grupos suplementados con néctar mostraron un mayor consumo de oxígeno: el grupo de 3 veces/semana (+ 5.1 ml/Kg/min), grupo de todos los días (+2.7 ml/Kg/min), en comparación con el grupo control. Esto indicaría una mejora de la potencia aeróbica tras la suplementación con néctar de remolacha, ya que junto al aumento del $\text{VO}_{2\text{max}}$ se observó que hubo mejor capacidad física para tolerar mayor carga en el cicloergómetro, movilizandó más wattios tanto en el grupo suplementado 3 veces/semana (+14 watt), como en el suplementado todos

los días (+32 watt), en comparación con el grupo control. Esto puede explicarse debido a que la disponibilidad de oxígeno y la capacidad oxidativa mitocondrial interactúan para determinar el $VO_{2m\acute{a}x}$. Normalmente los sujetos no entrenados no parecen estar limitados por la disponibilidad del oxígeno en las células, sino más bien por su capacidad de utilización mitocondrial, por lo que el $VO_{2m\acute{a}x}$ estaría limitado por el tamaño de la masa mitocondrial (Hoppeler & Weibel, 2000). Nuestro estudio reporta un aumento del $VO_{2m\acute{a}x}$ con una suplementación crónica (2 semanas) en sujetos no entrenados, lo cual supondría un aumento de la biogénesis mitocondrial, lo que estaría en concordancia con otras investigaciones que han demostrado que además de aumentar el flujo sanguíneo y mejorar la contracción y relajación muscular, la suplementación con JR puede mejorar la eficiencia de la respiración mitocondrial (Bailey, y otros, 2010) y la fosforilación oxidativa (Clerc, Rigoulet, Leverve, & Fontaine, 2007). Sin embargo, parece que la suplementación aguda (< 7 días) es insuficiente para producir biogénesis mitocondrial, lo que sugiere que estas adaptaciones pueden requerir protocolos de suplementación más prolongados.

Por otra parte, (Kelly, Vanhatalo, Wilkerson, Wylie, & Jones, 2013) evaluaron en atletas experimentados el efecto de la suplementación con JR (8.2 mmol de nitrato) en el tiempo hasta el agotamiento, a intensidades del 60%, 70%, 80% y 100% de la potencia máxima. Los atletas suplementados pudieron mantener la potencia máxima a cada intensidad por más tiempo, mostrando con esto una respuesta más baja de VO_2 a intensidades submáximas, lo que retrasaría el tiempo en que los atletas alcancen el $VO_{2m\acute{a}x}$ y por lo tanto, la fatiga, permitiéndoles un esfuerzo sostenido más largo. Con respecto al tiempo hasta el agotamiento los datos obtenidos en nuestro estudio mostraron que la duración de la prueba incremental fue mayor en los grupos suplementados comparando el pre-test y pos-test ($p=0.0087$). El grupo suplementado 3 veces/semana tuvo un tiempo mayor de +1.4 minutos y el grupo de todos los días +1.9 minutos, en comparación al control.

Otros autores, (Hoffman, Ratamess, Kang, Rashti, & Faigenbaum, 2009) examinaron la eficacia de 15 días de suplementación con zumo de remolacha en la resistencia muscular, el rendimiento energético y la percepción de fatiga en hombres. Realizaron pruebas de

potencia en salto vertical y de banco, repeticiones al fallo al 75% de 1-RM en sentadilla y press banco, obteniendo mejoras en la resistencia muscular de las sentadillas y un aumento de la cantidad de las repeticiones realizadas. En este aspecto, nuestra investigación mostró un aumento en el número de repeticiones en press banco y press pierna en ambos grupos suplementados ($p=0,009$), evidenciando mejoras en la resistencia muscular de los participantes en su fuerza máxima.

Todos estos resultados, algunos en apoyo a la evidencia científica existente y otros en contraposición, dejan ver que el campo por explorar en este contexto aún es bastante amplio y que se necesitan más investigaciones que incluyan otras variables, diferentes grupos poblacionales, diferentes dosis reales y prácticas de jugo de remolacha, otras variedades o cultivos de diferentes latitudes, para tener más claridad sobre los posibles efectos ergogénicos y sobre la salud que se han atribuido a los nitratos presentes en los alimentos.

Conclusiones

Los efectos de la suplementación con jugo de remolacha dependen al parecer de factores individuales como edad, género, PA de inicio, peso corporal y condición física (Bonilla, Paipilla, Marín, Vargas, Petro, & Pérez, 2018). Además, del contenido de nitratos *per se* en la remolacha cruda (materia prima para el jugo), ya que éste puede cambiar dependiendo de la variedad, del suelo de cultivo, del tiempo de cosechadas, de la latitud y del procesado, haciendo evidente que se necesita más investigación para establecer diferencias entre variedades y entre países. Las conclusiones más relevantes de esta investigación son las siguientes:

- La suplementación con 200ml de néctar de remolacha cultivada en municipios de Norte de Santander, mejoró algunas variables de la condición física y presión arterial en jóvenes universitarios, siendo una estrategia de bajo costo, natural y fácil de seguir, que motivaría a esta población a aumentar el consumo de verduras, a practicar más actividad física de manera regular y a centrar su atención en el uso de los alimentos por encima de los suplementos comerciales, para lograr efectos positivos en su salud o el rendimiento.
- Se evidenciaron resultados positivos (aunque algunos estadísticamente no significativos) de la suplementación con néctar de remolacha sobre las variables analizadas, en la dosis propuesta (tanto en el consumo diario como de 3 veces/semana), lo que abre la posibilidad de evaluar la frecuencia semanal de la suplementación, para que sea más fácil de seguir por diferentes grupos poblacionales.
- La dosis empleada (20mg NO₃⁻ ó 60g de remolacha cruda) es mucho más baja que las utilizadas en las investigaciones revisadas (pero se encuentra dentro del valor diario admisible establecido por la OMS), lo que llevaría a pensar en la individualización de la suplementación según la población objetivo, así como en la presencia de otros compuestos de la remolacha (betalainas, ácido oxálico, ácidos hidroxicinámicos y ácido fólico) que

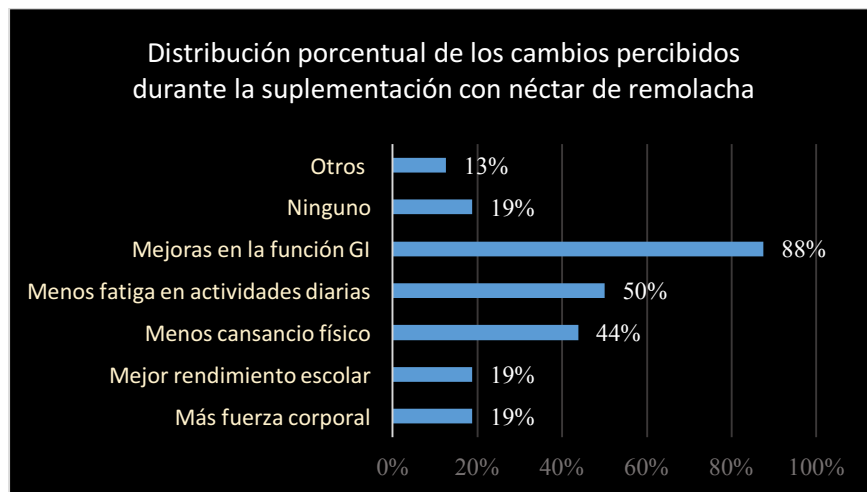
podrían ser responsables de los efectos hipotensivos y del posible *reciclado* de NO_3^- mediante la circulación entero-salival. Para esta investigación, una “dosis baja” fue efectiva para mejorar la fuerza máxima en tren superior e inferior, el $\text{VO}_{2\text{máx}}$, la cantidad de wattios movidos, el tiempo hasta el agotamiento, la PAS y PAD, siendo la población intervenida jóvenes con normopeso, poco activos y aparentemente sanos.

- Desde el punto de vista dietético, es importante el establecimiento de dosis o porciones de remolacha más reales y prácticas que puedan ser fáciles de mantener en el tiempo (para que se pueda considerar como un factor preventivo), que se complementen con los demás alimentos ricos en nitratos de la dieta y que además, motive el uso de la remolacha cruda de los proveedores locales, con el fin de aprovechar al máximo todos los beneficios para la salud de los demás componentes nutritivos de la remolacha, los cuales pueden estar disminuidos en preparaciones comerciales del mismo.
- Son importantes las intervenciones realizadas en población joven ya que permiten la promoción de hábitos saludables que sean perdurables en el tiempo y con ello, la disminución de los riesgos para ENT en el largo plazo y de los costos sanitarios.
- Un abordaje combinado (dieta, actividad física y meditación) es y seguirá siendo la mejor estrategia para mejorar la calidad de vida y reducir los riesgos de presentar ENT.
- El método analítico de espectroscopia UV-Vis es de gran utilidad en la determinación cuantitativa de compuestos nitrogenados (NO_3^- , NO_2^-) en alimentos, junto con la implementación del método de Cataldo y el Método Oficial AOAC 973.31.

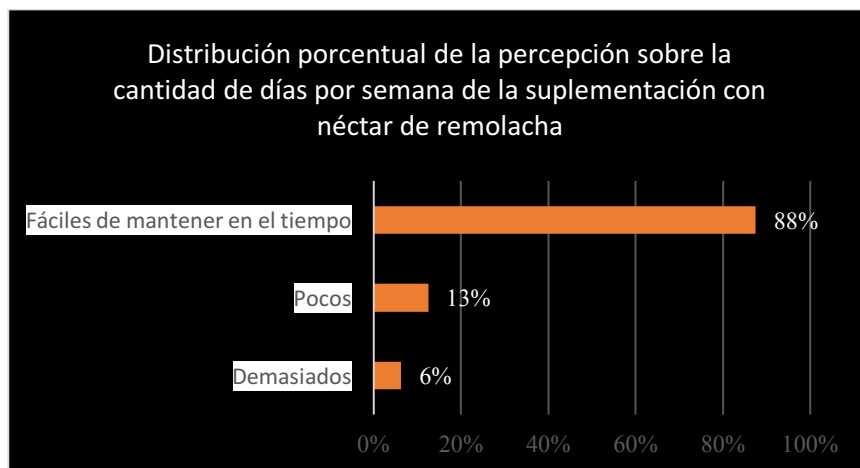
Consideraciones Adicionales

Como complemento al trabajo elaborado se quiso conocer la percepción sensorial del néctar de remolacha que consumieron los participantes intervenidos, así como posibles cambios observados en sus actividades diarias. Para ello se diseñó un formato (Anexo 15) de recolección de información y los resultados se muestran a continuación:

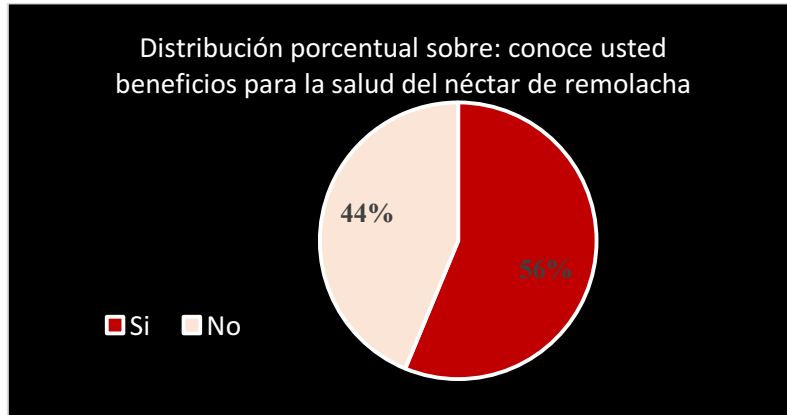
Pregunta 1: ¿Durante los días que recibió suplementación percibió algún cambio en sus actividades cotidianas o sus sensaciones?



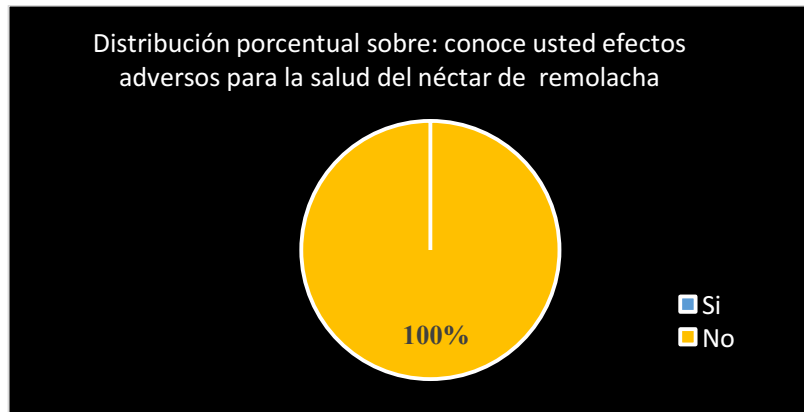
Pregunta 2: ¿Según los días por semana que recibió suplementación, considera que éstos fueron?



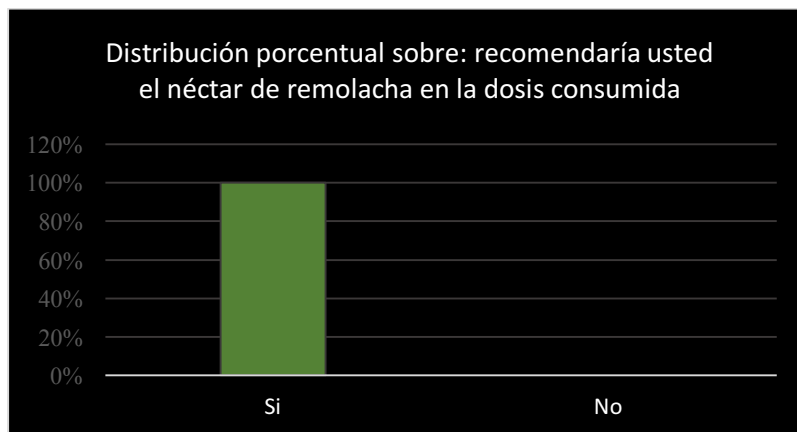
Pregunta 3: ¿Conoce efectos benéficos para la salud del néctar de remolacha?



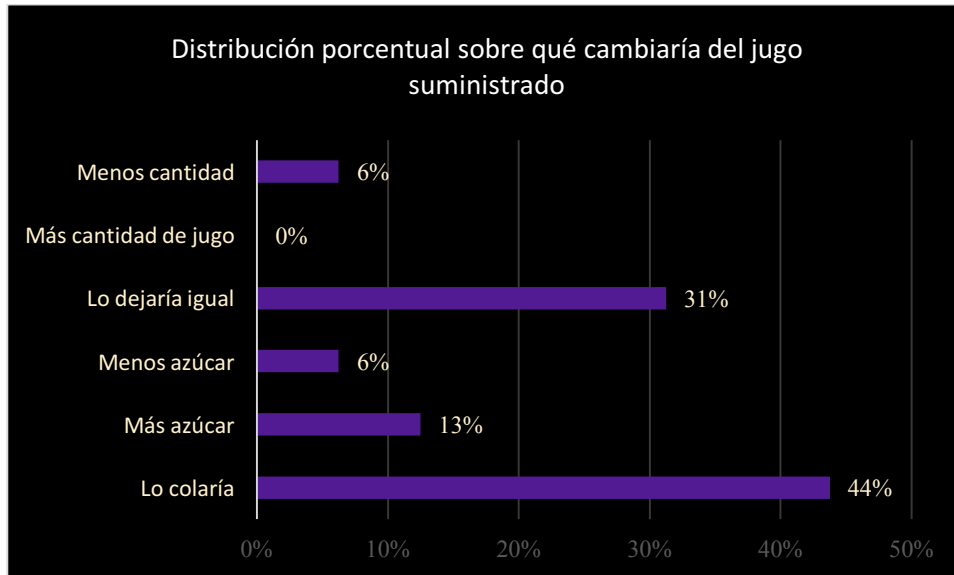
Pregunta 4: ¿Conoce efectos adversos para la salud del néctar de remolacha?



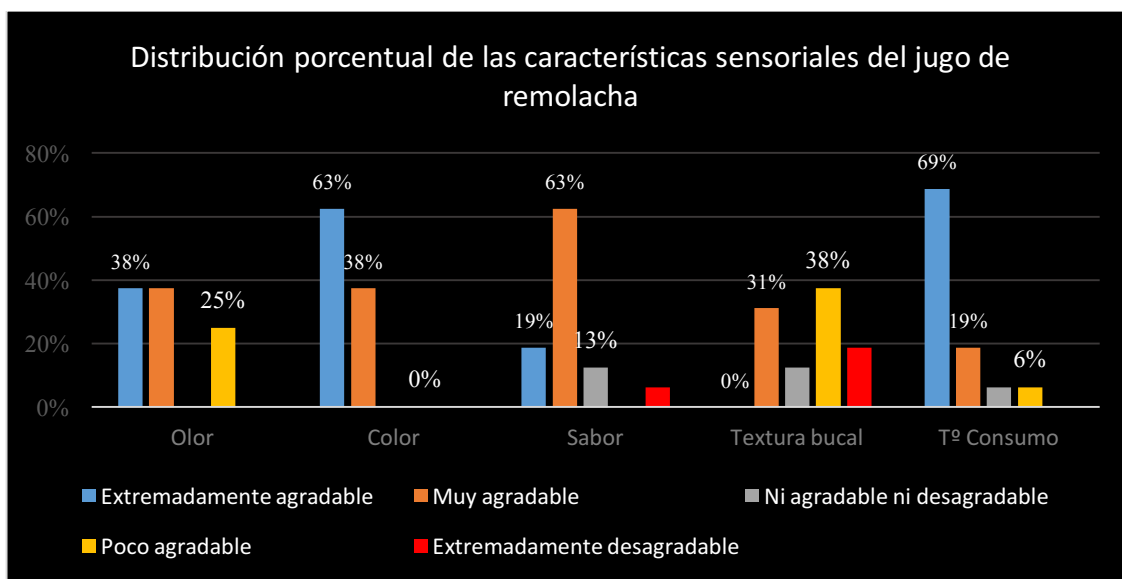
Pregunta 5: ¿Recomendaría el néctar de remolacha en la dosis consumida?



Pregunta 6: ¿Qué cambiaría del jugo suministrado?



Pregunta 7: Evalúe las características sensoriales del jugo de remolacha, según la siguiente escala 1=Extremadamente desagradable, 2= Poco agradable, 3=Ni agradable ni desagradable, 4=Muy agradable, 5=Extremadamente agradable



También se analizó el aporte nutricional de la formulación de ingredientes del néctar de remolacha. La etiqueta nutricional se muestra a continuación:

Información Nutricional	
Tamaño por porción 1 vaso (200ml)	
Porciones por envase 1	
Cantidad por porción	
Calorías 60	Calorías de grasa 0
Valor Diario*	
Grasa Total 0g	0%
Grasa Saturada 0g	0%
Grasa trans 0g	0%
Colesterol 0mg	0%
Sodio 47mg	2%
Carbohidrato Total 14g	5%
Fibra dietaria 2g	8%
Azúcares 12g	
Proteína 1g	2%
Vitamina A 0%	Vitamina C 5%
Calcio 1%	Hierro 3%
Ácido Fólico 16%	
* Los porcentajes de Valores Diarios están basados en una dieta de 2000 calorías. Sus valores diarios pueden ser mayores o menores dependiendo de sus necesidades calóricas	

REFERENCIAS

- Vera Rey, A. M., & Hernández, B. (2013). *Documento Guía Alimentación Saludable*. Santiago de Cali: MinSalud.
- SSY, S. d. (2012). *Estrategia estatal para la prevención y control del sobrepeso, la obesidad y la diabetes*. Yucatán.
- González, G., García, M., Sánchez, C., & Tuñón, M. (2010). Fruit polyphenols, immunity and inflammation. *Br J Nutr*, *104*, S15-27.
- Lock, K. (2005). The global burden of disease attributable to low consumption of fruit and vegetables: implications of the global strategy on diet. *Bull World Health Organ*, *100*, 8.
- OMS. (2015). *Global status report on noncommunicable diseases 2015*. Geneva: Organización Mundial de la Salud.
- OMS. (2014b). *Estrategia mundial sobre régimen alimentario, actividad física y salud*. Geneva: Organización Mundial de la Salud.
- OMS. (2014a). *Informe sobre la situación mundial de las enfermedades no transmisibles*. Geneva: Organización Mundial de la Salud.
- WHO. (2018). *Global Action Plan on Physical Activity 2018-2030. More Active people for a healthier world*. Geneva: World Health Organization.
- Hallal, P., Andersen, L., Bull, F., Guthold, R., Haskell, W., Ekelund, U., y otros. (2012). Global physical activity levels: surveillance progress, pitfalls, and prospects. *The Lancet*, *380* (9838), 247–257.
- Borojevic, N. (2016). *The effect of physical activity and sedentary behaviour on mental health amongst young adults (Doctoral Thesis)*. Melbourne: Research doctorate, DPsych(Health), Deakin University.
- Spring, B., Moller, A., Colangelo, L., Siddique, J., Roehrig, M., Daviglus, M., y otros. (2014). Healthy lifestyle change and subclinical atherosclerosis in young adults: Coronary Artery Risk Development in Young Adults (CARDIA) study. *Circulation*, *130* (1), 10–17.
- Liu, K., Daviglus, M., Loria, C., Colangelo, L., Spring, B., Moller, A., y otros. (2012). Healthy lifestyle through young adulthood and the presence of low cardiovascular disease risk profile in middle age the coronary artery risk development in (Young) adults (CARDIA) study. *Circulation*, *125* (8), 996–1004.
- GBD. (2015). Global, regional, and national incidence, prevalence, and years lived with disability for 301 acute and chronic diseases and injuries in 188 countries, 1990–2013: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2013. *Lancet*, *386* (9995), 743–800.

- MinSalud. (2017). *DÍA MUNDIAL DE LA HIPERTENSIÓN ARTERIAL Colombia – mayo 17 de 2017*. Bogotá: Ministeria de Salud.
- ONS, O. N. (2015). *Carga de enfermedad por enfermedades crónicas no transmisibles y discapacidad en Colombia*. Bogotá, D.C: Imprenta Nacional de Colombia.
- MinSalud. (2016). *Análisis de la Situación de Salud (ASIS) Colombia*. Bogotá, D.C: Ministerio de Salud.
- PAHO. (2018). *Monitoring and Evaluation Framework for Hypertension Control Programs*. Washington, D.C: Pan American Health Organization.
- Tagle, R. (2018). Diagnóstico de Hipertensión Arterial. *REV. MED. CLIN. CONDES* , 29 (1), 12-20.
- Donado, E. (2010). *PREVALENCIA DE HIPERTENSIÓN ARTERIAL, PROPORCIÓN DE HIPERTENSOS QUE LO DESCONOCEN Y ALGUNOS POSIBLES FACTORES DE RIESGO ASOCIADOS, EN EL MUNICIPIO DE SANTO TOMÁS - ATLÁNTICO (Tesis Megister)*. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, D.C: Facultad de Medicina.
- Sassi, F. (2006). *How to do (or not to do). Calculating QALYs, comparing QALY and DALY calculations*. Oxford:The London School of Hygiene and Tropical Medicine. : Oxford University Press.
- Gómez, H., Castro, M., Franco, F., Bedregal, P., Rodríguez, J., Espinoza, A., y otros. (2011). La carga de la enfermedad en países de América Latina . *Salud Publica Mex* , 53 (supl 2), S72-S77.
- Rodríguez, J., Ruiz, F., Peñaloza, E., Eslava, J., Gómez, L., Sánchez, H., y otros. (2009). *Encuesta Nacional de Salud 2007. Resultados Nacionales*. Bogotá, D.C: Fundación Cultural Javeriana de Artes Gráficas -JAVEGRAF .
- López, P., Sánchez, R., Díaz, M., Cobos, L., Bryce, A., Parra, J., y otros. (2013). Consenso latinoamericano de hipertensión en pacientes con diabetes tipo 2 y síndrome metabólico. *Acta Med Colomb* , 38, 154-172.
- Martínez, J., Correa, J., González, K., Vivas, A., Triana, H., Prieto, D., y otros. (2017). A Cross-Sectional Study of the Prevalence of Metabolic Syndrome and Associated Factors in Colombian Collegiate Students: The FUPRECOL-Adults Study . *Int. J. Environ. Res. Public Health* , 14 (233), 1-14.
- WHO. (2009). *Global health risks: mortality and burden of disease attributable to selected major risks*. Geneva, Switzerland : World Health Organization.
- FAO. (2017). *The future of food and agriculture – trends and challenges*. Roma: .
- Hawkes, C., & Popkin, B. (2015). Can the sustainable development goals reduce the burden of nutrition-related non-communicable diseases without truly addressing major food system reforms? . *BMC Medicine* , 13 (143), .
- FAO. (2017a). *EL ESTADO MUNDIAL DE LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACION APROVECHAR LOS SISTEMAS ALIMENTARIOS PARA LOGRAR UNA*

- TRANSFORMACIÓN RURAL INCLUSIVA*. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
- GHI, G. H. (2017). *Global Hunger Index :The Inequalities of hunger*. Washington, DC: .
- FAO, & MinSalud. (2013). *Memorias VII congreso mundial de promoción del consumo de frutas y hortalizas*. Bogotá, DC: Impresol Ediciones.
- Rodríguez, M., & Sánchez, L. (2017). Consumo de frutas y verduras: Beneficios y retos. *Revista Alimentos Hoy* , 25 (42), 30-55.
- OMS. (2014). *Fomento del consumo mundial de frutas y verduras* . Geneva.
- ICBF, I. C. (2010). *Encuesta Nacional de la Situación Nutricional en Colombia* . Bogotá, DC.
- Combariza, J. (2013). *Perfil nacional de consumo de frutas y verduras*. Bogotá, DC: Ministerio de Protección Social.
- Montián, G., & Balaban, D. (2014). Consumo de frutas y hortalizas en la actualidad. *Agromensajes* , 39, 30-32.
- ICBF, & FAO. (2015). *Guías Alimentarias basadas en Alimentos para la población Colombiana Mayor de 2 años. Documento Técnico*. Instituto Colombiano de Bienestar Familiar. Bogotá, DC: .
- Galindo, G. (2015). *Hábitos de consumo de frutas y hortalizas en personas de 15 a 39 años, habitantes de Bogotá (Tesis de Magister)*. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, DC: .
- Castañola, J., Magariños, M., & Ortiz, S. (2004). Patrón de ingesta de vegetales y frutas en adolescentes en el área metropolitana de Buenos Aires. *Arch.argent.pediatr* , 102 (4), 265-270.
- Troncoso, P., & Amaya, J. (2009). Factores sociales en las conductas alimentarias de estudiantes universitarios. *Revista chilena de nutrición* , 36, 1090-7.
- AlRuthia, Y., Balkhi, B., Alrasheed, M., Altuwaijri, A., Alarifi, M., Alzahrani, H., y otros. (2018). Use of dietary and performance-enhancing supplements among male fitness center members in Riyadh: A cross-sectional study. *PLoS ONE* , 13 (6), 1-9.
- Marcus, D. (2016). Dietary supplements: What's in a name? What's in the bottle? . *Drug Test Anal* , 8, 410–412.
- Alhomoud, F., Basil, M., & Bondarev, A. (2016). Knowledge, attitudes and practices (KAP) relating to dietary sup- plements among health sciences and non-health sciences students in one of the universities of United Arab Emirates (UAE). *J Clin Diagn Res* , 10, Jc05–Jc09.
- Aljaloud, S. (2016). Microbiological quality and safety of energy drink available in the local markets in Saudi Arabia. *Int J Food Sci Nutr Diet* , 5, 287–289.
- Carvajal, R. (2010). Contaminated dietary supplements. *N Engl J Med* , 362, 274.
- Deldicque, L., & Francaux, M. (2016). Potential harmful effects of dietary supplements in sports medicine. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care* , 19, 439–445.

- Invima. (28 de Febrero de 2017). *INVIMA ALERTA SOBRE COMERCIALIZACIÓN DE SUPLEMENTOS DIETARIOS Y POTENCIADORES SEXUALES POR INTERNET*. Recuperado el 3 de Agosto de 2018, de : <https://www.invima.gov.co/invima-alerta-sobre-comercialización-de-suplementos-dietarios-y-potenciadores-sexuales-por-internet.html>
- Invima. (2010). *Suplementos Dietarios*. Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos. Bogotá, DC: .
- Sacanambo, Y. (2016). *Consumo de Suplementos Dietarios en la Comunidad Académica del CEAD Pitalito*. Pitalito: .
- Kreider, & otros. (2010). ISSN exercise & sport nutrition review: research & recommendations. *Journal of the International Society of Sports Nutrition* , 7 (7), 1-49.
- AIS. (de Febrero de 2014). *www.ausport.gov.au*. Recuperado el 2 de Julio de 2018, de Supplements - Classification: <https://www.ausport.gov.au/ais/nutrition/supplements/classification>
- López, P., & otros. (2014). Latin American consensus on hypertension in patients with diabetes type 2 and metabolic syndrome. *Clin. Investig. Arterioscler* , 26, 85–103.
- Ramírez, R., & otros. (2016). Metabolic Syndrome and Associated Factors in a Population-Based Sample of Schoolchildren in Colombia: The FUPRECOL Study. *Metab. Syndr. Relat. Disord* , 14, 455–462.
- OMS. (2010). *Recomendaciones mundiales sobre actividad física para la salud*. Organización Mundial de la Salud. Suiza: .
- Montero, C., & Rodríguez, F. (2014). The paradox of being physically active but sedentary or sedentary but physically active. *Rev Med Chile* , 142 (1), 72-8.
- Moreno, J. (2018). Niveles de sedentarismo en estudiantes universitarios de pregrado de Colombia . *Revista Cubana de Salud Pública* , 44 (3), 1-14.
- Guerrero, N., & otros. (2015). Nivel de sedentarismo en los estudiantes de fisioterapia de la Fundación Universitaria María Cano, Popayán. *Hacia promoc. salud*. 2015; 20(2): 77-89. , 20 (2), 77-89.
- Castañeda, O., Segura, O., & Parra, A. (2018). Prevalencia de enfermedades crónicas no transmisibles, Trinidad-Casanare. *Rev. Méd. Risaralda* , 24 (1), 38 - 42.
- Valero, R., & García, A. (2009). Normas, consejos y clasificaciones sobre hipertensión arterial. *Enfermería Global*, 15.
- Liebson, P. (1990). Clinical studies of drug reversal of hypertensive left ventricular hypertrophy. *Am J Hypertens* , 3, 51-517.
- AHA, & ACA. (2018). 2017 ACC/AHA/AAPA/ABC/ACPM/AGS/APhA/ASH/ASPC/NMA/PCNA Guideline for the Prevention, Detection, Evaluation, and Management of High Blood Pressure in Adults. *Hypertension* , 71, 1-398.

- Coles, L., & Clifton, P. (2012). Effect of beetroot juice on lowering blood pressure in free-living, disease-free adults: a randomized, placebo-controlled trial. *Nutr J*, *11* (106) .
- Lundberg, J., & Weitzber, E. (2005). NO generation from nitrite and its role in vascular control. *Arterioscler Thromb Vasc Biol*, *25*, 915 -22.
- Clifford, T., & otros. (2015). The Potential Benefits of Red Beetroot Supplementation in Health and Disease. *Nutrients*, *7*, 2801-2822.
- Kerksick, C., Wilborn, C., Roberts, M., Smith-Ryan, A., Kleiner, S., Jäger, R., y otros. (2018). ISSN exercise & sports nutrition review update: research & recommendations. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, *15* (38), 1-57.
- Falaszchetti, E., Mindell, J., Knott, C., & Poulter, N. (2014). Hypertension management in England: a serial cross-sectional study from 1994 to 2011. *Lancet*, *383*, 1912–1919.
- Kapil, V., Khambata, R., Robertson, A., Caulfield, M., & Ahluwalia, A. (2015). Dietary Nitrate Provides Sustained Blood Pressure Lowering in Hypertensive Patients A Randomized, Phase 2, Double-Blind, Placebo-Controlled Study. *Hypertension*, *65*, 320-327.
- Forte, P., Copland, M., Smith, L., Milne, E., Sutherland, J., & Benjamin, N. (1997). Basal nitric oxide synthesis in essential hypertension. *Lancet*, *349*, 837–842.
- Webb, A., Patel, N., Loukogeorgakis, S., Okorie, M., Aboud, Z., Misra, S., y otros. (2008). Acute blood pressure lowering, vasoprotective, and antiplatelet properties of dietary nitrate via bioconversion to nitrite. *Hypertension*, *51*, 784–790.
- McCartney, D., Byrne, D., & Turner, M. (2015). Dietary contributors to hypertension in adults reviewed. *Ir. J. Med. Sci.*, *184*, 81–90.
- Dharmashankar, K., & Widlansky, M. (2010). Vascular endothelial function and hypertension: Insights and directions. *Curr. Hypertens. Rep*, *12*, 448–455.
- Lara, J., Ashor, A., Oggioni, C., Ahluwalia, A., Mathers, J., & Siervo, M. (2016). Effects of inorganic nitrate and beetroot supplementation on endothelial function: A systematic review and meta-analysis. *Eur. J. Nutr*, *55*, 451–459.
- Lloyd-Jones, D., Morris, P., Ballantyne, C., Birtcher, K., Daly, D., DePalma, S., y otros. (2017). 2017 Focused Update of the 2016 ACC Expert Consensus Decision Pathway on the Role of Non-Statins Therapies for LDL-Cholesterol Lowering in the Management of Atherosclerotic Cardiovascular Disease Risk: A Report of the American College of Cardiology Task Force on Expert Consensus Decision Pathways. *J. Am. Coll. Cardiol*, *70*, 1785–1822.
- Webb, A., Patel, N., Loukogeorgakis, S., Okorie, M., Aboud, Z., Misra, S., y otros. (2008). Acute blood pressure lowering, vasoprotective, and antiplatelet properties of dietary nitrate via bioconversion to nitrite. *Hypertension*, *51*, 784–790.

- Hord, N. (2011). Dietary Nitrates, Nitrites, and Cardiovascular Disease. *Curr Atheroscler Rep*, 13, 484–492.
- Lara, J., Ashor, A., Oggioni, C., Ahluwalia, A., Mathers, J., & Siervo, M. (2015). Effects of inorganic nitrate and beetroot supplementation on endothelial function: a systematic review and meta-analysis. *European Journal of Nutrition*, 55 (2), 451–459.
- Gilchrist, M., Winyard, P., Fulford, J., Anning, C., Shore, A., & Benjamin, N. (2014). Dietary nitrate supplementation improves reaction time in type 2 diabetes: Development and application of a novel nitrate-depleted beetroot juice placebo. *Nitric Oxide Biol. Chem*, 40, 67–74.
- Stanaway, L., Rutherford-Markwick, K., Page, R., & Ali, A. (2017). Performance and health benefits of dietary nitrate supplementation in older adults: A systematic review. *Nutrients*, 9, 1171.
- Ferguson, S., Hirai, D., Copp, S., Holdsworth, C., Allen, J., Jones, A., y otros. (2013). Impact of dietary nitrate supplementation via beetroot juice on exercising muscle vascular control in rats. *J. Physiol*, 591, 547–557.
- Vanhatalo, A., Fulford, J., Bailey, S., Blackwell, J., Winyard, P., & Jones, A. (2011). Dietary nitrate reduces muscle metabolic perturbation and improves exercise tolerance in hypoxia. *J Physiol.*, 589 (Pt 22), 5517–28.
- Clifford, T., Howatson, G., West, D., & Stevenson, E. (2015). The potential benefits of red beetroot supplementation in health and disease. *Nutrients*, 7, 2801–2822.
- Clements, W., Lee, S., & Bloomer, R. (2014). Nitrate ingestion: A review of the health and physical performance effects. *Nutrients*, 6, 5224–5264.
- Hoon, M., Johnson, N., Chapman, P., & Burke, L. (2013). The effect of nitrate supplementation on exercise performance in healthy individuals: A systematic review and meta-analysis. *Int. J. Sport Nutr. Exerc. Metab.*, 23, 522–532.
- Gilchrist, M., Winyard, P., & Benjamin, N. (2010). Dietary nitrate – Good or bad? *Nitric Oxide*, 22, 104–109.
- Guldiken, B., Toydemir, G., Memis, K., Okur, S., Boyacioglu, D., & Capanoglu, E. (2016). Home-Processed Red Beetroot (*Beta vulgaris* L.) Products: Changes in Antioxidant Properties and Bioaccessibility. *International Journal of Molecular Science*, 17, 858.
- Coles, L., & Clifton, P. (2012). Effect of beetroot juice on lowering blood pressure in free-living, disease-free adults: A randomized, placebo-controlled trial. *Nutr. J.*, 11, 1.
- Moreno, B., Soto, K., & González, D. (2015). El consumo de nitrato y su potencial efecto benéfico sobre la salud cardiovascular. *Rev Chil Nutr*, 42 (2), 199-205.
- González, D., Treuer, A., Sun, Q., Stamler, J., & Hare, J. (2009). S-Nitrosylation of cardiac ion channels. *J Cardiovasc Pharmacol*, 54, 188-95.

- Kelly, J., Fulford, J., Vanhatalo, A., Blackwell, J., French, O., Bailey, S., y otros. (2013). Effects of short-term dietary nitrate supplementation on blood pressure, O₂ uptake kinetics, and muscle and cognitive function in older adults. *Am. J. Physiol. Regul. Integr. Comp. Physiol.* , 304, R73–R83.
- Kapil, V., Haydar, S., Pearl, V., Lundberg, J., Weitzberg, E., & Ahluwalia, A. (2013). Physiological role for nitrate-reducing oral bacteria in blood pressure control. *Free Radic. Biol. Med.* , 55, 93–100.
- Lundberg, J., Gladwin, M., Ahluwalia, A., Benjamin, N., Bryan, N., Butler, A., y otros. (2009). Nitrate and nitrite in biology, nutrition and therapeutics. *Nat. Chem. Biol.* , 5, 865–869.
- Cosby, K., Partovi, K., Crawford, J., Patel, R., Reiter, C., Martyr, S., y otros. (2003). Nitrite reduction to nitric oxide by deoxyhemoglobin vasodilates the human circulation. *Nat. Med.* , 9, 1498–1505.
- Benjamin, N., O’Driscoll, F., Dougall, H., Duncan, C., Smith, L., Golden, M., y otros. (1994). Stomach NO synthesis. *Nature* , 368, 502.
- Dejam, A., Hunter, C., & Gladwin, M. (2007). Effects of dietary nitrate on blood pressure. *N. Engl. J. Med* , 356, 1590.
- Dejam, A., Hunter, C., Schechter, A., & Gladwin, M. (2004). Emerging role of nitrite in human biology. *Blood Cells Mol. Dis* , 32, 423–429.
- Bryan, N., & Loscalzo, J. (2011). *Nitrite and Nitrate in Human Health and Disease*. New York: Humana Press.
- Hickner, R., Fisher, J., Ehsani, A., & Kohrt, W. (1997). Role of nitric oxide in skeletal muscle blood flow at rest and during dynamic exercise in humans. *Am. J. Physiol.* , 273, H405–H410.
- Kumar, Y. (2015). Beetroot: A Super Food. *International Journal of Engineering Studies and Technical Approach* , 1 (3), 20-26.
- Jones, A. (2014). Dietary Nitrate Supplementation and Exercise Performance. *Sports Med* , 44 (Suppl 1), S35–S45.
- Stamler, J., & Meissner, G. (2001). Physiology of nitric oxide in skeletal muscle. *Physiol Rev.* , 81, 209–37.
- Totzeck, M., & Hendgen-Cotta, U. (2012). Higher endogenous nitrite levels are associated with superior exercise capacity in highly trained athletes. *Nitric Oxide* , 27, 75–81.
- Addiscott, T. (2005). *Nitrate, Agriculture and the Environment*. Oxford: CABI Publishing.
- Guadagnin, S., Rath, S., & Reyes, F. (2005). Evaluation of the nitrate content in leaf vegetables produced through different agricultural systems. *Food Addit. Contam* , 22, 1203–1208.
- Cassens, R. (1995). Use of sodium nitrite in cured meats today. *Food Technol.* , 49, 72-81.

- Xu, Y., He, Y., Li, X., Gao, C., Zhou, L., Sun, S., y otros. (2013). Antifungal effect of ophthalmic preservatives phenylmercuric nitrate and benzalkonium chloride on ocular pathogenic filamentous fungi. *Diagn. Microbiol. Infect. Dis.* , 75, 64–67.
- Spiegelhalder, B., Eisenbrand, G., & Preussmann, R. (1976). Influence of dietary nitrate on nitrite content of human saliva: Possible relevance to in vivo formation of N-nitroso compounds. *Food Cosmet. Toxicol.* , 14, 545–548.
- Kapil, V., Milsom, A., Okorie, M., Maleki-Toyserkani, S., Akram, F., Rehman, F., y otros. (2010). Inorganic nitrate supplementation lowers blood pressure in humans: Role for nitrite-derived NO. *Hypertension* , 56, 274–281.
- Petersson, J., Carlstrom, M., Schreiber, O., Phillipson, M., Christoffersson, G., Jagare, A., y otros. (2009). Gastroprotective and blood pressure lowering effects of dietary nitrate are abolished by an antiseptic mouthwash. *Free Radic. Biol. Med.* , 46, 1068–1075.
- Hyde, E., Andrade, F., Vaksman, Z., Parthasarathy, K., Jiang, H., Parthasarathy, D., y otros. (2014). Metagenomic analysis of nitrate-reducing bacteria in the oral cavity: Implications for nitric oxide homeostasis. *PLoS One* , 9, e88645.
- López Chicharro, J., & Fernández Vaquero, A. (2006). *Fisiología del Ejercicio* (Tercera Edición ed.). Madrid, España: Editorial Médica Panamericana.
- ACSM. (2005). *Manual ACSM para la valoración y prescripción del ejercicio* (2ª edición ed.). Badalona, España: Editorial Paidotribo.
- Min Prot Social. (2007). *Resolución N° 2115 (22 Jun 2007): Por medio de la cual se señalan características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano*. Ministerio de la Protección Social, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, Bogotá D.C.
- Badillo, J., & Serna, J. (2002). *Bases de la programación del entrenamiento de fuerza* (Cap 6). Barcelona, España: INDE.
- Kim-Shapiro, D., & Gladwin, M. (2014). Mechanisms of nitrite bioactivation. *Nitric Oxide* , 38, 58–68.
- Larsen, F., Ekblom, B., Sahlin, K., Lundberg, J., & Weitzberg, E. (2006). Effects of dietary nitrate on blood pressure in healthy volunteers. *N. Engl. J. Med.* , 355, 2792–2793.
- Vanhatalo, A., Bailey, S., Blackwell, J., DiMenna, F., Pavey, T., Wilkerson, D., y otros. (2010). Acute and chronic effects of dietary nitrate supplementation on blood pressure and the physiological responses to moderate-intensity and incremental exercise. *Am. J. Physiol. Regul. Integr. Comp. Physiol.* , 299, R1121–R1131.
- Kanner, J., Harel, S., & Granit, R. (2001). Betalains: a new class of dietary cationized antioxidants. *J. Agric. Food Chem.* , 49, 5178–5185.

- Jansson, E., Petersson, J., Reinders, C., Sobko, T., Bjorne, H., Phillipson, M., y otros. (2007). Protection from nonsteroidal anti-inflammatory drug (NSAID)-induced gastric ulcers by dietary nitrate. *Free Radic. Biol. Med*, *42*, 510–518.
- Lundberg, J., Weitzberg, E., & Gladwin, M. (2008). The nitrate-nitrite-nitric oxide pathway in physiology and therapeutics. *Nat. Rev. Drug Discov.*, *7*, 156–167.
- Wylie, L., Kelly, J., Bailey, S., Blackwell, J., Skiba, P., Winyard, P., y otros. (2013). Beetroot juice and exercise: pharmacodynamic and dose-response relationships. *J Appl Physiol*, *115* (3), 325-36.
- Bailey, S., Winyard, P., Vanhatalo, A., Blackwell, J., Dimenna, F., Wilkerson, D., y otros. (2009). Dietary nitrate supplementation reduces the O₂ cost of low-intensity exercise and enhances tolerance to high-intensity exercise in humans. *J Appl Physiol*, *107*, 1144–1155.
- Lansley, K., Winyard, P., Fulford, J., Vanhatalo, A., Bailey, S., Blackwell, J., y otros. (2011). Dietary nitrate supplementation reduces the O₂ cost of walking and running: a placebo-controlled study. *J Appl Physiol*, *110*, 591–600.
- Larsen, F., Weitzberg, E., Lundberg, J., & Ekblom, B. (2007). Effects of dietary nitrate on oxygen cost during exercise. *Acta Physiol (Oxf)*, *191*, 59–66.
- Cermak, N., Gibala, M., & Van Loon, L. (2012). Nitrate supplementation's improvement of 10-km time-trial performance in trained cyclists. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*, *22*, 64–71.
- Larsen, F., Schiffer, T., Borniquel, S., Sahlin, K., Ekblom, B., Lundberg, J., y otros. (2011). Dietary inorganic nitrate improves mitochondrial efficiency in humans. *Cell Metab*, *13*, 149–159.
- Bahadoran, Z., Mirmiran, P., Kabir, A., Azizi, F., & Ghasemi, A. (2017). The Nitrate-Independent Blood Pressure-Lowering Effect of Beetroot Juice: A Systematic Review and Meta-Analysis. *American Society for Nutrition. Adv Nutr*, *8*, 830–8.
- Paz, M., de-La-Sierra, A., Sáez, M., Barceló, M., Rodríguez, J., Castro, S., y otros. (2016). Treatment efficacy of anti-hypertensive drugs in monotherapy or combination: ATOM systematic review and meta-analysis of randomized clinical trials according to PRISMA statement. *Medicine*, *95*, e4071.
- Bonilla, D., Paipilla, A., Marín, E., Vargas, S., Petro, J., & Pérez, A. (2018). Dietary Nitrate from Beetroot Juice for Hypertension: A Systematic Review. *Biomolecules*, *8* (134), 1-12.
- Whelton, P., He, J., Appel, L., Cutler, J., Havas, S., Kotchen, T., y otros. (2002). Primary prevention of hypertension: Clinical and public health advisory from The National High Blood Pressure Education Program. *JAMA*, *288*, 1882–1888.
- Wruss, J., Waldenberger, G., Huemer, S., Uygun, P., Lanzerstorfer, P., Müller, U., y otros. (2015). Compositional characteristics of commercial beetroot products and beetroot juice prepared from seven beetroot varieties grown in Upper Austria. *J. Food Compos. Anal.*, *42*, 46–55.

- Joris, P., & Mensink, R. (2013). Beetroot juice improves in overweight and slightly obese men postprandial endothelial function after consumption of a mixed meal. *Atherosclerosis*, *231*, 78–83.
- Bondonno, C., Liu, A., Croft, K., Ward, N., Shinde, S., Moodley, Y., y otros. (2015). Absence of an effect of high nitrate intake from beetroot juice on blood pressure in treated hypertensive individuals: A randomized controlled trial. *Am. J. Clin. Nutr.*, *102*, 368–375.
- Bailey, S., Fulford, J., Vanhatalo, A., Winyard, P., Blackwell, J., DiMenna, F., y otros. (2010). Dietary nitrate supplementation enhances muscle contractile efficiency during knee-extensor exercise in humans. *J Appl Physiol*, *109*, 135–148.
- Domínguez, R., Cuenca, E., Maté, J., Pablo García, P., Serra, N., Lozano, M., y otros. (2017). Effects of Beetroot Juice Supplementation on Cardiorespiratory Endurance in Athletes. A Systematic Review. *Nutrients* 2017, *9* (43), 1-18.
- Hoffman, J., Ratamess, N., Kang, J., Rashti, S., & Faigenbaum, A. (2009). Effect of betaine supplementation on power performance and fatigue. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 1-10.
- Whitfield, J., Ludzki, A., Heigenhauser, G., Senden, S., Verdijk, L., Van, L., y otros. (2016). Beetroot Juice Supplementation Reduces Whole Body Oxygen Consumption But Does Not Improve Indices Of Mitochondrial Efficiency in Human Skeletal Muscle. *J. Physiol.*, *594*, 421–435.
- Lansley, K., Winyard, P., Bailey, S., Vanhatalo, A., Wilkerson, D., Blackwell, J., y otros. (2011). Acute Dietary Nitrate Supplementation Improves Cycling Time Trial Performance. *Med. Sci. Sports Exerc.*, *43*, 1125–1131.
- Kelly, J., Vanhatalo, A., Wilkerson, D., Wylie, L., & Jones, A. (2013). Effects of Nitrate on the Power-Duration Relationship for Severe-Intensity Exercise. *Med. Sci. Sports Exerc.*, *45*, 1798–1806.
- Clerc, P., Rigoulet, M., Leverve, X., & Fontaine, E. (2007). Nitric oxide increases oxidative phosphorylation efficiency. *J. Bioenerg. Biomembr.*, *39*, 158–166.
- Pinna, M., Roberto, S., Milia, R., Maronquiu, E., Olla, S., Loi, A., y otros. (2014). Effect of beetroot juice supplementation on aerobic response during swimming. *Nutrients*, *6*, 605–615.
- Cataldo, D., Maroon, M., Schrader, L., & Youngs, V. (1975). Rapid colorimetric determination of nitrate in plant tissue by nitration of salicylic acid. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, *6* (1), 71–80.
- Castañeda, O., Páez, M., & Contreras, L. (2014). Revista de la Sociedad Química de México. Sociedad Química de México. . Retrieved from www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-249X2014000200014

- Rodriguez, P. (2010). *Métodos de investigación: diseño de proyectos y desarrollo de tesis en ciencias administrativas, organizacionales y sociales*. Culiacán, Sinaloa: Universidad Autónoma de Sinaloa.
- Segura, C. (2003). *Diseños cuasiexperimentales*. Medellín, Colombia: Facultad de Salud Pública. Universidad de Antioquia.
- Tamayo, M. (2001). *El proceso de la investigación científica*. Balderas, México: Limusa, S.A.
- Hoppeler, H., & Weibel, E. (2000). Structural and functional limits for oxygen supply to muscle. *Acta Physiol Scand* , 168, 445-456.
- Mc Donagh, M. D. (1984). Adaptive Response of mammalian skeletal muscle to exercise with high loads. *European Journal of Applied Physiology* , 52, 139-155.
- MinSalud. (2013). *Resolución N° 3929 de 2013*. Bogotá: Ministerio de Salud y Protección social.
- Cruz, R. (2013). Propiedades funcionales y beneficios para la salud del licopeno. *Nutr. Hosp.* , 28 (1), 6-15.
- Huang, T. (2015). Dietary Fiber Intake and Mortality from All Causes, Cardiovascular Disease, Cancer, Infectious Diseases and Others: A Meta-Analysis of 42 Prospective Cohort Studies with 1,752,848 Participants. *North American Journal of Medicine and Science* , 8 (2), 59-67.
- Mejía, F. (2008). Factores asociados al uso de suplementos alimenticios en mujeres mexicanas de 12 a 49 años de edad. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición* , 58 (2), 164-173.
- Jorquera, C. (2016). Consumo, características y perfil del consumidor de suplementos nutricionales en gimnasios de Santiago de Chile. *Rev Andal Med Deporte* , 9 (3), 99–104.
- Ashton, L. (2017). Young Men’s Preferences for Design and Delivery of Physical Activity and Nutrition Interventions: A Mixed-Methods Study. *American Journal of Men’s Health* , 11 (5), 1588–1599.
- Gómez, L. (2004). CONGLOMERACIÓN DE FACTORES DE RIESGO DE COMPORTAMIENTO ASOCIADOS A ENFERMEDADES CRÓNICAS EN ADULTOS JÓVENES DE DOS LOCALIDADES DE BOGOTÁ, COLOMBIA: IMPORTANCIA DE LAS DIFERENCIAS DE GÉNERO. *Rev Esp Salud Pública* , 78, 493-504.
- Rodríguez. (2017). Estimación de la carga global de enfermedad en Colombia 2012: nuevos aspectos metodológicos. *Rev. Salud Pública* , 19 (2), 235-240.
- Jiménez, A. (2014). Consumption of fruits and vegetables and health status of Mexican children from the National Health and Nutrition. *Survey* , 56 (Supl. 2), 103-12.
- Gil, A. (2015). Indicators for the evaluation of diet quality. *Nutr Hosp* , 31 (3), 128-44.
- Iglesias, M. (2013). Estudio nutricional en un grupo de estudiantes universitarios madrileños. *Nutr Clin Diet Hosp* , 33 (1), 23-30.

- Muñoz de Mier, G. (2017). Evaluación del consumo de alimentos de una población de estudiantes universitarios y su relación con el perfil académico. *Nutr Hosp* , 34 (1), 134-143.
- Pérez, L. (2015). Calidad de la dieta en estudiantes universitarios con distinto perfil académico. *Nutr Hosp* , 31 (5), 2230-9.
- Mariscal, M., & Rivas, A. (2008). Evaluation of the Mediterranean Diet Quality Index (KIDMED) in children and adolescents in Southern Spain. *Public Health Nutrition* , 12 (9), 1408–1412.
- Zazpe, I. (2013). Hábitos alimentarios y actitudes hacia el cambio en alumnos y trabajadores universitarios españoles. *Nutr Hosp* , 28 (5), 1673-80.
- Naderi, A. (2016). Timing, optimal dose and intake duration of dietary supplements with evidence-based use in sports nutrition. *J Exerc Nutrition Biochem* , 20 (4), 001-012.
- Pawar, R. (2013). Updates on chemical and biological research on botanical ingredients in dietary supplements. *Anal Bioanal Chem* , 405, 4373– 4384.
- Archer, J., & Dargan, P. (2015). Running an unknown risk: a marathon death associated with the use of 1,3-dimethylamylamine (DMAA). *Drug Test Anal* , 7, 433–438.
- Montero, C. (2015). ¡Sedentarismo e inactividad física no son lo mismo!: una actualización de conceptos orientada a la prescripción del ejercicio físico para la salud. *Rev Med Chile* , 143, 1089-1090.
- Loflin, J. (2014). Aerobic Capacities of Early College High School Students. *Community College Journal of Research and Practice* , 1008-1016.
- López. (2013). Physical Activity, Fitness, and Metabolic Syndrome in Young Adults. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism* , 23, 312-321.
- Pérez. (2016). Perfil fitness en un grupo de estudiantes universitarios. Boyacá 2014. *Rev Univ Ind Santander Salud* , 48 (1), 51-59.
- Pereira, J., Bravo, S., Flores, U., Flores, J., Herrera, L., & Santamaría, K. (2018). Estudio comparativo de la capacidad aeróbica y respuesta cardiovascular en estudiantes universitarios de México y Colombia. *Revista Cubana de Cardiología y Cirugía Cardiovascular* , 24 (4), 1-19.
- Valero. (2018). Análisis de la capacidad aeróbica como cualidad esencial de la condición física de los estudiantes: Una revisión sistemática. *Retos* , 34, 395-402.
- Gómez, J., Hernández, S., Marín, Z., & Rivera, A. (2015). Análisis de la composición corporal y manifestación de la fuerza máxima en estudiantes de educación física. *EFDeportes, Revista Digital* , 20 (207).