



UNIVERSIDAD JUAN AGUSTÍN MAZA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA NUTRICIÓN
LICENCIATURA EN NUTRICIÓN

“CONSUMO DE ÓXIDO NÍTRICO EN DEPORTISTAS”
“NITRIC OXIDE CONSUMPTION IN ATHLETES”

Alumna: Muscia Saez, María Victoria

Profesora titular: Lic. Esp. Cecilia Llaver

Profesora tutora: Dra. Emilia Raimondo

Profesora de metodología: Dra. Susana Gallar

MENDOZA, 2018

PÁGINA DE INFORMACIÓN INSTITUCIONAL

Mediante el presente Trabajo Final Integrador y la presentación oral del mismo aspiro al título de Licenciada en Nutrición.

Alumno: María Victoria Muscia Saez. DNI: 38.760.631, Matrícula: 2386.

Fecha del examen final:

Calificación:

Docentes del Tribunal Evaluador:

AGRADECIMIENTOS

A la Dra. Cecilia Rodríguez Lanzi, que con la humildad que la caracteriza me ofreció su ayuda, su tiempo, me estimuló para que llevara a cabo esta tesina y me corrigió el contenido de la misma.

A las autoridades de la Universidad Juan Agustín Maza por darme la posibilidad de poder estudiar en esta institución a un menor costo económico, ya que sin su ayuda no podría haber alcanzado estas metas en mi vida.

A la señora decana Esp. Cecilia Llaver por ser mi profesora y años más tarde mi directora de tesis, en esta última etapa de mi carrera.

A la Dra. Emilia Raimondo, que me orientó para que llevara a cabo esta tesis, y me dio la posibilidad de ver nuevas alternativas en el campo laboral de mi profesión a través de la investigación y continúa motivándome para el crecimiento personal y profesional.

A la Dra. Susana Gallar, que con gran sencillez y predisposición, me facilitó e inspiró para lograr la comprensión de la maravillosa tarea de investigar. No solo me formó en la cátedra de epistemología sino que también fue y es el pilar fundamental para que toda alumna sin conocimiento alguno en investigación sea capaz de llevar a cabo dicho desafío. Resulta gratificante estar acompañada de una gran guía.

Sería eterno nombrar a cada uno de los distintos docentes que me formaron como profesional y sobretodo como persona en la carrera. Solo tengo palabras de agradecimiento por ser seres que me marcaron en una etapa muy importante en mi vida.

DEDICATORIAS

Dedico esta tesina en primer lugar, a mi mamá Andrea Saez y a mi hermana Valentina Muscia, quienes transitaron conmigo este largo camino de ser profesional, brindándome su apoyo, confianza y paciencia en todas las ocasiones.

A mi papá que espiritualmente me acompaña siempre y le hubiese gustado poder disfrutar este momento conmigo.

A mis abuelos, Matilde y Juan Carlos quienes acompañaron a mi mamá en nuestra crianza y me llenan de contención y amor.

A mi novio Franco, quién me apoyó desde el comienzo de la relación, me brindó apoyo, contención, amor y fue crucial en esta etapa de mi vida.

Y, por supuesto a todas aquellas personas que me acompañaron en este trayecto, tanto en la Universidad como en la vida diaria.

RESUMEN

El óxido nítrico es un gas, que en el organismo es considerado como el vasodilatador más potente y presenta una diversidad de efectos benéficos tales como el aumento de la regulación del flujo sanguíneo, la contractilidad muscular, la homeostasis de la glucosa y el calcio, la biogénesis y la respiración mitocondrial.

El siguiente trabajo trata sobre el consumo de óxido nítrico en deportistas. Por eso, esta tesina tuvo como objetivos, en primer lugar, determinar los motivos por los cuáles los atletas consumen óxido nítrico y, en segundo lugar, describir la manera en que estos consumen el suplemento y quién les recomienda dicho consumo.

Fue un estudio cuantitativo y descriptivo, que planteó como hipótesis que los deportistas que consumen óxido nítrico piensan que aumenta exponencialmente su rendimiento deportivo, por lo que se recurrió a un diseño de investigación de tipo no experimental, transversal. El instrumento de recolección de datos fue una encuesta con preguntas mixtas a 30 deportistas que consumen suplementos deportivos.

Los principales hallazgos de la investigación reflejaron que la mayoría de los encuestados se suplementaban con óxido nítrico para mejorar su rendimiento deportivo. Los mismos consumen múltiples suplementos, los cuales no son recomendados por nutricionistas sino por profesores de educación física quienes en algunos casos les brindan estos suplementos en los entrenamientos.

A modo de conclusión, vale la pena destacar que los deportistas actualmente consumen una mezcla de suplementos deportivos. Sin embargo, dichos atletas no son conscientes de que están perjudicando su salud, ya que combinan múltiples suplementos con dietas desequilibradas, alcohol y tabaco.

Palabras clave: Óxido nítrico-deporte- suplementación

victoria.muscia@gmail.com

ABSTRACT

Nitric oxide is a gas which is considered to be the most powerful vasodilator in the human organism. It has a wide variety of positive effects such as an increase in blood flow regulation, muscle contractility, glucose and calcium homeostasis, and mitochondrial biogenesis and respiration.

The following dissertation explored nitric oxide consumption in athletes. Therefore, its main goals were: firstly, to determine the reasons why athletes consume nitric oxide; and secondly, to describe how they consume such supplement and who advises them to do so.

This dissertation consisted of a quantitative and descriptive investigation. Its hypothesis was the fact that athletes who consume nitric oxide believe that it produces an exponential increase in their sport performance, which is why it was necessary to resort to a non-experimental and transversal design for the investigation. A survey, in which 30 athletes consuming sport supplements took part in, was conducted in order to gather information.

The main discoveries of the investigation showed that most of the interviewed athletes consume nitric oxide to improve their sport performance. They also consume several other supplements, which are not recommended by nutritionists but by physical education teachers, who give them such supplements during training sessions in more than one occasion.

To conclude, it is important to highlight that athletes currently consume a mixture of supplements. However, they are not aware of the fact that they are proving detrimental to their health, since they combine several supplements with unbalanced diets, alcohol and tobacco.

Keywords: Nitric oxide-sport-supplementation

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE

GLOSARIO.....	12
INTRODUCCIÓN:.....	13
CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO.....	16
ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	16
DEFINICIONES CONCEPTUALES	18
DEFINICIÓN DE ÓXIDO NÍTRICO (ON).....	18
FORMACIÓN DEL ON	18
EL ON EN EL SISTEMA VASCULAR Y SUS FUNCIONES	21
EL DEPORTE Y EL ON	21
SUPLEMENTACIÓN	23
PROTOCOLO DE CONSUMO	25
OTRAS FUENTES UTILIZADAS COMO SUPLEMENTOS PARA INCREMENTAR EL ON	26
ON Y SU RELACION CON LA DIETA.....	28
PRODUCCIÓN EXCESIVA DEL ON	32
CAPÍTULO II: DISEÑO METODOLÓGICO.....	34
PARADIGMA.....	34
TIPO DE ESTUDIO:.....	34
TIPO DE DISEÑO:	34
HIPÓTESIS:	34
POBLACIÓN:	34
MUESTRA:.....	34
VARIABLES:	35

DEFINICIÓN SUSTANTIVA:	35
DEFINICIÓN OPERACIONAL:	35
INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS:.....	35
CAPÍTULO III: ANÁLISIS DE DATOS Y RESULTADOS	36
CONCLUSIONES	47
SUGERENCIAS.....	50
PROSPECTIVAS.....	51
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	52
ANEXOS.....	58

ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS

Figura 1: Relación entre óxido nítrico, nitrito y nitrato. Adaptado de Jones (2009).	19
Figura 2: Síntesis de óxido nítrico a partir de L-arginina. Adaptado de Díaz, Mejía, Huerta de Mora, Huerta Acha (2009)	20
Figura 3: Consumo/Suplementación de ON. Adaptado de Bloomer, 2010. ...	24
Figura 4: Efectos de la suplementación con 400-500 ml/día de jugo de remolacha sobre el óxido nítrico y la reducción del estrés oxidativo. Adaptado de IINCD, 2016.	26
Consumo de ON en deportistas	36
Figura 5: Consumo de ON en deportistas.	36
Motivos de consumo de ON en los deportistas	37
Figura 6: Motivos de consumo de ON en los deportistas.	37
Motivos por los cuales los deportistas no consumen ON	38
Figura 7: Motivos por los cuales los deportistas no consumen ON.	38
Alternativas de consumo de ON	39
Figura 8: Alternativas de consumo de ON	39
Medidas de consumo de ON	40
Figura 9: Medidas de consumo de ON	40
Personas que recomiendan el consumo de ON a deportistas	42
Figura 10: Personas que recomiendan el consumo de ON a deportistas.	42
Manifestación sintomatológica tras el consumo de ON	43
Figura 11: Manifestación sintomatológica tras el consumo de ON	43
Síntomas que manifiestan los deportistas tras consumir ON	44

Figura 12: Síntomas que manifiestan los deportistas tras consumir ON.44
Figura 13: Consumo de suplementos deportivos adicionales.45

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Contenido de nitrato de los vegetales. Adaptado de Bryan NS & Hord NG (2010). Nitratos y nitritos alimentarios: Bryan N. (ed), Food Nutrition and the Nitric Oxid pathway. Destech Pub Inc: Lancaster pp. 59-77.....	29
Tabla 2: Cantidad de deportistas que se suplementan con ON en relación al tiempo y cantidad de consumo.	41
Tabla 3: Otros suplementos consumidos por los deportistas encuestados..	46

GLOSARIO

ON: Óxido nítrico

ONS: Óxido nítrico sintetasa

Mmol: Mili mol

kg: kilo gramo

NADPH: Nicotinamida-Adenina-Dinucleótido-Fosfato

FAD: Flavín adenin dinucleótido

FMN: Flavín mononucleótido

VO₂máx: Volumen máximo de oxígeno

NO₂: Nitrito

NO₃: Nitrato

IINCD: Instituto Internacional para la nutrición y las ciencias del deporte

IAD /AIS: Instituto Australiano del deporte

PCr: Fosfocreatina

ADN: Ácido desoxirribonucleico

Ca: Calcio

INTRODUCCIÓN:

Esta tesina se aboca a la investigación del consumo de óxido nítrico en deportistas.

En los últimos años, se ha observado que los deportistas no solo consumen múltiples suplementos, incluido el óxido nítrico, sino que también llevan un plan alimentario poco saludable donde se percibe un gran consumo de carnes, de grasas saturadas y un elevado consumo de alcohol y tabaco, por lo que aumentan los riesgos en la salud.

Esta investigación se lleva a cabo debido a la problemática visualizada actualmente en el ámbito deportivo, donde los deportistas consumen múltiples productos sin conocer sus efectos. Los atletas de Mendoza no constituyen una excepción a lo que aquí se plantea, por lo que dicha situación lleva a las siguientes preguntas:

- ✓ ¿Qué funciones cumple el óxido nítrico en el organismo y qué efectos en la salud se presentan tras consumirlo?
- ✓ ¿Qué piensan los deportistas de Mendoza del óxido nítrico y qué los lleva a consumirlo?

-Objetivos:

- Determinar el consumo de óxido nítrico en deportistas del Gran Mendoza y los motivos por los cuales lo consumen.
- Describir de qué manera consumen el óxido nítrico estos deportistas y quién les recomienda su consumo.

Esta investigación resulta de suma importancia y de relevancia social, ya que se trata de personas deportistas, donde se busca brindar información sobre los riesgos que corren al consumir el suplemento sumado al estilo de vida de los

mismos. Estos corren actualmente un gran peligro, ya que las empresas productoras de suplementos nutricionales utilizan muchas técnicas de marketing para vender sus productos y estos recaen sobre deportistas. Cuando se trata de incrementar el rendimiento deportivo, a través del mínimo esfuerzo, estos productos son los protagonistas. Lo que no se tiene en cuenta es que no se trata de un negocio para salir algunos beneficiados, sino de personas y de su salud.

Para comenzar, en Argentina el ente regulador de los suplementos alimentarios es la ANMAT (Administración Nacional de Medicamentos, Alimentos y Tecnología Médica). En el mercado, existen algunos suplementos inscriptos en la ANMAT y otros que se comercializan sin estar inscriptos en dicha entidad. Actualmente, los suplementos deportivos son de venta libre, por lo que son de fácil acceso para la población. Esta situación lleva a que múltiples deportistas los pueden conseguir en gimnasios, por internet e inclusive en los centros deportivos.

Una de las mayores preocupaciones que llama la atención es que los deportistas, no solo consumen estos suplementos sin profesionales instruidos en el tema (se guían por técnicas de marketing o por lo que dice un estudiante o profesor de Educación física que prescribe estos productos y a la larga pueden ocasionar un riesgo a la salud) sino que también llevan una dieta poco equilibrada, con un alto consumo de productos industrializados, de comidas rápidas, con desarreglos por modas (como por ejemplo consumir huevos crudos en ayunas) sumado a que también consumen mucho alcohol. Todo esto lleva a que en el organismo se produzcan múltiples cambios y la respuesta no sea la misma en cada caso. Lo más peligroso es que generalmente se trata de jóvenes en los cuales no se puede ver rápidamente las consecuencias, lo cual puede repercutir negativamente sobre su salud. La combinación de una dieta desequilibrada, sumado al elevado consumo de alcohol, de suplementos nutricionales como el óxido nítrico y otros, puede peligrar la vida de los jóvenes, por lo cual se resalta la importancia de investigar los posibles riesgos a la salud. Sería ideal poder concientizar a los deportistas y educarlos, ya que no está mal la suplementación deportiva, siempre y cuando sea necesaria y realizada por un profesional especializado en el tema.

Se conoce que algunos deportistas consumen jugo de remolacha por su contenido en óxido nítrico para aumentar su rendimiento y se ha visto a través de investigaciones científicas que es verídico mientras que otros trabajos sugieren que se sigan realizando más investigaciones. Sería muy positivo poder determinar si es correcto y poder plantearlo como una alternativa natural, sana y evitar que la vida de los deportistas corra peligro.

Para dar cumplimiento a los objetivos antes planteados, la tesina consta de tres capítulos. El primero, contiene antecedentes de investigaciones y además describe qué es el óxido nítrico, cuáles son sus características, sus funciones en el organismo y los riesgos del consumo de óxido nítrico en deportistas.

El segundo capítulo cuenta con la metodología llevada a cabo en la investigación, así como la hipótesis planteada, las variables y los indicadores. Por último, el tercer capítulo consta de un análisis realizado a partir de los datos obtenidos en 30 encuestas a deportistas que consumen el suplemento. Para dar cierre a la tesina, se incluye la conclusión con sugerencias nutricionales, la bibliografía consultada y los anexos donde se adjunta el instrumento de recolección de datos empleados en esta investigación.

CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Luego de haber efectuado una investigación sobre estudios similares realizados, se pueden mencionar, a nivel internacional un trabajo realizado por Larsen, F.J., Weitzberg, E., Lundberg, J.O., & Ekblom, B. (2007) en Estocolmo, Suecia, el cual fue titulado como “Los efectos del nitrato en la dieta sobre el costo del oxígeno durante el ejercicio”, su objetivo fue investigar si el nitrato de la dieta tuvo algún efecto sobre los parámetros metabólicos y circulatorios durante el ejercicio. Se realizó un estudio cruzado aleatorizado, doble ciego, controlado con placebo a nueve hombres sanos y bien entrenados, suplementándolos por un período de 3 días con nitrato de sodio ($0,1 \text{ mmol kg}^{-1} \text{ día}^{-1}$) o con una cantidad igual de cloruro de sodio (placebo). Los resultados sugirieron que una intervención en la dieta a corto plazo podría mejorar la eficiencia en el ejercicio y tener el potencial de aumentar el rendimiento. Su conclusión fue que la administración de nitrato en la dieta, en una cantidad alcanzable a través de una alimentación rica en vegetales, resulta en una menor demanda de oxígeno durante el trabajo submáximo. Se vio también que no aumento la concentración de lactato, lo que indica que la producción energética se había vuelto más eficiente.

Otra investigación llevada a cabo en el Reino Unido por Bailey, S. J., Winyard, P., Vanhatalo, A., Blackwell, J. R., Dimenna, F. J., Wilkerson, D. P., & Jones, A. M. (2009), titulada como “La suplementación de nitrato en la dieta reduce el costo de ejercicio de baja intensidad de O_2 y mejora la tolerancia al ejercicio de alta intensidad en humanos”. Este estudio partió de la hipótesis que la suplementación dietética con nitrato inorgánico en forma de jugo de remolacha reduciría el costo de ejercicio submáximo de O_2 y mejoraría la tolerancia al ejercicio de alta intensidad. Se realizó un estudio doble ciego, controlado con placebo a ocho hombres de 19 a 38 años que consumieron 500 ml/día de jugo de remolacha o de grosella negra (como un placebo con contenido de nitrato insignificante) durante 6

días consecutivos y se realizaron pruebas de ejercicios de intensidad moderada e intensa en los últimos 3 días. Los resultados comprobaron que se duplicó la concentración de nitratos y se redujo el VO_2 en estado estable durante el ejercicio de alta intensidad, lo cual sugiere que a corto plazo, la intervención dietética natural mejora la eficiencia del trabajo muscular.

Recientemente, un documento disponible en la web, en la revista brasilera de prescripción y fisiología del ejercicio, Nogueira, T. D. R., & Viebig, R. F. (2016) titularon su trabajo como “Efectos ergogénicos del consumo de jugo de remolacha en adolescentes del género femenino practicantes de balonmano”, cuyo objetivo era evaluar los posibles efectos ergogénicos del consumo de jugo de remolacha en el desempeño de atletas adolescentes practicantes de balonmano. Se realizó un estudio aleatorizado, placebo controlado, doble ciego en 10 atletas que se sometieron a dos situaciones diferentes, un grupo consumió 500 ml de jugo de remolacha y el otro un líquido placebo, el cual dio como resultado que tres horas previas a realizar actividad física, el consumo de jugo de remolacha mejora el desempeño deportivo de las atletas del género femenino del deporte balonmano.

A nivel nacional, se encontró en Mendoza, Argentina, Lobato N. (2017) realizó una investigación titulada como “Jugo de remolacha como ayuda ergogénica en mountain bike” cuyo objetivo fue determinar si la suplementación con jugo de remolacha, podría tener efectos ergogénicos en el desempeño de atletas sub elite de mountain bike de la zona este de Mendoza. Se realizó un estudio doble ciego con una muestra de 30 ciclistas amateur de los cuales 15 se suplementaron con jugo de remolacha, con un contenido de 12,4 mg de nitratos por kg de peso corporal, 2 horas antes del entrenamiento y al segundo grupo se les dio un placebo. Previo a esto se tomó el tiempo que tardan en recorrer una calle con pendiente de 3 km de largo y luego se repitió la prueba bajo las mismas condiciones tras la suplementación 2 hs antes de la prueba. La conclusión de este estudio sugiere que la suplementación con jugo de remolacha puede mejorar la resistencia cardiorrespiratoria en atletas, al aumentar la eficiencia del ejercicio

físico. Esto da como resultado una mejora en el rendimiento deportivo, aumentando el tiempo de agotamiento en intensidades sub máxima y máximas.

DEFINICIONES CONCEPTUALES

DEFINICIÓN DE ÓXIDO NÍTRICO (ON)

Se considera ON según Díaz, Mejía, Huerta de Mora, Huerta Acha, (2009), como un gas con características dañinas para la atmósfera, que en el organismo es el vasodilatador más potente y presenta una diversidad de efectos beneficiosos tanto en el campo cardiovascular como en la neurología, inmunología, gastrointestinal, pulmonar, genitourinario y otras ramas de la medicina.

Para David Bolado Negueruela (2014) el ON es una molécula de señalización fisiológica importante que puede modular la función el músculo esquelético a través de su rol en la regulación del flujo sanguíneo, la contractilidad muscular, la homeostasis de la glucosa y el calcio y la biogénesis y la respiración mitocondrial.

Sin embargo, a los efectos de esta tesina se considera por su complejidad al ON según Ferrer, Fonseca, García, Martínez (1998) como un gas simple, liberado por la conversión del aminoácido L-arginina en L-citrulina, por acción de la enzima ONS (óxido nítrico sintetasa-ONS siglas del inglés nitric oxide syntetasa), la cual tiene una amplia distribución en el organismo.

FORMACIÓN DEL ON

Durante varios años se consideró que el ON se generaba exclusivamente a través de la oxidación del aminoácido L-arginina en una reacción catalizada por la ONS, y que el nitrito (NO_2^-) y el nitrato (NO_3^-) eran subproductos inertes de este proceso. Sin embargo, ahora está claro que estos metabolitos pueden reciclarse al reverso en ON bio-activo bajo ciertas condiciones fisiológicas (Jones, 2013; Díaz, Mejía, Huerta de Mora, Huerta Acha, 2009).

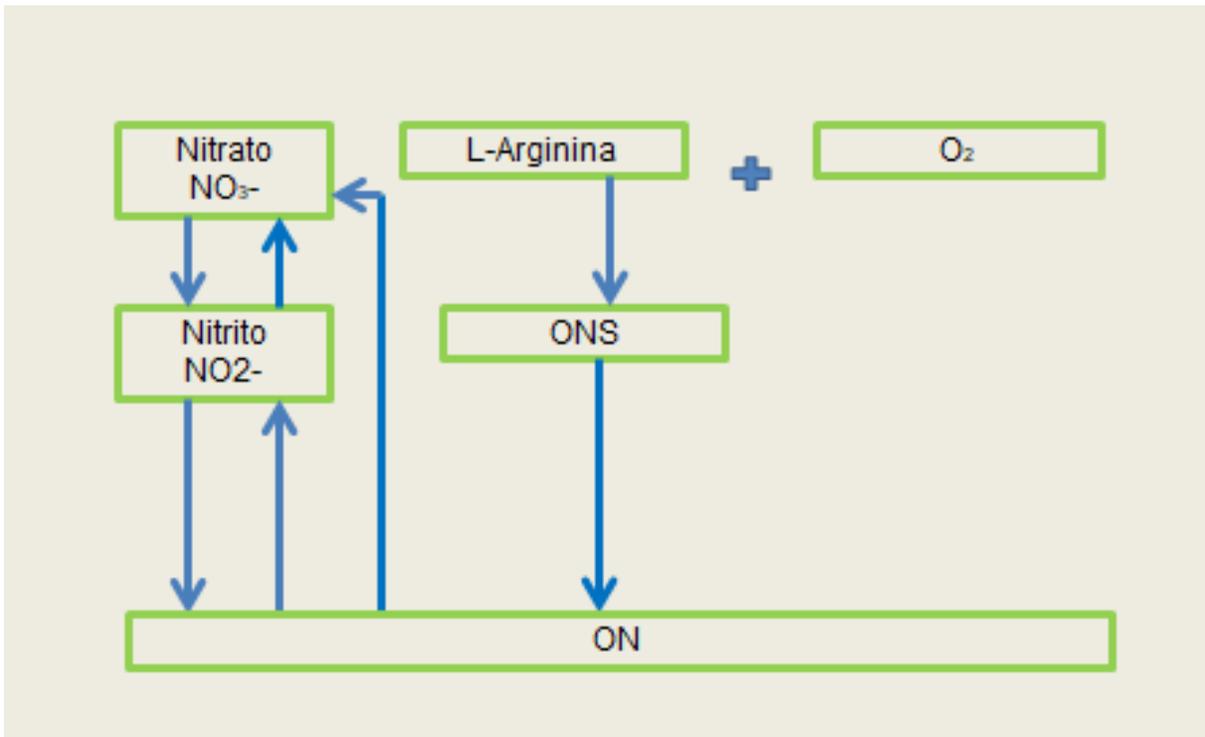


Figura 1: Relación entre óxido nítrico, nitrito y nitrato. Adaptado de Jones (2009).

-Formación de ON a partir de L-arginina:

Prácticamente todas las células tienen la capacidad de sintetizar ON a partir del aminoácido L-arginina con la ayuda de la enzima ONS. El proceso es complejo y requiere la participación de un agente reductor el NADPH (dinucleótido de nicotinamida y adenina fosfato), también de cofactores: dinucleótido de flavina y adenina (FAD), mononucleótido de flavina y adenina (FMN), tetrahidrobiopterina (BH₄) y hierro protoporfirina IX (hemo) y son dependientes de calcio. La actividad del ONS está regulada por la arginina, oxígeno, calcio y otras sustancias necesarias para la síntesis del ON, esta regulación es de suma importancia ya que

el exceso en la producción o síntesis del ON puede conducir al mal funcionamiento e incluso llegar a la muerte.

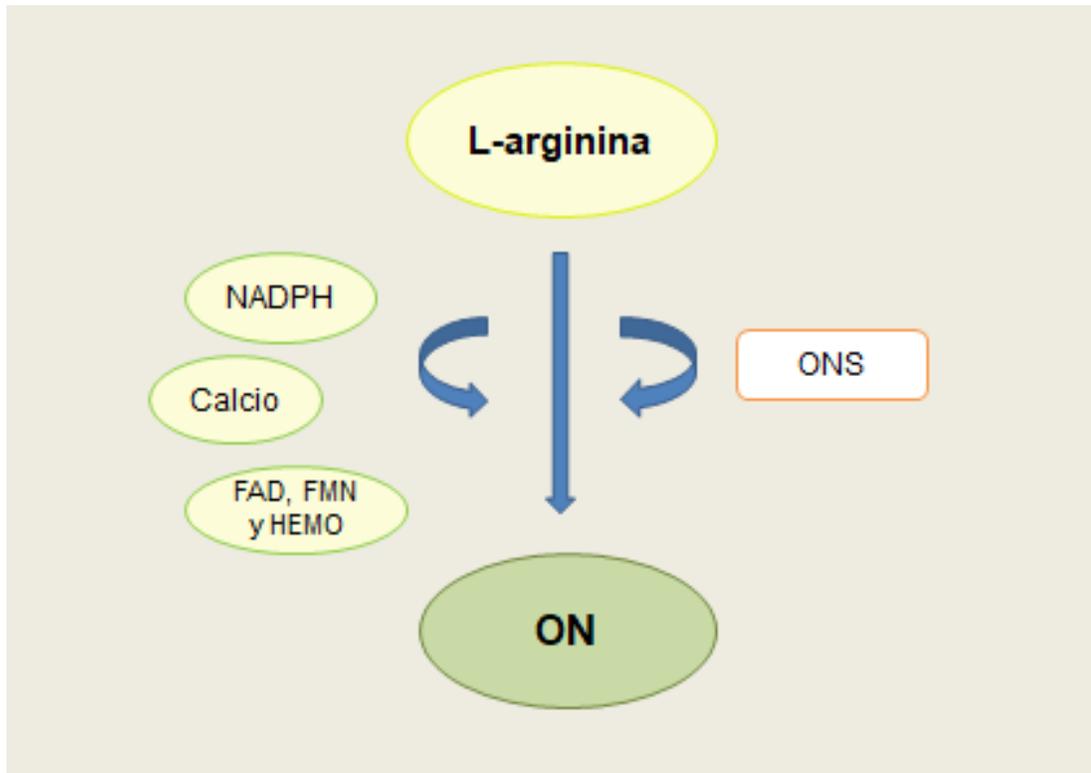


Figura 2: Síntesis de óxido nítrico a partir de L-arginina. Adaptado de Díaz, Mejía, Huerta de Mora, Huerta Acha (2009).

- Formación de ON a partir de nitritos:

Recientemente, se ha descubierto que el ON también puede derivar de fuentes que no son las ONS. Se sabe desde hace algún tiempo que bacterias de la cavidad bucal reducen el nitrato (NO_3^-) de la dieta a nitritos (NO_2^-), de una forma similar a las bacterias en la orina infectada, utilizando la enzima nitrato reductasa (Díaz, Mejía, Huerta de Mora, Huerta Acha, 2009).

EL ON EN EL SISTEMA VASCULAR Y SUS FUNCIONES

El ON se sintetiza en el endotelio vascular y lo hace en respuesta a los estímulos de sustancias que circulan en la sangre o cuando la presión sanguínea se eleva y se genera señales en las células endoteliales de los vasos sanguíneos, esto hace que se inicie la síntesis del ON. Puesto que este tiene una vida media corta, es necesario un aporte continuo por parte de las células como respuesta del flujo sanguíneo sobre la pared arterial. Una vez producido, este gas se transmite a la parte muscular de la arteria y la relaja y, con ello, produce su dilatación. Aunque la mayoría de las acciones del ON sean locales, esta molécula aún posee la capacidad de emigrar rápidamente a los lugares donde se encuentran las moléculas diana, frecuentemente en células adyacentes. Por lo tanto, el ON debe atravesar las membranas.

El mecanismo de acción de este compuesto, al ser vasodilatador, se basa en la relajación directa de la célula muscular lisa a nivel local, a través de un incremento en la actividad de la guanilato ciclasa y en la concentración de guanosin monofosfato cíclico (cGMP). Esta acción vasodilatadora es una de las funciones del mismo, además actúa como inhibidor de la adhesión y agregación plaquetaria, así como también en la agregación neutrofílica en el endotelio normal, en la permeabilidad endotelial y en la supresión de la proliferación del músculo liso subyacente (Fernández, Fuentes Jiménez, López Miranda, 2009; Díaz, Mejía, Huerta de Mora, Huerta Acha, 2009).

EL DEPORTE Y EL ON

El ON, como se mencionó con anterioridad, aumenta la vasodilatación a todos los niveles celulares, por tanto es sumamente importante en el ejercicio físico tanto para aumentar su rendimiento como para incrementar la capacidad de aportes de nutrientes, la recuperación del músculo y el aumento de su capacidad de crecimiento. Esto hace que tenga un aspecto muy importante en el campo del culturismo, incluso existen fármacos que producen un aumento del ON.

Se han identificado estudios recientes que demuestran varias situaciones en las que la capacidad física o el rendimiento han mejorado por el consumo previo al ejercicio de jugo de remolacha/nitrato: éstos incluyen el ciclismo y los eventos de carrera de 4-30 minutos de duración. Algunos de estos estudios son los realizados por Lansley et al. (2011) y también por Cermak et al. (2012) quienes encontraron que el tiempo de término durante pruebas de ciclismo contrarreloj (4, 10 y 16 km) se redujo significativamente con suplementación con jugo de remolacha al comparar con el placebo. También se ha reportado que aumenta el rendimiento en el ejercicio intermitente de alta intensidad en jugadores recreativos de deportes de equipo (Thompson et al., 2015; Wylie et al., 2013b) después de la suplementación con jugo de remolacha. Hasta la fecha, los intentos para reproducir estos hallazgos en atletas altamente entrenados han resultado menos exitosos (Boorsma et al., 2014; Christensen et al., 2013; Peacock et al., 2012), con algunas excepciones (Bond et al., 2012; Peeling et al., 2015). La suplementación puede ser útil como soporte para el entrenamiento, sobre todo durante los períodos de hipoxia, por ejemplo en entrenamientos de altitud (Jones, 2016; IAD, 2012).

Como ya se conoce la L-arginina, un precursor del ON, ha mostrado reducir la concentración de lactato inducida por el ejercicio y ayudar en múltiples enfermedades cardiovasculares mediante la corrección de la disfunción endotelial. Sin embargo, la mayoría de los estudios realizados en humanos se han realizado con un pequeño número de sujetos, lo cual no permite extraer conclusiones definitivas. De hecho, los estudios actuales sólo demuestran mejora de la capacidad aeróbica en la mitad de los estudios. A parte del posible efecto sobre la hiperemia inducida por el ejercicio, el ON ha mostrado modular el metabolismo muscular, incluida la absorción de glucosa, la glucólisis y la absorción mitocondrial de oxígeno. El L-aspartato, precursor del oxaloacetato, parece incrementar la utilización de ácidos grasos libres provocando un ahorro del glucógeno, además, el L-aspartato incrementa el aclarado periférico del amonio con el consiguiente retraso de la fatiga muscular y el aumento del rendimiento de resistencia (Palacios Gil de Antunano et. al., 2012; Díaz, Mejía, Huerta de Mora, Huerta Acha, 2009).

SUPLEMENTACIÓN

Con relación a la suplementación deportiva, el ON puede ser de interés tanto por sus potenciales efectos para incrementar el flujo sanguíneo, como también por regular la atrofia/hipertrofia muscular. Estas son las áreas de mayor enfoque por estar relacionadas con la publicidad de tales productos, en particular el efecto potencial de incrementar el flujo sanguíneo. Esto podría estar mediado por la acción del ON sobre las células del músculo liso vascular, finalmente promoviendo la vasodilatación. En la mayoría de los anuncios de dichos productos se sugiere que el aumento propuesto en el flujo sanguíneo dará como resultado un transporte incrementado de oxígeno y nutrientes hacia los músculos esqueléticos durante el ejercicio. Esto debería ayudar al rendimiento durante la realización de ejercicio. Además, el flujo sanguíneo incrementado será mantenido durante el período de post-ejercicio, permitiendo una mejor recuperación. Esto debería dar como resultado la hipertrofia muscular (Bloomer, 2010).

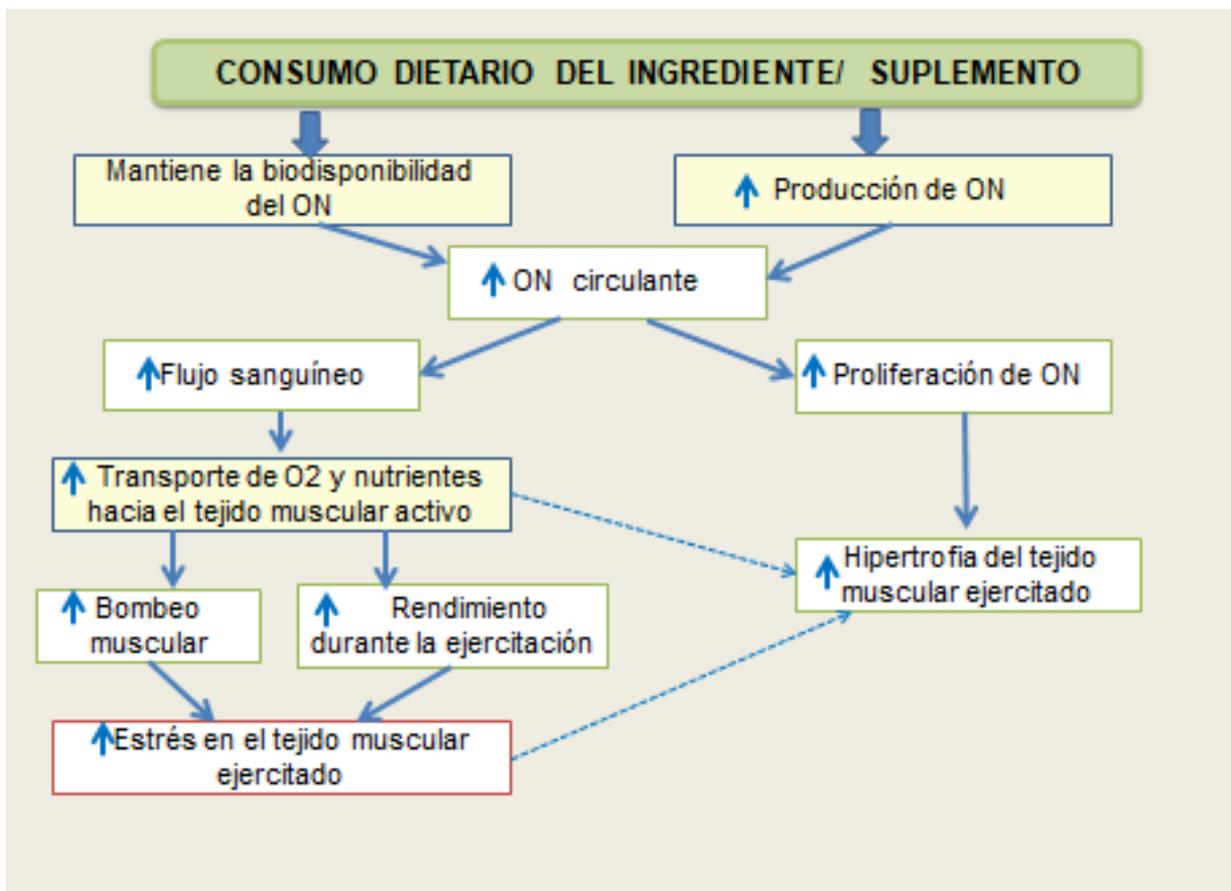


Figura 3: Consumo/Suplementación de ON. Adaptado de Bloomer, 2010.

Actualmente, la popularidad del nitrato en la dieta está creciendo como un suplemento de nutrición deportiva. Sin embargo, el nitrato inorgánico está presente en numerosos productos alimenticios, y es abundante en los vegetales de hoja verde y el betabel (remolacha). Después de su consumo, el nitrato se convierte a nitrito dentro del cuerpo, es almacenado y distribuido en la sangre. En condiciones donde la disponibilidad de oxígeno es baja, el nitrito se puede convertir en ON, el cual se sabe que juega funciones importantes en el control vascular y metabólico. La suplementación dietética con nitrato aumenta las concentraciones de nitrito en plasma y reduce la presión arterial en reposo. Además, la suplementación con nitrato también reduce el costo de oxígeno en ejercicios submáximos, y en algunas circunstancias, puede mejorar el rendimiento y la tolerancia al ejercicio.

Se ha encontrado que la suplementación con nitrato, en forma de suplemento o a través de su fuente natural (jugo de remolacha) puede reducir el costo de oxígeno en estado estable en un ejercicio submáximo en bicicleta en un 5% e incrementar el tiempo hasta el agotamiento en un ejercicio de alta intensidad en un 16%. Según los distintos estudios, una fuente natural del nitrato como es el jugo de remolacha, puede ser igual de efectiva que la utilización de la sustancia ingerida en forma aislada como nitrato de sodio. Las dosis que se plantean como las normales en los diferentes trabajos consultados son de 0,1 mmol/kg de masa corporal y por día, o 0,5 L de jugo de remolacha por día (Negueruela, 2014)

Según el Instituto Australiano del deporte, el jugo de remolacha se encuentra en el grupo A en la clasificación de suplementos deportivos, por lo que se considera que es seguro, económico y sus efectos son benéficos, comprobados científicamente.

PROTOCOLO DE CONSUMO

Si bien hay discrepancias en el protocolo de consumo, en la actualidad no se ha llegado a un común acuerdo, para los fines de esta tesina se ha tomado como referencia el protocolo preestablecido por el Instituto Internacional para la nutrición y las ciencias del deporte (IINCD), el cual establecen que la toma de 400-500 ml/día de jugo de remolacha (~8-9 mmol/d de Nitrato) durante de 1 a 15 días, de 2 a 3 horas previas al entrenamiento, puede provocar los efectos favorables sobre el ejercicio, mientras que la relación dosis – respuesta todavía tiene que establecerse.

En este sentido, se debe destacar que esta cantidad de nitrato (~8-9 mmol) puede consumirse fácilmente dentro de una dieta normal y en la actualidad no hay evidencia de que la ingesta de nitrato adicional produzca mayores beneficios (IINCD, 2015).

Recientemente, se ha demostrado que la suplementación con 500 ml de jugo de remolacha durante 3 días atenúa los dolores musculares y los decrementos en la función muscular en post-ejercicios poliométricos de alta intensidad (Clifford, Berntzen, Davison, West, Howatson, Stevanson, 2016).

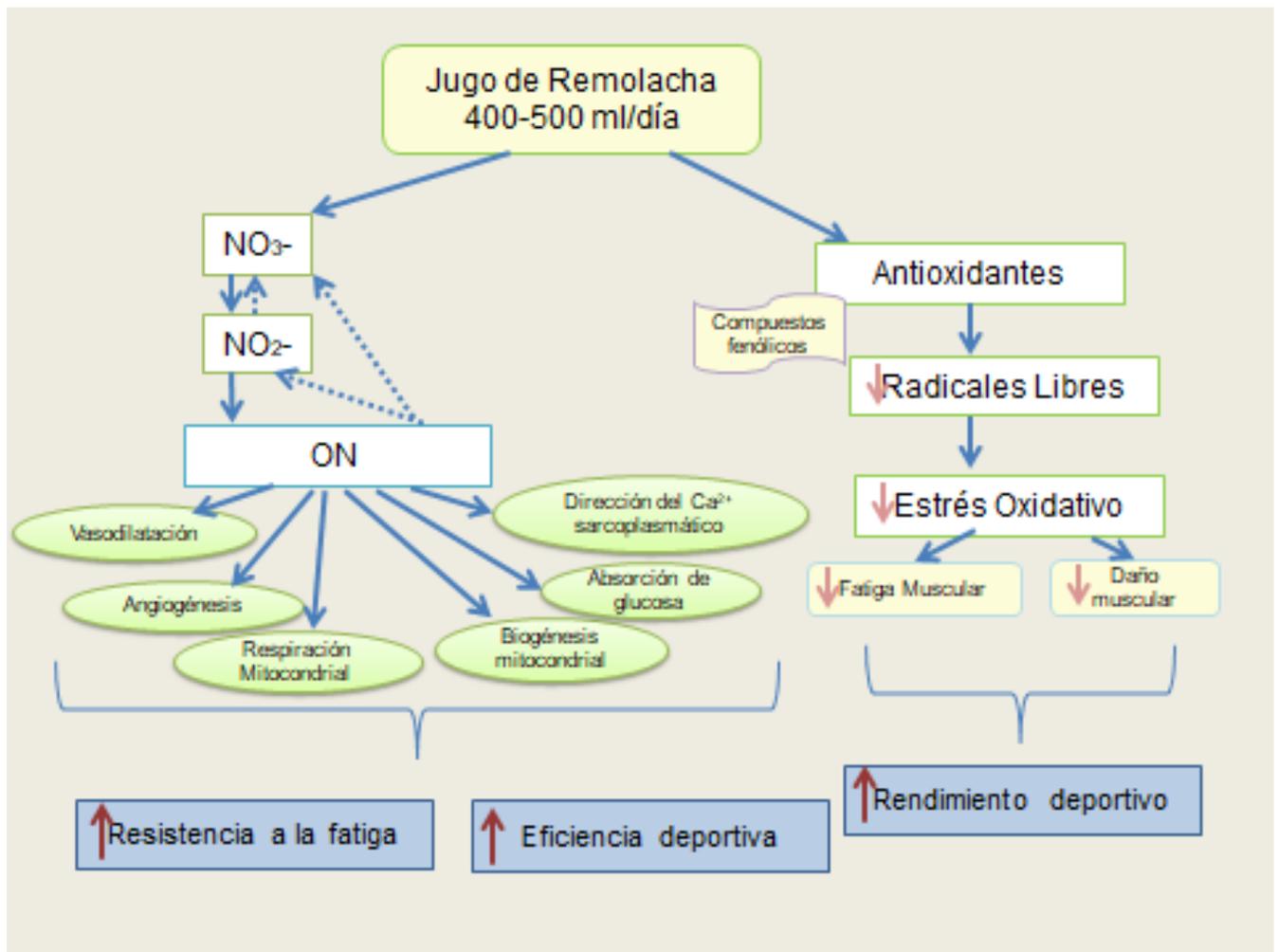


Figura 4: Efectos de la suplementación con 400-500 ml/día de jugo de remolacha sobre el óxido nítrico y la reducción del estrés oxidativo. Adaptado de IINCD, 2016.

OTRAS FUENTES UTILIZADAS COMO SUPLEMENTOS PARA INCREMENTAR EL ON

Existen pocos agentes farmacéuticos que se han utilizado con éxito para incrementar la biosíntesis del ON o bien para mantenerlo, promoviendo por último la vasodilatación. Estos agentes incluyen:

- Los nitratos transdérmicos y sublinguales (a menudo utilizados por pacientes con enfermedades cardíacas).
- La L-arginina intravenosa y oral.
- La propionil-L-carnitina intravenosa (a menudo utilizada por pacientes con enfermedad vascular periférica).

Otros agentes que entran de manera indirecta en esta categoría y se utilizan para disfunciones eréctiles son las drogas como:

- Viagra[®] (Pfizer, Inc, Nueva York, NY).
- Cialis[®] (Lilly USA, LLC, Indianápolis, IN).

Esta clase de droga ha estado recientemente bajo investigación por la capacidad potencial de mejorar el rendimiento, advirtiendo un mejor rendimiento con hipoxia (ejercicio en la altura) pero no con normoxia (ejercicio a nivel del mar), con un alto grado de variabilidad en la respuesta de los sujetos. En base a estos hallazgos iniciales, no parece que estas drogas mejoren el rendimiento sobre el nivel del mar.

Los suplementos dietarios que estimulan el ON pueden conseguirse con facilidad y se comercializan poderosamente en la comunidad deportiva/culturista. Desafortunadamente, estos productos tienen poca evidencia científica directa de su efecto y dependen en gran medida de la ciencia prestada con respecto a la investigación realizada en dosis aisladas e intensificadas de ciertos ingredientes, en particular de la L-arginina. Esto, junto con la promoción paga de atletas muy reconocidos, y un poco del efecto placebo tomado como una medida de resultado, ha catapultado a esta clase de suplementos hacia lo más alto en el mundo del fisicoculturismo. Con la excepción de un estudio, no existen estudios científicos

publicados que indiquen que los suplementos dietarios que actualmente se comercializan como “estimuladores del ON” hayan demostrado ser eficaces.

Muchas preguntas de investigación continúan sin respuesta con respecto a esta clase de suplementación dietaria. Las mismas incluyen interrogantes que se refieren a si dichos productos pueden:

- a. Estimular de manera fidedigna un incremento en la producción del ON.
- b. Estimular un incremento en el flujo sanguíneo.
- c. Estimular un incremento en el transporte de nutrientes y oxígeno al músculo en ejercicio.
- d. Mejorar el rendimiento y la recuperación del ejercicio.
- e. Incrementar la masa muscular.

Dichas afirmaciones se realizan de manera rutinaria dentro de los anuncios de tales suplementos. No obstante, hasta la actualidad, sin estudios de investigación bien diseñados que tengan como objetivo el verdadero producto de venta, las respuestas a dichas preguntas continuarán siendo una incógnita y este campo permanecerá siendo mucho más exagerado que efectivo (Bloomer, 2010).

ON Y SU RELACION CON LA DIETA

Actualmente se conoce que las concentraciones de nitratos y nitritos en el tejido pueden incrementarse a través de la dieta. Algunos de los alimentos que son fuente de estos son los vegetales de hojas verdes como la lechuga, espinaca, apio y remolacha (betabel o betarraga), particularmente ricos en nitratos.

La **Tabla 1** resume el contenido de nitrato de algunas hortalizas, siendo las mejores fuentes las plantas de hojas verdes y las verduras cultivadas en condiciones de poca luz como las raíces de las plantas. El contenido de nitrato de una fuente vegetal puede variar considerablemente de una planta a otra.

Tabla 1. Contenido de nitrato de los vegetales. Adaptado de Bryan NS & Hord NG (2010). Nitratos y nitritos alimentarios: Bryan N. (ed), Food Nutrition and the Nitric Oxid pathway. Destech Pub Inc: Lancaster pp. 59-77.

Nitrato	Contenido (por kg de vegetal fresco)	Vegetales Comunes
Muy Alto	2.500 mg	Remolacha y jugo de remolacha, apio, lechuga, rúcula y espinaca
Alto	1.000-2.500 mg	Apio, nabo, endivia, puerro, perejil, col rizada
Moderado	500-1000 mg	Coles, eneldo, nabos, jugo de zanahoria
Bajo	200-500 mg	Brócoli, zanahoria, coliflor, pepino, calabaza
Muy bajo	<200 mg	Espárrago, alcaucil, habas, arvejas, pimiento, tomate, sandía, batatas, tomate, papa, ajo, cebolla, berenjena, hongos

Como se mencionó anteriormente, la suplementación con nitrato en la dieta representa un método práctico de aumentar la concentración de NO_2^- circulante en el plasma y por consiguiente la disponibilidad de ON.

Es posible incrementar la concentración de NO_2^- en plasma a través del aumento en el consumo de vegetales enteros ricos en nitratos, pero el contenido de nitrato puede variar de acuerdo a las condiciones de fertilización de la tierra, época del año y la forma de almacenamiento. Debido a la importancia del ON en el control vascular y metabólico, hay algunas razones teóricas sensatas de por qué el aumento de la biodisponibilidad del ON puede ser importante en optimizar la función del músculo esquelético durante el ejercicio. Ciertamente, evidencia reciente, indica que la elevación de la concentración de NO_2^- en plasma por medio de la suplementación con nitrato de la dieta está asociada con el aumento en la eficiencia del músculo, la resistencia a la fatiga y el rendimiento. También se ha demostrado la reducción del costo ATP/fosfocreatina (PCr) asociado con la producción de fuerza, mejorando la eficiencia contráctil muscular y además de mejorar la eficiencia de la fosforilación oxidativa. Sin embargo, los nitratos contenidos en los alimentos han sido considerados potencialmente peligrosos para la salud (Jones, 2013; Covadonga García, 2015; Moreno, Soto, González, 2015).

Los Nitratos

Nitrato (NO_3^-) es un anión inorgánico poli atómico que existe naturalmente en el ambiente, está presente en el aire y el agua potable, así como en ciertos alimentos. Se produce endógenamente gracias a la familia de enzimas de las ONS a través de la oxidación del aminoácido L-arginina. Los nitratos se encuentran en la dieta, como un componente inorgánico de los vegetales en un 80 % de los casos (Lundberg, 2008). Las fuentes de nitratos predominantes son las remolachas, apio, lechuga, rabanitos y espinacas. Son bastante frecuentes en hortalizas producidas en invernaderos o cultivos hidropónicos. Los nitratos a través de la conversión a nitrito (NO_2^-), también son utilizados para conservar carnes de cerdo, salchichas y fiambres. El consumo de nitritos es aportado principalmente de forma exógena a través del consumo de cereales, verduras y embutidos (Guadagnin, 2005).

Los Nitratos y Nitritos se han utilizado durante siglos para mantener el sabor y color en carnes procesadas y curadas y han demostrado tener efecto antimicrobiano y propiedades anti hongos (Allaker, R.P.2001). En forma de potasio NO_3^- (salitre), representa una impureza natural de la sal y ha contribuido históricamente a dar la tonalidad rojo rosado característico de las carnes saladas.

El Nitrato de la dieta es rápidamente absorbido en el duodeno y el yeyuno y se dispersa en todo el cuerpo. Después de la absorción, el Nitrato comienza la circulación en plasma y tiene una vida media de aproximadamente 5 horas. Después de la absorción y su paso a la sangre, los Nitratos se concentran en la saliva por medio de un sistema de transporte activo. Este es concentrado por la saliva en por lo menos 10 veces y es capaz de alcanzar concentraciones de hasta varias milis moles (Bartholowen. B., 1984). La explicación de por qué los nitratos se concentran en la saliva humana sigue siendo en gran medida incierta, pero se estima que hasta 25% del nitrato de la dieta es rescatado en esta circulación entero salivar. Una vez secretado en la cavidad bucal, bacterias anaeróbicas, localizadas predominantemente en las criptas de la lengua reducen al Nitrato a Nitrito en saliva. Aproximadamente el 20% de este nitrito salival es reducido, lo que se traduce en aproximadamente 4-8% de la dosis de Nitrato ingerido (Spiegelhalder, B.1976). Una vez tragado, el nitrito salival ha demostrado tener capacidades para convertirse en ON en el estómago, en un medio ácido, pero también es evidente que algunos de estos nitratos se absorben aumentando las concentraciones plasmáticas. Muchos tejidos y sistemas enzimáticos del cuerpo son capaces de reducir nitratos, como por ejemplo algunas hemo-proteínas como mioglobina, hemoglobina y xantina oxidasa (Kim-Shapiro, D.B y col. 2014).

PRODUCCIÓN EXCESIVA DEL ON

Si bien la bibliografía no es extensa, una producción excesiva de ON provoca la relajación de las arterias y una presión sanguínea excesivamente baja. Esta situación no es grave para una persona sana, pero resulta crítica en enfermos que han entrado en shock séptico. Los efectos tóxicos de una producción excesiva de ON se deben, o bien a la acción directa del ON sobre las proteínas o el ADN, o bien a la combinación del ON con otros radicales (por ejemplo el ion $O^{\cdot-}$), para iniciar procesos oxidativos en cadena que pueden conducir a la muerte de las células afectadas.

Para evitar estos efectos las células disponen de dos mecanismos de regulación:

1. Controlar la producción de ON a través de las enzimas que catalizan su síntesis (ONS) (ON-sintasas) para que se forme sólo la cantidad que se necesita en un momento determinado.
2. En caso de que se produzca más del necesario, minimizar sus efectos sobre los componentes celulares desplegando diferentes sistemas antioxidantes.

En condiciones fisiológicas la producción de ON se encuentra perfectamente controlada. Sólo se produce la cantidad de ON necesaria en cada momento para conseguir los efectos esperados (Díaz, Mejía, Huerta de Mora, Huerta Acha, 2009; Centelles, Esteban, Imperial, 2004).

Se conoce que concentraciones muy elevadas de ON favorecen la detención del ciclo celular y la muerte celular programada. Esto al menos puede estar relacionado con la interacción del ON con el radical superóxido, llevando luego al peroxinitrito, una especie potente y dañina de nitrógeno reactivo (Bloomer, 2010; Centelles, Esteban, Imperial, 2004).

Con respecto al consumo del jugo de remolacha para aumentar el ON en el organismo, se conoce que puede generar efectos secundarios como un color rojo/rosado temporal en la orina y heces, en grandes cantidades puede llegar a

provocar alteraciones gastrointestinales tales como diarreas y cólicos abdominales.

Con respecto a los nitratos y nitritos que históricamente han sido considerados tóxicos en los seres humanos, causando la formación de nitrosaminas las cuales son potenciales cancerígenos y se asocian al cáncer de estómago y vejiga principalmente. Sin embargo, la literatura actual en toxicología no indica ninguna evidencia de carcinogénesis relacionada con el ON o nitratos, por el contrario, se relaciona a los nitratos como protectores de la salud.

Si bien es poco probable que el consumo de jugo de remolacha o de otras fuentes vegetales de nitrato sea dañino (y puede, de hecho, ofrecer otros beneficios de salud), el efecto del uso agudo o crónico de los suplementos de nitratos no han sido estudiados.

El uso de suplementos de nitrato de sodio puede estar asociado con un mayor riesgo de utilizar dosificaciones erróneas. Algunos atletas también por error utilizan nitrato de sodio como un suplemento y se exponen a otros riesgos. La ingesta excesiva de nitrato de sodio y nitrito de sodio en especial puede producir efectos tóxicos, tales como la metahemoglobinemia ("síndrome del bebé azul").

CAPÍTULO II: DISEÑO METODOLÓGICO

PARADIGMA

Es cuantitativa, porque lo que se investiga, permite medir el grado de consumo de óxido nítrico por parte de los deportistas.

TIPO DE ESTUDIO

Esta tesina cuenta con un estudio de tipo descriptivo ya que el mismo permite definir y caracterizar el óxido nítrico, sus funciones, su relación con el deporte y sus características como suplemento deportivo y evaluar el grado de consumo del mismo.

TIPO DE DISEÑO

En cuanto al tipo de diseño se ha podido observar que es no experimental ya que el mismo permite observar y establecer relaciones entre el óxido nítrico y el consumo del mismo en los deportistas y a su vez conocer el motivo por los cuales lo consumen. Es transversal, porque permite observar el consumo de óxido nítrico en un período de tiempo determinado en los entrenamientos de los deportistas.

HIPÓTESIS

Los deportistas que consumen óxido nítrico piensan que aumenta exponencialmente su rendimiento deportivo.

POBLACIÓN

Está conformada por la totalidad de la población deportista del Gran Mendoza.

MUESTRA

La encuesta está dirigida a 30 deportistas que consumen suplementos nutricionales.

VARIABLES

- Deportistas que consumen óxido nítrico
- Aumento exponencial del rendimiento deportivo

DEFINICIÓN SUSTANTIVA

- Deportistas que consumen óxido nítrico: Se entiende por aquellas personas que realizan un deporte específico y se suplementan con óxido nítrico en la semana.
- Aumento exponencial del rendimiento deportivo: Hace referencia a las mejoras de las capacidades físicas como la capacidad pulmonar, cardíaca, el aumento de la masa muscular junto con un aumento en la velocidad del deportista para mejorar sus destrezas. Es decir, la acción que optimiza la relación entre las capacidades físicas de una persona y el ejercicio deportivo a realizar

DEFINICIÓN OPERACIONAL

- Nivel de consumo de óxido nítrico en deportistas.
- Grado en el que consideran que aumenta exponencialmente el rendimiento.

INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

El instrumento de recolección de datos seleccionado es la encuesta.

Se elaboró un cuestionario, dirigido a aquellos deportistas que consumen suplementos alimentarios. El cual consiste en siete preguntas, de las cuales dos son abiertas, cinco son mixtas (cerradas y abiertas).

Este cuestionario fue validado por expertos en el área, los cuales aportaron sugerencias para mejorar el instrumento, con el fin de asegurar que sea específico y fácilmente comprendido por parte de los encuestados.

CAPÍTULO III: ANÁLISIS DE DATOS Y RESULTADOS

A continuación, se analizan los datos obtenidos mediante una encuesta a 30 deportistas del Gran Mendoza que consumen suplementos nutricionales.

Consumo de ON en deportistas

En la figura 5 puede observarse que el 87% de los deportistas encuestados de la provincia de Mendoza consumen ON como suplemento alimentario, mientras que un 13% no lo consumen.



Figura 5: Consumo de ON en deportistas.

Motivos de consumo de ON en los deportistas

En la figura 6 se puede observar que dichos deportistas optan consumir ON por distintos motivos tales como aumentar el rendimiento deportivo, mejorar su desempeño físico y lograr una mayor resistencia aeróbica. Estos motivos fueron redactados nuevamente, ya que los deportistas manifestaban con un vocabulario corriente.

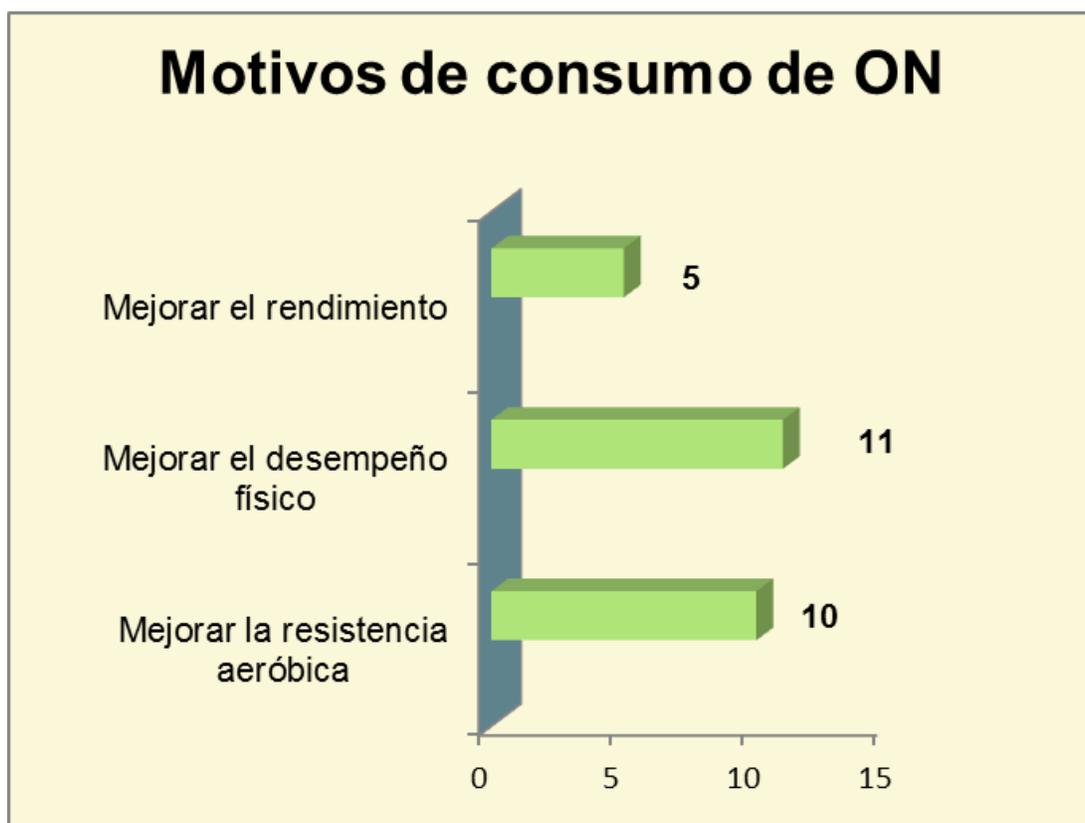


Figura 6: Motivos de consumo de ON en los deportistas.

Motivos por los cuales los deportistas no consumen ON

En la figura 7, con respecto a los motivos por los cuales los deportistas no se suplementan con ON, se destaca por un lado, la sintomatología consecuente al consumo (el detalle de dicha sintomatología puede observarse en la figura 12); por otro lado, el hecho de que los deportistas no observaban tras su consumo una mejora en su rendimiento, y por último, por temor a reacciones adversas.



Figura 7: Motivos por los cuales los deportistas no consumen ON.

Alternativas de consumo de ON

En la figura 8 puede observarse que la mayoría de los deportistas consumen el suplemento en forma de polvo (15 de cada 26 deportistas). Otra alternativa de consumo es en tabletas o pastillas (7 de cada 26). Por último, la forma menos consumida es el jugo de remolacha (4 de cada 26 deportistas lo consumen). Este último se puede conseguir en el mercado en polvo (deshidratado) o se puede obtener de la remolacha como jugo natural.

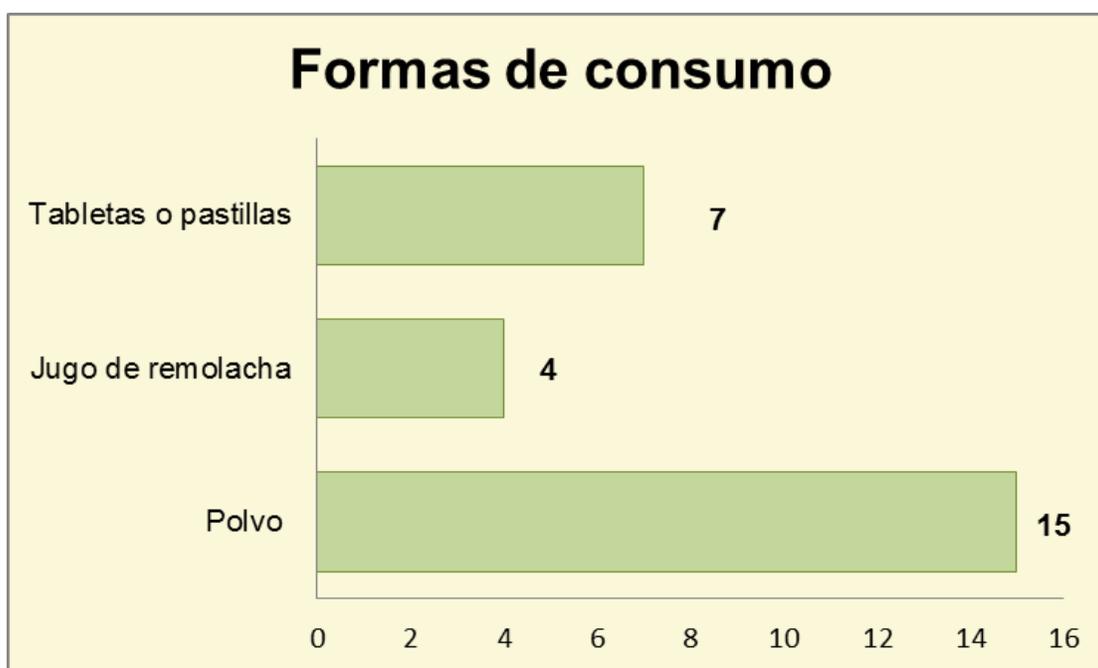


Figura 8: Alternativas de consumo de ON.

Medidas de consumo de ON

En la figura 9 se puede observar en qué medidas los deportistas consumen el ON. La mayoría consume 2 medidas de polvo (10 de cada 26 deportistas), otro grupo opta por consumir una medida de polvo (5 de cada 26), mientras que el resto elige como alternativa tabletas (4 de cada 26 consumen 8 por día y 3 de 26 solo 6 tabletas al día).

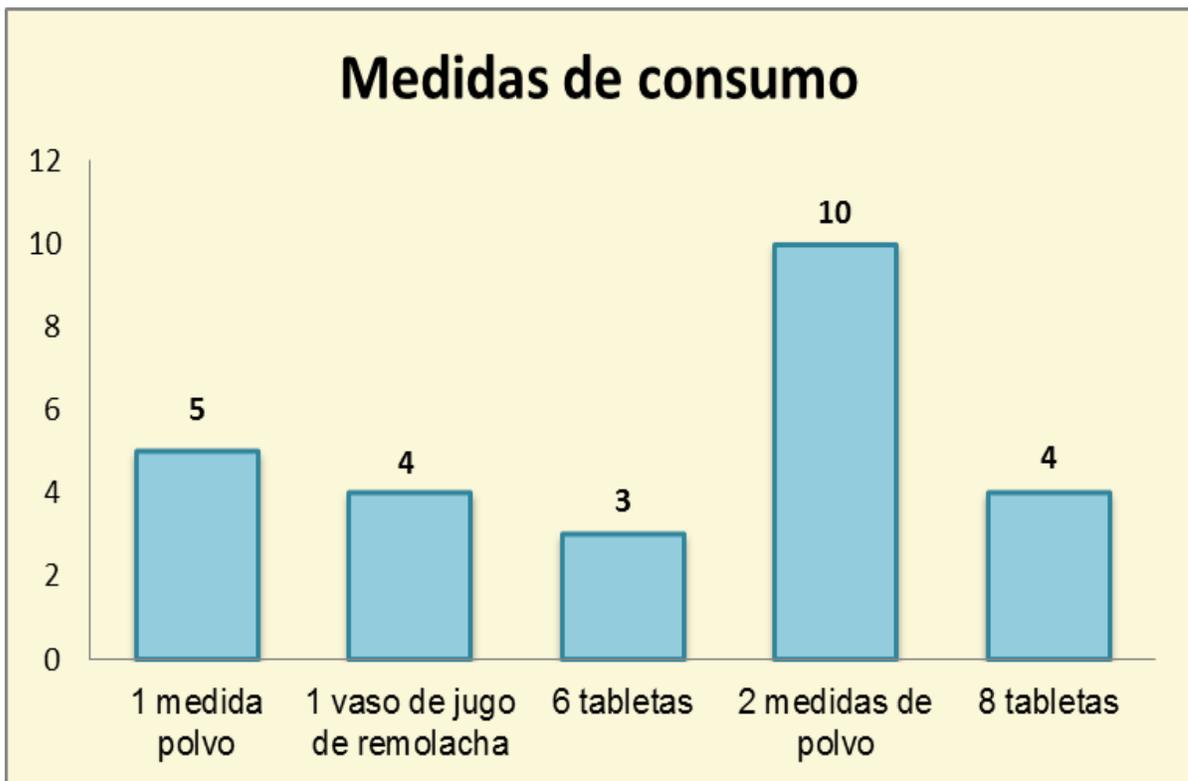


Figura 9: Medidas de consumo de ON.

Cantidad de deportistas que se suplementan con ON en relación al tiempo y cantidad de consumo

En la tabla 2, se ha discriminado el período de tiempo y la cantidad consumida por los deportistas que se suplementan. Se puede observar que 15 deportistas consumen ON por 4 meses seguidos, una vez por semana. Otro grupo de 8 deportistas consumen 2 meses, una vez por semana. El último grupo minoritario de 3 atletas se suplementa 10 días, una vez por día.

Tabla 2: Cantidad de deportistas que se suplementan con ON en relación al tiempo y cantidad de consumo.

Tiempo y cantidad de consumo	Número de deportistas suplementadas
4 meses, una vez por semana	15
2 meses, una vez por semana	8
10 días, una vez por día	3

Personas que recomiendan el consumo de ON a deportistas

Como se puede visualizar, en la figura 10, se reflejan los sujetos que recomiendan la suplementación con ON ya sea de manera directa (como compañeros o preparadores físicos) e indirecta (como revistas o artículos de internet). Se puede apreciar que en la mayoría de los casos, fueron los profesores de educación física quienes recomendaron el suplemento (a 16 deportistas). En el caso de otros 7 atletas fue por recomendación de sus compañeros y 2 deportistas lo consumieron por sugerencias de artículos de internet sin conocer si la fuente era confiable. Cabe destacar que ninguno de los 26 sujetos encuestados fue asesorado por nutricionistas. Asimismo, varios atletas manifestaron que sus profesores eran quienes entregaban estos suplementos para su consumo.



Figura 10: Personas que recomiendan el consumo de ON a deportistas.

Manifestación sintomatológica tras el consumo de ON

En la figura 11, se refleja que 16 de 26 deportistas manifestaron síntomas al consumir el suplemento deportivo, mientras que 10 de 26 atletas no describieron sintomatología alguna.



Figura 11: Manifestación sintomatológica tras el consumo de ON.

Síntomas que manifiestan los deportistas tras consumir ON

En la figura 12, se observa los síntomas manifestados por los 16 deportistas que consumen ON. Dentro de tales síntomas se observa que 6 de cada 16 atletas, sufrieron de cosquilleos en manos y pies, mientras que 5 de cada 16 deportistas sufrían de dolores musculares y fatiga. También se puede apreciar que 3 de 16 sujetos manifestaron tener calambre y 2 de esos 16 deportistas, sufrieron síntomas gastrointestinales como orina oscura (color rosado), dolor estomacal y diarreas tras el consumo de jugo de remolacha.

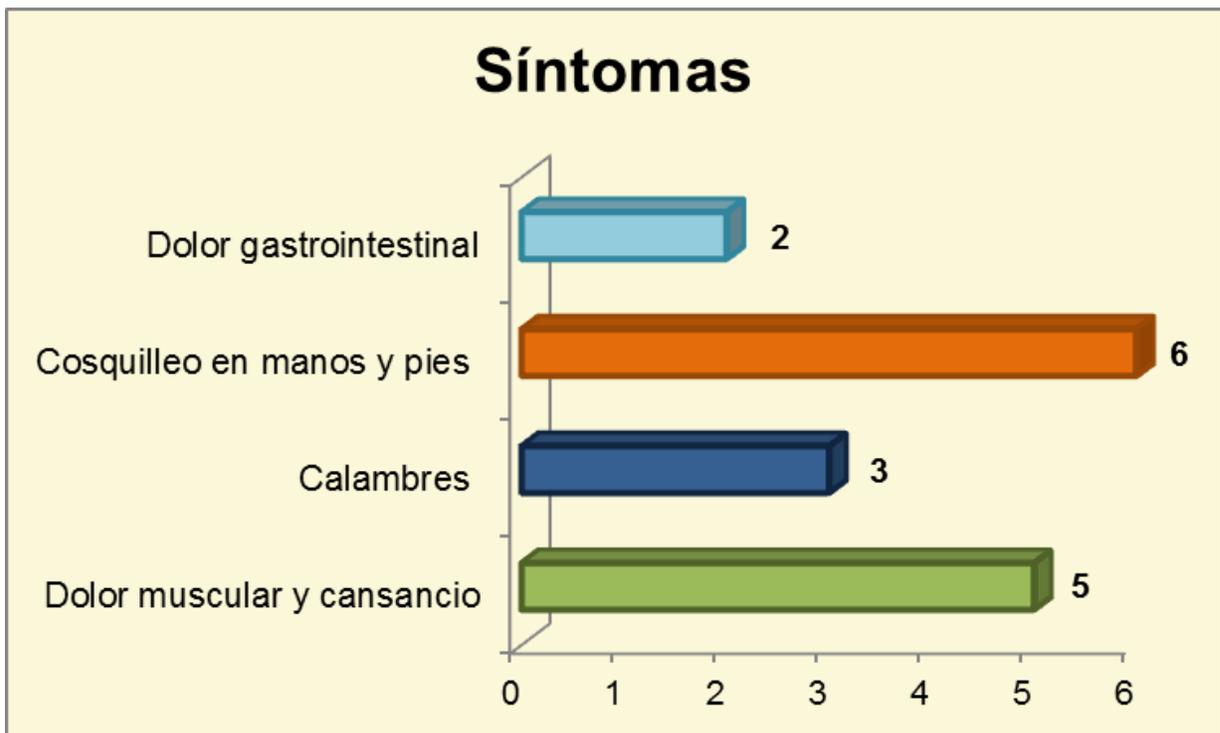


Figura 12: Síntomas que manifiestan los deportistas tras consumir ON.

Consumo de suplementos deportivos adicionales

En esta figura 13, se puede percibir que 17 de los 26 deportistas suplementados le añaden múltiples productos adicionales. Cabe destacar que 9 de los 26 atletas solo se suplementan con ON.

Entre los que informaron consumir otros suplementos deportivos, se encuentra la ingesta de proteínas, de creatina, cafeína, ganadores de peso corporal, entre otras.



Figura 13: Consumo de suplementos deportivos adicionales.

Otros suplementos consumidos por los deportistas encuestados

En la tabla 3 se puede apreciar los distintos suplementos consumidos por los encuestados y se manifiestan los motivos por los cuales ellos los consumen.

Tabla 3: Otros suplementos consumidos por los deportistas encuestados

SUPLEMENTOS	MOTIVOS DE CONSUMO
Cafeína	Para aumentar la masa muscular, la fuerza, el rendimiento y retrasar la fatiga
Proteínas	Para favorecer el aumento de la masa muscular, mejorar el rendimiento y aumentar la fuerza
Aminoácidos ramificados	Para una recuperación más rápida del tejido muscular.
Creatina	Para aumentar la masa muscular, mejorar el rendimiento y retrasar la aparición de la fatiga.
Ganadores de peso	Para aumentar la masa corporal, la energía, masa muscular y la fuerza corporal.

CONCLUSIONES

El ON como molécula de señalización fisiológica, juega un rol crucial en el organismo y es muy aclamada en el ámbito deportivo por sus características vasodilatadoras, sumado a la capacidad de incrementar la absorción de nutrientes, su habilidad de facilitar la recuperación muscular y aumentar la capacidad deportiva, entre otras funciones.

La mayoría de los deportistas encuestados en el Gran Mendoza se suplementan con ON principalmente. Se puede apreciar por un lado, que los motivos por los cuales lo consumen, es para aumentar exponencialmente el rendimiento deportivo. Mientras que por otro lado, aquellos que evitan la suplementación es por temor a sufrir reacciones adversas o por la sintomatología presentada tras su consumo, que les generó rechazo o porque no vieron reflejado un beneficio inmediato en su organismo.

En lo referido a la forma de consumo del suplemento se evidenció un predominio de ON en forma de polvo, seguido por pastillas y por último jugo de remolacha. Esto da a entender que los deportistas, no obstante a los elevados precios de tales suplementos, siguen eligiendo los artificiales en lugar de los naturales. Los motivos de dicha elección pueden ser por la carencia en la publicidad e información del suplemento natural, debido a las técnicas de campañas publicitarias que los llevan a consumir estos productos artificiales o que estos son entregados directamente por sus entrenadores.

Si bien hay discrepancias en lo que respecta a las cantidades consumidas por los deportistas, se puede concluir que la mayoría consume 2 medidas de polvo, mientras que la recomendación de tales suplementos es de 1 medida por día. Aunque es cierto que aún no se conocen protocolos de consumo de ON en forma

de polvo y se necesitan más investigaciones, se observa que la mayoría de los deportistas se excede en las cantidades consumidas. Con respecto al protocolo establecido para el consumo de jugo de remolacha, se vio que aquellos atletas que lo consumen lo realizan con una medida semejante, teniendo en cuenta que el protocolo establece 1 vaso de jugo durante 15 días.

Cabe destacar que la forma en que los deportistas se suplementan es incorrecta, ya que la mayoría lo consume durante 2 o 4 meses pero no continuamente, sino que una vez por semana, mientras que la recomendación es máximo un mes, diariamente. Esto puede llevar a que los atletas, al no adherirse al consumo aconsejado, sobrelleven síntomas en el organismo tales como calambres, cansancio, dolores musculares, cosquilleo en extremidades, hasta alteraciones gastrointestinales, porque el organismo no llega a adaptarse al suplemento si se consume esporádicamente.

Otro dato importante es que estos suplementos son sugeridos o entregados en su mayoría por profesores de educación física, mientras que los mismos deben ser recomendados por una nutricionista o por profesores especializados en el tema. Se observó que de los 26 encuestados, ninguno había obtenido una recomendación por nutricionistas pero sí de preparadores físicos o de compañeros como también por artículos obtenidos en internet. Esta circunstancia lleva a que existan atletas que consuman múltiples suplementos tales como cafeína, creatina, aumentadores de peso y proteínas entre otros, y que no haya un control en la ingesta de los mismos. Adicionalmente este cóctel de suplementos ingeridos, consumidos erróneamente, junto con las costumbres actuales de consumo de comidas rápidas, de alcohol y tabaco generan en estos deportistas un riesgo a su salud.

En lo que respecta a lo metodológico, se cumplieron los objetivos propuestos que a continuación se mencionan: determinar el consumo de ON en los deportistas de Mendoza, establecer los motivos por los cuales lo consumen, quién los recomienda a dichos suplementos y de qué manera son consumidos.

En cuanto a la hipótesis planteada, en la cual se sostiene que los deportistas que consumen óxido nítrico piensan que aumenta exponencialmente su rendimiento deportivo, la misma se verifica, ya que la mayoría lo realiza para mejorar su rendimiento, su capacidad aeróbica y su desempeño físico.

SUGERENCIAS

Desde el rol de la nutrición, se sugiere concientizar a la población deportista y no deportista sobre el consumo de suplementos alimentarios, los cuales cumplen múltiples funciones en el organismo. Generalmente, estos se recomiendan a atletas que no llegan a cubrir sus requerimientos nutricionales vía oral y se ven obligados a suplementarse para que no se vea alterado su rendimiento. Se fundamenta lo anterior por el elevado consumo de múltiples suplementos sin control alguno por un profesional especializado en el tema; aspecto de suma importancia ya que como se mencionó con anterioridad, hay suplementos que no están registrados en la ANMAT y se comercializan libremente. Es una responsabilidad como nutricionista el educar a los atletas acerca del consumo de los suplementos, enseñar aquellos que son aptos para el consumo, de qué forma consumirlos y por cuánto tiempo.

Se propone la realización de talleres destinados a los deportistas del Gran Mendoza, para concientizarlos y educarlos en la suplementación deportiva. También sería de gran ayuda poder trabajar con un equipo interdisciplinario constituido por un médico, profesores de educación física y nutricionistas, para evaluar adecuadamente a los deportistas y contribuir a mejorar sus destrezas.

Además, se considera necesario capacitar a los profesores de educación física en la importancia de la situación, ya que como se detectó, otra manera de recomendación de los suplementos es a través de los compañeros sin conocimiento alguno en el tema, por lo que es relevante concientizar a sus profesores para evitar esta situación.

PROSPECTIVAS

La investigación realizada podría ser continuada por un equipo interdisciplinario, ya que aún quedan por indagar más perspectivas relacionadas a la suplementación deportiva. Se podría continuar con la participación de nutricionistas, médicos y profesores de educación física, entre otros.

Se considera necesario profundizar sobre los protocolos de consumo y recomendación tanto de ON como de otros suplementos, ya que las recomendaciones que se realizan en los productos son muy generales y debería ponerse más atención en el tema.

Una próxima tarea sería promover el consumo del suplemento en forma de jugo de remolacha, ya que es una alternativa económica, natural y práctica de consumir. Al ser natural, no están promocionadas como los polvos o tabletas, por lo que sería ideal difundirlo a la comunidad deportiva.

A nivel personal, sería muy gratificante poder evaluar a deportistas por un período de tiempo determinado y probar con diferentes suplementos alimentarios, calculando para cada uno de ellos sus requerimientos, junto con un plan de alimentación personalizado y realizarles pruebas con profesores de educación física para poder constatar si aumentó el rendimiento y las destrezas físicas de los mismos. Asimismo se podrían realizar análisis bioquímicos y estudios específicos como ergometrías para controlar su estado de salud.

Por lo expuesto, es pertinente continuar investigando sobre el consumo de ON en deportistas y su relación con el rendimiento deportivo, sus beneficios y protocolos de consumo para distintos individuos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA

- Bloomer, R. J. (2010). Suplementación con Óxido Nítrico para el Deporte-G-SE/Editorial Board/Dpto. Contenido. *PubliCE*. Recuperado el 4 de Julio del 2017 de: <https://journal.onlineeducation.center/api-oas/v1/articles/sax57cfb271e23d4/export-pdf>

- Allaker, R.P.; Silva Mendez, L.S.; Hardie, J.M.; Benjamin, N. Antimicrobial effect of acidified nitrite on periodontal bacteria. *Oral. Microbiol. Immunol.* 2001, 16, 253–256. Recuperado el 9 de Septiembre del 2017 de: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1034/j.1399-302X.2001.160410.x/full>

- Bailey, S. J., Winyard, P., Vanhatalo, A., Blackwell, J. R., DiMenna, F. J., Wilkerson, D. P., ... & Jones, A. M. (2009). Dietary nitrate supplementation reduces the O₂ cost of low-intensity exercise and enhances tolerance to high-intensity exercise in humans. Recuperado el 06 de Junio del 2017 de: <http://rednite.com.br/site/artigos/13.pdf>

- Bartholomew, B.; Hill, M.J. The pharmacology of dietary nitrate and the origin of urinary nitrate. *Food Chem. Toxicol.* 1984, 22, 789–795. Recuperado el 9 de Julio de: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0278691584901169>

- Bolado Negueruela, D. (2014). Ejercicio físico y ayudas ergogénicas. Recuperado el 14 de Agosto del 2017 de:

<https://repositorio.unican.es/xmlui/bitstream/handle/10902/5565/BoladoNequeruelaD.pdf?sequence=1>

- Centelles, J. J., Redondo, C. E., & Imperial, S. (2004). Óxido nítrico: un gas tóxico que actúa como regulador de la presión sanguínea. *Offarm: farmacia y sociedad*. Recuperado el 15 de Noviembre del 2017 de: <http://www.elsevier.es/es-revista-offarm-4-pdf-13069634-S300>

- Cillo, F. (2011). Programa de Suplementación de Instituto Australiano del Deporte (IAS). *ISDe Sports Magazine*. Recuperado el 8 de Diciembre del 2017 de: https://g-se.com/uploads/blog_adjuntos/jugo_de_remolacha_y_nitratos.pdf

- Clifford, T., Berntzen, B., Davison, G. W., West, D. J., Howatson, G., & Stevenson, E. J. (2016). Effects of beetroot juice on recovery of muscle function and performance between bouts of repeated sprint exercise. Recuperado el 9 de Enero del 2018 de: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4997419/>

- Díaz Díaz, R. M., Mejía Medrano, S. J., Huerta de Mora, O. J., & Huerta Acha, E. A. (2009). Óxido nítrico: La diversidad de sus efectos sistémicos. *Revista Científica Ciencia Médica*. Recuperado el 5 de Agosto del 2017 de: http://www.scielo.org.bo/pdf/rccm/v12n1/v12n1_a11.pdf

- Ferrer Viant, D., Jorge Fonseca, C., García Rodríguez, R. E., & Martínez Anglada, P. F. (1998). Óxido nítrico: Importancia biológica y participación en algunas funciones cardiovasculares y hematológicas. Recuperado el 8 de Noviembre del 2017 de: http://bvs.sld.cu/revistas/san/vol2_3_98/san08398.pdf

- Guadagnin, S.G.; Rath, S.; Reyes, F.G. Evaluation of the nitrate content in leaf vegetables produced through different agricultural systems. *Food Addit. Contam.*

2005, 22, 1203–1208. Recuperado el 18 de Noviembre del 2017 de:
<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/02652030500239649>

- Instituto internacional de nutrición y ciencias del deporte (IINCD). (2016). Jugo de remolacha para la suplementación deportiva. Recuperado el 11 de Septiembre del 2017 de: <http://www.intinss.com/index.php/blog2/30-jugo-de-remolacha-para-la-recuperacion-deportiva>

- Jones A,M. (2013). Nitrato de la dieta: ¿La nueva poción mágica? 11 de enero del 2018 de:
https://secure.footprint.net/gatorade/stg/gssiweb/pdf/es/110_Andrew_Jones.pdf

- Kim-Shapiro, D.B.; Gladwin, M.T. Mechanisms of nitrite bioactivation. Nitric Oxide 2014, Wilkerson DP, Hayward GM, Bailey SJ, et al. Influence of acute dietary nitrate supplementation on 50 mile time trial performance in well-trained cyclists. Eur J Appl Physiol. 2012;112:4127–4134. doi: 10.1007/s00421-012-2397-6.38, 58–68. Recuperado el 12 de Septiembre del 2017 de:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S108986031300339X>

- Moreno, B., Soto, K., & González, D. (2015). El consumo de nitrato y su potencial efecto benéfico sobre la salud cardiovascular. *Revista chilena de nutrición*. Recuperado el 8 de Diciembre del 2017 de:
<https://scielo.conicyt.cl/pdf/rchnut/v42n2/art13.pdf>

- Mote, J. D., López, R. F. E., Meza, S. D., Rojas, G. S., Castro, V. E. L. E., Chávez, J. M., & Garfias, J. A. B. (2008). Óxido nítrico: metabolismo e implicaciones clínicas. *Medicina Interna de México*. Recuperado el 12 de Agosto del 2017 de: https://www.cmim.org/boletin/pdf2008/MedIntContenido06_07.pdf

- Noguera, TDR, & Viebig, RF (2016). Efectos ergogénicos del consumo de jugo de remolacha en adolescentes del género femenino practicantes de balonmano. *Brazilian Journal of RBPFEEX-prescripción y Fisiología del ejercicio*. Recuperado el 11 de septiembre del 2017 de: <file:///C:/Users/Netbook/Downloads/884-3932-1-PB.pdf>

- Spiegelhalder, B.; Eisenbrand, G.; Preussmann, R. Influence of dietary nitrate on nitrite content of human saliva: Possible relevance to in vivo formation of N-nitroso compounds. *Food Cosmet. Toxicol.* 1976, 14, 545–548. Recuperado el 11 de Octubre del 2017 de: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0015626476800053>

-Alfieri, A. B. (2003). Óxido Nítrico: estudios sobre su papel como mediador en diversas funciones fisiológicas y fisiopatológicas. *Vitae: Academia Biomédica Digital [periódico online]*, 16, 1-57. Recuperado el 22 de Septiembre del 2017 de: http://vitae.ucv.ve/pdfs/VITAE_3213.pdf

-Breese, B. C., McNarry, M. A., Marwood, S., Blackwell, J. R., Bailey, S. J., & Jones, A. M. (2013). Beetroot juice supplementation speeds O₂ uptake kinetics and improves exercise tolerance during severe-intensity exercise initiated from an elevated metabolic rate. *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, 305(12), R1441-R1450. Recuperado el 20 de Octubre del 2017 de: <http://ajpregu.physiology.org/content/305/12/R1441.full>

-Cercadillo-Rubio, Á. (2016). Efectividad de las ayudas ergogénicas en el ciclismo: una revisión bibliográfica. Recuperado el 15 de abril del 2017 de: http://tauja.ujaen.es/bitstream/10953.1/3064/1/TFG%20CERCADILLO_RUBIO_%c3%81LVARO.pdf

-Durazo-Quiroz, F., Pastelín-Hernández, G., del Valle-Mondragón, L., Tenorio-López, F. A., Torres-Narváez, J. C., Rubio-Donnadieu, F., & Sierra-Unzueta, A. (2007). I. El óxido nítrico en medicina. Recuperado el 8 de Noviembre del 2017 de: <http://www.medigraphic.com/pdfs/gaceta/gm-2007/gm075g.pdf>

-Fernández, J. M., Fuentes-Jiménez, F., & López-Miranda, J. (2009). Función endotelial y ejercicio físico. *Revista andaluza de medicina del deporte*. Recuperado el 26 de Octubre del 2017 de: file:///C:/Users/Netbook/Downloads/13139222_S300_es.pdf

-González Calvo, G., & García López, D. (2012). Ejercicio físico y radicales libres, ¿es necesaria una suplementación con antioxidantes?. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y del Deporte/International Journal of Medicine and Science of Physical Activity and Sport*, 12(46). Recuperado el 08 de Agosto del 2017 de: <http://www.redalyc.org/pdf/542/54224389012.pdf>

-Heiss, C., Jahn, S., Taylor, M., Real, W. M., Angeli, F. S., Wong, M. L., & Mihardja, S. (2010). Improvement of endothelial function with dietary flavanols is associated with mobilization of circulating angiogenic cells in patients with coronary artery disease. *Journal of the American College of Cardiology*, 56(3), 218-224. Recuperado el 16 de Mayo de 2017 de: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20620742>

-Jones A. M. (2016). Precursores de óxido nítrico en la dieta y rendimiento en el ejercicio. *Sports Science Exchange*, 28, (156), 1-6. Recuperado el 4 de Junio del 2017 de: http://www.gssiweb.org/docs/librariesprovider9/sse-pdfs/156_andrew_m_jones.pdf?sfvrsn=2

-Larsen, F. J., Weitzberg, E., Lundberg, J. O., & Ekblom, B. (2007). Effects of dietary nitrate on oxygen cost during exercise. *Sports Science Exchange*. Recuperado el 8 de Julio del 2017 de:

<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1748-1716.2007.01713.x/full>
[/http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1748-1716.2007.01713.x/epdf?r3_referer=wol&tracking_action=preview_click&show_checkout=1&purchase_referrer=onlinelibrary.wiley.com&purchase_site_license=LICENSE_DENIED](http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1748-1716.2007.01713.x/epdf?r3_referer=wol&tracking_action=preview_click&show_checkout=1&purchase_referrer=onlinelibrary.wiley.com&purchase_site_license=LICENSE_DENIED)

-Lobato, N., (2017). Jugo de remolacha como ayuda ergogénica en mountain bike. Tesina inédita, Mendoza, Universidad Juan Agustín Maza.

-Palacios Gil de Antuñano, N., & Manonelles Marqueta, P. (2012). Ayudas ergogénicas nutricionales para las personas que realizan ejercicio físico: *Documento de Consenso de la Federación Española de Medicina del Deporte (FEMEDE)*, 14, (2), 1-76. Recuperado el 18 de Julio de 2017 de: http://www.femede.es/documentos/ayudas%20ergogonicas_supl%201_2012.pdf

-Pardo, L. A., & Zarazaga, B. C. (2013). Zumo de remolacha: suplemento natural para deportistas. *Medicina Naturista*, 7(2), 116-118. Recuperado el 11 de Abril del 2017 de: [file:///C:/Users/Netbook/Downloads/Dialnet-ZumoDeRemolacha-4297906%20\(5\).pdf](file:///C:/Users/Netbook/Downloads/Dialnet-ZumoDeRemolacha-4297906%20(5).pdf)

-Rassaf, T., Ferdinandy, P., & Schulz, R. (2014). Nitrite in organ protection. *British journal of pharmacology*, 171(1), 1-11. Recuperado el 01 de Noviembre de 2017 de: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/bph.12291/full>

-Zepeda, E., Franco, K., & Valdés, E. (2011). Estado nutricional y sintomatología de dismorfia muscular en varones usuarios de gimnasio. *Revista chilena de nutrición*, 38(3), 260-267. Recuperado el 09 de Julio del 2017 de: <http://www.scielo.cl/pdf/rchnut/v38n3/art01.pdf>

ANEXOS

Encuesta a deportistas

N°....

CONSUMO DE ÓXIDO NÍTRICO EN LOS DEPORTISTAS DEL GRAN MENDOZA

Este cuestionario es anónimo y será utilizado con el fin de obtener información sobre el consumo de óxido nítrico en forma de suplemento alimentario. Los datos obtenidos serán utilizados únicamente con fines académicos.

Instrucciones: Marque con una (X) su respuesta dentro del casillero correspondiente y complete cuando sea necesario.

Cuestionario:

1. ¿Consumís algún suplemento que contenga óxido nítrico?

SI

NO

¿Porqué?.....

.....

.....

2. ¿De qué manera consumís el óxido nítrico?

Polvo

Jugo de remolacha

Pastillas/ tabletas

¿Otros?.....
.....
.....

3. ¿En qué cantidades consumís el suplemento?

- 1 medida de polvo (5 g/día)
- 1 vaso de jugo de remolacha (400-500 ml/día)
- 6 pastillas (tabletas)
- ¿Otra?.....
.....
.....

4. ¿Cada cuánto consumís el suplemento y por cuánto tiempo continuas tomándolo?

.....
.....

5. ¿Quién te lo recomendó?

- Nutricionista
- Profesor de educación física
- Internet

¿Otro?.....
.....
.....

6. ¿Manifestaste algún síntoma luego de tomar el suplemento?.....

.....
.....

7. ¿Consumís otros suplementos deportivos?

SI

NO

En caso de que sea afirmativo, ¿Cuáles consumís?.....

.....
.....

GRACIAS.