Diseño de un suplemento dietario que contribuya a la preservación del adecuado estado de salud y nutricional en la mujer gestante adolescente y adulta con base en estándares de calidad desde la normativa colombiana.

Trabajo de grado para optar por el título de Magíster en Gestión de la Calidad de Alimentos

Ana María Rincón Salazar

Asesor
Nora Elena Múnera García
Nutricionista Dietista, Magister en Ciencias de la Alimentación y Nutrición Humana

Unilasallista Corporación Universitaria
Facultad de Ingeniería
Maestría en Gestión de la Calidad de Alimentos
Caldas - Antioquia
2021

Dedicatoria

Le dedico la culminación de mi proyecto de Maestría a Dios por ser mi guía y fortaleza, y a mis padres por ser fundamentales en mi vida y en mi educación, por su incondicional apoyo y amor en todo momento.

Agradecimientos

Agradezco a La Corporación Universitaria Lasallista y en especial al Doctor Luis Fernando Garcés Giraldo, por su apoyo, profesionalismo, buen trato y carisma al brindar su conocimiento, además a los diferentes docentes quienes acompañaron en cada temática programada durante el postgrado, que fueron pilares y base para el adecuado desarrollo de mi proyecto.

A mi colega y asesora la Nutricionista y magister Nora, a quien admiro como ser y profesional, le agradezco por su cordial trato, disposición y excelentes aportes académicos.

Al profesor Leónidas Millán quien me asesoro en estadística, gracias por su paciencia, apoyo y enseñanza, además por brindar oportunos y valiosos aportes.

Tabla de contenido

Introducción 9
Justificación 14
Planteamiento de la pregunta o del problema de investigación 15
Objetivos 16
Objetivo general 16
Objetivos específicos 16
Marco teórico 17
Generalidades 18
Requerimientos nutricionales en etapa gestacional 20
Macronutrientes 20
Micronutrientes 23
Suplementación en la gestación 43
Normativa Colombiana de suplementos 53
Propiedades físico químicas de los nutrientes y su impacto en las características sensoriales 55
Vitaminas 55
Minerales 62
Dificultades 66
Metodología 67
Resultados 81
Análisis estadístico 77
Conclusiones y recomendaciones 90
Referencias 93

Lista de tablas

Tabla 1. Recomendaciones de ingesta de vitaminas 32

Tabla 2. Recomendaciones de ingesta de vitaminas liposolubles para la población colombiana 33

Tabla 3. Recomendaciones de ingesta de vitaminas hidrosolubles para la población colombiana 33

Tabla 4. Recomendaciones de ingesta de minerales 40

Tabla 5. Recomendaciones de ingesta de macro minerales para la población colombiana 41

Tabla 6. Recomendaciones de ingesta de microminerales para la población colombiana 42

Tabla 7. Propuesta de pauta de administración diaria de suplementos de hierro y ácido fólico durante el embarazo 43

Tabla 8. Propuesta de plan de administración de suplementos de vitamina A 49

Tabla 9. Valores de referencia diarios y nivel de ingesta máximo tolerable de vitaminas, minerales y oligoelementos para suplementos dietarios 54

Tabla 10. Porcentaje de minerales en el suplemento 68

Tabla 11. Porcentaje de vitaminas en el suplemento 69

Tabla 12. Composición del suplemento de minerales 74

Tabla 13. Composición del suplemento de vitaminas 74

Lista de gráficos

Gráfico 1. Promedios de las intensidades de los descriptores sensoriales para la muestra de: Suplemento nutricional Minerales 1 81

Gráfico 2. Promedios de las intensidades de los descriptores sensoriales para la muestra de: Suplemento nutricional Minerales 2 82

Gráfico 3. Promedios de las intensidades de los descriptores sensoriales para la muestra de: Suplemento nutricional Minerales 3 83

Gráfico 4. Comparativo de las intensidades de los descriptores sensoriales para las muestras de suplemento nutricional minerales 1, 2 y 3. 84

Gráfico 5. Promedios de las intensidades de los descriptores sensoriales para la muestra de: Suplemento nutricional Vitaminas 1 85

Gráfico 6. Promedios de las intensidades de los descriptores sensoriales para la muestra de: Suplemento nutricional Vitaminas 2 86

Gráfico 7. Promedios de las intensidades de los descriptores sensoriales para la muestra de: Suplemento nutricional Vitaminas 3 87

Gráfico 8. Comparativo de las intensidades de los descriptores sensoriales para las muestras de suplemento nutricional vitaminas 1, 2 y 3 88

Resumen

En este proyecto se diseñó un suplemento dietario de aceptación sensorial, cumpliendo con estándares de calidad e inocuidad, que complemente una adecuadadosis de micronutrientes críticos, para favorecer la preservación de un adecuado estadonutricional y de salud en la mujer gestante adolescente y adulta, donde la prueba sensorial se determinó con un modelo 2^2 y las variables a estudiar fueron calcio y la fruta liofilizada en el producto correspondiente a los minerales y para el producto correspondiente a las vitaminas fueron la tiamina y la piridoxina, empleando un nivel de confianza del 95%, y un nivel de potencia del 80% para encontrar diferencias significativas. Para analizar los datos experimentales se utilizó el programa Statgraphics16.3. Como variable respuesta se determinó la aceptación de este suplemento por medio de una escala hedónica de cinco puntos, en el que participaron 50 mujeres gestantes. Después de ajustar diferentes modelos a los datos del resultado de la prueba de calidad sensorial respecto a las vitaminas y minerales empleando las formulaciones para minerales de calcio al 13,1% y fruta liofilizada de frutos rojos del 80%, el porcentaje restante corresponde a hierro, selenio, zinc, magnesio y para vitaminas de tiamina del 0,3052% y de piridoxina del 0,3954%, el resto corresponde a ácido fólico, vitamina C, vitamina A, vitamina D, vitamina E, cianocobalamina y la fruta liofilizada de frutos rojos, como resultado se obtuvo quepara el suplemento de vitaminas hubo una aceptación del 100% y para el de minerales del 78% en las gestantes participantes.

Palabras clave: vitaminas, minerales, gestación, requerimientos, suplementación.

Abstract

In this project, a dietary supplement of sensory acceptance was developed, complying with quality and safety standards, which complements an adequate dose of critical micronutrients to promote the preservation of a proper nutritional and health status in pregnant women, adolescents and adults, where the sensory test was determined with a model $\mathbf{2^2}$ where the variables to be studied were calcium and the lyophilized fruit in the product corresponding to minerals and for the product corresponding to vitamins were thiamine and pyridoxine, using a confidence level of 95%, a power level of 80% to find significant differences. The Statgraphics16.3 programs were used to analyze the experimental data. As a response variable, the supplement's acceptance was determined using a five-point hedonic scale for both the vitamin and mineral supplements, in which 50 pregnant women participated.

After adjusting different models to the data of the result of the sensory quality test regarding vitamins and minerals using the formulations for minerals of calcium at 13.1% and freeze-dried fruit of red fruits of 80%, the remaining percentage corresponds to iron, selenium, zinc, magnesium and for vitamins of thiamine of 0.3052% and pyridoxine of 0.3954%, the rest corresponds to folic acid, vitamin C, vitamin A, vitamin D, vitamin E, cyanocobalamin and lyophilized fruit of red fruits for the vitamin supplement, there was an acceptance of 100% of the participants, 88% said that they liked it very much, and 12% that they liked it, none reported displeasure. For the mineral supplement, 78% of the participants had acceptance.

Key words: vitamins, minerals**,** pregnancy, requirements, supplementation.

Introducción

La gestación es una etapa trascendental para el binomio madre-hijo, debido a que tras la fecundación, todo el organismo de la mujer se prepara para el proceso durante el cual alojará y cubrirá las necesidades metabólicas del feto. Fisiológicamente, el organismo materno sufre modificaciones morfológicas y funcionales creando condiciones favorables para el desarrollo del feto, para el trabajo del parto y para el postparto -el cual implica el amamantamiento del neonato-; etapa determinante de la calidad de su desarrollo físico y cognitivo. La calidad de la alimentación y la gestación están en estrecha relación, lo que condiciona el resultado del embarazo y el parto, ya que desde el comienzo del embarazo los requerimientos energéticos y de nutrientes se incrementan por las mismas adaptaciones fisiológicas y metabólicas propias del proceso, y es fundamental ajustar los aportes de calorías y nutrientes requeridos para el binomio, en la prevención de disfunciones materno-fetales (UNED, 2015).

“La alimentación de la madre durante el embarazo es considerada uno de los factores extrínsecos con mayor influencia sobre el crecimiento, el desarrollo fetal” (López, Sánchez y Calderay, 2010, 117) y, en general la salud materno-fetal. Las necesidades energéticas y, en mayor proporción, la de muchos micronutrientes están aumentadas, un inapropiado intercambio madre - feto a través de la placenta, pueden favorecer la utilización insuficiente de los nutrientes, tanto los excesos como los déficits pueden inducir consecuencias adversas para ambos, por ello el balance tanto de energía como de nutrientes debe ser aportado y monitoreado. En la gestación se incrementa la tasa metabólica basal, debido principalmente al aumento del tejido

metabólicamente activo (fetal, placentario y materno), a la mayor demanda fisiológica (trabajo cardiovascular y respiratorio) y al crecimiento fetal, por ende hay mayores requerimientos de nutrientes -especialmente en el segundo y tercer trimestre-, que en muchos casos no son cubiertos por la dieta convencional, bien sea por las dietas desbalanceadas de mujeres con hábitos inadecuados de alimentación, por la misma cultura alimentaria o por las dietas deficientes debido a carencias económicas o con baja disponibilidad o acceso de alimentos; muchos de estos factores se pueden observar específicamente para Colombia en la encuesta nacional de la situación nutricional en Colombia – ENSIN, con la última actualización realizada en el 2015 (Martínez, R. M., Jiménez, A., y Navia, B., 2016; Martínez B, Katia, et al,. 2016; Ministerio de la Protección Social., 2015).

Para la población colombiana se cuenta con la Resolución 3803 de 2016, en donde se establecen las recomendaciones de energía y de nutrientes, entre las cuales se encuentran las de mujeres gestantes, referente importante en la terapéutica nutricional (Ministerio de Salud y Protección Social, 2016). También la legislación colombiana mediante la resolución 3280 de 2018, por medio de la cual se adoptan los lineamientos técnicos y operativos de la ruta Integral de atención para la promoción y mantenimiento de la salud, y la Ruta Integral de Atención en Salud para la Población Materno Perinatal, y brinda orientación en los requerimientos de nutrientes y la suplementación en la gestación (Ministerio de Salud y Protección Social, 2018).

Específicamente para los suplementos dietarios, existe una normativa por medio de la cual se debe regir quien quiera producir, comercializar o expender; como lo

indican el decreto 3863 del 2008, el decreto 272 de 2009, los cuales modifican el decreto 3249 del 2006, por el cual se reglamenta la fabricación, comercialización, envase, rotulado o etiquetado, régimen de registro sanitario, de control de calidad, de vigilancia sanitaria y de control sanitario de los suplementos, además, existen resoluciones como la 2015 del 2011, por la cual se expide la guía de inspección de buenas prácticas de manufactura en plantas o fábricas de alimentos que fabriquen, acondicionen o semielaboren suplementos dietarios, la resolución 2009025533 del 2009, mediante la cual se establecen pautas para la reclasificación de algunos productos a suplementos dietarios a tener presentes (Ministerio de la Protección Social, 2008; Ministerio de la Protección Social, 2009; Ministerio de protección Social, 2006; Ministerio de la Protección Social, 2011; Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos –INVIMA, 2009).

Desarrollar un suplemento nutricional para suministrar a la mujer gestante e inclusive lactante que contribuya a evitar carencias nutricionales y por ende enfermedades prevenibles atribuibles a consumos deficitarios y el cual se administre de forma segura y de fácil dosificación, con óptimas características sensoriales y ajustadoa la normativa parasu comercialización, se constituye en el objetivo fundamental de este trabajo. Además, se desea impactar positivamente tanto a la gestante que lo consume como al sistema de salud,por la prevención de patologías atribuibles a déficit de micronutrientes; lo cual ahorraría costos por enfermedad, su tratamiento y estancia hospitalaria prevenibles en muchos casos con el adecuado aporte de micronutrientes, además de algunas enfermedades infantiles prevenibles,

asociadas a dietas maternas carenciales.

El suplemento diseñado para ser usado en la etapa prenatal no se encuentra en el mercado local, a pesar de que existen diversos suplementos para diferentes etapas de la vida, y para efectos del diseño de productopara la mujer gestante, sedesarrolló uno cuyo excipiente sea de origen naturaly los micronutrientes provean dosis ajustadas a las necesidades de la mujer colombiana y cuya formulación y dosificación permita la individualización según corresponda a cada caso, previniendo problemas de sobredosificación y de tolerancia.

En la búsqueda de este propósito se dieron algunas limitaciones, donde el presupuesto se constituyó en la principal, por el alto costo de la materia prima, lo que limito la posibilidad de ampliar la muestra para la prueba sensorial de las mujeres gestantes y la combinación entre micronutrientes, tanto en número de micronutrientes seleccionado, como en dosis.

Para dar cumplimiento al objetivo del proyecto se realizaron pruebas sensoriales con el producto diseñado a 50 mujeres gestantes y se realizó un panel sensorial con 3 muestras en las cuales se modificaron las concentraciones de micronutrientes, de aquellos que en los estudios reportan mayor impacto a nivel sensorial.La metodología implementada durante el desarrollo de la investigación se realizó en varias etapas, así:

Etapa I: se realizó revisión bibliográfica para determinar los micronutrientes a incluir según los beneficios y requerimientos en la etapa gestacional, la dosis y el tipo de micronutrientes; los excipientesconstituyentes del suplemento y su presentación. En esta etapa se decidió desarrollar un suplemento de 2 componentes, uno que vehiculizará las vitaminas y otro los minerales, con el fin de optimizarlos y reducir

interferencias en la absorción de los múltiples componentes seleccionados.

Etapa II: Se determinó el modelo para la prueba sensorial, siendo el modelo 2^2, donde las variables a estudiar fueron, para la prueba del suplemento con minerales, calcio y la fruta liofilizada y para el producto correspondiente a las vitaminas fueron la tiamina y piridoxina teniendo en cuenta las modificaciones que pueden causar estas sobre las características sensoriales del suplemento y por ende la aceptabilidad.

Etapa III: se estableció la aceptación por medio de una prueba sensorial: descriptiva cuantitativa, con un panel entrenado y posterior se realizócon el consumidor (50 mujeres gestantes), con una escala hedónica de cinco puntos.

Etapa IV: Para analizar los datos experimentales se utilizó el programa Statgraphics16.3. Licencia amparada por la Corporación Universitaria Lasallista.

Justificación

La captación temprana de las mujeres gestantes en los controles prenatales es fundamental, para realizar un adecuado seguimiento según lo establece la resolución dada por el ministerio de salud y protección social (resolución 3280 de 2018), para monitorear su estado y considerar que un adecuado estado de salud y nutricional es determinante para la prevención de complicaciones tanto para la madre como para el futuro bebe, entre estas: bajo peso al nacer y retraso en el crecimiento intrauterino, estando a su vez asociado con mayor riesgo de muerte fetal y neonatal, anomalías congénitas, muerte en menores de cinco años, y riesgo de padecer retraso del crecimiento físico y cognitivo durante la infancia, con efectos irreversibles en capacidades y oportunidades. Se debe evitar la sobredosificación de micronutrientes con potencial peligro para el binomio madre-hijo, como estrés oxidativo, por ende mayor riesgo de hipertensión arterial, diabetes Mellitus, teratogénesis, entre otros, o en general efectos tóxicos propios de cada micronutriente (Martínez, R. M., Jiménez, A., y Navia, B., 2016; Ministerio de la Protección Social., 2018; SrugoSebastian, et al. (2019).

El acompañamiento a la mujer gestante por parte del personal de salud, aun desde la etapa preconcepcional, es un factor relevante para la detección temprana de riesgos nutricionales, mediante la interpretación adecuada de su condición actual reflejada en indicadores tanto clínicos como paraclínicos, los cuales si se intervienen oportunamente, pueden redundar en el bienestar del binomio madre-hijo, y es la

suplementación de micronutrientes, una de estas intervenciones costo-efectivas (Ministerio de Salud y Protección Social, 2014).

Es conocido además que por requerimiento del ministerio de salud y protección socialse debe prescribir suplementación de micronutrientes específicos (hierro, ácido fólico y calcio) a la mujer gestante, pero es fundamental considerar la dosis y el tipo tanto de estos minerales mencionados como de otros en que la evidencia y la literatura ha demostrado beneficios en esta etapa. De otro lado, se debe considerar la tolerancia y aceptación en la gestación,en donde los síntomas gastrointestinales se acentúan, las náuseas y los vómitos son una situación fisiológica frecuente durante la gestación, que puede llegar a afectar al 70-80% de las mujeres embarazadas, donde además no se consume en muchas oportunidades los suplementos y por ende se presentael abandono terapéutico y las carencias que se perpetúan en este periodo del ciclo vital humano (Ministerio de la Protección Social, 2018; Venegas, F, 2016).

Planteamiento de la pregunta o del problema de investigación

Con lo anteriormente mencionado surge el planteamiento de la pregunta: ¿Cuáles dosis suplementaria de micronutrientes se deben ofrecer a las mujeres gestantes en un suplemento dietario para contribuir a un adecuado estado nutricional y además que sea de óptimaaceptación sensorial, cumpliendo con estándares de calidad, y seguridad establecidos por la normativa colombiana?

Objetivos

Objetivo general

Desarrollar un suplemento dietario de óptima aceptación sensorial, cumpliendo con los estándares de calidad, con una dosis suplementaria adecuada de micronutrientes críticos que complemente la alimentación, favoreciendo el mantenimiento o la recuperación del adecuado estado nutricional en la mujer gestante adolescente y adulta.

Objetivos específicos

1. Seleccionar excipientes seguros y de alta aceptación para optimizar la aprobación sensorial del suplemento a desarrollar.
2. Aplicar la normativa colombiana para el diseño y fabricación del suplemento desarrollado, de tal manera que permita su posterior distribución, comercialización y adopción en los programas de complementación nutricional dirigidos a la población de mujeres gestantes.
3. Definir y establecer para el suplemento a desarrollar la dosis segura de los micronutrientes en este, que favorezcan el mantenimiento de un adecuado estado nutricional en las gestantes sanas y además, que mediante el ajuste de la dosis permita mejorar el estado nutricional en mujeres con carencias específicas de los mismos.

Marco teórico

En Colombia se cuenta con la Encuesta Nacional de Seguridad Alimentaria y Nutricional -ENSIN-, su última actualización fue en el año 2015, en los resultados se puede apreciar tanto algunos indicadores de estado nutricional como el consumo de cada grupo de alimentos y mediante ello estimar las probables carencias de algunos nutrientes de las maternas (Ministerio de la Protección Social, 2015).

Para el indicador de bajo peso de las gestantes según los datos de la ENSIN 2015, el 14,2 % presenta bajo peso para su edad gestacional. El déficit de peso en la gestación se asocia con retraso del desarrollo fetal que afecta el peso al nacer, el cual tiene mayor riesgo de morir en el periodo neonatal y de padecer enfermedades crónicas no transmisibles como diabetes de tipo II y afecciones cardiacas en la edad adulta. Las mujeres cuyo estado nutricional es deficiente en el momento de la concepción tienen mayor riesgo de enfermedad y muerte. Su situación nutricional y de salud depende, en gran medida, de la alimentación y, por tanto, es poco probable que puedan responder al aumento de las necesidades de nutrientes durante el embarazo (Ministerio de la Protección Social, 2015; Organización Mundial de la Salud, 2011).

Las carencias intrauterinas no se compensan con una adecuada nutrición posnatal, en especial con lo relacionado con la hiperplasia tisular, por ello reducir las carencias nutricionales durante la gestación no solo reduce el riesgo de complicacionesen el embarazo y el parto, sino también posnatales, y es la vía para interrumpir el ciclo intergeneracional de malnutrición y el retraso del crecimiento de los recién nacidos (Mataix, 2009; Sánchez et al., 2013; Ministerio de la Protección Social,

2015). Las adolescentes presentaron prevalencias de bajo peso gestacional más altas que las gestantes adultas, condición que se detectó desde la ENSIN 2005.

En el total de mujeres gestantes colombianas, la prevalencia de exceso peso fue del 40,0%, un 5,4% superior a la reportada en la ENSIN 2010, situación de alarma, dado que el exceso de peso y la obesidad incrementa cambios fisiopatológicos, situación asociada a gestosis, derivando a mayor peligro de complicaciones relacionadas con la desproporción céfalo–pélvica, hidramnios, hipermadurez fetal, aumento de la prematuridad, incremento de la mortalidad, morbilidad perinatal y disminución de la lactancia (Mataix, 2009;Sánchez et al., 2013; Ministerio de la Protección Social, 2015).

Generalidades

Un estado nutricional óptimo es fundamental en las diferentes etapas de la vida, pero cobra especial importancia en la gestación, donde la mujer se encuentra en un estado anabólico con cambios importantes en el metabolismo, con el objetivo de lograr a largo plazo que el feto, y posteriormente el neonato y el lactante reciban un aporte continuo y creciente de nutrientes. Para ello la gestante necesita incrementar sus propias reservas durante los primeros meses de embarazo y, de esta manera, podercubrir las necesidades al final del embarazo y durante la lactancia, cuando las demandas son máximas (Fernández Molina, L, et al, 2016).

Durante el embarazo acontecen dos periodos fundamentales en cuanto a la nutrición: el primero, anabólico tanto para la madre como para el feto. El segundo, de

naturaleza catabólica materna, en la que tiene lugar la movilización de las reservas de la madre al feto. La primera etapa comprende el primero y segundo trimestres de la gestación en los que el feto tiene un gasto energético menor mientras en la madre aumenta el nivel de insulina y la sensibilidad a la misma, se favorece la lipogénesis materna, la expansión de los depósitos de glucógeno, se estimula la síntesis proteica, así como tambiénel tamaño de la placenta y el volumen de líquido amniótico (Sánchez et al., 2013; San Román, 2013; Cunningham Gary¸ Williams. Obstetricia, 2019).

En la segunda etapa o fase de distribución de reservas, continúa el crecimiento lineal de la placenta y del líquido amniótico. El crecimiento fetal es exponencial, pero se reduce el ritmo de ganancia de las reservas maternas. Como consecuencia de la resistencia a la insulina, se elevan los niveles plasmáticos postprandiales de glucosa y aminoácidos, lipolisis y movilización de depósitos grasos (Sánchez et al., 2013; San Román, 2013; Cunningham Gary¸ Williams. Obstetricia, 2019).

Al final de la gestación se modifica aún más la concentración de sustratos, la concentración hormonal y la resistencia a la insulina. Esta situación deriva de la importancia de asegurar glucosa al cerebro materno y al feto y de dirigir glucosa a la glándula mamaria reduciendo la utilización de glucosa por otros tejidos maternos y de este modo garantizar la transición a la vida extrauterina (Sánchez et al, 2013).

Uno de los mayores cambios durante la gestación es el incremento en la demanda energética basal que se establece entre un 20 y un 35% en el segundo y tercer trimestres. Para el feto, el aporte energético materno insuficiente conllevan a efectos deletéreos como: una reducción asimétrica o simétrica de su crecimiento corporal, dependiendo de la duración y de la edad gestacional en que se da el déficit,

con consecuencias tales como disminución del tamaño y actividad del páncreas, abortos, y prematuridad. Y en la madre conduce a la movilización de sus reservas grasas y de sus micronutrientes para cubrir la demanda fetal (Sánchez et al., 2013; San Román, 2013).

Requerimientos nutricionales en etapa gestacional

La energía requerida durante el embarazo es determinada con base en el aumento de peso gestacional materno, en relación directa con la síntesis y reserva de tejidos maternos, fetales, y placentarios, así como también por el aumento en el gasto de energía demandado por un mayor metabolismo basal y la actividad física de la madre.

Comités de expertos FAO/OMS/Universidad de Naciones Unidas (UNU), a través de cálculos factoriales, sobre la base de un modelo teórico, consideran para los ajustes de calorías y proteína un aumento de peso gestacional promedio de 12,5 kg, un peso medio al nacer de 3,4 kg y una deposición acumulativa de 925 g de proteína. Varios estudios longitudinales en los países desarrollados y en desarrollo han permitido la revisión de estas estimaciones teóricas (Romeu, 2009; Mahan et al., 2013).

Macronutrientes

Hidratos de carbono: tienen una función principalmente energética, pero algunos de sus derivados en el organismo son de naturaleza estructural o funcional,

generalmente unidos a una fracción proteica (proteoglicanos y glucoproteínas) o lipídica (glucolípidos) (Mataix et al., 2009).

Durante la segunda mitad del embarazo se produce un estado de hiperinsulinemia postprandial por resistencia a la insulina, lo cual conlleva una disminución de la utilización de glucosa a nivel periférico. El embarazo actúa sobre la glucosa, como lo haría la diabetes, para que de alguna manera se pueda asegurar el aporte de glucosa al feto. Se puede concluir que el embarazo tiene un cierto efecto diabetógeno (Romeu, 2009).

El requerimiento diario (IDR) de carbohidratos en el embarazo es de 135 g/día, mientras que la Cantidad Diaria Recomendada (CDR) es de 175 g/día. Estando en concordancia con la recomendación establecida con la resolución 3803 de 2016 por la cual se establecen las Recomendaciones de Ingesta de Energía y Nutrientes- RIEN para la población colombiana y se dictan otras disposiciones, donde tiene como requerimiento Promedio Estimado - EAR de 135 g/día, el Aporte Dietético Recomendado - RDA 175 g/día.

Garantizar este aporte previene la cetosis y provee los carbohidratos básicos para el metabolismo celular, la homeostasis de glucosa y la regulación glucémica. Para un requerimiento promedio de 2000 kcal/día, 175 g suponen un aporte de 700 kcal o el 35% del valor calórico diario necesario (Mahan, Stump Y Raymond, 2013; Ministerio de Salud y Protección Social, 2016).

Lípidos: hay una predisposición para la formación de cuerpos cetónicos, lo cual puede ser explicado por un aumento de los lípidos totales y de los ácidos grasos libres

(Romeu, 2009).No hay una IDR específica de los lípidos totales requeridos durante el embarazo, su recomendación está condicionada por las necesidades energéticas para la adecuada ganancia de peso. Sí existen, sin embargo, recomendaciones para aportar a la dieta de ácidos grasos esenciales poliinsaturados w-6 -ácido linoleico- (13 g/día) y w-3 -ácido a-linolénico- (1,4 g/día) La recomendación para el ácido docosahexaenoico es de 300 mg/día) (Mahan et al., 2013).

El aporte complementario prenatal de ácidos grasos poliinsaturados de cadena larga (AGPICL) puede reducir el riesgo de parto pretérmino y mejorar el rendimiento cognitivo, no obstante, es necesario más estudios para confirmar los beneficios a largo plazo del aporte complementario prenatal de AGPICL (Ramakrishnan, 2010).

Proteínas: durante el embarazo se registran necesidades adicionales de proteínas para garantizar la síntesis de tejidos maternos y fetales, aunque la magnitud del incremento resulta incierta. Las necesidades de proteínas aumentan a lo largo del embarazo y son máximas durante el tercer trimestre. Las actuales recomendaciones de 0,8 g/kg/día de proteínas para las mujeres gestantes son las mismas que las no gestantes durante el primer trimestre. En el segundo trimestre, las necesidades aumentan hasta 1,1 g/kg/día de peso adecuado pregestacional. O bien, al requerimiento pregestacional se le adicionan 25 g/día de proteínas por cada feto. Específicamente para Colombia según la resolución 3803 de 2016 para proteínas se establece el valor de EAR: 1.22 ó 29 gramos más, RDA: 1.53 ó 35 gramos más (Mahan et al., 2013; Ministerio de Salud y Protección Social, 2016).

Micronutrientes

> Las vitaminas y minerales son compuestos indispensables para el crecimiento, el desarrollo y el mantenimiento del organismo humano, estos nutrientes deben consumirse en la alimentación dado que el cuerpo humano no tiene la capacidad de sintetizarlos. Las concentraciones plasmáticas de muchas vitaminas y minerales disminuyen durante la gestación, por la hemodilución y el desequilibrio entre requerimientos e ingesta. De otra parte, muchos de estos nutrientes, son sensibles al calor, a la luz, al aire y eliminados por el sudor (Cruz y López, 2012).

Idealmente los requerimientos de micronutrientes se deben establecer con base en la cantidad óptima que el organismo necesita para llevar a cabo sus funciones metabólicas, y tanto su deficiencia como su exceso pueden redundar en alteraciones fisiológicas que afectan la salud de la madre y el desarrollo fetal.

Desafortunadamente en la actualidad no se dispone de la informaciónnecesaria para establecer los requerimientos de todos los micronutrientes en forma idónea (Casanueva et al., 2005; De la Rosa Parra et al., 2013). Sin embargo, instituciones internacionales (Organización Mundial de la Salud) y de algunos países (Food and NutritionBoard- USA) son referentes actuales que establecen las recomendaciones por día del requerimiento de vitaminas y minerales por grupos de edad, etapa de la vida y sexo, estableciendo las dosis seguras como las de riesgo. Estas recomendaciones de ingestadeben cubrirse con la alimentación convencional. En ciertos casos, como gestación, lactancia, patologías, se incrementan estosrequerimientos y algunos

micronutrientes requieren suplementación, bien sea por factores culturales, de acceso alimentario o por rechazos, y preferencias que limitan el consumo de alimentos fuentes y predisponen a la gestante a consumos deficitarios. En las tablas 1 a la 6 se relacionan las ingestas recomendadas de micronutrientes diarios: tanto las *RecommendedDietaryAllowances* (RDA) o Aportes Dietéticos Recomendados, definidas por el food and nutritionboard, Institute of medicine, nationalacademies (Cuervo et al., 2009), y las asumidas para Colombia por el Ministerio de Salud y Protección Social mediante la Resolución 3803 del 2016 (Ministerio de Salud y Protección Social, 2016).

Vitaminas

Vitamina A: la vitamina A es un término empleado para agrupar todos los derivados de la β-ionona que muestran actividad biológica todo-trans retinol. La OMS, respecto a la vitamina A, manifiesta que la carencia de esta afecta a unas 19 millones de embarazadas, la mayoría de ellas de las regiones de África y Asia Sudoriental, La deficiencia de la vitamina A la OMS lo define como concentraciones tisulares de vitamina lo suficientemente bajo como para tener consecuencias adversas para la salud incluso si no hay evidencia de xeroftalmía clínica. Además de los signos específicos y síntomas de xeroftalmia y el riesgo de ceguera irreversible, los síntomas inespecíficos incluyen aumento de la morbilidad y mortalidad, mala salud reproductiva, aumento del riesgo de anemia y contribuciones al crecimiento lento y desarrollo (OMS, 2007; WHO, 2004).

Durante la gestación, la vitamina A es necesaria para el crecimiento, y para proporcionar una reserva limitada en el hígado fetal, así como para mantener su propio crecimiento tisular, diferenciación celular y normal desarrollo del feto. Mientras que en la madre desempeña un papel importante en la implantación y en el desarrollo de la placenta. Actualmente, no existen cifras disponibles para los requerimientos específicos de vitamina A para estos procesos. Los bebés recién nacidos necesitan alrededor de 100 mg de retinol al día para satisfacer sus necesidades para el crecimiento. Durante el tercer trimestre, el feto crece rápidamente y, aunque obviamente más pequeño en tamaño que el bebé nacido a término, el feto presumiblemente tiene necesidades similares. Existe además evidencia sobre la asociación entre las bajas concentraciones de vitamina A con el riesgo de desarrollar Preeclampsia (OMS, 2007; De la Rosa Parra et al., 2013; WHO, 2004).

No se recomiendan consumos excesivos (suplementación) de esta vitamina porque se puede presentar toxicidad fetal. Se considera fácil de cubrir con los alimentos de la dieta, solo en las zonas en las que la carencia sea un problema grave de salud pública se recomienda administrar suplementos de vitamina A durante el embarazo para prevenir la ceguera nocturna (Secretaría de Salud, 2015).

Alimentos fuente: la leche, la carne, el hígado, la yema de huevo, las frutas y las hortalizas de color amarillo intenso, verde oscuro, anaranjado y rojo, tales como la papaya, el mango, el brócoli, la espinaca, el berro, la acelga, la zanahoria, la auyama, la espinaca, la lechuga, el mango, la papaya (Secretaría de Salud, 2015; Ministerio de salud, 1999; Ministerio de Salud y Protección Social, 2020).

Vitamina D: La vitamina D3 (colecalciferol) es, en realidad, una prohormona que, al parecer, no posee ninguna actividad biológica, siendo para ello necesaria la conversión a la hormona D3 o 1,25 dihidroxicolecalciferol. La vitamina D y sus metabolitos atraviesan la placenta y están presentes en la sangre fetal en las mismas concentraciones que las de la circulación materna, participa en la resorción ósea, el transporte intestinal de calcio, la modulación de la transcripción de las proteínas del ciclo celular. En la diferenciación celular tiene función antiinflamatoria y propiedades inmunomoduladoras, así mismo, su deficiencia en el embarazo se asocia con alteraciones en el producto gestacional como el deterioro en el crecimiento, problemas esqueléticos, diabetes tipo I, asma, esquizofrenia, hipocalcemia neonatal, que puede determinar una mineralización ósea fetal inadecuada, hipoplasia del esmalte dental o convulsiones. La transferencia de vitamina D de la madre al feto es importante para establecer la tasa de crecimiento del recién nacido, el objetivo de garantizar estado adecuado de vitamina D con suplementos de vitamina D prenatales convencionales probablemente se debería tener en cuenta (Mataix et al., 2009; Mahan et al., 2013;De la Rosa Parra et al., 2013; Ministerio de Salud y Protección Social, 2020; WHO, 2004).

En la ENSIN 2015, la insuficiencia de vitamina D se presentó en el 45,0 % de las mujeres gestantes, lo que indica un alto riesgo de deficiencia en este grupo poblacional y por tanto un problema grave de salud pública en las mujeres gestantes en Colombia.

“Las necesidades de vitamina D se cubren cuando la persona tiene acceso regular a la luz del sol. En teoría no se requiere suplementación de esta vitamina en zonas tropicales” (Secretaría de Salud, 2015).

Alimentos fuente: el hígado, el aceite de hígado de pescado, los peces de agua salada (salmón, sardinas arenques), la yema del huevo, la leche fortificada y la mantequilla de vaca (Ministerio de salud, 1999; Ministerio de Salud y Protección Social, 2020).

Vitamina E: su estructura química básica está constituida por un núcleo hidroxicromona al que se une una cadena de fitilo, existen al menos ocho formas isoméricas. Como vitamina liposoluble que es, está disuelta a nivel intestinal en las grasas alimentarias, lo que hace que su absorción y digestión dependa de una buena funcionalidad biliar y pancreática. Las necesidades de vitamina E aumentan durante el embarazo. Aunque se ha especulado con la posibilidad de que su carencia sea causa de aborto espontáneo o prematuridad, en embarazos humanos no se han comunicado casos de carencia. Este nutriente es un importante antioxidante lipófilo, entre los numerosos tocoferoles y tocotrienoles, el α-tocoferol es la forma biológicamente más activa y se encuentra en todas las lipoproteínas (Mahan et al., 2013; Mataix et al., 2009; Ministerio de Salud y Protección Social, 2020).

Alimentos fuente: los granos de cereales como el trigo y el maíz, los aceites de soya, las semillas de algodón, girasol, maní sin sal, las nueves y en la margarina (Ministerio de salud, 1999; Ministerio de Salud y Protección Social, 2020).

Vitamina B1 (Tiamina): es una vitamina hidrosoluble. Su déficit se relaciona con la aparición de beriberi (polineuropatíasensitivomotora crónica o miocardiopatía) y encefalopatía de Wernicke-Korsakoff, casi siempre asociado a alcoholismo y

malnutrición. Durante la gestación su nivel en el plasma materno desciende. Los nacidos de madres con deficiencia grave de vitamina B1 pueden nacer con beriberi congénito, caracterizado por distensión abdominal, vómitos, convulsiones e insuficiencia cardíaca (López, Sánchez y Calderay, 2010, 117).

Alimentos fuente: las levaduras, la carne de cerdo, las vísceras, los huevos, los cereales integrales y sus harinas, vegetales color verde oscuro, las nueces y las leguminosas (Ministerio de salud, 1999; Ministerio de Salud y Protección Social, 2020).

Vitamina B6 (Piridoxina): la piridoxina, el piridoxal y la piridoxamina son compuestos cíclicos de la piridina, son metabólicamente interconvertibles y constituyen la vitamina B6. La vitamina B6 funciona como cofactor en aproximadamente 50 enzimas descarboxilasas y transaminasas, en especial en el metabolismo aminoacídico. Además cataliza numerosas reacciones que afectan a la producción de neurotransmisores (Mataix et al., 2009; Mahan et al., 2013).

Esta vitamina se asocia con el desarrollo del sistema nervioso, mejores puntuaciones del Apgar, menor riesgo de desarrollar parto pre término y protección contra algunas malformaciones congénitas (De la Rosa Parra et al., 2013). Solo se recomienda la suplementación en dosis terapéuticas en los casos de mujeres con diagnóstico de hiperémesis gravídica y debe suministrarse solo bajo prescripción médica (Secretaría de Salud, 2015).

Alimentos fuente: la carne de res,la carnede cerdo, el pollo, el pescado, el hígado de res y de pollo,el pollo, las leguminosas, las nueces,los huevos, la leche, los

cereales no refinados, y sus harinas, el plátano, el aguacate (Mataix et al., 2009;Ministerio de salud, 1999; Ministerio de Salud y Protección Social, 2020).

Ácido fólico: este nutriente es uno de los más reconocidos en la gestación por sus importantes funciones, entre ellas: la regulación de la expresión génica, formación de glóbulos rojos y síntesis de bases nitrogenadas necesarias para la correcta formación de ADN. Durante el embarazo se incrementan las demandas para el crecimiento y desarrollo del feto, por lo que su deficiencia se ha asociado con efectos teratogénicos. En el feto se puede presentar la anencefalia o acráneo (40%), encefalocele (5%) yespina bífida (45%), y también otras malformaciones,como son los defectos del tabique ventricular cardiaco,los defectos conotruncales cardiacos, los defectosde la línea media, las malformaciones urinarias fetales,la hidranencefalia y el labio leporino (Secretaría de Salud, 2015; De la Rosa Parra et al., 2013; Puig-Requesens & Espejo, 2008).

> Una dieta sana, variada y equilibrada aporta dosis variables de ácido fólico que son suficientes para situaciones de normalidad funcional. Sin embargo, durante el embarazo, en casos de lactancia prolongada, en situaciones de alcoholismo o en alteraciones gastrointestinales las necesidades de ácido fólico están aumentadas, con requerimientos superiores a los fisiológicos y exigen un aporte extra (Plasencia, 2011).

Alimentos fuente: el hígado de res y de pollo, la carne, el brócoli, el jugo de naranja, el aguacate, las leguminosas (toda variedad: fríjol, lenteja, garbanzo, arveja, soya), verduras de hoja verde (en especial la espinaca), y los cereales de grano entero

integrales, los huevos enteros, los productos lácteos, el pimiento, los tomates, la papa y los cítricos (Mataix et al., 2009;Ministerio de salud, 1999; Ministerio de Salud y Protección Social, 2020).

Vitamina B12 (cianocobalamina): está constituida por un núcleo tetrapirrólico, con diversos tipos de sustituyente, muchos de ellos de naturaleza amínica y con un átomo de cobalto en el centro del anillo corrinoide unido a los cuatro nitrógenos tetrapirrólicos. El quinto enlace se realiza con un nitrógeno de un núcleo benzimidazólico, el sexto enlace puede realizarse con diversos ligandos, dando origen a distintas formas de cobalamina. Esta vitamina es necesaria, junto con el folato, pues participa en el desarrollo del tubo neural en el feto, además, actúa como cofactor y coenzima en la síntesis del ADN y de la homocisteína, por lo que la deficiencia de la vitamina conduce a la acumulación de esta última proteína en el plasma (Mataix et al., 2009; De la Rosa Parra et al., 2013).

La deficiencia de cianocobalamina (vitamina B12), es un problema nutricional importante en mujeres embarazadas. En cuanto al riesgo de deficiencia (depleción) en gestantes en Colombia una de cada tres gestantes lo presentó. La prevalencia a nivel nacional fue del 33,9 %. Fueron las gestantes pertenecientes al cuartil de riqueza más bajo las que presentaron la mayor prevalencia de riesgo de deficiencia de vitamina B12 por depleción (33,4 %).

Esto desde la ENSIN se ve con preocupación donde refieren se debe intervenir con urgencia a través de estrategias integrales que aborden los principales determinantes y que permitan reducir esta deficiencia.

Alimentos fuente: el hígado y los riñonesde res y de pollo, la sardina, el pollo, el mejillón y la yema de huevo (Mataix et al., 2009; Ministerio de Salud y Protección Social, 2020).

Vitamina C (ácido ascórbico): el término vitamina C es utilizado para englobar todos los compuestos con la actividad biológica del ácido L-ascórbico, su fórmula empírica es: $C_6H_8O_6$. Es un compuesto cristalino muy soluble en agua, poco soluble en alcohol e insoluble en disolventes orgánicos (Mataix et al., 2009).

Se ha documentado que el ácido ascórbico participa activamente en la síntesis/degradación de fibras colágenas y que estas constituyen el principal componente de las membranas corioamnióticas, más aún, la fuerza y elasticidad de las mismas depende de su contenido de dichas fibras. Por lo anterior, la ruptura prematura de las membranas corioamnióticas pudiera deberse, entre otros factores, a un inadecuado estado de nutrición en vitamina C, durante el embarazo hay un aumento moderado de la necesidad de vitamina C (Casanueva et al., 2005; WHO 2004).

Alimentos fuente: las frutas y los vegetales frescos son las mejores fuentes de vitamina C destacándose los pimientos verde y rojo, el repollo, el brócoli, la guayaba, el marañón, el mango, la papaya, la curuba y los cítricos (Ministerio de salud, 1999; Ministerio de Salud y Protección Social, 2020).

Tabla 1. Recomendaciones de ingesta de vitaminas

Grupos/Edad	**Vitamina A (µg/d)**			**Vitamina E (mg/d)**			**Tiamina (mg/d)**			**Riboflavina (mg/d)**		
	RDA AI*	**EAR**	**UL**	**RDA AI***	**EAR**	**UL**	**RDA AI**	**EAR**	**UL**	**RDA AI***	**EAR**	**UL**
Gestante 18	50	30	800	15	12	800	1,4	1,2	ND	1,4	1,2	ND
19-30	70	50	000	15	12	1000	1,4	,2	ND	1,4	1,2	ND
31-50	70	50	000	15	12	1000	1,4	,2	D	1,4	1,2	ND
Lactante 18	200	85	800	19	16	800	1,4	,2	D	1,6	1,3	ND
19-30	300	00	000	19	16	1000	1,4	,2	D	1,6	1,3	ND
31-50	300	00	000	19	16	1000	1,4	,2	D	1,6	1,3	ND
Grupos/Edad	**Niacina (mg/d)**			**Vitamina B6 (mg/d)**			**Vitamina C (mg/d)**			**Vitamina D (µg/d)**		
	RDA AI*	EAR	UL	RDA AI*	EAR	UL	RDA AI*	AR	UL	RDA AI*	EAR	UL
Gestante 18	18	14	30	1,9	1,6	0	0	6	800	15	10	100
19–30	18	14	35	1,9	1,6	00	5	0	000	15	10	100
31–50	18	14	5	1,9	1,6	00	5	0	000	15	10	100
Lactante 18	17	13	30	2	1,7	0	15	6	800	15	10	100
19-30	17	13	35	2	1,7	00	20	00	000	15	10	100
31–50	17	13	35	2	1,7	00	20	00	000	15	10	100
Grupos/Edad	**Folato (µg/d)**			**Vitamina B12 (µg/d)**			**Vitamina K (µg/d)**					
	RDA AI*	EAR	UL	RDA AI*	EAR	UL	EAR	UL				
Gestante 18	600	520	800	2,6	2,2	ND	ND	ND				
19–30	600	520	1000	2,6	2,2	ND	ND	ND				
31–50	600	520	1000	2,6	2,2	ND	ND	ND				
Lactante 18	500	450	800	2,8	2,4	ND	ND	ND				
19-30	500	450	1000	2,8	2,4	ND	ND	ND				
31–50	500	450	1000	2,8	2,4	ND	ND	ND				

Convenciones: UL: es el más alto nivel de nutrientes que se recomienda sin poner en riesgo a la población. RDA: (*RecommendedDietaryAllowances*) nivel de ingesta de un nutriente suficiente para el 97-98% de los individuos de la población sana. AI: (*AdequateIntake*), valor recomendado obtenido por estimación basándose en la evaluación de la ingesta de la población sana. EAR: (*EstimatedAverageRequirement*), nivel de ingesta diaria de nutrientes que cubre los requerimientos de la mitad de los individuos sanos, según edad y sexo.

Fuente: food and nutrition board, Institute of medicine, National academies.

Tabla 2. Recomendaciones de ingesta de vitaminas liposolubles para la población colombiana

Períodos de la vida/Grupos de edad	**VITAMINA A ug/día (ER)**				**VITAMINA D UI/día**				**VITAMINA E mg/día**		**VITAMINA K ug/día**
	EAR	**RDA**	**AI**	**UL**	**EAR**	**RDA**	**AI**	**UL**	**INGESTA ACEPTABLE**	**UL**	**AI**
GESTACIÓN (AÑOS)											
MENOR DE 18 AÑOS	530	750		2.800	400	600		4.000	7.5	300	60
19-30 AÑOS	550	770		3.000	400	600		4.000	7.5	300	60
31-50 AÑOS	550	770		3.000	400	600		4.000	7.5	300	60
Convenciones: UL: es el más alto nivel de nutrientes que se recomienda sin poner en riesgo a la población. RDA: (*RecommendedDietaryAllowances*) nivel de ingesta de un nutriente suficiente para el 97-98% de los individuos de la población sana. AI: (*AdequateIntake*), valor recomendado obtenido por estimación basándose en la evaluación de la ingesta de la población sana. EAR: (*EstimatedAverageRequirement*), nivel de ingesta diaria de nutrientes que cubre los requerimientos de la mitad de los individuos sanos, según edad y sexo.											

Fuente: Ministerio de Salud y Protección Social, 2016. – Resolución 3803 de 2016.

Tabla 3. Recomendaciones de ingesta de vitaminas hidrosolubles para la población colombiana

Períodos de la vida/ grupos de edad	**VITAMINA C mg/día**				**TIAMINA mg/día**			**RIBOFLAVINA mg/día**			**NIACINA mg EN/día**			
	EAR	**RDA**	**AI**	**UL**	**EAR**	**RDA**	**AI**	**EAR**	**RDA**	**AI**	**EAR**	**RDA**	**AI**	**UL**
GESTACIÓN (AÑOS)														
MENOR DE 18 AÑOS	66	80		1.800	1.2	1.4		1.2	1.4		14	18		30
19-30 AÑOS	70	85		2.000	1.2	1.4		1.2	1.4		14	18		35
31-50 AÑOS	70	85		2.000	1.2	1.4		1.2	1.4		14	18		35
Períodos de la vida/ Grupos de edad	**VITAMINA B6 m g/día**				**FOLATO µg EFD/día**				**VITAMINA B12 µg/día**		**ACIDO PANTOTENICO**			
	EAR	**RDA**	**AI**	**UL**	**EAR**	**RDA**	**AI**	**UL**	**AR**	**RDA**	**AI**	**AI**		
GESTACIÓN (AÑOS)														
MENOR DE 18 AÑOS	1.6	1.9		80	520	600		800	2.2	2.6				
19-30 AÑOS	1.6	1.9		100	520	600		1000	2.2	2.6				
31-50 AÑOS	1.6	1.9		100	520	600		1000	2.2	2.6				

Convenciones: UL: es el más alto nivel de nutrientes que se recomienda sin poner en riesgo a la población. RDA: (*RecommendedDietaryAllowances*) nivel de ingesta de un nutriente suficiente para el 97-98% de los individuos de la población sana. AI: (*AdequateIntake*), valor recomendado obtenido por estimación basándose en la evaluación de la ingesta de la población sana. EAR: (*EstimatedAverageRequirement*), nivel de ingesta diaria de nutrientes que cubre los requerimientos de la mitad de los individuos sanos, según edad y sexo.

Fuente: Ministerio de Salud y Protección Social, 2016. – Resolución 3803 de 2016.

Minerales

Hierro (Fe): desde el punto de vista químico hay dos formas relevantes de hierro (Fe), el oxidado o férrico (Fe^{3+}) y el reducido o ferroso (Fe^{2+}). En el estado oxidado y a un pH mayor de 4, el Fe es muy insoluble, debido a que se comporta como un ácido débil y es fácilmente quelado por otros compuestos. Los factores que influyen en la biodisponibilidad de los nutrientes, y en concreto de los minerales, se clasifican en dos grandes grupos: factores de tipo extrínseco o dietético y factores de tipo intrínseco o fisiológico (Urdampilleta et al., 2010).

Es un mineral imprescindible en la salud humana, siendo necesario para la producción de hemoglobina que es una proteína esencial de los eritrocitos. Durante el embarazo también se necesita hierro para el desarrollo del feto y la placenta materna y ampliar la masa de eritrocitos. La anemia por deficiencia de hierro resulta cuando las reservas de hierro se hacen tan bajas que la síntesis de hemoglobina se afecta hay que tener en cuenta que el volumen globular suele aumentar durante el embarazo, este incremento se produce sobre todo por el aumento de plasma, lo que genera una situación de hemodilución, con un hematocrito disminuido (hasta el 35%). Las necesidades de hierro están aumentadas, ante una aparente disminución del hematocrito, de la hemoglobina y del número de glóbulos rojos totales, a esto se refiere el término anemia fisiológica de la gestación (la OMS considera como anemia los

valores de hemoglobina en la mujer adulta por debajo de 11,5 g/dL) que se acompaña con pérdidas de hierro y proteínas (Siu, 2015; Romeu Martínez, 2009).

Desde la ENSIN se encontró que la anemia y la deficiencia de hierro han ido en aumento en el país. La deficiencia de hierro se presentó en el 26,2 % de la población gestante de la muestra, evidenciando que una de cada cuatro mujeres gestantes en Colombia presentó esta condición, lo que implica un problema moderado de salud pública (Ministerio de la Protección Social, 2015).

La anemia puede producir mayor susceptibilidad a infecciones, especialmente del tracto respiratorio, disminución de la termogénesis en ambientes fríos, alteraciones funcionales del tubo digestivo, fallo en la movilización de la vitamina A hepática, disminución de la velocidad de crecimiento, alteraciones en el desarrollo mental y motor, menor transferencia de Fe al feto, mayor riesgo de parto prematuro o morbilidad perinatal, entre otras complicacionesy los niveles de Hemoglobina < 9 g/dL incrementa el riesgo de aborto espontáneo, restricción de crecimiento intrauterino (RCIU) y prematuridad. A menor hemoglobina, mayor prematuridad, hemoglobina < 6 g/dL: asociado a insuficiencia placentaria, hematocrito < 29%: asociado con RCIU, muerte fetal y rotura prematura de membranas (RPM) (Urdampilleta, Martínez y González, 2010; Reynaud, 2010).

Alimentos fuente: el hierro hemínico se encuentra presente en alimentos de origen animal: la carne de vacuno, el cerdo, el pollo, el pescado y las vísceras y las principales fuentes de hierro no hemínico son los alimentos de origen vegetal: las leguminosas y las mezclas vegetales (Ministerio de salud, 1999; Ministerio de Salud y Protección Social, 2020).

Calcio (Ca): es un mensajero intracelular muy importante en la regulación de diferentes funciones metabólicas, mantenimiento de las membranas, trasmisión neuromuscular, coagulación sanguínea y metabolismo de carbohidratos, mineralización de los huesos; de igual forma, en el embarazo participa en el crecimiento y desarrollo fetal (De la Rosa Parra et al., 2013; Secretaría de Salud, 2015).

Los factores hormonales influyen notablemente en el metabolismo del calcio durante el embarazo donde la somatotropina coriónica humana de la placenta aumenta la tasa de intercambio óseo materno, los estrógenos inhiben la reabsorción ósea, provocando liberación compensatoria de hormona paratiroidea y mantienen la concentración sérica de calcio, al tiempo que potencian la absorción materna de calcio en el intestino. El efecto neto de estos cambios es el favorecimiento de la retención progresiva de calcio, a fin de satisfacer la demanda esquelética fetal, gradualmente creciente, para la mineralización. La hipercalcemia fetal y los consiguientes ajustes endocrinos estimulan, en última instancia, el proceso de mineralización. Durante el embarazo se acumulan aproximadamente 30 g de calcio, casi todos ellos en el esqueleto fetal (25 g), el resto se almacena en el esqueleto materno, quedando como reserva para las demandas de calcio durante la lactancia. El contenido de calcio del recién nacido es de aproximadamente 24 g (600 mmol). La mayoría de este calcio se deposita en el último trimestre del embarazo, durante el cual el feto retiene aproximadamente 240 mg (6 mmol) de calcio al día. Para un calcio urinario materno de 120 mg (3 mmol) y una pérdida de piel materna de 60 mg (1,5 mmol), el calcio absorbido debe ser de 420 mg (10,5 mmol) diario. Para lograr esta óptima absorción de

calcio, el calcio correspondiente la ingesta debería ser de al menos 940 mg (23,5 mmol) (Mahan et al., 2013; WHO 2004).

Alimentos fuente: las leches, los quesos, el kumis, el yogur, la yema de huevo, las sardinas, el fríjol blanquillo, el ajonjolí, los frutos secos, el repollo, las guascas y el brócoli (Mataix et al.,2009; Ministerio de Salud y Protección Social, 2020).

Zinc (Zn): son variadas y numerosas las funciones de este mineral, entre ellas se destacan la actividad enzimática del metabolismo intermediario, funciones en la membrana celular, expresión génica, sistema inmune y funciones sobre el crecimiento y la integridad de la retina (Mataix et al., 2009).

Una dieta deficitaria en zinc hace que la movilización del zinc almacenado en el esqueleto materno no resulte eficaz, por lo que la carencia de este nutriente se desarrolla con rapidez. Siendo esta carencia altamente teratógenica y causante de malformaciones congénitas, alteraciones en el desarrollo cerebral del feto y comportamiento anómalo del recién nacido. Se ha visto que el aporte complementario de zinc puede reducir el riesgo de parto pretérmino (Mahan et al., 2013; Ramakrishnan, 2010).

Alimentos fuente: las carnes rojas, especialmente vísceras y los productos de mar, la leche, el queso y los productos lácteos, el pollo y los granos enteros (Secretaría de Salud, 2015; Ministerio de Salud y Protección Social, 2020).

Magnesio (Mg): es uno de los iones intracelulares más abundantes en plantas y animales y juega un papel esencial en gran número de reacciones celulares, es

además el segundo ion metálico divalente más común en los océanos y el tercero en la tierra, tiene gran importancia en muchas actividades biológicas (Mataix et al., 2009).

> En los tejidos, el Mg participa como cofactor de diversas enzimas involucradas en el metabolismo energético, en la síntesis de proteínas, de ácido ribonucleico (ARN) y de ácido desoxirribonucleico (ADN) y en el mantenimiento del potencial eléctrico de tejidos nerviosos y membranas celulares. Poco es conocido el efecto de la deficiencia o el exceso del Mg en el desarrollo del feto o en las complicaciones del embarazo (De la Rosa Parra et al., 2013).

Alimentos fuente: el chocolate, los frutos secos, las legumbres, y cereales de grano entero. Vegetales de hojas color verde oscuro en las que el magnesio es un constituyente primario de la clorofila (Mataix et al. 2009; Ministerio de salud, 1999; Ministerio de Salud y Protección Social, 2020).

Yodo (I): el organismo humano contiene de 20 mg a 50 mg de yodo, de los cuales 8 mg están presentes en la glándula tiroidea, incorporados en las hormonas tiroideas o precursores de las mismas. El yodo forma parte de la molécula de tiroxina y desempeña un papel esencial en el metabolismo de los macronutrientes (Mataix et al., 2009; Ministerio de Salud y Protección Social, 2020).

Un nivel de yodo apropiado en el periodo gestacional se asocia a mayor cociente de inteligencia en el niño, mientras que el déficit de atención se relaciona con carencias leves de yodo. En casos en los que la ingesta de yodo previa a la concepción no puede garantizarse, el aporte complementario antes de cumplirse el segundo trimestre

protege al cerebro fetal de los efectos carenciales. Si las concentraciones urinarias de yodo son bajas, es necesario un aporte complementario ya que la yodo-deficiencia puede provocaralteraciones de la función tiroidea materna y fetal. El hipotiroidismo durante el embarazo puedeafectar el desarrollo neurológico del feto, siendo inclusive por La OMS la deficienciade yodo como la primera causa de retraso mental evitable en el mundo (Mahan et al., 2013; Puig-Requesens & Espejo, 2008).

Alimentos fuente: son fuentes de yodo los pescados, mariscos y hortalizas cultivadas en suelos ricos en yodo. Desde que se reglamentó la yodización de la sal, ésta es la principal fuente (Ministerio de salud, 1999; Ministerio de Salud y Protección Social, 2020).

Selenio (Se): es un mineral el cual forma parte esencial del metabolismo del ser humano y los animales a través de las denominadas Se-proteínas, algunas de las cuales tienen importantes funciones enzimáticas; actuando bajo la forma de seleno-cisteina. Se han identificado alrededor de 35 seleno-proteinas, hasta ahora, en mamíferos, y se han caracterizado las funciones biológicas de al menos quince Se-enzimas que incluyen, entre la más importantes, cuatro isoformas de glutatión peroxidasa con actividad antioxidante, tres de isoformas de tiorredoxinareductasa que se les atribuye una función inmunológica y juegan un importante papel en la regeneración de los sistemas antioxidantes y en el mantenimiento intracelular del estadoredox, y tres isoformas de yodotironinadeiodinasa (IDI) involucradas en las función hormonal del tiroides catalizando la desiodación de la tiroxina T49. Entre otras Se-proteínas con función biológica conocida estarían la Se-proteína P (SePP), Se-

proteína W y SelenofosfatoSintetasa con dos isoformas (López-Bellido, F. J., y Bellido, L. 2013).

Respecto al rol de la modulación del estrés oxidativo y la suplementación de antioxidantes en la gestación, se reportó una relación entre el nivel de selenio y la preeclampsia, que puede sugerir un enfoque diferente para la prevención del estrés oxidativo, ya que varias selenoproteínas (en particular, glutatión peroxidasas) juegan un papel importante en la defensa antioxidante celular mediante la reducción de lípidos (Reid et al., 2011).

Alimentos fuente: la nuez del Brasil, la levadura, los huevos, el ajo, los cereales enteros, el brócoli, las cebollas, el tomate, el atún, las algas marinas, el arenque, y los hongos (Ministerio de salud, 1999; Ministerio de Salud y Protección Social, 2020).

Tabla 4. Recomendaciones de ingesta de minerales

Grupos/Edad	**Calcio (mg/d)**			**Fósforo (mg/d)**			**Hierro (mg/d)**			**Magnesio (mg/d)**		
	RDA AI*	**EAR**	**UL**	**RDA AI***	**EAR**	**UL**	**RDA AI***	**EAR**	**UL**	**RDA AI***	**EAR**	**UL**
Gestante 14-18	1300	1000	3000	1250	1055	3,5	27	23	45	400	355	350
19 – 30	1000	800	500	700	580	3,5	27	22	45	350	290	350
31 – 50	1000	800	500	700	580	3,5	27	22	45	60	300	350
Lactante 14 a 18	1300	1000	000	1250	1055		10		45	360	300	350
19 a 30	1000	800	500	700	580		9	6,5	45	310	255	350
31 a 50	1000	800	500	700	580		9	6,5	45	320	265	350
Grupos / Edad	**Potasio (g/d)**			**Selenio (µg/d)**			**Flúor (mg/d)**			**Sodio (g/d)**		
	RDA AI*	**EAR**	**UL**	**RDA AI***	**EAR**	**UL**	**RDA AI***	**EAR**	**UL**	**RDA AI***	**EAR**	**UL**
Gestante 14-18	4,7	ND	ND	60	49	400	3*	ND	10	1,5	ND	2,3
19–30	4,7	ND	ND	60	49	400	3*	ND	10	1,5	ND	2,3
31–50	4,7	ND	ND	60	49	400	3*	ND	10	1,5	ND	2,3
Lactante 14 a 18	5,1	ND	ND	70	59	400	3*	ND	10	1,5	ND	2,3
19 a 30	5,1	ND	ND	70	59	400	3*	ND	10	1,5	ND	2,3

31 a 50	5,1	ND	ND	70	59	400	3*	ND	10	1,5	ND	2,3
Grupos/Edad	**Yodo (ug/d)**			**Cloro (g/d)**			**Zinc (mg/d)**					
	RDA AI*	**EAR**	**UL**	**RDA AI***	**AR**	**UL**	**RDA AI***	**EAR**	**UL**			
Gestante 14-18	220	60	00	2,3	D	3,6	12	0,5	34			
19–30	220	60	100	2,3	D	3,6	11	,5	40			
31–50	220	160	100	2,3	D	3,6	11	9,5	40			
Lactante 14 a 18	290	209	00	2,3	D	3,6	13	10,9	34			
19 a 30	290	209	100	2,3	D	3,6	12	0,4	40			
31 a 50	290	209	000	2,3	D	3,6	12	0,4	0			

Convenciones: UL: es el más alto nivel de nutrientes que se recomienda sin poner en riesgo a la población. RDA: (*RecommendedDietaryAllowances*) nivel de ingesta de un nutriente suficiente para el 97-98% de los individuos de la población sana. AI: (*AdequateIntake*), valor recomendado obtenido por estimación basándose en la evaluación de la ingesta de la población sana. EAR: (*EstimatedAverageRequirement*), nivel de ingesta diaria de nutrientes que cubre los requerimientos de la mitad de los individuos sanos, según edad y sexo.

Fuente: food and nutrition board, Institute of medicine, national academies

Tabla 5. Recomendaciones de ingesta de macro minerales para la población colombiana

Periodos de la vida	**CALCIO mg/día**				**MAGNESIO mg/día**				**FOSFORO mg/día**			
GESTACIÓN (AÑOS)	**EAR**	**RDA**	**AI**	**UL**	**EAR**	**RDA**	**AI**	**UL**	**EAR**	**RDA**	**AI**	**UL**
MENOR DE 18 AÑOS	1100	1300		3000	335	400		350	1055	1250		4000
19-30 AÑOS	800	1000		2500	290	350		350	580	700		4000
31-50 AÑOS	800	1000		2500	300	360		350	580	700		4000
Periodos de la vida	**SODIO mg/día**				**POTASIO mg/día**							
GESTACIÓN (AÑOS)		**UL**	**AI**		**AI**							
MENOR DE 18 AÑOS		2300	1500		4700							
19-30 AÑOS		2300	1500		4700							
31-50 AÑOS		2300	1500		4700							

Convenciones: UL: es el más alto nivel de nutrientes que se recomienda sin poner en riesgo a la población. RDA: (*RecommendedDietaryAllowances*) nivel de ingesta de un nutriente suficiente para el 97-98% de los individuos de la población sana. AI: (*AdequateIntake*), valor recomendado obtenido por estimación basándose en la evaluación de la ingesta de la población sana. EAR: (*EstimatedAverageRequirement*), nivel de ingesta diaria de nutrientes que cubre los requerimientos de la mitad de los individuos sanos, según edad y sexo.

Fuente: Ministerio de Salud y Protección Social, 2016. – Resolución 3803 de 2016.

Tabla 6. Recomendaciones de ingesta de microminerales para la población colombiana

Periodos de la vida	**HIERRO mg/día**				**ZINC mg/día**				**YODO mg/día**			
GESTACIÓN (AÑOS)	**EAR**	**RDA**	**AI**	**UL**	**EAR**	**RDA**	**AI**	**UL**	**EAR**	**RDA**	**AI**	**UL**
MENOR DE 18 AÑOS	34	40		45	8,5	10		5	160	220		900
19-30 AÑOS	33	40		45	9	11		0	160	220		1100
31-50 AÑOS	33	40		45	9	11		0	160	220		1100
Periodos de la vida	**COBRE mg/día**				**FLUORURO mg/día**		**SELENIO mg/día**					
GESTACIÓN (AÑOS)	**EAR**	**RDA**	**AI**	**UL**	**AI**	**UL**	**EAR**	**RDA**	**AI**	**UL**		
MENOR DE 18 AÑOS	785	1000		8000	3	10	49	0		400		
19-30 AÑOS	800	1000		10000	3	10	49	0		400		
31-50 AÑOS	800	1000		10000	3	10	49	0		400		

Convenciones: UL: es el más alto nivel de nutrientes que se recomienda sin poner en riesgo a la población. RDA: (*RecommendedDietaryAllowances*) nivel de ingesta de un nutriente suficiente para el 97-98% de los individuos de la población sana. AI: (*AdequateIntake*), valor recomendado obtenido por estimación basándose en la evaluación de la ingesta de la población sana. EAR: (*EstimatedAverageRequirement*), nivel de ingesta diaria de nutrientes que cubre los requerimientos de la mitad de los individuos sanos, según edad y sexo.

Fuente: Ministerio de Salud y Protección Social, 2016. – Resolución 3803 de 2016.

Estas recomendaciones son el referente en Colombia para fijar la normativa y las dosis máximas permitidas, lo que permite al profesional de la salud tomar decisiones acertadas al momento de realizar la prescripción terapéutica a la mujer gestante.

Suplementación en la gestación

La guía para la detección temprana de las alteraciones del embarazo establece el suministro suplementario de ácido fólico, calcio y sulfato ferroso e indica su prescripción así: sulfato ferroso en dosis de 60 mg de hierro elemental/día y 1 mg/día de ácido fólico durante toda la gestación y hasta el sexto mes de lactancia. Calcio durante la gestación, hasta completar una ingesta mínima de 1.200-1.500 mg/día. Además, el ácido fólico para la prevención de los defectos del tubo neural se recomienda administrar durante la etapa preconcepcional, por lo menos en las cuatro semanas previas a la gestación y en las primeras doce semanas, variando de 1mg/día en mujeres sanas y, de 4 mg/día en mujeres con antecedentes de hijos con defecto del tubo neural o en tratamiento con medicamentos que aumenten su incidencia. En el mismo sentido entre las directrices sugeridas por la OMS se encuentra la suplementación vía oral de hierro y ácido fólico (tabla 7), como parte de la atención prenatal para reducir el riesgo de bajo peso al nacer, anemia materna y ferropenia.

Tabla 7. Propuesta de pauta de administración diaria de suplementos de hierro y ácido fólico durante el embarazo

Composición del suplemento	Hierro: 30–60 mg de hierro elemental
	Ácido fólico: 400 µg (0,4 mg).
Frecuencia	Un suplemento al día.
Duración	Todo el embarazo. La administración de suplementos de hierro y ácido fólico debe empezar lo antes posible.
Grupo destinatario	Todas las embarazadas.

Entornos	Todos los entornos.
30 mg de hierroelementalequivalen a 150 mg de sulfato ferroso heptahidratado, 90 mg de fumarato ferroso 250 mg de gluconato ferroso.	

Fuente: Organización Mundial de la Salud, 2014.

Además, la OMS sugiere ante el diagnóstico de anemia gestacional (hemoglobina <11 g/dL en el primer y tercer semestre, y <10,5 g/dL en el segundo trimestre) que se le deberá administrar diariamente suplementos de hierro: 120 mg de hierro elemental y ácido fólico (400 µg, o 0,4 mg) y, después de normalizarse los valores sanguíneos de estos micronutrientes, continuar con la dosis terapéutica normal.

En el manual para el personal de la salud de la Alcaldía de Medellín, específicamente en el capítulo de alimentación en la gestación está en concordancia con los lineamientos de la OMS de ofrecer hierro elemental suplementario en dosis de 60 mg/día a las gestantes con hemoglobina entre ≥11 y <14 g/dL (Secretaría de Salud. Alcaldía de Medellín, 2015*).*

En las gestantes con hemoglobina ≥14 g/dL no recomiendan prescribir suplemento de hierro, sin embargo, deben tener la misma vigilancia del contenido de hierro mediante la evaluación de la hemoglobina y los índices eritrocitarios, y en caso necesario determinar las reservas corporales de este mineral mediante el análisis de la ferritina sérica. El aumento de la hemoglobina durante el embarazo puede deberse a una hemoconcentración por poca expansión del volumen plasmático, que se asocia con algunas patologías y no necesariamente con un buen estado nutricional de este micronutriente. La suplementación de hierro bajo condiciones de hemoconcentración,

favorece al estrés oxidativo, efecto deletéreo que debe estar bajo control (Secretaría de Salud, 2015; Oxilia, 2014).

En cuanto a los procesos oxidativos, estos ejercen una función reguladora fundamental durante el embarazo. El balance entre las especies reactivas de oxigeno (ERO`s o ROS por sus siglas en inglés) y los antioxidantes han sido implicados en la regulación de los procesos reproductivos, como la fase lútea cíclica y cambios endometriales, el desarrollo folicular, la ovulación, la fertilización, la embriogénesis, la implantación embrionaria, y la diferenciación y el crecimiento de la placenta. Por el contrario, los desequilibrios entre la producción de ROS y sistemas antioxidantes inducen estrés oxidativo que afecta negativamente a los procesos reproductivos. Los niveles de ROS se aumentan durante el periodo gestacional, ello afecta el desarrollo embrionario, fetal y de la placenta. En consecuencia, un pobre control en el estrés oxidativo se considera un promotor probable de trastornos, como abortos espontáneos, embriopatías, preeclampsia, restricción del crecimiento fetal, parto prematuro y bajo peso al nacer. Los factores nutricionales y los ambientales cuando son adversos pueden contribuir a tales resultados desfavorablesdurante el embarazo (Núñez, 2011).

El sistema de defensa antioxidante está constituido por un grupo de sustancias que, al estar presente en concentraciones bajas con respecto al sustrato oxidable, retrasan o previenen significativamente la oxidación de este. Como sustrato oxidable se pueden considerar casi todas las moléculas orgánicas o inorgánicas que se encuentran en las células vivas, como proteínas, lípidos, hidratos de carbono y las moléculas de ADN. Los antioxidantes pueden ser enzimáticos o no. Estos se clasifican en endógenos (se encuentran en el organismos y son sintetizados por sus células) y exógenos

(ingresan a través de la dieta), entre los exógenos se tienen la vitamina E, la vitamina C, el betacaroteno, los flavonoides o licopeno, entre otros (Oxilia, 2014; Venereo Gutiérrez, 2002).

Se explica en un estudio que las pacientes con niveles de hemoglobina mayores a 13,2 g/dL también tendrían elevados riesgos materno-fetales por favorecer el estrés oxidativo, el hierro en su forma ferrosa es una de las principales especies químicas involucradas en las reacciones de iniciación y propagación de los fenómenos de generación de ROS, y en los de peroxidación lipídica y es esta, la presentación farmacéutica suministrada a las embarazadas. El cuerpo se defiende de la posible amenaza del exceso de hierro quelándolo por medio de proteínas; del mismo modo se defiende del estrés oxidativo aumentando su actividad antioxidante. No obstante, cualquier falla en los mecanismos de defensa antioxidantes del organismo durante el embarazo, puede traducirse en una elevación significativa del estrés oxidativo con las posibles consecuencias tanto para la madre como para el feto (Calderón, 2007).

En un artículo de revisión acerca de nutrición y embarazo realizado en la Universidad de Ciencias Médicas de La Habana (Cuba), respecto a la anemia ferropénica el Instituto de Nutrición e Higiene de los Alimentos (INHA) plantean para el tratamiento farmacológico de la anemia ferropénica leve, una dosis oral de hierro elemental diaria de 60 mg. en anemia moderada o grave, se recomienda aumentar la dosis oral a 120 mg de hierro elemental diarios, concomitante con la administración diaria de ácido fólico y Vitamina C. No recomiendan dosis mayores de 120 mg diarios de hierro porque el zinc y otros nutrientes compiten con el hierro en el proceso de absorción y puede crearse un desequilibrio perjudicial para el desarrollo fetal. Como

conclusión final definen la importancia de determinar en la gestante los requerimientos nutricionales, la dieta adecuada y hacer prevención de la anemia por medio de suplementos acorde al estado en el que este (Cruz y López, 2012).

En Colombia, en un estudio analítico de corte transversal realizado en la ciudad de Medellín en el año 2013, acerca del estado nutricional del hierro en 276 gestantes adolescentes, entre 10 y 19 años, en el tercer trimestre de gestación, reporto altas prevalencias de anemia y ferropenia, asociadas con la no adherencia al suplemento de hierro, encontrando que la prevalencia de anemia fue mayor en el tercer trimestre en comparación a los dos primeros. Además, se concluyó que más del 90% de las gestantes tuvieron reservas inadecuadas de hierro y el consumo del suplemento aumentó la concentración de todos los indicadores bioquímicos relacionados con el estado del hierro evaluado. La prevalencia de anemia en las gestantes adolescentes en tercer trimestre fue alta (17,1%), y el 55,3% refirió un consumo inadecuado del suplemento de hierro, y en aquellas que presentaron deficiencia de hierro, el 59,7% refirió un consumo adecuado. Únicamente el 6% de las embarazadas se clasificó con reservas adecuadas de hierro (Escudero, Parra, Herrera, Restrepo y Zapata, 2014).

En cuanto a la suplementación de ácido fólico para Colombia siguen las pautas de la OMS, recomendando a todas las gestantes una dosis de 400 µg/día, idealmente tres meses como mínimo, antes de la concepción y durante toda la gestación. Además del suplemento recomiendan una alimentación saludable con un consumo de alimentos fuente de este nutriente (Secretaría de Salud, 2015). Indicando, además, que los suplementos orales se pueden presentar en forma de cápsulas o comprimidos (solubles, efervescentes, disgregables o de liberación modificada). Acorde a un

proceso que cumpla con la normativa en calidad e inocuidad en su fabricación y distribución.

En Colombia, otro estudio, cuasi experimental realizado durante el 2005, concluyó que la ingestión diaria de un suplemento de hierro y ácido fólico contribuyó a evitar la anemia en el 94,4% de las madres y a mantener los depósitos de hierro en el 77,8% de las participantes, este suplemento contenía por 60 mg de hierro elemental, 400 µg de ácido fólico y 70 mg de vitamina C. La suplementación se acompañó de educación nutricional para lograr adherencia en la toma del suplemento, además de vigilancia a la tolerancia y adecuado consumo del mismo (Parra, Manjarrez, Gómez & Álzate, 2005). Es de importancia resaltar que el ácido ascórbico o vitamina C se considera favorecedor en la absorción de hierro a nivel gastrointestinal.

En un estudio acerca de conocimientos y prácticas alimentarias en gestantes asistentes al programa de control prenatal, en municipios del departamento de Antioquia, Colombia en el 2010, se concluyó que más del 60% de las gestantes desconocía cómo debía ser su alimentación. El 75% no identificó cuáles alimentos aportaban calcio, hierro y ácido fólico a la dieta, el 74,6% consumía alimentos ricos en calcio por lo menos tres veces a la semana y 47,5% más de cinco veces. El 90,5% nunca o rara vez consumía alimentos ricos en ácido fólico; no obstante, 87% consumía suplementos de micronutrientes. El bajo nivel educativo incrementó el riesgo de bajo consumo de frutas y verduras (50%), alimentos fuentes de hierro (40%) y alimentos fuentes de calcio (20%) ($p<0,05$) (Torres et al., 2013).

La OMS informa que las embarazadas toleran bien las dosis recomendadas de suplementos de vitamina A, pero esta puede ser tóxica para la madre y el feto cuando

las dosis superan las 10000 UI diarias o las 25000 UI semanales. En las embarazadas puede ser preferible administrar β-caroteno, un precursor de la vitamina A, en lugar de suplementos de vitamina A, porque no se ha observado que el exceso de β-caroteno cause malformaciones congénitas (OMS, 2007).

No es aconsejable administrar una dosis única de vitamina A superior a 25000 UI, sobre todo entre el día quince y sesenta después de la concepción; a partir del día sesenta después la concepción es desconocida la inocuidad de una dosis única de vitamina A superior a 25000 UI. Es probable que el riesgo de toxicidad no teratógena para el desarrollo disminuya a medida que avance la gestación (OMS, 2007).

Tabla 8. Propuesta de plan de administración de suplementos de vitamina A

Grupo objetivo	**Embarazadas**
Dosis	Hasta 10000 UI de vitamina A (dosis diaria) o
	Hasta 25000 UI de vitamina A (dosis semanal)
Vía de administración	Oral, preparación líquida, de palmitato de retinilo o de acetato de retinilo en solución oleosa
Duración	Un mínimo de 12 semanas durante el embarazo y hasta el parto
Entorno	Poblaciones en las que la prevalencia de ceguera nocturna es igual o superior al 5% entre las embarazadas o igual o superior al 5% entre los niños de 24–59 meses de edad
Convenciones: UI, unidades internacionales.	

Fuente: OMS, 2007.

En administración de yodo en el embarazo la OMS no plantea directrices, sin embargo recomienda junto con la UNICEF la administración de suplementos de yodo a las embarazadas o en periodo de lactancia en países en los que menos del 20% de los hogares tenga acceso a la sal yodada, hasta que se extienda la cobertura del programa de yodación de la sal, los países en los que entre el 20% y el 90% de los hogares tengan acceso a la sal yodada deberán esforzarse por acelerar la yodación de la sal o evaluar la viabilidad de aumentar el consumo de yodo, en forma de suplementos o alimentos enriquecidos con yodo en los grupos más vulnerables (López, Sánchez, Sánchez y Calderay, 2010).

La sociedad Española de Endocrinología y Nutrición, analiza la situación en este país (España) y hace una revisión a los estudios realizados en zonas de deficiencia de yodo de leve a moderado, y recomiendan que “en espera de alcanzar la meta de la inmensa mayoría de la población gestante de España presente un adecuado estado nutricional de yodo, se mantiene la recomendación explicita de la prescripción de yoduro potásico antes de la gestación, si es posible durante la gestación y en el periodo de lactancia”, sin embargo, el grupo PrevInfad pone a manifiesto diferentes recomendaciones ya que considera que no existen pruebas de calidad suficiente para determinar el balance entre los beneficios y riesgos del suplemento farmacológico de yodo durante la gestación y lactancia, y sugiere que no se realice esta intervención. Sin embargo, en el mismo artículo manifestaron estas recomendaciones como “débiles” según GRADE (Pallás, 2014).

En otro estudio descriptivo ttransversal realizado también en este país llevado a cabo en las salas de preparto y parto del Hospital Universitario La Paz de Madrid

acerca de los suplementos nutricionales consumidos en la gestación, encontraron que el 97,6% de las mujeres tomaron algún suplemento durante la gestación y el suplemento más utilizado fue el ácido fólico (92%), seguido del hierro (74,8%), los multivitamínicos (45,4%) y el yodo (38,04%). En la etapa preconcepcional la suplementación con ácido fólico fue de tan solo el 28%. Con una adherencia al tratamiento de un 80,3%. En el estudio se plantea la importancia de la suplementación con hierro, con yodo, y con ácido fólico. En cuanto a la suplementación con hierro manifestaron respecto a los estudios realizados sobre la carencia de hierro en la gestación que la anemia del embarazo es la deficiencia nutricional más frecuente en el mundo, con prevalencias de 20% en las gestantes en los países desarrollados y del 35 al 75% en los países en vías de desarrollo. Recomiendan la suplementación en gestantes con baja ingestión de hierro, con dosis de 30 mg al día por vía oral para prevención y de 60 y 120 mg/día para tratamiento.

En un artículo de revisión del 2010 acerca de suplementos en embarazadas en Madrid, se concluye que además de una dieta equilibrada, se aconseja un suplemento con 0,4 mg/día de ácido fólico en el mes previo a la concepción y, al menos durante el primer trimestre. En caso de antecedentes de malformaciones la dosis será de 4 mg/día, se recomiendan los suplementos de dosis bajas de hierro oral durante la segunda mitad del embarazo en las mujeres sin riesgo de ferropenia. En pacientes con anemia previa se debe iniciar al principio de la gestación. La dosis recomendada de hierro elemental al día durante el embarazo (30 mg), se encuentra en 150 mg de sulfato ferroso, o 300 mg de gluconato ferroso.

Además, recomiendan un aumento de la ingesta de yodo, utilizando sal yodada y asociando un suplemento de 200 µg/día, iniciándolo antes de la concepción, del mismo modo que se realiza con los folatos manteniéndolo durante todo el embarazo y lactancia.

En cuanto al calcio no se aconsejó de forma rutinaria salvo en grupos de riesgo. La dieta debe incluir al menos 3 raciones de alimentos ricos en calcio; y se debe procurar una ingesta diaria de ácidos grasospoliinsaturados omega-3 (DHA) de 200 mg/día. Respecto a los suplementos con multivitaminas y minerales aunque no existe evidencia de su beneficio, se dispone de algunos productos en el mercado que incluyen dosis adecuadas de ácido fólico, vitamina B12, hierro y yodo, y pequeñas cantidades de otros micronutrientes que cubren las necesidades de la mayoría de las gestantes, aunque en el estudio no mencionan qué suplementos y sus dosis (López et al., 2010).

Un estudio acerca de la suplementación con calcio en embarazo usando PubMedClinicalQueries, UptoDate y el documento OPS/OMS concluyo que, en patología de hipertensión arterial presente en la gestación, a pesar de la etiología no muy clara, se ven resultados favorables al momento de suministrar calcio. Como predictor se usó la excreción de calcio en orina con puntos de corte como riesgo para desarrollar alteraciones en la presión durante el embarazo y la dosis de suplementación oscilaron entre 1.000 a 2.000 mg de calcio en los diversos estudios (Herrera, 2013).

Acerca de la asociación de pica durante el embarazo y la deficiencia de micronutrientes en mujeres argentinas, en donde pica se define como el consumo persistente y compulsivode sustancias no nutritivas, categorizándola como consumo persistente (frecuencia no menor a cada 15 días) de hielo (pagofagia), tierra (geofagia)

o cualquier otra sustancia no nutritiva. Las sustancias consumidas durante la práctica de pica fueron: hielo, tierra, papel, ladrillo, desinfectante y alimento para perros. Las mujeres con diagnóstico de pica tuvieron prevalencias más elevadas de antecedentes familiares de pica y antecedentes personales de pica en la infancia (OR: 15,9) y valores más bajos en el volumen corpuscular medio (p = 0,008), la hemoglobina corpuscular media (p = 0,009) y el zinc en eritrocito (p = 0,008). Las características socio-demográficas, antropométricas y el peso del neonato fueron similares en ambos grupos. Aplicando un modelo de regresión logística, el bajo zinc eritrocitario se asoció al diagnóstico de pica (p = 0,028) (Poy et al., 2012).

Normativa Colombiana de suplementos

En Colombia se tiene diferente normativa en cuanto a la comercialización de suplementos nutricionales las cuales deben ser tenidas en cuenta por el personal de la salud, de manera que se recomiende a las maternas productos seguros, considerando las necesidades particulares de cada una, las características de cada suplemento, la condición de salud y el estado nutricional, las recomendaciones específicas de requerimientos nutricionales para la mujer colombiana y qué tan ajustado están los suplementos disponibles a la normativa.

El decreto 3863 del 2008, que modifica el decreto 3249 del 2006, por el cual se reglamenta la fabricación, comercialización, envase, rotulado o etiquetado, régimen de registro sanitario, de control de calidad, de vigilancia sanitaria y control sanitario de los suplementos, el decreto 4857 del 2007, el cual se modifica el artículo 52 del Decreto

3249 de 2006, entro otros diversos decretos los cuales han ido modificando algunos artículos de la resolución 3249, la resolución 2015 del 2011, por el cual se expide la guía de inspección de buenas prácticas de manufactura en plantas o fábricas de alimentos que fabriquen, acondicionen o semielaboren suplementos dietarios, la resolución 2009025533 del 2009, mediante la cual se establecen pautas para la reclasificación de algunos productos a suplementos dietarios, entre otras a tener presentes.

Tabla 9. Valores de referencia diarios y nivel de ingesta máximo tolerable de vitaminas, minerales y oligoelementos para suplementos dietarios

Nutriente	**Unidad de medida**	**Nivel de ingesta máximo tolerable**
Vitamina A	Unidades internacionales	10000 UI
Vitamina D	Microgramos/unidades internacionales	50 µg/2000 UI
Vitamina E	Miligramos/unidades internacionales	1000 mg/1500 UI
Vitamina K	Microgramos/unidades internacionales	NE
Vitamina C	Miligramos	1000 mg
Vitamina B1	Miligramos	NE
Vitamina B2	Miligramos	NE
Niacina	Miligramos	35 mg
Vitamina B6	Miligramos	100 mg
Ácido fólico	Microgramos	1000 µg
Vitamina B12	Microgramos	NE
Biotina	Microgramos	NE
Ácido pantoténico	Miligramos	NE
Calcio	Miligramos	2500 mg
Cobre	Miligramos	10 mg

Cromo	Miligramos	NE
Flúor	Miligramos	10 mg
Fósforo	Miligramos	2300 mg
Hierro	Miligramos	45 mg
Magnesio	Miligramos	350 mg2*
Manganeso	Miligramos	11 mg
Molibdeno	Microgramos	2000 µg
Potasio	Miligramos	3*
Selenio	Microgramos	400 µg
Sodio	Miligramos	2300 mg
Yodo	Microgramos	1100 µg
Zinc	Miligramos	40 mg
NE: No Establecido		
1* Fuentes UL: FAO/WHO o Institute of Medicine of the National Academies –IOM		
2* Este UL aplica solo para consumos a partir de suplementos dietarios.		
3* En individuos con excreción alterada de potasio urinario, debe ser prescrito solo con supervisión médica, pues existe potencial bien documentado de toxicidad.		

Fuente: anexo 1 del decreto 3249 del 2006

Propiedades físico químicas de los nutrientes y su impacto en las características sensoriales

Vitaminas

Vitamina A: la selección del compuesto de vitamina A para uso en fortificación depende principalmente de las características del vehículo alimentario, además de varias consideraciones tecnológicas, regulatorias y religiosas. Debido a que la vitamina A preformada (retinol) es un compuesto inestable, se esterifica en las preparaciones comerciales por lo general con ácido palmítico o acético, convirtiéndose en sus correspondientes ésteres más estables. El acetato de retinol y los palmitatos de retinol,

junto con la provitamina A (β-caroteno) son, por lo tanto, las principales formas comerciales de vitamina A disponibles para uso en la fortificación de alimentos. El intenso color naranja del β-caroteno lo hace inadecuado para su uso en la fortificación de varios alimentos, pero se emplea ampliamente para darle un color amarillo-naranja a la margarina y a las bebidas. Debido a que la vitamina A es liposoluble, es fácil de agregar a alimentos basados en grasa u oleosos. Cuando el vehículo alimentario es seco o hidrosoluble se necesita una forma encapsulada de la vitamina. Con base en esta diferenciación, los compuestos de la vitamina A se pueden dividir en dos categorías: - Formas oleosas que pueden ser incorporadas directamente en los alimentos a base de grasa o emulsionados en alimentos líquidos (como la leche). - Las formas secas que pueden ser mezcladas en los alimentos o dispersadas en agua, dependiendo de si se dispersan en agua fría o en agua caliente. La vitamina A pura y el β-caroteno en solución son inestables cuando se exponen a la luz ultravioleta, el oxígeno o el aire. Por lo tanto, todas las formas de vitamina A —oleosa o seca— se protegen con antioxidantes para prolongar su tiempo de conservación. El uso de envases herméticos proporciona protección adicional. Por ejemplo, la pérdida de vitamina A en latas selladas de aceite es mínima, pero las pérdidas en cereales, azúcar o aceites pueden llegar a 40%, dependiendo de las condiciones ambientales y el tiempo de almacenamiento. El empaque opaco es indispensable para mantener la estabilidad de la vitamina A en los aceites fortificados (OMS, 2017).

Vitamina D: es posible agregar a los alimentos vitamina D2 (ergocalciferol) o D3 (colecalciferol). Las dos formas tienen actividades biológicas similares, ambas son muy

sensibles al oxígeno y a la humedad, y ambas interactúan con los minerales. En la mayor parte de las aplicaciones comerciales se usa una forma seca y estabilizada de la vitamina D, la cual contiene un antioxidante (por lo general tocoferol) que protege la actividad aun en presencia de minerales. Con frecuencia se fortifica con vitamina D la leche y otros productos lácteos, como la leche en polvo y la leche evaporada. En muchos países también se fortifica la margarina con esta vitamina. La baja exposición a la luz solar es un factor de riesgo para la carencia de la vitamina D y puede ser un problema en las personas que viven en latitudes extremas al norte o al sur donde los niveles de radiación UV son menores durante los meses invernales, así como en las mujeres que, por razones culturales, pasan gran parte del tiempo en ambientes interiores o cubiertas con vestimentas. En dichas situaciones se ha encontrado que la fortificación de la leche y de la margarina con vitamina D es una estrategia útil para incrementar la ingesta; el objetivo es suministrar hasta 200 UI/día en la alimentación (OMS, 2017).

Vitamina E: varios compuestos tienen actividad de vitamina E: α, β, γ y δ tocoferoles y α, β, γ y δ tocotrienoles. Respecto a la estabilidad de los tocoferoles, estos seoxidan en presencia de oxígeno o radicales libres, sobre todo si están en contacto con metales. En almacenamiento no sufre grandes pérdidas por almacenamiento. En tratamientos térmicos en condiciones anaerobias, como en el enlatado, no modifican significativamenteel contenido de vitamina E, por el contrario, los tratamientos térmicos en condiciones aerobias pueden ocasionar pérdidas importantes de vitamina E, es además sensible a la luz, se oxida en presencia de

oxígeno. Asimismo, puede actuar como antioxidante secuestrando al oxígeno, es estable tanto a pH ácido como alcalino, en actividad acuosa la estabilidad frente a la oxidación es máxima en la zona de monocapa, al igual que los lípidos frente a la oxidación (Lupano, C. E, 2013).

Tiamina: puede encontrarse en varias formas fosforiladas, interconvertibles: el monofosfato de tiamina, el trifosfato de tiamina, y el pirofosfato de tiamina (PPT). El mononitrato y el hidrocloruro de tiamina se utilizan en alimentos fortificados y en suplementos nutricionales. Junto con la vitamina C, una de las vitaminas más inestables.

En la refinación de cereales se pierde tiamina, que se encuentra en los tegumentos, se pierden cantidades apreciables de tiamina por solubilización, en el lavado, y en el agua que exuda la carne en el descongelamiento y se destruye por calentamiento prolongado, por ejemplo en el enlatado, por agentes químicos: es lábil a pH cercano a la neutralidad y también en medio alcalino, es muy estable a temperatura ambiente en sistemas de baja actividad acuosa, cuando esta aumenta la estabilidad disminuye rápidamente, por ejemplo en enlatados, sobre todo si la temperatura supera los 45°C, es sensible a compuestos derivados del pardeamiento no enzimático y a los peróxidos formados durante la oxidación de los lípidos. (Lupano, C. E, 2013)

“Debido a que la toxicidad no es un problema, el Consejo de Alimentación y Nutrición de los Estados Unidos no ha definido niveles máximos de ingesta tolerable (NM) para la tiamina” (OMS, 2017).

Piridoxina: en la fortificación de alimentos se usa fundamentalmente el clorhidrato de piridoxina, en cuanto a la estabilidad en tratamientos físicos: En la molienda de trigo para obtener harina blanca se pierden importantes cantidades de vitamina B6, al igual que de otras vitaminas, ya que éstas se encuentran en los tegumentos exteriores que se eliminan, la solubilización al ser una vitamina hidrosoluble, se pueden producir pérdidas por lixiviación cuando se procesa el alimento en agua, en tratamientos térmicos durante el procesado térmico de alimentos como la carne y la leche, se puede producir la interconversión entre distintas formas de esta vitamina, sin consecuencias nutricionales, con aumento de la forma amino (piridoxamina o fosfato de piridoxamina). La estabilidad frente al procesamiento térmico depende de la forma de la vitamina y del pH; la piridoxina es más estable que el piridoxal, y es muy estable a pH ácido, aumentando su sensibilidad a pH neutro y más a pH alcalino. El piridoxal puede inducir durante el tratamiento térmico de los alimentos la eliminación de H2S o metil mercaptano de aminoácidos azufrados, dando origen a sabores particulares o color negro en alimentos enlatados debido a la formación de FeS. También se ha observado una interacción entre el piridoxal o el fosfato de piridoxal y el grupo ε-amino de los residuos de lisina de las proteínas lácteas y de carne e hígado procesados térmicamente.La vitamina B6, en todas sus formas, es muy inestable a la luz, aparentemente por un mecanismo que no requiere la presencia de oxígeno para iniciarse, y que no dependería mucho de la actividad acuosa pero sí de la temperatura. En cuanto a agentes químicos pH: todas las formas de la vitamina B6 son muy estables a pH muy ácido (Lupano, C. E, 2013).

En el caso de la vitamina B6, se ha vinculado a la neuropatía sensorial con la alta ingesta de suplementos, pero según los hallazgos del Consejo de Alimentación y Nutrición de los Estados Unidos, «No se han notificado efectos adversos asociados con la vitamina B6 de los alimentos. Esto no significa que no exista la posibilidad de efectos adversos resultantes de un alta ingesta. Debido a que los datos sobre los efectos adversos de la vitamina B6 son limitados, se justifica la precaución». Por lo tanto se estableció un NM de 100 mg para los adultos y de 30 a 40 mg para los niños. Es muy poco probable que se puedan alcanzar estos niveles con los alimentos fortificados (OMS, 2017).

Ácido fólico: El consumo de ácido fólico en las cantidades que normalmente se encuentran en los alimentos fortificados no se ha asociado con efectos adversos para la salud. Sin embargo, siempre ha habido cierta preocupación de que la alta ingesta de ácido fólico pueda enmascarar o exacerbar problemas neurológicos, como la anemia perniciosa, en personas con una baja ingesta de vitamina B12. Esto ha conducido a la resistencia en algunos países a fortificar con ácido fólico. Esta preocupación es particularmente pertinente en las personas que obtienen el ácido fólico de suplementos y de una variedad de alimentos fortificados, como es el caso en muchos países industrializados. En esta situación, es posible que algunas personas excedan el NM del ácido fólico establecido (1mg/día). Una solución obvia a este posible problema es la fortificación de alimentos con vitamina B12 y ácido fólico. Para evitar cualquier posible riesgo de efecto adverso, los programas de fortificación con ácido fólico se deberán diseñar de manera tal que se limite la ingesta diaria regular a un máximo de 1mg. Además, se podrían considerar medidas que exijan que los suplementos y los

alimentos fortificados que contienen ácido fólico también incluyan vitamina B12, especialmente en el caso de los productos que consumen los ancianos, quienes están expuestos a un mayor riesgo de carencia de vitamina B12 y sus afecciones asociadas, en particular, la anemia perniciosa.

Varios estudios han demostrado que una mayor ingesta de folato en algunas mujeres puede reducir el riesgo de tener hijos con defectos del tubo neural. La Organización Panamericana de la Salud ha recomendado en toda Latinoamérica que las intervenciones de fortificación de alimentos deben proporcionar una cantidad adicional diaria de ácido fólico de 200 µg. Se espera que, con estos niveles de ingesta adicional, la ingesta habitual diaria de ácido fólico más el folato de los alimentos exceda el requerimiento promedio estimado y se aproxime a la Ingesta recomendada de nutrientes para la mayor parte de la población objetivo (OMS, 2017).

Cianocobalamina: la vitamina B12 es imprescindible para el desarrollo de los glóbulos rojos. La coenzima B12 o 5´desoxiadenosilcobalamina se necesita para la acción de varias enzimas. Por otro lado, la metilcobalamina (metil B12) actúa como transportador de un grupo metilo del N5 -metiltetrahidrofolato a moléculas aceptoras como la homocisteína, que se transforma en metionina (4,5). Sin vitamina B12 el metiltetrahidrofolato no puede pasar a su forma activa, el tetrahidrofolato, alterándose la transferencia de grupos de átomos de un carbono y la síntesis de ácidos nucleicos.

Tiene estabilidad en tratamientos físicos, en el almacenamiento se pierde poca vitamina B12, en tratamientos térmicos es inestable al calor en medio alcalino, en la luz es inestable (Lupano, C. E, 2013).

Vitamina C: el ácido ascórbico y el palmitato de ascorbilo con frecuencia se agregan a aceites, grasas, bebidas carbonatadas y otros alimentos como una manera de mejorar la estabilidad de otros micronutrientes que se agregan (como la vitamina A) o para mejorar la absorción del hierro. Sin embargo, el ácido ascórbico es relativamente inestable en presencia de oxígeno, metales, humedad o altas temperaturas. Para retener la integridad de la vitamina C (especialmente durante el almacenamiento), los alimentos deben ser empacados apropiadamente o encapsular el ácido ascórbico (OMS, 2017).

Minerales

Hierro: el hierro es el micronutriente más desafiante para agregar a los alimentos debidos a que los compuestos de hierro que tienen la mejor biodisponibilidad tienden a ser los que interactúan más fuertemente con los constituyentes alimentarios para producir cambios organolépticos indeseables. El objetivo general cuando se selecciona un compuesto de hierro para ser usado en la fortificación de alimentos, es encontrar el que tenga la mayor biodisponibilidad relativa.

> Actualmente se utiliza una amplia variedad de compuestos de hierro para ser agregados a los alimentos, los cuales se pueden dividir en tres grandes categorías: — solubles en agua; — poco solubles en agua pero solubles en ácido diluido; — insolubles en agua y poco solubles en ácido diluido.

Aparentemente el bisglicinato ferroso es muy adecuado para la fortificación de la leche entera de consumo directo y otros productos lácteos cuando el uso de sulfato ferroso causa sabores rancios. Sin embargo, el bisglicinato ferroso también puede causar rancidez por oxidación de las grasas en los alimentos, lo cual puede ser un problema en las harinas de cereales y en los cereales de destete, a menos que también se agregue un antioxidante. Además, el bisglicinato es más costoso que cualquier otro compuesto de hierro.

Los alimentos complementarios (alimentos que están dirigidos a los lactantes durante el período de destete) por lo general se basan en cereales secos y se consumen como papillas o atoles con leche o agua. En otras ocasiones se basan en la mezcla de cereales y leguminosas, los cuales también se preparan como papillas o atoles con agua. La adición de sulfato ferroso, bisglicinato ferroso y otros compuestos solubles a estos productos puede causar rancidez y algunas veces también cambio de color, particularmente si a las papillas se les agregan frutas. Para solucionar esos problemas, una opción sería usar formas encapsuladas, como el sulfato ferroso. Aunque el encapsulado ayuda a evitar la oxidación de la grasa durante el almacenamiento, la leche o el agua caliente eliminan la cápsula y aún se podrían presentar cambios de color en presencia de algunas frutas y vegetales (OMS, 2017).

Los efectos indeseables de la suplementación con hierro oral corresponden a aquellos derivados de la intolerancia gástrica. Estos efectos han sido reducidos en un gran número de compuestos diferentes del sulfato ferroso (ascorbato, lactato, succinilcaseína), si bien a expensas en muchas ocasiones de una menor absorción o biodisponibilidad (López et al., 2010).

Calcio: en comparación con otros micronutrientes, el calcio es necesario en cantidades relativamente grandes. En términos generales, la absorción del calcio agregado es similar a la del que se encuentra naturalmente presente en los alimentos, la cual varía de 10% a 30%. Sin embargo, altas concentraciones de calcio inhiben la absorción del hierro de los alimentos y esto es un aspecto que también se debe tener en cuenta cuando se tome la decisión sobre la cantidad de calcio a agregar. La adición concomitante de ácido ascórbico puede ayudar a anular el efecto inhibitorio del calcio sobre la absorción del hierro. Agregar sales de calcio a algunos alimentos puede causar cambios indeseables en el color, textura y estabilidad al aumentar la interacción de las proteínas, pectinas y gomas. Los compuestos de calcio también pueden oscurecer las bebidas de chocolate (OMS, 2017).

Zinc: se conoce muy poco acerca de los efectos de agregar zinc en las propiedades sensoriales de los alimentos. La fortificación de la harina de trigo con concentraciones relativamente altas de zinc (como acetato de zinc) no afectó las propiedades organolépticas. Asimismo, agregar 60 ó 100 mg zinc/kg a la harina de trigo (como sulfato de zinc u óxido de zinc) no cambió la aceptación del pan. Es posible encapsular los compuestos de zinc pero hasta la fecha no se ha considerado, sin embargo, esta sería una manera conveniente de enmascarar el sabor desagradable de algunos compuestos de zinc (OMS, 2017).

Magnesio: es uno de los elementos más abundantes en el organismo y ocupa el cuarto lugar entre los cationes, superado por el calcio, sodio y potasio. El adulto normal

posee de 20 a 28 g de (Mg) en total. La mayor parte del magnesio se localiza en el interior de las células (99%). La concentración de magnesio en el plasma es mantenida constante en el adulto, entre 0,75 a 1,25 mmol/L (Lovesio, 2006).

El magnesio se encuentra naturalmente presente en los alimentos y se agrega a ciertos alimentos fortificados (NIH, 2012). Sin embargo la literatura no aporta información acerca de las características sensoriales cuando se adiciona este mineral a los alimentos.

Selenio: el selenito es un compuesto blanco y soluble en agua, con una absorción de alrededor de 50%. Rápidamente se reduce a selenio elemental no absorbible por medio de agentes reductores como el ácido ascórbico y el dióxido de azufre. El selenito de sodio es incoloro y es menos soluble en agua y más estable que el selenito, especialmente en presencia de cobre y hierro. Tiene la mejor absorción (casi 100% del compuesto solo o de 50% a 80% dependiendo del vehículo alimentario al que se agrega) y también aumenta de manera más efectiva la actividad de la enzima glutatión peroxidasa. Las formas orgánicas de selenio, como la seleno-metionina, se absorbe tan bien como el selenito, pero permanece más tiempo en el organismo, por lo cual teóricamente representa un mayor riesgo de toxicidad. Por esta razón no se ha utilizado ampliamente para la fortificación.

Actualmente se está usando el selenito de sodio para la fortificación de una gama de alimentos en diferentes partes del mundo. El selenito de sodio es un ingrediente en algunas bebidas deportivas (alrededor de 10 µg/l) y en los Estados Unidos se usa para fortificar alimentos para lactantes (OMS, 2017).

Dificultades

Los problemas tecnológicos relacionados con la fortificación de alimentos, especialmente en relación con los niveles apropiados de nutrientes, la estabilidad, las interacciones y las propiedades físicas, así como la aceptación por los consumidores, tanto de las propiedades de cocción como del sabor, la naturaleza del vehículo alimentario o del compuesto puede limitar la cantidad del nutriente que es posible agregar, se carece del conocimiento acerca del impacto cuantitativo de las interacciones entre los nutrientes que se agregan como mezcla en la absorción de los nutrientes individuales, lo cual complica la estimación de la cantidad de nutriente que se debe agregar, un análisis realista de la capacidad de compra de los beneficiarios potenciales, los costos recurrentes necesarios para crear y mantener la demanda de estos productos, así como los costos de un efectivo sistema nacional de vigilancia para asegurar que la fortificación sea eficiente e inocua (OMS, 2017).

Metodología

Inicialmente se realizó revisión bibliográfica, con la finalidad de determinar los micronutrientes a incluir en los suplementos de vitaminas y minerales, según los beneficios, la dosis, el tipo de micronutriente, la ENSIN, los requerimientos nutricionales en la población colombiana, específicamente en este grupo poblacional (gestantes), los excipientes constituyentes del suplemento y su presentación, lo cual fue descrito en el marco teórico. En esta etapa se decidió desarrollar un suplemento de 2 componentes, uno que vehiculizará las vitaminas y otro los minerales, con el fin de optimizarlos y reducir interferencias en la absorción de los múltiples componentes seleccionados.

Posterior se determinó el modelo para la prueba sensorial, siendo el modelo 2^2, donde las variables a estudiar fueron, para la prueba del suplemento con minerales, el calcio y la fruta liofilizada, y para el producto correspondiente a las vitaminas fueron la tiamina y la piridoxina (tabla 10 y tabla 11), teniendo en cuenta las modificaciones que pueden causar estas sobre las características sensoriales del suplemento y por ende la aceptabilidad, según lo hallado desde la bibliografía.

Seguido a esto se estableció la aceptación por medio de una prueba sensorial: descriptiva cuantitativa, con un panel entrenado y posterior se realizó con el consumidor: 50 mujeres gestantes entre el segundo y tercer trimestre de embarazo, en edades comprendidas entre los 20 y 39 años, sin patologías, pertenecientes al programa de control prenatal de la EPS Medimas, sede Rionegro, con previo consentimiento informado y firmado, y el cuestionario con una escala hedónica de cinco puntos.

A continuación se describen la cantidad de cada componente por suplemento (vitaminas y minerales), es de importancia tener en cuenta que en el suplemento de vitaminas, la tiamina y piridoxina tienen características sensoriales importantes según lo describe la bibliografía, en los minerales si bien la literatura describe varios que pueden causar alteraciones en aspectos sensoriales, se hace especial énfasis en el calcio, siendo un mineral que causa importantes alteraciones sensoriales, por lo que se decide seleccionar como variable con el liofilizado de fruta, la fruta se seleccionó como opción de consumo de este grupo de alimento (frutas) teniendo en cuenta la baja ingesta de la población descrita en la ENSIN.

Tabla 10. Porcentaje de minerales en el suplemento

	Calcio	**Liofilizado**	**Total**	**Demás minerales (Magnesio, hierro, selenio, zinc)**	**Total**
1	13%	80%	93%	7%	100%
2	10%	83%	93%	7%	100%
3	16%	77%	93%	7%	100%

Tabla 11. Porcentaje de vitaminas en el suplemento

	Tiamina	**Piridoxina**	**Total**	**Demás (liofilizado, vitamina A, ácido fólico, cianocobalamina, ácido ascórbico, vitamina D, vitamina E)**
1	0,305%	0,395%	0,700%	99,30%
2	0,260%	0,44%	0,700%	99,30%
3	0,350%	0,35%	0,700%	99,30%

Para la producción del suplemento, se inició con el proceso de liofilización de la fruta el cual fue realizado en TECNACOL, donde se tuvieron las siguientes especificaciones:

Fresa liofilizada molida:

Especificaciones técnicas:

- Apariencia: producto granulado, fluido con presencia de semillas.
- Sabor: frutal característico, libre de sabores extraños.
- Color: entre rosado y rojo característico.
- Olor: frutal característico, libre de aromas extraños.
- Textura: fluida.

Especificaciones fisicoquímicas:

- Composición: fresas frescas, maltodextrina.
- % de humedad: 2 – 10%

Especificaciones microbiológicas:

- Parámetro: mohos y levaduras: menor a 1000 CFU/g, con método de ensayo de recuento de placa.
- Presentación comercial: paquete con 2 kg neto de producto empacado en bolsa metalizada con barrera al oxígeno y a la humedad, en caja corrugada de cartón con 4 bolsas por caja para un peso de 8 kg por caja.
- Instrucciones especiales de manejo: materia prima para la industria de alimentos.
- Consumidores potenciales: industria de alimentos en general.
- Alérgenos: 9 meses en condiciones de distribución y almacenamiento especificadas.
- Condiciones de almacenamiento y transporte: almacenar en su empaque original en un lugar fresco a menos de 25ºC, en un lugar limpio y seco, protegido de la humedad, polvo, luz sola y cualquier tipo de plaga.

Mora liofilizada molida

Especificaciones técnicas:

- Apariencia: producto granulado, fluido con presencia de semillas.
- Sabor: frutal característico, libre de sabores extraños.
- Color: morado característico.
- Olor: frutal característico, libre de aromas extraños.
- Textura: fluida.

Especificaciones fisicoquímicas:

- Composición: moras frescas, maltodextrina.

- % de humedad: 2 – 10%

Especificaciones microbiológicas:

- Parámetro: mohos y levaduras: menor a 1000 CFU/g, con método de ensayo de recuento de placa.
- Presentación comercial: paquete con 2 kg neto de producto empacado en bolsa metalizada con barrera al oxígeno y a la humedad, en caja corrugada de cartón con 4 bolsas por caja para un peso de 8 kg por caja.
- Instrucciones especiales de manejo: materia prima para la industria de alimentos.
- Consumidores potenciales: industria de alimentos en general.
- Alérgenos: 9 meses en condiciones de distribución y almacenamiento especificadas.
- Condiciones de almacenamiento y transporte: almacenar en su empaque original en un lugar fresco a menos de 25ºC, en un lugar limpio y seco, protegido de la humedad, polvo, luz sola y cualquier tipo de plaga.

Para este proceso se tuvo en cuenta la siguiente normativa: el decreto 3075 de 1997, la resolución 2674 de 2013, la resolución 5109 de 2005, la resolución 0333 de 2011, la resolución 683 de 2012, la resolución 3929 de 2013, del ministerio de la protección social.

Para la realización de las premezclas de micronutrientes, desde el laboratorio Colorquímica, se realizaron dos premezclas, así:

- Premezcla de vitaminas: vitamina A (vitamina A acetato 500000 UI), vitamina B1 (tiamina HCl), vitamina B6 (piridoxinaHCl), vitamina B9 (ácido fólico), vitamina B12 (cianocobalamina), vitamina C (ácido ascórbico recubierto), vitamina D (vitamina D3 500000 UI), vitamina E (vitamina E 50%).
- Premezcla de minerales: calcio (calcio quelado), magnesio (magnesio quelado), hierro (bisglicinato ferroso), selenio (selenito de sodio), zinc (bisglicinato de zinc).

Para la conservación de estas se tuvo en cuenta las condiciones de almacenamiento y vida útil: almacenar en un sitio fresco, protegido de la humedad, lejos de la luz directa, el producto es altamente lábil (se desnaturaliza con facilidad), altamente higroscópico. Tiene 12 meses, si se conserva sellado en su empaque original, y se cumplen las recomendaciones de almacenamiento.

Como paso a seguir posterior a contar con ambos productos, estos fueron llevados al laboratorio de química de la Universidad de Antioquia, para realizar las respectivas mezclas del producto (suplemento) de vitaminas y de minerales. Cumpliendo con las especificaciones de almacenamiento brindadas por los dos laboratorios.

Para la prueba sensorial se determinó un modelo 2^2 donde las variables a estudiar fueron calcio y la fruta liofilizada en el producto correspondiente a los minerales y para el producto correspondiente a las vitaminas fueron la tiamina y piridoxina.

La ecuación matemática que representa el modelo 2^2 fue: $y_{ijk}=\mu + \gamma_i + \beta_j + (\gamma\beta)_{ij} + \varepsilon_{ij}$. i=1,…., 4. j=1,…., 24. Yijk: aceptación, γ: calcio, β: fruta liofilizada, ε: error experimental en minerales y γ: tiamina, β: piridoxina, ε: error experimental en vitaminas.

Se empleó un nivel de confianza del 95%, y un nivel de potencia del 80% para encontrar diferencias significativas. Para analizar los datos experimentales se utilizó el programa staphgraphics 16.3. Licencia amparada por la Corporación Universitaria Lasallista.

Para la prueba sensorial: descriptiva cuantitativa. Fue desarrollada en el Instituto de ciencia y tecnología de alimentos – INTAL. Se tuvo en cuenta la Norma Técnica Colombiana 3932 (NTC –3932) de análisis sensorial por aproximación multidimensional, y la Norma Técnica Colombiana 5328 (NTC – 5328) de análisis sensorial, directrices para el uso de escalas de respuesta cuantitativas.

En esta se evaluaron las características sensoriales: apariencia (polvo), color (líquido), olor global, olor a mora, olor a fresa, olor objetable, sabor característico, sabor global, sabor a mora, sabor a fresa, sabor objetable, sabor dulce, sabor ácido, sensación astringente, sensación metálica y calidad general. Con 6 jueces entrenados para minerales y 7 jueces entrenados para vitaminas.

Previamente fueron escogidos los descriptores sensoriales para la evaluación de cada producto, los cuales fueron calificados en una escala de intensidad de 10 puntos. Donde de 0 es ausencia para valores entre 0,6 y 2,9 es muy leve; de 3 a 4,9 es leve; entre 5 y 6,9 es moderada, entre 7 y 8,9 es marcada y de 9 a 10 muy marcada.

Como variable respuesta se determinó la aceptación del consumidor, de los suplementos, con la siguientes composición nutricional (tabla 12 y tabla 13).

Tabla 12. Composición del suplemento de minerales

Micronutriente	Forma	% IDR
Hierro	Bisglicinato ferroso	**14.78%**
Calcio	Calcio quelado	**19.60%**
Selenio	Selenito de sodio	**34.57%**
Zinc	Bisglicinato de zinc	**8.87%**
Magnesio	Magnesio quelado	**26.65%**
En presentación en polvo, mezclado con liofilizado de frutos rojos (mora y fresa)		

Tabla 13. Composición del suplemento de vitaminas

Micronutriente	Forma	% IDR
Ácido fólico	Ácido fólico USP	**47.29%**
Tiamina	TiaminaHCI USP	**48.18%**
Piridoxina	Piridoxina HCI USP	**47.0%**
Vitamina C	Ascorbato de sodio	**55.25%**
Vitamina A	Acetato palmitato	**11.62%**
Vitamina D	Vitamina D3	**62.50%**
Vitamina E	Vitamina E	**38.6%**
Cianocobalamina		**19.31%**
En presentación en polvo, mezclado con liofilizado de frutos rojos (mora y fresa)		

Como consumidor fueron seleccionadas las gestantes pertenecientes al programa de control prenatal de la ESP Medimas, sede de Rionegro. Después de solicitar la autorización del coordinador de la sede y la jefe de enfermería a cargo del programa, y la respuesta ser positiva, se dispuso a realizar la revisión en base de datos de las gestantes entre la semana 13 y 35 (segundo y tercer trimestre), a ellas se les informo vía telefónica la asistencia a una charla de nutrición donde además se desarrollaría una encuesta posterior al consumo de los suplementos (evaluación sensorial). Antes de iniciar la encuesta se les solicitó que se firmara un consentimiento informado escrito en el mismo formato usado para la encuesta. Este conto con una escala hedónica de cinco puntos, tanto para el producto de vitaminas como para el de minerales, así:

- Ante usted está un suplemento a base de frutas, con contenido de vitaminas. Pruebe y califique:

1. Me gusta mucho
2. Me gusta
3. Ni me gusta ni me disgusta
4. Me disgusta más de lo que me gusta
5. Me disgusta

¿Qué otro sabor de fruta le gustaría poder consumir en este suplemento?

- Ante usted está un suplemento a base de frutas, con contenido de minerales. Pruebe y califique:

1. Me gusta mucho
2. Me gusta

3. Ni me gusta ni me disgusta
4. Me disgusta más de lo que me gusta
5. Me disgusta

¿Qué otro sabor de fruta le gustaría poder consumir en este suplemento?

En esta prueba sensorial como borrador se usó agua

Vitaminas: 2 gramos en 30 cc de agua

Minerales: 6 gramos en 90 cc de agua

Análisis estadístico

La tabla 14 muestra los resultados de ajustar diferentes modelos a los datos del resultado de la prueba sensorial. La modelo media está formada solamente por la constante, el modelo lineal consiste en términos de primer orden para cada uno de los componentes, y el modelo cuadrático agrega productos cruzados entre pares de componentes. Para cada modelo se muestra el valor-P el cual prueba si ese modelo es estadísticamente significativo. Normalmente, se seleccionaría un modelo con valor-P menor que 0,05, asumiendo que se trabaja al nivel de confianza del 95,0%. De acuerdo con el criterio anterior, se escogerá el modelo cuadrático para analizar los resultados.

Tabla 14. Análisis de varianza (Mineral y Vitamina)

Variable	Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P	r2
	Media	545,601		545,601			
	Lineal	1,54083		1,54083	6,06	0,0256	27,47
Mineral	Cuadrático	3,18028		3,18028	53,70	0,0000	84,16
	Error	0,888333	15	0,0592222			
	Total	551,21	8				
	Media	839,802		839,802			
	Lineal	0,377857		0,377857	0,91	0,24	5,56%
Vitamina	Cuadrático	2,24024		2,24024	7,12	0,0156	80,23%
	Error	5,66	8	0,314444			
	Total	848,08	21				

En la tabla 15 se presentan los resultados de Ajuste de Modelo cuadrático para la calidad general respecto a las vitaminas y minerales. En esta tabla se puede observar como la interacción entre calcio y la fruta liofilizada para el caso de los minerales ayuda a maximizar la calidad general del producto, lo mismo sucede con la interacción entre la tiamina y la piridoxina en el caso de las vitaminas.

Tabla 15. Parámetros modelo cuadrático (Mineral y vitamina)

Mineral				Vitamina			
Parámetro	**Estimado**	**Estadístico**	**Valor P**	**Parámetro**	**Estimado**	**Estadístico t**	**Valor P**
A: Calcio	4,85			A: Tiamina	5,92857		
B: Liofilizado	5,56667			B: Piridoxina	6,25714		
AB	3,56667	7,32808	0,0000	AB	2,77143	2,66916	0,0156

En la ecuación 1 se muestra el polinomio para el modelo asociado a los Minerales; y el modelo asociado a las vitaminas se presenta en la ecuación 2.

$$y = 4{,}85x_1 + 5{,}56x_2 + 3{,}56x_1x_2 \qquad [1]$$

$$y = Calidad\ generalx_1 = Calciox_2 = Liofilizado$$

$$y = 5{,}92x_1 + 6{,}25x_2 + 2, \qquad [2]$$

$$y = Calidad\ generalx_1 = Tiaminax_2 = piridoxina$$

La tabla 16 muestra la combinación de los niveles de los factores, la cual maximiza la calidad general en la prueba sensorial para el mineral y la vitamina empleando el polinomio cuadrático dado en la ecuación 1. Se puede observar que el máximo en

calidad para el mineral se obtiene cuando se trabaja con el calcio en 13,1 y 80,2 con un valor óptimo de 6,13; para el caso de la vitamina el óptimo se obtiene cuando la tiamina está en 0,3052 y la piridoxina está en 0,3954 con un valor optimo en la calidad general de 6,79.

Tabla 16. Optimización de la variable respuesta (mineral y vitamina)

Mineral				Vitamina			
Factor	**Bajo**	**Alto**	**Óptimo**	**Factor**	**Bajo**	**Alto**	**Óptimo**
Calcio	10,0%	16,0%	13,1%	Tiamina	0,26%	0,35%	0,3052%
Liofilizado	77,0%	83,0%	80,2%	Piridoxina	0,35%	0,44%	0,3954%
Valor optimo	6,13			Valor optimo	6,79		

Del resultado anterior se empleó las formulaciones para minerales de calcio al 13,1% y fruta liofilizada del 80%, y para vitaminas de tiamina del 0,3052% y de piridoxina del 0,3954% para las pruebas sensoriales con las gestantes. Quedando un suplemento de vitaminas, el cual lo compone las ya mencionadas (tiamina y piridoxina), además de ácido fólico, vitamina C, vitamina A, vitamina D, vitamina E, cianocobalamina y la fruta liofilizada de frutos rojos y un suplemento de minerales, el cual lo compone calcio, hierro, selenio, zinc, magnesio y fruta liofilizada de frutos rojos.

Para el suplemento de vitaminas se tuvo una aceptación del 100% de las participantes, un 88% dijeron que les gustó mucho, y el 12% que les gusto, ninguna refirió disgusto. Para el suplemento de minerales se tuvo aceptación del 78% de los participantes, de estas un 28% quienes refirieron que les gustó mucho. Un 14% refirió

no gustarle ni disgustarle, y un 8% manifiesto disgusto más que gusto por este, en cuanto a la propuesta de otros sabores solo 8 personas (16%).

Resultados

Los resultados obtenidos por la prueba sensorial al panel entrenado son los siguientes:

Minerales:

Gráfico 1. Promedios de las intensidades de los descriptores sensoriales para la muestra de: Suplemento nutricional Minerales 1

Análisis: el sabor a mora tuvo una intensidad moderada con una calificación de 5.7, el de fresa de 4.0, el sabor objetable está ausente, sabor dulce muy leve con 1.2, el sabor acido fue de 4.8 siendo leve, sensación astringente fue de 2.3 siendo muy leve, la sensaciònmetalica fue de 4.9 siendo leve, la calidad sensorial fue de 6.1 siendo media, con una aceptación del 100%.

Gráfico 2. Promedios de las intensidades de los descriptores sensoriales para la muestra de: Suplemento nutricional Minerales 2

Análisis: el sabor a mora tuvo una intensidad moderada con una calificación de 5.3, el de fresa de 3.5 siendo leve, el sabor objetable está ausente, sabor dulce muy leve con 0.9, el sabor acido fue de 4.2 siendo leve, sensación astringente fue de 2.7 siendo muy leve, la sensación metálica fue de 4.7 siendo leve, la calidad sensorial fue de 5.6 siendo media, con una aceptación del 100%.

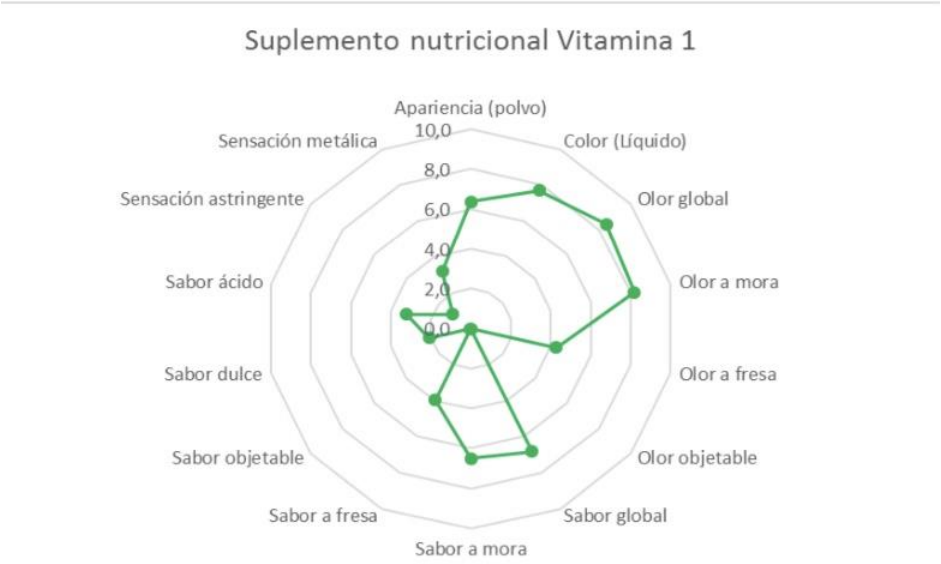
Gráfico 3. Promedios de las intensidades de los descriptores sensoriales para la muestra de: Suplemento nutricional Minerales 3

Análisis: el sabor a mora tuvo una intensidad leve con una calificación de 4.6, el de fresa de 3.1 siendo leve, el sabor objetable fue de 0.1 está ausente, sabor dulce muy leve con 0.1, el sabor acido fue de 4.9 siendo leve, sensación astringente fue de 3.0 siendo leve, la sensación metálica fue de 5.3 siendo leve, la calidad sensorial fue de 4.9 siendo media, con una aceptación del 33% y rechazo del 66.7%.

Gráfico 4. Comparativo de las intensidades de los descriptores sensoriales para las muestras de suplemento nutricional minerales 1, 2 y 3.

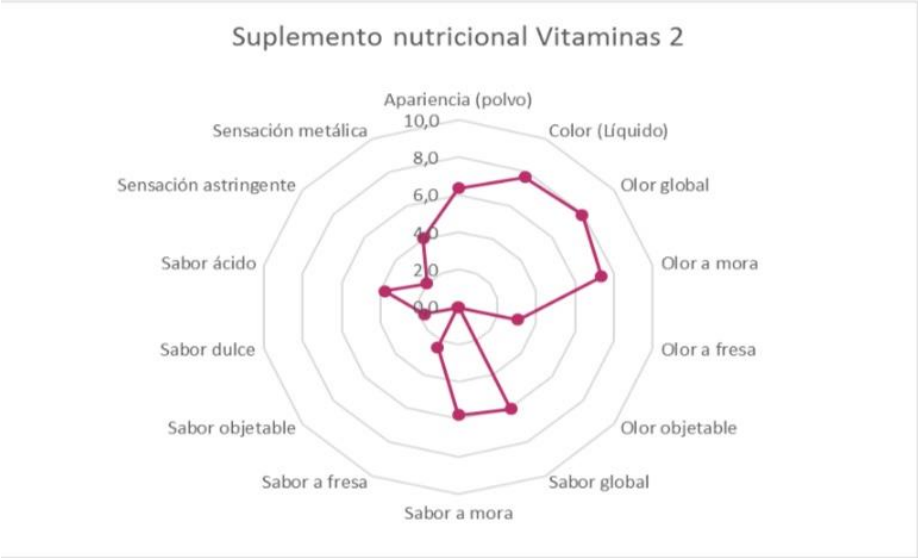
Concepto de los resultados: después de realizar el análisis descriptivo cuantitativo a las muestras de suplemento nutricional Minerales 1, 2 y 3 se puede evidenciar que la muestra: suplemento nutricional minerales 1 presenta mayor intensidad en los descriptores olor a mora, olor a fresa, sabor global, sabor a mora, sabor a fresa y calidad sensorial. La sensación metálica se percibió con menor intensidad en la muestra de: suplemento nutricional minerales 2.

Gráfico 5. Promedios de las intensidades de los descriptores sensoriales para la muestra de: Suplemento nutricional Vitaminas 1



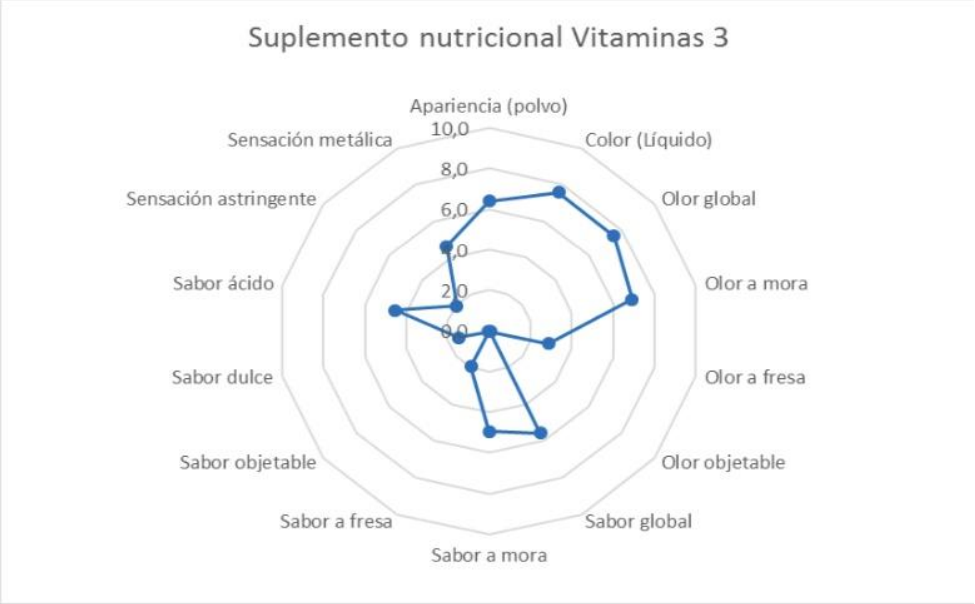
Análisis: el sabor a mora tuvo una intensidad moderada con una calificación de 6.5, el de fresa fue leve de 4.0, el sabor objetable está ausente, el sabor dulce muy leve con 2.1, el sabor ácido fue de 3.2 siendo leve, la sensación astringente fue de 1.1 siendo muy leve, la sensación metálica fue de 3.2 siendo leve, la calidad sensorial fue de 6.8 siendo media, con una aceptación del 100%.

Gráfico 6. Promedios de las intensidades de los descriptores sensoriales para la muestra de: Suplemento nutricional Vitaminas 2



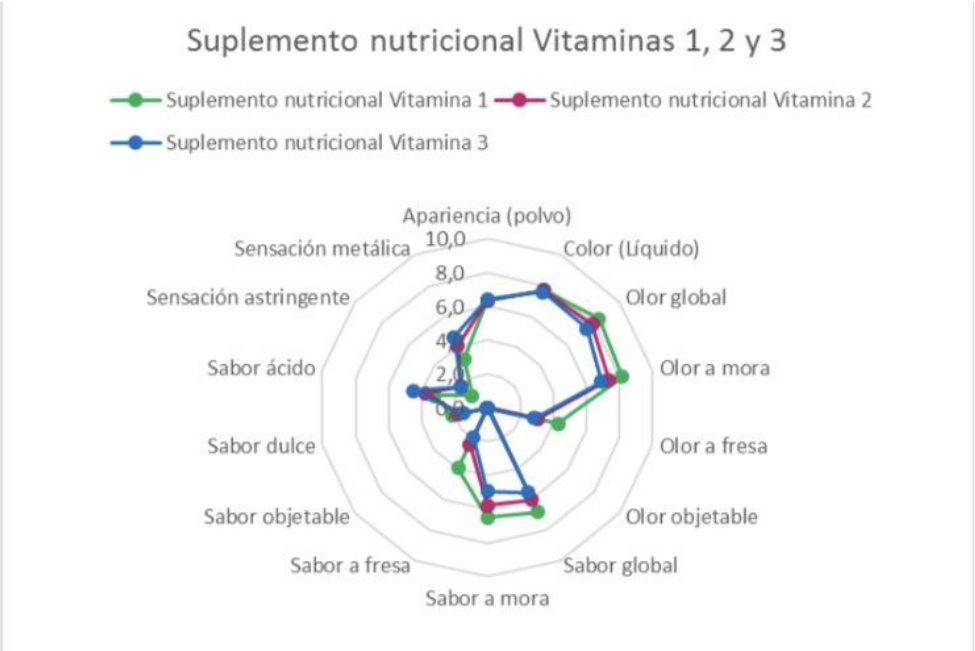
Análisis: el sabor a mora tuvo una intensidad moderada con una calificación de 5.8, el de fresa fue leve de 2.4, el sabor objetable fue de 0.1 está ausente, el sabor dulce muy leve con 1.8, el sabor ácido fue de 3.8 siendo leve, la sensación astringente fue de 2.0 siendo muy leve, la sensación metálica fue de 4.1 siendo leve, la calidad sensorial fue de 6.3 siendo media, con una aceptación del 100%.

Gráfico 7. Promedios de las intensidades de los descriptores sensoriales para la muestra de: Suplemento nutricional Vitaminas 3



Análisis: el sabor a mora tuvo una intensidad moderada con una calificación de 5.0, el de fresa fue muy leve de 2.0, el sabor objetable está ausente, el sabor dulce muy leve con 1.5, el sabor ácido fue de 4.5 siendo leve, la sensación astringente fue de 2.0 siendo muy leve, la sensación metálica fue de 4.6 siendo leve, la calidad sensorial fue de 5.9 siendo media, con una aceptación del 85,7% y rechazo del 14.3%.

Gráfico 8. Comparativo de las intensidades de los descriptores sensoriales para las muestras de suplemento nutricional vitaminas 1, 2 y 3



Concepto de los resultados: Después de realizar el análisis descriptivo cuantitativo a las muestras de suplemento nutricional Vitaminas 1, 2 y 3 se puede evidenciar que la muestra Suplemento nutricional Vitaminas 1 presenta mayor intensidad en los descriptores olor global, olor a mora, olor a fresa, sabor global, sabor a mora, sabor a fresa y calidad sensorial. La sensación metálica se percibió con menor intensidad en la muestra de suplemento nutricional Vitaminas 1. En los demás descriptores las calificaciones fueron muy similares para las tres muestras.

Como variable respuesta se determinó la aceptación de este suplemento por medio de una escala hedónica de cinco puntos tanto para el suplemento de vitaminas como para el de minerales, en el que participaron 50 mujeres gestantes. Después de ajustar diferentes modelos a los datos del resultado de la prueba de calidad sensorial

respecto a las vitaminas y minerales empleando las formulaciones para minerales de calcio al 13,1% y fruta liofilizada de frutos rojos del 80%,2 el porcentaje restante corresponde a hierro, selenio, zinc, magnesio, tabla 12. Y para las vitaminas de tiamina del 0,3052% y de piridoxina del 0,3954%, el resto corresponde a ácido fólico, vitamina C, vitamina A, vitamina D, vitamina E, cianocobalamina y la fruta liofilizada de frutos rojos, tabla 13.

Se tuvo una aceptación del 100% de las participantes, un 88% dijeron que les gustó mucho, y el 12% que les gusto, ninguna refirió disgusto. Para el suplemento de minerales se tuvo aceptación del 78% de los participantes, de estas un 28% quienes refirieron que les gustó mucho, un 14% refirió no gustarle ni disgustarle, y un 8% manifiesto disgusto más que gusto por este. Concluyendo que los suplementos en general presentaron aceptación, tanto por el panel sensorial entrenado, como por las mujeres gestantes, solo el de minerales tuvo un 8% de rechazo, manifestando de manera verbal presentar sabor metálico. En cuanto al sabor establecido de ambos en frutos rojos hubo agrado, solo el 16% propusieron otros sabores para los suplementos.

Conclusiones y recomendaciones

El presente proyecto, permitió revisar e integrar la clínica de la mujer gestante (relacionada con la adecuada nutrición en esta etapa de la vida y el impacto de los micronutrientes), para con ello seleccionar nutrientes de interés para desarrollar un suplemento nutricional acorde con la normativa actual, y aunque si bien para Colombia se cuenta con la resolución 3803 del 2016 por la cual se establecen las recomendaciones de Ingesta de energía y nutrientes, y además se cuenta con una suplementación general definida en los programas de control prenatal es fundamental que los profesionales sanitarios, quienes toman finalmente las decisiones terapéuticas para sus pacientes, individualicen y puedan dosificar los micronutrientes según la clínica, consumo de los alimentos y etapa gestacional.

La metodología para el desarrollo de este suplemento es un referente para quienes realicen estudios sensoriales y desarrollen suplementos alternando los micronutrientes seleccionados con otros micronutrientes, o estudios de vida útil, y desde lo clínico en lo relacionado con la prescripción y consumo del suplemento en la mujer gestante, evaluando el impacto en las mediciones bioquímicas y en desenlaces en este grupo poblacional, con miras a establecer el uso de este suplemento tanto de manera particular como incluirlo en programas de complementación alimentaria en especial de este grupo poblacional.

Aunque las múltiples fuentes bibliográficas siempre apuntan a que las mejores fuentes de energía, de macronutrientes y de micronutrientes son los alimentos; por hábitos, rechazos, intolerancias, cultura alimentaria y acceso a los alimentos se evidencian carencias de nutrientes críticos en la gestación, los cuales requieren ser suplementados para reducir el riesgo nutricional en el binomio madre-feto, y el resultado gestacional asociado a sus insuficiencias, por lo tanto la suplementación a las gestantes debe hacerse de manera apropiada, para efectos positivos.

La OMS refiere que los gestores de programas mencionan frecuentemente la falta de suministros y el poco cumplimiento del consumidor como los principales obstáculos para el éxito de programas, por lo que este tipo de suplemento tendría un gran beneficio ya que se deben buscar, comercializar y expender productos seguros, pero además de agrado y aceptabilidad para el consumidor.

En Colombia el consumo de frutas es bajo, datos arrojados por la ENSIN, donde el 35,3% de la población no consumió ninguna fruta en su alimentación diaria, por lo que se vio como un valor agregado, y forma de suministro de este grupos de alimentos, presentar como vehículo la fruta liofilizada, en este caso frutos rojos: fresa y mora, con una porción del suplemento de 8 gramos al día, brindando aproximadamente una porción de esta, donde además brindaría componentes como flavonoides, especialmente antocianinas, diversos ácidos orgánicos (málico, oxálico, cítrico), polifenoles como el ácido elagico. Siendo de fácil consumo y preparación según la preferencia.

El 14,2 % de las gestantes presentan malnutrición por déficit (bajo peso para su edad gestacional), donde además se debe tener en cuenta la alimentación poco balanceada, inseguridad alimentaria, entre otros, lo cual como se describió se asocia con retraso del desarrollo fetal, además las mujeres cuyo estado nutricional es deficiente en el momento de la concepción tienen mayor riesgo de enfermedad y muerte. Por lo que continúa siendo necesaria la suplementación en esta etapa de la vida.

Referencias

Calderón, J. (2007). La suplementación con hierro y el aumento del estrés oxidativo en el embarazo: una paradoja poco discutida. *Revista Colombiana de Obstetricia y Ginecología*, 58 (4), 304–308.

Casanueva, E. et al. (2005). Bases para estimar las necesidades de vitamina C en la gestación. *GacMedMex, 141* (4), 273–277.

Consejo Nacional de Política Económica Social. (2007). *Política nacional de seguridad alimentaria y nutricional (PSAN): Documento CONPES Social 113*. Recuperado de: http://www.orasconhu.org/sites/default/files/files/Conpes%20113 % 202008%20PSAN.pdf

Cruz, C. y López, M. (2012). Nutrición y embarazo : algunos aspectos generales para su manejo en la atención primaria de salud. *Revista Habanera de CienciasMédicas, 11* (1), 168–175.

Cuervo, M. et al.(2009).Comparison of dietary reference intakes (DRI) between different countries of the European Union, The United States and the World Health Organization.*Nutrición Hospitalaria, 24* (0212–1611), 384–414.

De la Rosa Parra, J. et al. (2013). Suplementación de micronutrimentos en mujeres con estados hipertensivos del embarazo (EHE). *Gaceta Médica de México*, 46–52.

Escudero, L. S.; Parra, B. E.; Herrera, J.; Restrepo, S. y Zapata, N. (2014). Estado nutricional del hierro en gestantes adolescentes. *Revista Facultad Nacional de Salud Pública, 32* (1), 71–79.

Herrera, J. D. (2013). Calcio y embarazo. *RevMedHered*, (1), 237–241.

Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos (2009). Resolución 200902553, mediante la cual se establecen pautas para la reclasificación de algunos productos a Suplementos Dietarios. *Diario Oficial* 47.476 de 18 de septiembre.

López, M.; Sánchez, J.; Sánchez, M. &Calderay, M. (2010). Suplementos en embarazadas: controversias, evidencias y recomendaciones. *Información Terapéutica del Sistema Nacional de Salud, 34* (4), 117–128.

López-Bellido, F. J., y Bellido, L. (2013). Revisión Selenio y salud; valores de referencia y situación actual de la población española. Recuperado de: http://scielo.isciii.es/pdf/nh/v28n5/05revision04.pdf.

Lovesio, C. (2006). Medicina Intensiva. Metabolismo del magnesio. Editorial El Ateneo, Buenos Aires. Recuperado de: https://enfermeriaintensiva.files.wordpress.com/2011/04/ metabolismo-del-magnesio-lovesio.pdf.

Lupano, C. E. (2013). Modificaciones de componentes de los alimentos: cambios químicos y bioquímicos por procesamiento y almacenamiento. Facultad de ciencias exactas.

Mahan, L.K.; Stump, E.S. & Raymond, J. L. (2013). *Krause Dietoterapia*. Madrid: Elsevier

Cunningham Gary¸Williams.Obstetricia. 25ª Edición (2019). Sección 2, capítulo 4, México: McGraw-Hill

Martínez B, Katia, et al. (2016). Factores bioquímicos relacionados con el estado nutricional del binomio madre-hijo. MEDISAN 2016; 20(3):281

Martínez, M.; Rodríguez, M.; Vázquez, L. (2009). Enfermería Maternal y del Recién Nacido, Parte 2, Embarazo. Cambios fisiológicos y anatómicos de la mujer en el embarazo. Recuperado de: http://www.ingesa.msssi.gob.es/estadEstudios/docum Publica/ internet/pdf/Manual_EIR_Matronas_Vol_2.pdf

Martínez, R. M., Jiménez, A., y Navia, B. (2016). Supplements in pregnancy: the latest recommendations .NutrHosp 2016; 33(Supl. 4):3-7 ISSN 0212 1611 – CODEN NUHOEQ S.V.R. 318. Recuperado de: http://scielo.isciii.es/pdf/nh/v33s4/01original.pdf

Mataix, J. et al. (2009). *Tablas de composición de alimentos*. Granada: Universidad de Granada.

Ministerio de la Protección Social. (2007). Decreto 4857 por medio del cual se modifica el artículo 52 del decreto 3249 de 2006. *Diario Oficial*46.847 de 19 de Diciembre.

Ministerio de la Protección Social. (2008). Decreto 3863, Por el cual se modifica el Decreto 3249 de 2006 y se dictan otras disposiciones. *Diario Oficial* 47.131 de 3 de octubre.

Ministerio de la Protección Social. (2009). Decreto 272 de 2009, Por el cual se modifica el parágrafo del artículo 24 del Decreto 3249 de 2006, modificado por el artículo 6 del decreto 3863 de 2008. *Diario Oficial* enero 2009.

Ministerio de la Protección Social. (2011). Resolución 2015 de 2011, por la cual se expide la Guía de Inspección de Buenas Prácticas de Manufactura en plantas o fábricas de alimentos que fabriquen, acondicionen o semielaboren suplementos dietarios y se dictan otras disposiciones. *Diario Oficial* 48.088 de 2 de junio.

Ministerio de la protección social. (2011). Social, M. de la protección. Resolución 333, por la cual se establece el reglamento técnico sobre los requisitos de rotulado o etiquetado nutricional que deben cumplir los alimentos envasados para consumo humano. *Diario Oficial* 47.984 de 15 de febrero.

Ministerio de la Protección Social. (2016). Resolución 2465 de julio 16 por la cual se adoptan los indicadores antropométricos, patrones de referencia y puntos de corte para la clasificación antropométrica del estado nutricional de niñas, niños y adolescentes menores de 18 años de edad, adultos de 18 a 64 años de edad y gestantes adultas y se dictan otras disposiciones. *Diario Oficial* 49 926 del 6 de julio.

Ministerio de la Protección Social. (2018). Resolución 3280 de agosto 02 por la cual se adoptan los lineamientos técnicos y operativos de la ruta integral de Atención para la promoción y mantenimiento de la Salud y la ruta integral de Atención en salud para la población materno perinatal y se establecen las directrices para su operación. *Diario Oficial*50.674 de 3 de agosto.

Ministerio de la Protección Social. (2015). Encuesta Nacional de la Situación Nutricional en Colombia 2015. ENSIN. Bogotá: El Ministerio.

Ministerio de protección Social. (2006). Decreto 3249 de 2006, Por el cual se reglamenta la fabricación, comercialización, envase, rotulado o etiquetado, régimen de registro sanitario, de control de calidad, de vigilancia sanitaria y control sanitario de los suplementos dietarios, se dictan otras disposiciones y se deroga el Decreto 3636 de 2005. *Diario Oficial* 46.395 de 18 de septiembre.

Ministerio de Salud y Protección Social. (2013). Resolución 1841 de mayo 28 por la cual se adopta el Plan Decenal de Salud Pública 2012-2021. Recuperado de: https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/DIJ/resolucion-1841-de-2013.pdf.

Ministerio de Salud y Protección Social. (2016). Resolución 3803 por la cual se establecen las Recomendaciones de Ingesta de Energía y Nutrientes para la población colombiana y se dictan otras disposiciones. *Diario Oficial* 49 976 de 25 de agosto.

Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos –INVIMA. (2009). Resolución número 2009025533 del 28 de agosto de 2009, Mediante la cual se establecen pautas de para la reclasificación de algunos productos a Suplementos dietarios.

Ministerio de Salud y Protección Social. (2020). Guías alimentarias basadas en alimentos para mujeres gestantes, madres en período de lactancia, niños y niñas

Menores de 2 Años para Colombia. Manual para facilitadores. El Instituto, Recuperado de: https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/PP/SNA/gaba-manual-facilitador-menores.pdf

Ministerio de Salud y Protección Social. (2020). Guías Alimentarias Basadas en Alimentos para la población colombiana mayor de 2 años. Manual para facilitadores. El Instituto, Recuperado de: https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/PP/SNA/gaba-manual-facilitador-mayores.pdf

Ministerio de Salud. (2000). Resolución 412 de febrero 25, por la cual se establecen las actividades, procedimientos e intervenciones de demanda inducida y obligatorio cumplimiento y se adoptan las normas técnicas y guías de atención para el desarrollo de las acciones de protección específica y detección temprana y la atención de enfermedades de interés en salud pública. Recuperado de: http://www.ins.gov.co/normatividad/Resoluciones/RESOLUCION

Ministerio de Salud y Protección Social. Dirección de Promoción y Prevención. Grupo Curso de Vida & Fondo de Población de las Naciones Unidas UNFPA; (2014). Protocolo de atención preconcepcional. El Ministerio, Recuperado de: https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/PP/SM-Protocolo-atencion-preconcepcional.pdf

Fernández Molina, L, et al. (2016). La nutrición en el periodo preconcepcional y los resultados del embarazo: revisión bibliográfica y propuesta de intervención del Dietista-Nutricionista. *Revista Española de Nutrición Humana y Dietética*, *20*(1), 48-60. https://dx.doi.org/10.14306/renhyd.20.1.143

Molina, M. & Ortega, E. (2015). La suplementación con ácido fólico durante el embarazo reduce levemente el riesgo de leucemia aguda en el niño. *Evidencias en Pediatría*, 1–4.

Núñez, A. (2011). Terapia antioxidante, estrés oxidativo y productos antioxidantes : retos y oportunidades. *Revista Cubana de Salud Pública, 37*, 644–660.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Organización Mundial de la Salud, (2017). Guías para la fortificación de alimentos con micronutrientes, Recuperado de https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/255541/9789243594019-spa.pdf.

Organización Mundial de la Salud. (2007). *Administración de suplementos de Vitamina A en el embarazo*. Recuperado de: http://www.who.int/elena/titles/vitamina_pregnancy/es/

Organización Mundial de la Salud. (2014). Directriz: Administración diaria de suplementos de hierro y ácido fólico en el embarazo. Recuperado de: http://www.who.int/elena/titles/vitamina_pregnancy/es/

Organización Mundial de la Salud. (2011). Nutrición de las mujeres en el periodo pregestacional, durante el embarazo y durante la lactancia. Recuperado de: https://apps.who.int/gb/ebwha/pdf_files/EB130/B130_11-sp.pdf

World Health Organization and Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2004). Vitamins and mineral requirements in human nutrition, second edition.

Oxilia, R. M. (2014). Estrés oxidativo y sistema de defensa antioxidante. *Revista Del Instituto de Medicina Tropical, 5* (2), 23–27.

Pallás, C. R. (2014). ¿Hay que ofrecer suplementos de yodo a madres que dan el pecho? *Revista Pediatría Atención Primaria*, (23), 69–73.

Parra, B. E.; Manjarrez, L. M.; Gómez, A. L.; Álzate, D. y Jaramillo, M. (2005). Evaluación de la educación nutricional y un suplemento para prevenir la anemia durante la gestación. Biomédica, 25 (2), 211–219.

Plasencia, M. (2011). Ácido Fólico, requerimientos dietéticos durante el embarazo. Offarm, 24, 2–6.

Poy, M. S. et al. (2012). Diagnóstico de pica durante el embarazo y deficiencia de micronutrientes en mujeres argentinas. *Nutr. Hosp, 27* (3), 922–928.

Puig-Requesens, S. & Espejo, L. (2008). Suplementos nutricionales durante la gestación. Matronas Prof., 9 (4), 13–17. Recuperado de: http://www.federacion-matronas.org/revista/matronas-profesion/sumarios/i/8183/173/suplementos-nutricionales-durante-la-gestacion.

Ramakrishnan, U. (2010). Una revisión de los beneficios del aporte complementario de nutrientes durante el embarazo. *Annales Nestlé, 68* (1), 29–42.

Reid, D. et al. (2011). Role of oxidative stress and antioxidant supplementation in pregnancy.*The American Journal of Clinical Nutrition, 93* (5), 1006–1011.

Restrepo, S. L. y Parra, B. E. (2010). Implicaciones del estado nutricional materno en el peso al nacer del neonato. Perspectivas En Nutrición Humana, 11 (2), 179–186.

Reynaud, A. (2010). Requerimiento de micronutrientes y oligoelementos. Simposio Nutrición en la Gestación y Lactancia, (4), *Revista Peruana de Ginecología y. obstetricia*. vol.60 no.2 Lima, abr. 2014, 161–170.

Romeu, M. (2009). Enfermería maternal y del recién nacido. *Enfermería maternal del recién nacido. Vol. 2.* Madrid: Ministerio de Sanidad.

Saidman, N.et al. (2012). Conocimientos, intereses y creencias sobre alimentación y nutrición en gestantes*, Dieta, 30* (139), 18–27.

Secretaría de Salud. Alcaldía de Medellín. (2015*). Alimentación y nutrición de la población, en el curso de la vida: manual para el personal de la salud.* Medellín: Secretaria de Salud.

Siu, A. (2015). Screening for Iron Deficiency Anemia and Iron Supplementation in Pregnant Women to Improve Maternal Health and Birth Outcomes: U.S. Preventive Services Task Force Recommendation Statement. *Annals of Internal Medicine, 163* (7), 529–536.

Torres, L. et al. (2013). Conocimientos y prácticas alimentarias en gestantes asistentes al programa de control prenatal, en municipios del departamento de Antioquia, Colombia. *Perspectivas en Nutrición Humana, 14* (2), 185–198.

SrugoSebastian, et al. (2019). Impact of Maternal MalnutritiononGutBarrierDefense: ImplicationsforPregnancyHealth and Fetal DevelopmentReprintedfrom: Nutrients 2019, 11, 1375, doi: 10.3390/nu11061375.

Universidad Nacional de Educación a Distancia. UNED. (2015). *Alimentación durante el embarazo.* Recuperado de: http://www.uned.es/pea-nutricion-y-dietetica-I/guia/etapas/embarazo/index.htm?ca=n.

Urdampilleta, A.; Martínez, J. & González-Muniesa, P. (2010). Intervención dietético-nutricional en la prevención de la deficiencia de hierro. *Nutrición Clínica y Dietética Hospitalaria, 30* (3), 27–41.

Venereo, J. (2002). Daño oxidativo, radicales libres y antioxidantes. *Revista Cubana de Medicina Militar, 31* (2), 126–133.

Venegas, F (2016). Hiperémesis gravídica. *Revista Médica Sinergia ISSN* 2215 -4523 Vol.1 Núm.: 6 Junio 2016 pp: 14