



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

Efecto de la fortificación casera con micronutrientes en polvo, como una estrategia de intervención contra la deficiencia de micronutrientes en población infantil de 12 hasta 59 meses, de cuatro municipios del departamento de Atlántico, pertenecientes a programas de complementación alimentaria
Año 2013

Marisol Galindo Borda

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Medicina, Facultad Salud Pública
Bogotá, Colombia
2014

Efecto de la fortificación casera con micronutrientes
en polvo, como una estrategia de intervención
contra la deficiencia de micronutrientes en población
infantil de 12 hasta 59 meses, de cuatro municipios
del departamento de Atlántico, pertenecientes a
programas de complementación alimentaria
Año 2013

Marisol Galindo Borda

Tesis o trabajo de investigación presentada(o) como requisito parcial para optar al
título de:

Magister en Salud Pública

Director:

Médico especialista Ph.D Carlos Alberto Agudelo

Codirectora:

Bacterióloga especialista, magister Yibby Forero T.

Línea de Investigación:

Seguridad Alimentaria y Nutricional

Grupo de Investigación:

En salud Pública

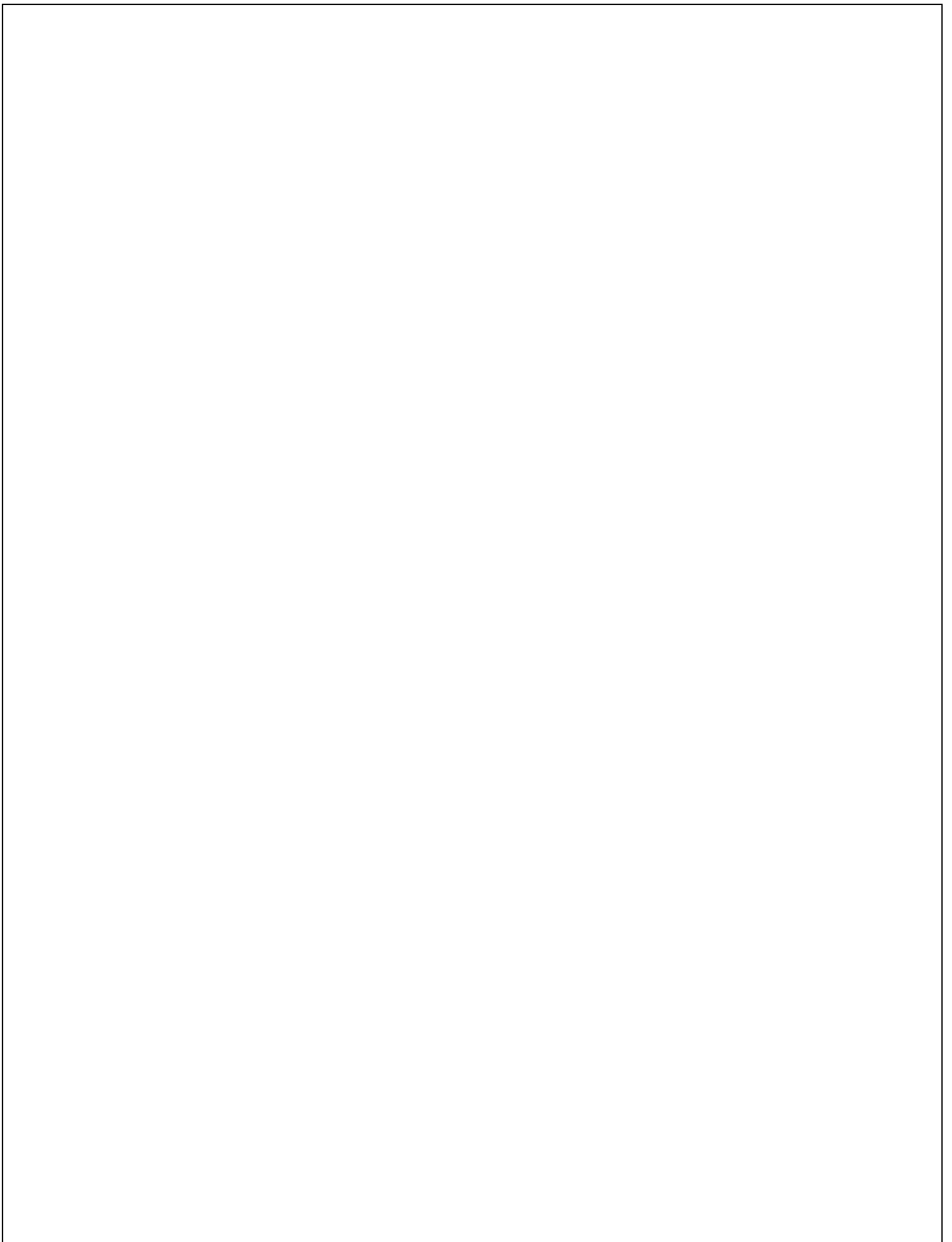
Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Medicina, Facultad Salud Pública
Instituto Nacional de Salud
Grupo Nutrición
Bogotá, Colombia
2014

Agradecimientos

A mi madre por ser pilar fundamental en todo lo que soy,
por brindarme su inmenso amor y apoyo incondicional.

A mis hijos Lukas y Fernando por ser el motor que me inspira
a ser mejor cada día.

A mi esposo y hermanos por brindarme su amor y comprensión



Resumen

Objetivo: Evaluar los efectos de la estrategia de fortificación casera con micronutrientes en polvo en población infantil de cuatro municipios del departamento de Atlántico.

Diseño Metodológico: Estudio de intervención con mediciones pre y post en dos grupos, uno intervenido y otro de control, una línea base y otra de seguimiento, el universo de referencia estuvo constituido por niños y niñas beneficiarias de 12 a 59 meses de edad pertenecientes a programas de complementación alimentaria, ubicados en los municipios de Baranoa, Galapa, Malambo y Barranquilla del departamento de Atlántico.

Resultados: Se demuestra que la administración de micronutrientes en polvo en niños de 12 a 59 meses de edad redujo la anemia en 34% y para la deficiencia de hierro la disminución fue del 25.9% comparando la línea base con el seguimiento. No se observaron cambios significativos para micronutrientes como la Vitamina A y Zinc.

Conclusiones: La fortificación casera con micronutrientes en polvo es una buena estrategia para disminuir y prevenir la anemia y deficiencia de hierro con mayor efecto en alimentación complementaria en la modalidad de ración servida.

Palabras clave: micronutrientes, vitamina A, Hierro, Zinc.

Abstract

Objective: To assess the effects of home fortification strategy with powdered micronutrients on child population from four municipalities in Atlantico.

Methodological Design: Interventional study with pre and post measurement in two groups, one intervened and another control, baseline and another tracing. Reference universe was constituted by boys and girls under 12 to 59 months, beneficiaries of a complementary feeding programme, located in Baranoa, Galapa, Malambo and Barranquilla municipalities in the Atlantico department.

Findings: It is demonstrated that powdered micronutrients management in children under 12 to 59 months reduce the anemia in 34% and, iron deficiency decrease was in 25.9% in comparing baseline with tracing. It wasn't sought significant changes to micronutrients like vitamin A and Zinc.

Conclusions: home powdered micronutrients fortification is a well strategy to reduce and prevent anemia and iron deficiency.

Keywords: micronutrients, anemia, vitamin A, iron, zinc

Contenido

	Pág.
Resumen	IX
Lista de figuras	XIII
Lista de tablas	XIV
Introducción	1
1. Valoración de la investigación	5
1.1 Problema de Investigación	5
1.1.1 Situación en salud y micronutrientes a nivel mundial	8
1.1.2. Situación en salud y micronutrientes en las Américas	11
1.1.2.1 Evaluación de parámetros nutricionales en las Américas.	12
1.2 Pregunta de Investigación	23
1.3 Justificación	23
1.4 Propósito	25
1.5 Objetivo general.....	26
1.6 Objetivo específico	26
2. Referencias conceptuales	27
2.1 Hierro	27
2.1.1. Comportamiento biológico del Hierro	27
2.1.2. Indicadores del estado nutricional del Hierro	28
2.2. Proteína C Reactiva	29
2.3. Vitamina A.....	30
2.3.1. Comportamiento biológico de la vitamina A (Retinol).....	30
2.3.2. Indicadores del estado nutricional de la vitamina A	31
2.4. Zinc	31
2.4.1. Comportamiento biológico del zinc	31
2.4.2. Indicadores del estado nutricional de Zinc.....	32
3. Diseño metodológico	33
3.1. Tipo de Estudio	33
3.2. Área de Estudio.....	33
3.3. Población y Muestra.....	34
3.3.1. Universo	34
3.3.2. Población	34
3.3.3. Muestra	34
3.4. Criterios de Inclusión y Exclusión	37
3.5. Intervención.....	38

3.6. Evaluación	39
3.7. Técnicas de recolección de Información.	40
3.8. Confiabilidad y control de Observación.	43
3.9. Análisis de datos.	46
3.10. Limitaciones del estudio	49
3.11. Aspectos éticos.	49
4. Resultados	53
4.1. Estructura de la población objeto	53
4.2. Aspectos relacionados con la intervención.....	55
4.3. Condiciones Socio demográficos	56
4.4. Estado nutricional medido por indicadores bioquímicos	58
4.5. Consumo de Alimentos:	62
5. Discusión.....	63
6. Conclusiones y recomendaciones	65
6.1 Conclusiones.....	65
6.2 Recomendaciones.....	66
A. Anexo: Consentimiento Informado.....	68
B. Anexo: Encuesta	71
C. Anexo: Control de calidad	72
D. Anexo: Formato de seguimiento	73
Bibliografía	75

Lista de figuras

	Pág.
1-1: Porcentaje de prevalencia de anemia por grupos de edad en el mundo.....	6
1-2: Proporción en millones de personas que padecen anemia en el mundo de acuerdo a grupos de edad.....	6
1-3: Deficiencia de vitamina A por país, en niños de edad escolar.....	7
1-4: Prevalencia de deficiencia de micronutrientes en menores de 5 años.....	24
3-1: Sobre individual de MNP distribuido	43
3-2: Metodología diferencia en diferencia.....	47
4-1: Distribución por grupo etario según tipo de población.....	50
4-2: Frecuencia entrega de MNP.....	52
4-3: Presencia de animales o insectos fuente de enfermedades.....	54
4-4: Deficiencia de Hemoglobina por tipo de población.....	54
4-5: Deficiencia de Ferritina por tipo de población.....	55
4-6: PCR elevado por tipo de población.....	56
4-7: Deficiencia de Vitamina A por tipo de población.....	56
4-8: Deficiencia de Zinc por tipo de población.....	57

Lista de tablas

	Pág.
1-1: Prevalencia de anemia región Atlántica.....	23
3-1: Tamaño de la muestra Línea Base.....	34
3-2: Distribución de la muestra de acuerdo al grupo de intervención línea Base..	35
3-3: Tamaño de la muestra Línea Seguimiento.....	35
3-4: Distribución de la muestra de acuerdo al grupo de intervención línea Seguimiento.....	36
3-5: Composición micronutrientes en polvo usados en el proyecto.....	43
4-1: Distribución población por grupo etario.....	49
4-2: Distribución población por nivel socioeconómico.....	50
4-3: Distribución población por afiliación a Sisben.....	51
4-4: Modo conducción agua al interior de la vivienda.....	53
4-5: Tratamiento que se realiza al agua en los hogares.....	53

Introducción

Este estudio está enmarcado en un macroproyecto desarrollado en el departamento del Atlántico, cuyo objetivo fue evaluar el efecto de la implementación de la fortificación casera con micronutrientes en polvo, como una estrategia de intervención para prevenir y reducir la anemia como problema de salud pública, que en Colombia es grave y que afecta de manera muy importante a los niños menores de 5 años y a la región Caribe y en especial al departamento del Atlántico. Esta estrategia fue liderada por el Programa Mundial de Alimentos (PMA) en concertación y trabajo conjunto con el Instituto Nacional de Salud (INS), la Gobernación del Atlántico, las alcaldías de los municipios definidos para el estudio, el ICBF, y alianzas con el sector privado que ha implementado en este departamento programas de complementación alimentaria.

La recolección de información, coordinación técnica y operativa del proyecto de evaluación estuvo a cargo del Grupo de Nutrición del INS, al cual pertenece la autoría de la presente tesis, bajo los parámetros de calidad exigidos para obtener una información confiable y consistente con los objetivos del proyecto, donde se utilizaron metodologías cuantitativas y cualitativas para evaluar el efecto de los micronutrientes en polvo en la situación nutricional y bienestar de los niños beneficiarios y de sus familias.

En este documento únicamente se presenta lo relacionado con el efecto de los micronutrientes en polvo y su efecto sobre el estado nutricional de los niños, medio ambiente, indicadores bioquímicos; datos provenientes de toda la información recogida en el macro proyecto liderado por el INS.

La nutrición juega un papel muy importante en el desarrollo de los países por su relación con la salud, el crecimiento, el aprendizaje, la capacidad de trabajo, la inteligencia, la respuesta inmunológica y por ende, en la prevalencia de mortalidad y morbilidad de la comunidad. Por lo tanto, para todos los gobiernos es vital conocer la situación nutricional

de su población y actualizarla periódicamente, con el fin de implementar políticas y programas, y evaluar estrategias de intervención en nutrición que permitan mejorar las condiciones y la calidad de vida de sus individuos (1,2)

La mejora del estado nutricional de todas las personas en todos los países es uno de los objetivos acordados unánimemente en muchas conferencias y cumbres internacionales celebradas durante los últimos 25 años. El aporte insuficiente de calorías es una de las causas principales del mal estado nutricional y, frecuentemente, de muertes prematuras. No obstante, la desnutrición puede derivarse también de otros factores, como una dieta insuficientemente diversa o carente de micronutrientes decisivos, y de un mal estado de salud, que impide al cuerpo absorber o aprovechar las calorías y micronutrientes.

El estado nutricional suele evaluarse utilizando la antropometría, es decir, tomando medidas corporales, como el peso y la altura. Las medidas antropométricas pueden describirse como indicadores de resultado, en cuanto que reflejan el resultado final de todos los factores que influyen en el estado nutricional. Sin embargo, si se quiere una base para la acción deben complementarse con otros tipos de información sobre las razones por las que las personas están insuficientemente alimentadas, formas más complejas de evaluar el estado nutricional, especialmente en lo relativo a carencias de vitaminas y minerales y este diagnóstico solo se puede hacer por medio de mediciones bioquímicas. (3)

La evaluación y monitoreo del estado nutricional permite encauzar los recursos de intervención hacia regiones o zonas específicas; teniendo en cuenta que la deficiencia de micronutrientes es una de las necesidades primordiales y de gran impacto en salud pública para muchos gobiernos y una prioridad a nivel mundial. Se han creado diferentes estrategias como la fortificación, suplementación, diversificación de la dieta, pinzamiento oportuno cordón y estrategias de comunicación con el fin de minimizar el impacto de esta problemática.

En respuesta a la emergente necesidad de información relacionada con micronutrientes, han surgido varias iniciativas desde diferentes organizaciones mundiales para dar a conocer el estado nutricional. (4,5)

Una de las estrategias implementadas a nivel mundial con mayores resultados es el uso de micronutrientes en polvo, que son paquetes de polvo de dosis única que contienen hierro, vitamina A, zinc y otras vitaminas y minerales que se pueden espolvorear sobre cualquier alimento semisólido en el domicilio o en cualquier otro momento de la utilización para aumentar el contenido de nutrientes esenciales en la dieta del preescolar durante este período.

Iniciativas como la desarrollada por el Departamento de Salud Internacional de la Universidad de Tulane, la Iniciativa en Micronutrientes y la UNICEF suministraron información muy valiosa en relación al hierro, vitamina A y yodo a nivel global (2). Esta tendencia se replica en otros sistemas de información facultados por la OMS y el CDC como el Sistema de Información Nutricional en Vitaminas y Minerales VMNIS y el Programa Internacional de Control y Prevención de la Malnutrición de Micronutrientes IMMPaCT respectivamente, en donde hay un especial interés en la valoración de Hierro, Vitamina A, Yodo, Zinc y Folato. (6)

Estudios confirman que la fortificación con micronutrientes en polvo en el domicilio redujo la anemia en el 31% (seis ensayos; CR 0,69, IC del 95%: 0,60 a 0,78) y la ferropenia en el 51% (cuatro ensayos; CR 0,49, IC del 95%: 0,35 a 0,67) en los neonatos y los niños pequeños. (7)

En los últimos 10 años Colombia ha realizado dos encuestas nutricionales, Encuesta Nacional de la Situación Nutricional ENSIN 2005 y 2010. ENSIN es un estudio poblacional de cobertura nacional con representatividad urbana y rural, para 6 regiones, 14 subregiones y 32 departamentos. Abarca la población colombiana entre 0 y 64 años de edad y los indicadores se presentan desagregados por grupos de edad, sexo, etnia y nivel socioeconómico.

En el aspecto de vitaminas y minerales se ha evaluado el hierro, hemoglobina, ferritina, vitamina A, Zinc, vitamina B12. Los resultados demuestran que uno de cada 4 niños de 6 a 59 meses presenta anemia; esta proporción es del 11% en jóvenes entre 13 y 17 años. Aunque en menor proporción, el 8% de los niños de 5 a 12 años y 7,6% de las mujeres en edad fértil, presentan anemia. Estas cifras configuran un problema de salud pública con grado de severidad leve, según la OMS.

En Colombia el uso de Micronutrientes en Polvo (MNP) es una estrategia relativamente reciente. Estos micronutrientes son de fácil manejo y distribución debido a que vienen empacados en sobres individuales, que contienen la dosis diaria lista para consumo. Comúnmente se conocen con el nombre de *Chispitas* o *Sprinkles*.

Con las consideraciones anteriores, el presente Proyecto evalúa el efecto de los MNP en un grupo de niños menores de 5 años, vinculados a los programas del ICBF en cuatro municipios del departamento del Atlántico, haciendo una comparación entre el grupo intervenido con los MNP y un grupo control, midiendo los resultados relacionados con la disminución de la anemia por deficiencia de micronutrientes.

Por lo anterior este proyecto pretendió analizar la parte socio demográfica y consumo de micronutrientes en polvo de un programa del Instituto Colombiano de Bienestar Familiar y ver si estos tienen un impacto en la disminución de anemia por deficiencia de micronutrientes en los individuos estudio.

1. Valoración de la investigación

1.1 Problema de Investigación

Todas las formas de malnutrición continúan causando gran sufrimiento en el mundo. La malnutrición infantil provoca retrasos en el crecimiento y en el desarrollo físico y mental, un aumento en las tasas de morbilidad y, en demasiados casos, la muerte. La malnutrición en adultos produce letargo, enfermedades frecuentes y un mal estado de salud en general, una capacidad física menor para el trabajo, problemas en el embarazo, una menor función cognitiva y pérdida del potencial de aprendizaje y productividad. El crecimiento de las tasas de hambre y malnutrición también se transforman en grave obstáculo para el desarrollo social y económico tanto a nivel de la comunidad como nacional. Después de años de progresivo avance, los retrocesos que se han venido dando en los últimos tiempos en la lucha contra el hambre y la malnutrición como resultado de la combinación del alza de precios de los alimentos y la desaceleración económica mundial, junto con los problemas persistentes del subdesarrollo, los conflictos civiles, la insuficiente disponibilidad de alimentos, la discriminación social y las tensiones a que se somete el medio ambiente, hacen peligrar las esperanzas de alcanzar los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM) en lo que dice relación con la pobreza, el hambre y la alimentación. (30)

Según la FAO, 105 millones de personas pasaron a engrosar las cifras del hambre en 2009 en relación al año anterior, y el número de personas que sufren de malnutrición actualmente alcanza 1,02 mil millones. En los países más afectados, las pérdidas en productividad individual por causa de la malnutrición equivalen al 10% de los ingresos medios, lo que ha generado pérdidas en el Producto Interno Bruto (PIB) del orden del 3%. Anualmente, unos 10 millones de niños alrededor del mundo mueren antes de cumplir los cinco años de edad, y un tercio de estas muertes se atribuye directamente a la desnutrición. Uno de cada tres niños en países en desarrollo menores de cinco años -178 millones de niños presenta retraso en el crecimiento debido a la desnutrición crónica y problemas de salud, y unos 148 millones de niños presentan bajo peso para su edad.

La carencia de micronutrientes o “hambre oculta” afecta a alrededor de 2 mil millones de personas en el mundo, o aproximadamente un tercio de la población mundial. Estas deficiencias de vitaminas y minerales, especialmente de hierro, yodo, zinc y vitamina A, generan retrasos en el crecimiento y desarrollo físico, menor capacidad mental, menor productividad, alteraciones del sistema inmunológico, ceguera y muerte - todos los cuales pueden prevenirse. (30)

El costo asociado a cualquier intento por abordar los efectos de la malnutrición, ya sea en términos fiscales, económicos o humanos, es alto, sin embargo, la prevención de la malnutrición no lo es. Por lo tanto, invertir en la nutrición no es sólo un imperativo moral sino que también tiene sentido en términos económicos ya que reduce los costos de salud, aumenta la productividad y el crecimiento económico, y promueve la educación, la capacidad intelectual y el desarrollo social.

Distintos estudios y análisis realizados por expertos reconocidos del Banco Mundial, el Consenso de economistas de Copenhague y por expertos en primera infancia, así lo demuestran.

Uno de los problemas nutricionales prevenibles desde la gestación y en la primera infancia, es el relacionado con las deficiencias de vitaminas y minerales. Son bien conocidos los efectos de las deficiencias de estos nutrientes sobre la salud de los niños y niñas (31, 32,33,).

La ingesta de Vitaminas y Minerales depende de la selección de los alimentos, la cual puede estar influenciada por la cultura, la religión, los hábitos o las preferencias personales, las enfermedades, el apetito, el desconocimiento y la situación socioeconómica (34,35).

La malnutrición incluye no sólo las formas clínicas severas de desnutrición (marasmo y kwashiorkor), sino también formas leves, caracterizadas entre otros indicadores por déficits en uno o más de los índices antropométricos, y los excesos, es decir, el sobrepeso. La forma más frecuente de malnutrición en nuestra población infantil son las carencias específicas de micronutrientes, que no

pueden diagnosticarse a partir de la antropometría, Esta desnutrición Según la OMS, UNICEF, *Micronutrient Initiative* y otras organizaciones es llamado Hambre oculta situación en donde el individuo aparentemente, puede parecer tener una salud aceptable, pero cuyo problema de nutrición crónicamente no es muy visible

Hambre Oculta

Sorprendentemente se estima que una de tres personas en el mundo la padece. Mujeres y niños de estratos bajos en países en vía de desarrollo son los más afectados, en cifras concretas más de tres mil millones de personas (36)

La preocupación se centra en el hecho de que las personas que sufren de hambre oculta son más propensas a sufrir de enfermedades, a padecer complicaciones derivadas de su debilitado estado de salud y finalmente, de morir. El hambre oculta se describe como un estado de malnutrición crónica, (37) desde un aspecto más objetivo, se refiere a la disminución significativa o la carencia de vitaminas y minerales.

El hambre oculta es descrita en términos de la carencia de vitamina A, hierro, zinc y yodo debido a que la deficiencia de alguno de estos Vitaminas y Minerales puede conllevar a síntomas visibles y clínicos que afectan a la mayor parte de la población del mundo. Sin embargo, es alta la probabilidad de que otros Vitaminas y Minerales también sean equitativamente necesarios, de hecho, el funcionamiento de un micronutriente en el organismo se relaciona con otro, en una compleja red metabólica (37)

Las deficiencias de vitaminas y minerales, en particular las de hierro, vitamina A, afectan a más de 2 000 millones de personas en todo el mundo. Los niños pequeños son muy vulnerables debido al rápido crecimiento y a prácticas dietéticas inadecuadas (38). La desnutrición por deficiencia de micronutrientes es una condición presente en el mundo entero que afecta a todas las comunidades, pero tiene un mayor impacto en las poblaciones más vulnerables, como niños y niñas menores de 5 años.

La deficiencia de hierro, que afecta a más de la mitad de la población del mundo, es la deficiencia nutricional prevenible más frecuente junto con las deficiencias de vitamina A y de zinc, la ferropenia tiene la carga de morbilidad documentada más grande entre los micronutrientes. Existe una carga desproporcionada de deficiencias de vitaminas y minerales en los países en desarrollo. Los neonatos y los niños son los grupos más vulnerables a la

desnutrición por micronutrientes debido a que ellos necesitan una ingesta alta de vitaminas y minerales para el crecimiento rápido en relación con la cantidad de alimentos que consumen. En general, la dieta de los neonatos y los niños pequeños con edades entre seis meses y 23 meses no proporciona cantidades suficientes de micronutrientes clave (en particular hierro, vitamina A, zinc y calcio) para satisfacer sus necesidades nutricionales y la inclusión de alimentos de fuente animal para llenar el vacío nutricional puede no ser práctica para los países de bajos ingresos. No hay una estimación global de las deficiencias de vitaminas y minerales específicamente en los niños menores de dos años; sin embargo, se calcula que 190 millones de niños en edad preescolar están afectados por la deficiencia de vitamina A y 293 millones por la anemia (39)

1.1.1 Situación en salud y micronutrientes a nivel mundial

Las deficiencias de micronutrientes en el mundo son una causa significativa de malnutrición y está asociada al deterioro del estado de salud de la población. Esto es particularmente más acentuado en un mundo cada vez más necesitado de insumos nutricionales para sustentar el acelerado crecimiento, sin sumar las desigualdades sociales y económicas de muchos países (1,8).

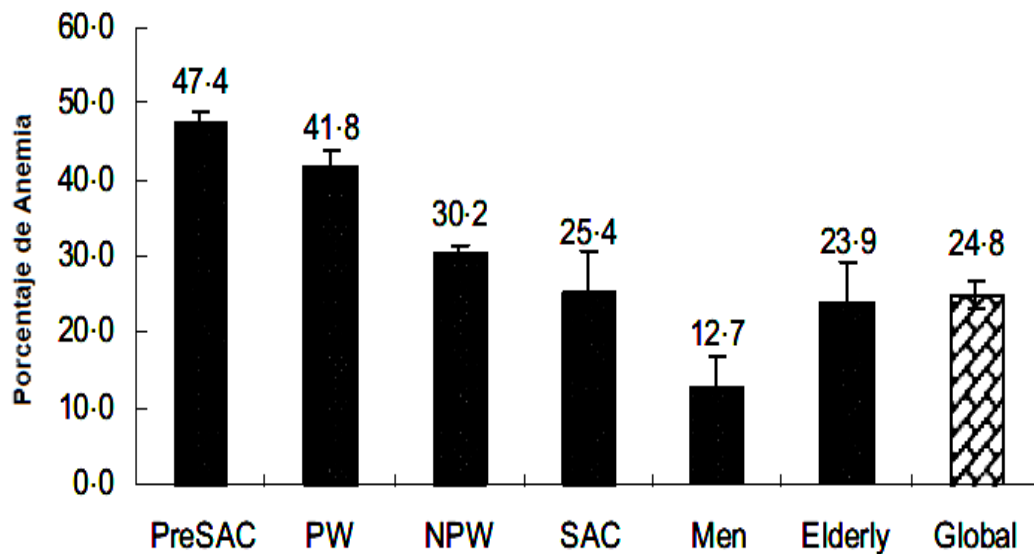
Hace una década se calculaba que cerca del 20% de la población mundial presentaba deficiencia de yodo, el 25% de los niños del planeta estaban deficientes de vitamina A y más del 40% de las mujeres a nivel global eran anémicas. Las deficiencias en micronutrientes llevan a retraso en el crecimiento y problemas cognitivos en los niños, defectos de nacimiento, ceguera, disminución significativa del desempeño académico y laboral de la población entre otras complicaciones (8,9)

De acuerdo con lo anterior la evaluación, monitoreo y suplementación de micronutrientes es una de las necesidades primordiales en salud pública para muchos gobiernos y una prioridad a nivel mundial. En respuesta a la emergente necesidad de información relacionada con micronutrientes, han surgido varias iniciativas desde diferentes organizaciones mundiales para dar a conocer el estado nutricional. (9,10)

Iniciativas como la desarrollada por el Departamento de Salud Internacional de la Universidad de Tulane, la Iniciativa en Micronutrientes y la UNICEF suministraron información muy valiosa en relación al hierro, vitamina A y yodo a nivel global (2). Esta tendencia se replica en otros sistemas de información facultados por la OMS y el CDC como el Sistema de Información Nutricional en Vitaminas y Minerales VMNIS y el Programa Internacional de Control y Prevención de la Malnutrición de Micronutrientes IMMPaCT respectivamente, en donde hay un especial interés en la valoración de Hierro, Vitamina A, Yodo, Zinc y Folato. (6)

Los datos arrojados al año 2009 para anemia son preocupantes, (Figura 1.1) se calcula que cerca del 50% de los niños del mundo en edad preescolar y el 25% en edad escolar sufre de anemia.

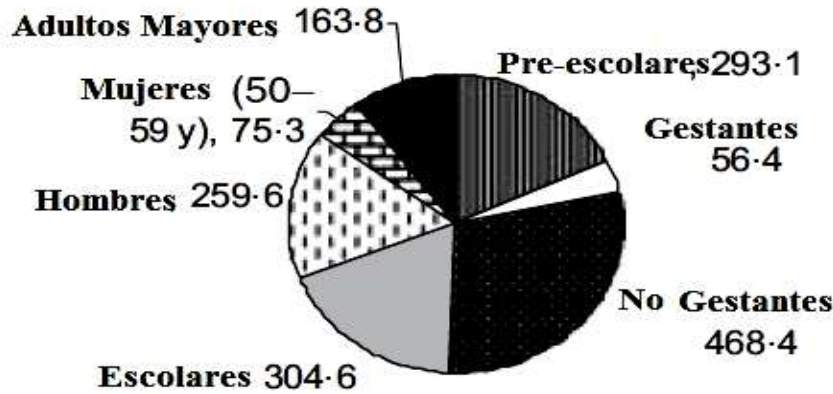
Figura 1.1. Porcentaje de prevalencia de anemia por grupos de edad en el mundo. PreSAC (preescolares), PW (Gestantes), NPW (No gestantes), (SAC) escolares. Fuente: Mclean et al., 2008 [4]



De la proporción en millones de personas que padecen anemia en el mundo aproximadamente casi 600 millones de niños, son los más afectados siendo esta la población más vulnerable a este tipo de deficiencia nutricional (Figura 1.2)

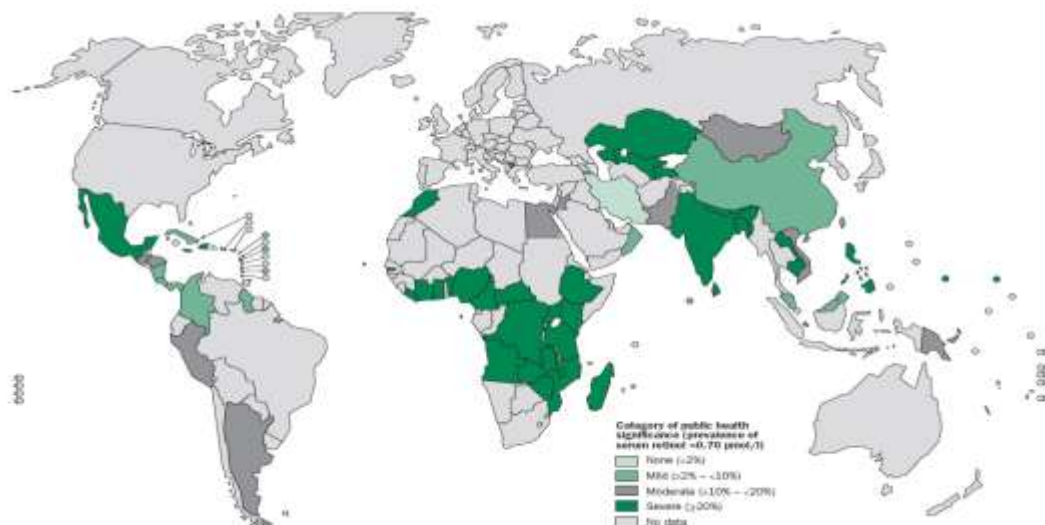
1 Efecto de la fortificación casera con micronutrientes en polvo, como una estrategia
 0 de intervención contra la deficiencia de micronutrientes en población infantil
 de 12 hasta 59 meses., de cuatro municipios del Departamento de Atlántico,
 pertenecientes a programas de complementación alimentaria. Año 2013.

Figura 1.2.. Proporción en millones de personas que padecen anemia en el mundo de acuerdo a los diferentes grupos de edad. Fuente: Mclean et al., 2008[4]



Resultados de otros estudios para indicadores como la vitamina A y Yodo documentados por la OMS para el año 2005 ponen en alerta a muchos países debido a las perjudiciales consecuencias de estas deficiencias nutricionales, principalmente en los niños (Figuras 1.3). Gran parte de la población infantil en el mundo está afectada por deficiencias de vitamina A y se estima que cerca de un millón de niños menores de cinco años muere en el mundo a consecuencia de complicaciones relacionadas con deficiencias de Zinc y Vitamina A (9)

Figura 1.3. Deficiencia de vitamina A (retinol) por país, en niños en edad escolar 1999-2005. Fuente: OMS, 2005



Las pérdidas económicas globales derivadas de insuficiencias a nivel de micronutrientes son realmente cuantiosas, la falta de información, monitoreo y encuestas es un aspecto que agrava considerablemente el problema. Las repercusiones en la salud de la población mundial son alarmantes [5, 6], el informe publicado en el 2009 por organizaciones como la UNICEF, Micronutrient Initiative, USAID, el Banco Mundial, GAIN y FFI, muestra que 136.000 mujeres y niños mueren debido a complicaciones derivadas de la deficiencia de hierro, 18 millones de bebés nacen mentalmente afectados por deficiencias de yodo durante la gestación y otros 150.000 nacen con defectos severos de nacimiento por una Inadecuada suplementación de ácido fólico.

Se estima que 350.000 niños quedan ciegos por deficiencias de vitamina A. La productividad de las personas se ve afectada de manera significativa por la anemia, se calcula que 1.600 millones de personas en el mundo sufren una reducción de su capacidad productiva y laboral por esta condición.

Las deficiencias nutricionales afectan a los individuos durante todo su ciclo de vida, en la niñez afectando el crecimiento y desarrollo mental, la capacidad inmunitaria. En la adolescencia se disminuye el desempeño físico y mental, la talla y aumenta la fatiga.

1.1.2. Situación en salud y micronutrientes en las Américas

Hacia las últimas dos décadas los países de las Américas han emprendido políticas públicas para el monitoreo de la situación en salud en la población, así como también la situación nutricional de los diferentes niveles poblacionales (11). Esto conlleva a métodos eficientes en la toma de decisiones y dirige los objetivos que deben tomar las políticas en salud y nutrición de los gobiernos (11,12).

De acuerdo con lo anterior la Organización Mundial de la Salud OMS establece y provee parámetros y modelos con el fin de facilitar la gestión, evaluación y vigilancia de los mecanismos de monitoreo de la situación en salud y nutrición de los países (1)Esto supone que cada país debe propender por tener información actualizada que permita tomar decisiones que originen un cambio a favor en el comportamiento de los diferentes índices, evaluando los esfuerzos en cobertura que debieran tomarse, para que de esta

- 1 Efecto de la fortificación casera con micronutrientes en polvo, como una estrategia
2 de intervención contra la deficiencia de micronutrientes en población infantil
de 12 hasta 59 meses,, de cuatro municipios del Departamento de Atlántico,
pertenecientes a programas de complementación alimentaria. Año 2013.
-

manera la población afectada pueda ser cubierta debidamente por las medidas de intervención (1).

La mejora en la calidad de vida, en la nutrición y en la salud de la población se traduce en una menor mortalidad y un mejor estado de nutricional, lo que a su vez influye, en un mejor desempeño y productividad (13). Cabe destacar que el componente nutricional es un punto muy importante del modelo propuesto por la OMS, ya que es un indicador directo a corto, mediano y largo plazo de la productividad poblacional, razón por la cual su evaluación, seguimiento, monitoreo y análisis deben ser periódicos y encaminados a suministrar información valiosa que influya en la toma de decisiones para el mejoramiento de la calidad de vida de las personas (14).

1.1.2.1 Evaluación de parámetros nutricionales en las Américas.

De acuerdo a la información consultada hay países pioneros en la consulta de información poblacional, como es el caso de Estados Unidos, Brasil, Costa Rica, México, Argentina, Colombia, los cuales destinan recursos suficientes para contar con información periódica de diferentes índices en diversos grupos de edad. (15, 16, 17,18).

Periódicamente los países de Latinoamérica realizan encuestas con el objeto de evaluar la situación en salud y nutrición de la población, a continuación se mostrara un análisis por países de las encuestas con énfasis en las metodologías utilizadas haciendo un análisis de las encuestas y sus diferentes alcances.

Estados Unidos

Estados Unidos cuenta con un programa muy avanzado para el monitoreo y evaluación de la situación en salud. El programa es denominado Encuesta nacional para la evaluación de la nutrición y salud NHANES, esta encuesta es la encargada de entrevistar y examinar la población norteamericana en diversos aspectos de salud y nutrición, como enfermedades de tipo crónico, estilo de vida de las personas, aspectos ambientales tendientes al desarrollo de enfermedades en la población (19). También se analizan hábitos saludables o no saludables como el consumo de tabaco, alcohol, uso de drogas, acondicionamiento físico, características de la dieta (19).

El principal objetivo de la encuesta es determinar la prevalencia de las enfermedades y factores de riesgo que más afectan a la población (19). Esta información es insumo para la valoración del estado nutricional y en la toma de decisiones en programas de promoción en salud.

Otro objetivo de la encuesta es servir de base para estudios epidemiológicos y de investigación en ciencias de la salud tendientes a diseñar programas y servicios en salud de tal forma que se expanda el conocimiento en salud de la nación.

NHANES cuenta con el apoyo del Centro de Control de Enfermedades CDC y el instituto nacional de estadísticas de Estados Unidos. La encuesta se realiza desde hace 50 años, con monitoreo en todo el país de aproximadamente cada 2 años. NHANES cuenta con una plataforma en línea y una página web de la encuesta donde se tiene acceso a gran parte de la información recabada, tanto para los tomadores de decisiones, personal científico, como para el ciudadano del común (19). En cuanto a salud se refiere se encuentra información relacionada con enfermedades crónicas, cardiovasculares, medicación, enfermedades infecciosas, factores de riesgo, actividad física, factores ambientales y genéticos y por último dieta y nutrición.

De acuerdo a los resultados de las últimas encuestas 2001-2004-2006-2008-2010-2012 Estados Unidos cuenta con prevalencias bajas de la mayoría de los indicadores, por ejemplo prevalencia de anemia por debajo del 6% en hombres y 9% en mujeres, de vitamina A por debajo del 1% en niños escolares. La situación de micronutrientes en Estados Unidos es resultado de un esfuerzo histórico en el país. A pesar de otros problemas de nutricionales que enfrenta la nación como el sobrepeso, enfermedades cardiovasculares y enfermedades de tipo crónico, Estados Unidos es pionero en la evaluación y monitoreo en la situación de micronutrientes en América y el mundo.

Argentina

En los últimos 10 años se han realizado 2 encuestas, la Encuesta Nacional de Nutrición y Salud ENNyS del año 2004 y la realizada en el 2012 (20,21). La evaluación por indicadores bioquímicos está centrada en hierro, folatos, vitamina A, vitamina B12 junto con sus variables asociadas.

1 Efecto de la fortificación casera con micronutrientes en polvo, como una estrategia
4 de intervención contra la deficiencia de micronutrientes en población infantil
de 12 hasta 59 meses., de cuatro municipios del Departamento de Atlántico,
pertenecientes a programas de complementación alimentaria. Año 2013.

Los resultados muestran que la prevalencia de Anemia en Argentina es mayor en los estados del norte la cual es cercana al 22%. Esto puede considerarse moderado de acuerdo con el informe de la OMS en el 2005-2011, (22,23). En la región noroccidental se encuentra la prevalencia más baja con un 10.1%, por otro lado la prevalencia de anemia en niños sobretodo en la región norte es preocupante, la información reporta un 45.7% y un 23.6% en la región noroccidental, la tendencia es similar en mujeres en edad fértil y mujeres en embarazo, en general las mujeres embarazadas en Argentina presentan una relación de anemia- embarazo de 30.5%, un indicador no muy bueno.

Brasil

Brasil tiene una de las poblaciones más grandes del mundo, uno de los reportes de la FAO indica más de 190 millones de personas, aunque se estima que actualmente este número debe ser mucho mayor, (para 2030 se proyectan 226 millones de personas) esto implica un esfuerzo gubernamental muy grande en obtener información nutricional del país. El informe de la FAO a nivel de micronutrientes indica que se han realizado en Brasil estudios sobre la deficiencia de yodo, anemia por deficiencia de hierro, deficiencia de vitamina A, aunque esta información es principalmente desactualizada pues pertenece a estudios de 1970 al 1990 (16)

En el informe de la Iniciativa América Latina y Caribe sin Hambre, se afirma que las deficiencias más relevantes para la población brasileña son: la anemia ferropénica, la avitaminosis A y el bocio endémico (23).

En primera instancia la anemia ferropénica representa, el principal problema en el país, afectando, en proporciones semejantes, a todas las macrorregiones. Adicionalmente una Investigación Nacional de Demografía y Salud del Niño y de la Mujer (24), reveló índices de anemia ferropénica en el 20,9% de los niños y en el 29,4% de las mujeres brasileñas. La avitaminosis A se dio en el 17,4% de los niños y el 12,3% de las mujeres que presentaban niveles inadecuados de vitamina A. Para la población infantil, las mayores prevalencias se encontraron en el Nordeste (19%) y Sudeste (21,6%) del país.

Costa Rica

Costa Rica cuenta con varios programas de gobierno tendientes al mejoramiento de la situación en salud y nutrición, razón por la cual se encuentran muchos estudios y reportes que describen la realidad nutricional. En los últimos 10 años Costa Rica ha realizado dos encuestas nutricionales, con la evaluación de diversos índices y cuyo objetivo ha sido el de disponer de información actualizada, veraz y oportuna sobre la situación nutricional de la población costarricense, con el propósito de orientar políticas, planes y programas relacionados con el campo de la salud.

Dentro de los componentes de la última encuesta realizada en el 2008, se encuentra la evaluación de parámetros antropométricos, de Vitaminas y minerales, alimentos fortificados, consumo de alimentos, parasitosis intestinal, salud oral y conducta alimentaria.

En relación al estudio de Vitaminas y minerales se evaluaron parámetros como hemoglobina, Ferritina, folatos, vitamina B12, vitamina A, zinc, selenio, yodo, flúor, homocisteína y alimentos fortificados. La encuesta muestra que Costa Rica cuenta con prevalencias de anemia leve, en preescolares y escolares con el 7.6% y 2.3% respectivamente, una de las más bajas de centro América, se destaca la evaluación de anemia en hombres con un 5.7% y en mujeres fértiles y en embarazo con un 9.9% y 13.2%, también consideradas de tipo leve, todo lo anterior a nivel nacional, los datos de ferritina siguen la misma tendencia y se observa un efecto significativo de los programas de gobierno para la disminución de la anemia con descensos de más del 30% en anemia de tipo severa, bajando del 24.2% al 6.0% en relación a lo reportado en 1996. Este es un ejemplo de los esfuerzos encaminados por los costarricenses para el mejoramiento de la calidad en salud de la población (25).

México

México realiza encuestas con una periodicidad considerable, con reportes en los últimos 10 años de 2006, 2008, 2012, con especial interés en escolares, la encuesta de nutrición y salud más importante de México es la ENSANUT. La última ENSANUT se realizó en 2006 y se ha considerado la encuesta más compleja que se haya realizado; el instituto nacional de salud pública INSP recabó información relacionada al estado de salud y nutrición de la población mexicana, a la prevalencia de algunos padecimientos crónicos e

1 Efecto de la fortificación casera con micronutrientes en polvo, como una estrategia
6 de intervención contra la deficiencia de micronutrientes en población infantil
de 12 hasta 59 meses., de cuatro municipios del Departamento de Atlántico,
pertenecientes a programas de complementación alimentaria. Año 2013.

infecciosos, a la calidad y respuesta de los servicios de salud, y al gasto en salud que realizan los hogares mexicanos. (26).

Adicionalmente esta encuesta tiene como objetivo, evaluar los cambios de prevalencias en la población mexicana, al comparar estos resultados con los de las encuestas nacionales de Nutrición del 1988 y 1999, y de Salud de 1986, 1994 y 2000.

A nivel de micronutrientes la ENSANUT 2006 y 2012 tienen un corto alcance puesto que se evalúan pocos indicadores, principalmente hemoglobina, Los resultados muestran que la prevalencia nacional de anemia en niños es del 10.1% lo que indica un descenso de más de 4 puntos en relación a la encuesta de 1999 (26).

Perú

Perú ha realizado múltiples encuestas a nivel de salud poblacional denominada encuesta demográfica y de salud familiar ENDES. Se reportan ENDES 2004-2006, ENDES 2010, ENDES 2011, en las cuales los estudios a nivel bioquímico y de micronutrientes son más bien escasos y se evalúa principalmente hemoglobina en sangre con el objeto de evaluar los niveles de anemia en la población.

Se reporta en la última encuesta que el 30.7% de los niños y niñas menores de 5 años padecían de anemia, cifra que muestra una disminución en relación a la encuesta del 2000 en donde el índice era del 49.6%, una cifra preocupante es la prevalencia de anemia en niños y niñas de 9 a 11 meses con un 62.4%, con mayor representación de anemia en el área rural que urbana (27).

Perú ha logrado mejoras significativas en este aspecto sin embargo no se reportan estudios más profundizados en el tema de micronutrientes que pudieran ofrecer información más sustancial sobre la situación en salud de los peruanos.

Colombia

En los últimos 10 años Colombia ha realizado dos encuestas nutricionales, Encuesta Nacional de la Situación Nutricional ENSIN 2005 y 2010. ENSIN es un estudio

poblacional de cobertura nacional con representatividad urbana y rural, para 6 regiones, 14 subregiones y 32 departamentos. Abarca la población colombiana entre 0 y 64 años de edad y los indicadores se presentan desagregados por grupos de edad, sexo, etnia y nivel socioeconómico.

En el aspecto bioquímico lo que se ha evaluado en las últimas encuestas es hierro, hemoglobina, ferritina, vitamina A, Zinc, vitamina B12. Los resultados de muestran que uno de cada 4 niños de 6 a 59 meses presenta anemia; esta proporción es del 11% en jóvenes entre 13 y 17 años. Aunque en menor proporción, el 8% de los niños de 5 a 12 años y 7,6% de las mujeres en edad fértil, presentan anemia (28,29). Estas cifras configuran un problema de salud pública con grado de severidad leve, según la OMS.

Por otro lado Uno de cada cuatro niños de 1 a 4 años presentó deficiencia de vitamina A y cerca de 1 de cada 2 en este grupo de edad, presenta deficiencia de zinc, situación que es considerada como un problema de salud pública según la OMS.

En general, la anemia se presenta en mayor proporción en el área rural y en la población de estratos bajos. En el reporte publicado por la OPS en 2009 sobre anemia en Latinoamérica y el Caribe, se observa que las prevalencias de anemia de la ENSIN 2010, en el grupo de edad entre 6 y 59 meses son similares a las encontradas en Países como Cuba, Chile y Paraguay.

▪ **Estrategias de Intervención a Nivel Mundial.**

Para combatir estas deficiencias nutricionales se promueve el suministro de una alimentación completa y balanceada, empezando desde la lactancia materna exclusiva y con adecuada alimentación complementaria. No obstante, los problemas persisten debido a múltiples factores. Por esta razón se han generado distintas estrategias tales como la suplementación con vitaminas y minerales, la fortificación de alimentos, el desarrollo de alimentos complementarios fortificados, la biofortificación, la diversificación de la dieta, entre otras.

Los micronutrientes en polvo surgen de una revisión de expertos a las intervenciones practicadas para tratar y prevenir la anemia, llegando a la conclusión de que la

1 Efecto de la fortificación casera con micronutrientes en polvo, como una estrategia
8 de intervención contra la deficiencia de micronutrientes en población infantil
de 12 hasta 59 meses,, de cuatro municipios del Departamento de Atlántico,
pertenecientes a programas de complementación alimentaria. Año 2013.

suplementación con hierro en gotas para niños y tabletas para mujeres eran eficaces pero no siempre efectivas; esto principalmente por la pobre adherencia de los beneficiarios debido a posibles efectos tales como gastritis y constipación y por el sabor residual. (42)

Con estos antecedentes Zlotkin y colaboradores de la Universidad de Toronto, Canadá desarrollaron una nueva forma de suministrar micronutrientes incluyendo el hierro. Esta intervención se basó fundamentalmente en la observación del impacto y la aceptación de los alimentos fortificados con micronutrientes, debido a que no cambian el color, textura ni sabor de los alimentos.

Los micronutrientes en polvo son paquetes de polvo de dosis única que contienen hierro, vitamina A, cinc y otras vitaminas y minerales que se pueden espolvorear sobre cualquier alimento semisólido en el domicilio o en cualquier otro momento de la utilización para aumentar el contenido de nutrientes esenciales en la dieta del preescolar durante este período; estos micronutrientes son de fácil manejo y distribución debido a que vienen empacados en sobres individuales, que contienen la dosis diaria lista para consumo. Comúnmente se conocen con el nombre de Chispitas o Sprinkles.

En países de la región de América Latina y el Caribe el Programa Mundial de Alimentos – PMA– y otras agencias del sistema de Naciones Unidas, en coordinación con los gobiernos, han promovido y viene apoyando con éxito el desarrollo de proyectos de fortificación casera con micronutrientes en polvo (MNP). Actualmente se desarrollan proyectos similares en Bolivia, Perú, Ecuador, Guatemala, Panamá, Honduras, Nicaragua, México, República Dominicana, Haití y Cuba.

Las experiencias en estos países y en países de otras regiones del mundo han demostrado que con el suministro continuo de micronutrientes en polvo a los niños y niñas en sus alimentos, se logra reducir la anemia en forma relativamente rápida. Este hecho ha contribuido al reposicionamiento en las agendas públicas del tema de las deficiencias de micronutrientes y las acciones para contrarrestarlas, siendo bien acogido el suministro de esta forma de micronutrientes.

La evidencia existente de diversos estudios, ha demostrado que la fortificación casera de alimentos es efectiva especialmente en la reducción de la anemia por deficiencia de hierro nutricional de los niños y niñas menores de 5 años y las mujeres embarazadas. En un estudio realizado en niños de Ghana, se encontró que la media de hemoglobina fue significativamente mayor en los niños y niñas que recibieron los micronutrientes en polvo, en cualquiera de las marcas conocidas, que aquellos que no recibieron ninguna intervención. La prevalencia de anemia por deficiencia de hierro fue de 31% en niños entre 6 y 12 meses de edad que no recibieron micronutrientes en polvo, respecto a 10% en los niños que si recibieron. (43)

Otros resultados de distintas investigaciones han puesto en evidencia la gran aceptabilidad del producto por parte de las madres y se ha demostrado que la adherencia al producto es mucho más alta que la encontrada para gotas o tabletas. Existen varios ensayos clínicos realizados por la Fundación Heinz en diferentes lugares del mundo, incluido uno realizado en el altiplano boliviano donde se demostró una tasa de respuesta del 91%, después de 60 días de suplementación diaria.(44)

Dependiendo de la prevalencia y etiología de la anemia, los micronutrientes en polvo pueden contribuir a su disminución en un 30 a 50%, siempre y cuando se suministren 60 sobres a los niños durante un período de 2 meses, es decir, 1 sobre diario durante 60 días. La eficacia del suministro de micronutrientes en contraste con la suplementación de jarabes o gotas es tan prometedora que en el 2005 el Fondo de Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF), la Organización Mundial de la Salud (OMS), el Programa Mundial de Alimentos (PMA), la Iniciativa de Micronutrientes (MI), y otras agencias de cooperación realizaron una consulta técnica donde se acordó la administración de micronutrientes múltiples a niños menores de 5 años durante situaciones de emergencia.

La fortificación casera ha permitido el desarrollo de distintos proyectos en países de la región de América Latina y el Caribe. En Colombia se encuentra en curso un proyecto que inicia la intervención oficial con micronutrientes en el país, desde el Ministerio de Salud y de Protección Social en zonas afectadas por el invierno.

Una revisión sistemática sobre la fortificación con micronutrientes en polvo en el domicilio concluyó que está intervención redujo la anemia en el 31% (seis ensayos; CR

2 Efecto de la fortificación casera con micronutrientes en polvo, como una estrategia
0 de intervención contra la deficiencia de micronutrientes en población infantil
de 12 hasta 59 meses,, de cuatro municipios del Departamento de Atlántico,
pertenecientes a programas de complementación alimentaria. Año 2013.

0,69, IC del 95%: 0,60 a 0,78) y la ferropenia en el 51% (cuatro ensayos; CR 0,49, IC del 95%: 0,35 a 0,67) en los neonatos y los niños pequeños. En comparación con la administración diaria de suplementos de hierro el uso de polvos de micronutrientes produjo resultados similares sobre la anemia (un ensayo; CR 0,89, IC del 95%: 0,58 a 1,39) y las concentraciones de hemoglobina (dos ensayos; DM -2,36 g/l, IC del 95%: -10,30 a 5,58); sin embargo, debido a la cantidad limitada de datos estos resultados deben ser interpretados con precaución. (7)

Es muy importante destacar que la fortificación casera con micronutrientes en polvo como una de las intervenciones para prevenir y tratar la desnutrición por micronutrientes habitualmente va acompañada de otras medidas de Salud Pública que incluyen la promoción de lactancia materna exclusiva durante los primeros seis meses de vida, control del parasitismo intestinal, de las infecciones respiratorias y diarreicas agudas y la ligadura tardía del cordón umbilical, entre otras; (45) la diversificación dietética para incluir alimentos con vitaminas y minerales muy absorbibles, la fortificación de los alimentos de primera necesidad y complementarios, así como la provisión de suplementos,(46) esta última es la intervención más generalizada.

Se ha informado que la administración de suplementos de vitamina A a los niños entre seis meses y cinco años de edad reduce significativamente la mortalidad total alrededor del 23% al 30% (47) y reduce la ceguera de la niñez en el 70%. Se considera que la reducción de la mortalidad está mediada por la mejoría en el estado de la vitamina A, lo que puede afectar la susceptibilidad a la infección por un efecto sobre el sistema inmunológico (48). La administración de suplementos de zinc da lugar a una reducción del 9% en la mortalidad infantil y a una reducción del 23% en la incidencia de diarrea infantil (49) Debido a que las reservas de hierro adecuadas durante la niñez es crítico para el desarrollo motor y cognitivo, la Organización Mundial de la Salud (OMS) ha recomendado la administración general de suplementos de hierro a todos los neonatos y niños entre seis y 24 meses de vida en las áreas donde la prevalencia de anemia es del 20% al 30%, o mayor .Las intervenciones con micronutrientes, en particular la administración de suplementos de vitamina A y cinc a los niños y la fortificación de los

alimentos con hierro y yodo, han mostrado encontrarse entre las iniciativas mundiales de desarrollo más costos efectivos (50).

A pesar de los efectos beneficiosos bien reconocidos de la administración de suplementos con uno, dos o múltiples micronutrientes, la implementación se ha obstaculizado por el cumplimiento deficiente de los regímenes de dosis, el suministro inadecuado y la cobertura baja, así como los posibles efectos secundarios relacionados con la dosis y los problemas de seguridad.

En respuesta a estas limitaciones operacionales, la fortificación de los alimentos en "el domicilio" o "al momento de la utilización" con polvos de micronutrientes se desarrolló como una alternativa nueva a la administración diaria de suplementos para el suministro de hierro y de otros micronutrientes con los alimentos. Los polvos de micronutrientes son paquetes de polvo seco de dosis única que contienen hierro encapsulado en lípidos y otros micronutrientes que se pueden espolvorear sobre cualquier alimento semisólido (51). El revestimiento de la encapsulación en lípidos impide la disolución del hierro en los alimentos y, por lo tanto, evita cualquier cambio en el color, el sabor o el gusto. La fortificación con polvos de micronutrientes en el domicilio se ha propuesto para la alimentación complementaria según la justificación de que 1) es posible agregar vitaminas y minerales diversos a la formulación en el sobre de polvos de micronutrientes; 2) los sobres de polvos de micronutrientes son livianos y simples de almacenar, transportar y distribuir; 3) los polvos de micronutrientes son fáciles de producir, con un coste de producción relativamente bajo; 4) los polvos de micronutrientes no afectan el mantenimiento de las prácticas dietéticas habituales que facilitan la transición de la lactancia materna exclusiva a la alimentación complementaria; 5) los polvos de micronutrientes son fáciles de utilizar incluso para personas no alfabetizadas; y 6) la posibilidad de sobredosis es baja(51) Un inconveniente mencionado ha sido el reto de la eliminación de desechos con los sobres de dosis única.

Debido a que habitualmente los productos de polvos de micronutrientes tienen una mayor aceptabilidad y menos efectos secundarios que las en desarrollo se ha utilizado el enfoque de la fortificación de los alimentos con polvos de micronutrientes en el domicilio para tratar la anemia (52)

2 Efecto de la fortificación casera con micronutrientes en polvo, como una estrategia
2 de intervención contra la deficiencia de micronutrientes en población infantil
de 12 hasta 59 meses,, de cuatro municipios del Departamento de Atlántico,
pertenecientes a programas de complementación alimentaria. Año 2013.

El costo del aumento del número de micronutrientes en el polvo es mínimo (el costo primario del producto está en el envasado). Muchos programas utilizan una formulación que contiene 14 vitaminas y minerales aunque la formulación y las especificaciones del compuesto pueden variar en otros programas. La eficacia de la formulación "multimicronutriente" estándar para la anemia se ha evaluado en algunos estudios, pero la posibilidad de la interacción negativa entre los micronutrientes múltiples, que posiblemente limiten su absorción y utilización, así como los efectos sobre otros resultados justifica que se realicen estudios de investigación adicionales. (53)

El suministro de hierro en las áreas donde el paludismo es endémico ha sido una controversia de muchos años debido a inquietudes con respecto a que el tratamiento de hierro puede exacerbar las infecciones, en particular en el paludismo debido a que el parásito requiere de hierro para su crecimiento (54); un ensayo clínico grande de la administración de suplementos de hierro y ácido fólico en Zanzíbar, un área con tasas altas de transmisión del paludismo y con un control deficiente del paludismo al momento del estudio, encontró que los que recibieron hierro y ácido fólico con o sin zinc tuvieron mayores probabilidades de morir o necesitar tratamiento hospitalario debido a un evento adverso (55)

Desde la perspectiva de la implementación, actualmente los programas con polvos de micronutrientes de encuentran a escala nacional en varios países como Bangladesh, Mongolia y Haití, y numerosos países planifican la distribución a gran escala para los niños (56) Según el taller regional de 2009 de la UNICEF realizado en Asia, se han implementado o se planifican 32 programas de fortificación con polvos de micronutrientes en el domicilio (57).

Sin embargo, pocos estudios informaron consideraciones operativas y de costos que incluyen mecanismos de distribución efectivos. Además, hay una gran variabilidad en la formulación de los polvos de micronutrientes (por ejemplo, el número y la dosis de los micronutrientes), los productores que elaboran los polvos de micronutrientes, el grupo etario destinatario de los niños que reciben los polvos de micronutrientes y los ámbitos en los que se distribuyen los polvos de micronutrientes (58)

1.2 Pregunta de Investigación

¿Son los micronutrientes en polvo una estrategia eficaz en la disminución de anemia por deficiencia de micronutrientes en niños entre los 12 hasta 59 meses de edad vinculados a programas de complementación alimentaria, en los municipios de Baranoa, Galapa, Malambo y Barranquilla, pertenecientes al departamento del Atlántico, suministrados en el año 2013?

1.3 Justificación

De acuerdo con la OMS la deficiencia de hierro es la principal causa de muerte en niños menores de 5 años, seguido por la lactancia materna no adecuada. A nivel mundial 0,5% de las muertes en esta población son atribuibles a la deficiencia de hierro. Así, en países de ingreso medio como Colombia 0,2% de las muertes son atribuibles a deficiencia de hierro en niños menores de 5 años (40).

Durante los años 2009 y 2010, el Programa Mundial de Alimentos de las Naciones Unidas –PMA, (41) contó con el apoyo del proyecto regional financiado por la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo AECID, cuyo objetivo general fue *“Incrementar el compromiso y la capacidad de los gobiernos en el ámbito de la reducción del hambre y la desnutrición mediante programas sociales integrados de micronutrientes centrados en grupos precisos”*. Con este objetivo se apoyó la capacidad de los gobiernos a fin de diseñar e implementar mejores políticas y programas, para entregar productos y servicios de calidad a la población, monitorear las acciones y evaluar impacto.

La región Caribe colombiana es una de las que presenta mayores índices de anemia y desnutrición en el país de acuerdo con la Encuesta Nacional de Situación Nutricional en Colombia, ENSIN 2010. (Tabla 1-1).

2 Efecto de la fortificación casera con micronutrientes en polvo, como una estrategia
 4 de intervención contra la deficiencia de micronutrientes en población infantil
 de 12 hasta 59 meses,, de cuatro municipios del Departamento de Atlántico,
 pertenecientes a programas de complementación alimentaria. Año 2013.

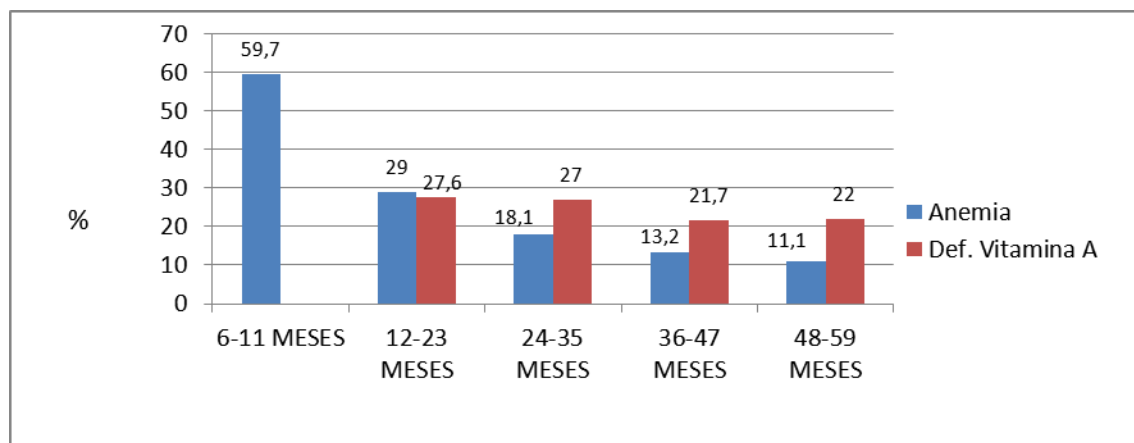
Tabla 1.1. Prevalencia de anemia y retraso en talla en niños y niñas menores de 5 años en la región Atlántica.

DEPARTAMENTO	PREVALENCIA DE ANEMIA	RETRASO EN TALLA
Total país	27,5	13,2
Región Atlántica	29,4	15,4
Atlántico	29,9	15,5
Bolívar	22,8	10,8
Cesar	23,6	11,7
Córdoba	37,5	16,4
La Guajira	38,9	27,9
Magdalena	35,8	18
San Andrés y Prov.	36,6	3.8*
Sucre	16	14,3

Fuente: ENSIN, 2010

En la figura 1-4 se hace evidente las deficiencias de micronutrientes presentes especialmente en los niños y niñas menores de 5 años, situación generada entre otros aspectos por la pobreza, la exclusión y la falta de oportunidades para sus padres.

Figura 1.4. Prevalencias deficiencia de micronutrientes en menores de 5 años



Fuente: ENSIN, 2010

En este contexto, el PMA realizó la Jornada Regional denominada “*Los micronutrientes: una estrategia para un Caribe sin hambre*” realizada en la ciudad de Santa Marta en julio de 2010, en la cual participaron los Gobernadores y representantes de salud y planeación de 8 departamentos que integran la región Caribe colombiana. Esta jornada se llevó a cabo en coordinación con el Programa Caribe Sin Hambre y la participación de representantes de entidades nacionales como el Departamento Nacional de Planeación, el Instituto Nacional de Salud y el Instituto Colombiano de Bienestar Familiar.

Como producto de este taller se logró la firma de un Acta de Compromiso en la que los gobernadores de los 8 departamentos se comprometieron a avanzar en la erradicación de las deficiencias de micronutrientes y en la formulación de acciones y proyectos para conseguirlo.

Estas reuniones permitieron identificar los puntos críticos y las oportunidades presentes en los territorios para llevar a cabo el proyecto de fortificación casera, de manera que las lecciones aprendidas durante su ejecución sirvan de base para la realización de proyectos en esta misma línea.

Teniendo en cuenta que en nuestro país la evidencia de este tipo de intervenciones es escasa, este proyecto pretende analizar e identificar los posibles efectos que la estrategia pueda tener sobre esta población y así contribuir con la disminución de la deficiencia de micronutrientes, uno de los principales problemas de salud pública de nuestro país, todo esto bajo la responsabilidad del Programa Mundial de Alimentos y el Instituto Nacional de Salud.

1.4 Propósito

Esta investigación tiene como propósito analizar si la estrategia mejora o tiene algún efecto sobre la problemática de deficiencia de micronutrientes presente en población entre los 12 y 59 meses vinculados a programas de complementación alimentaria de cuatro municipios del departamento de Atlántico.

1.5 Objetivo general

Evaluar los efectos de la estrategia de fortificación casera con micronutrientes en polvo en población infantil entre los 12 hasta 59 meses de edad, pertenecientes a programas de complementación alimentaria, modalidad de ración servida y paquete alimentario de los municipios de Baranoa, Galapa, Malambo y Barranquilla del departamento de Atlántico, durante el año 2013. Comparando dos grupos: uno intervenido con el suministro de MNP y otro de control.

1.6 Objetivos específicos

- Caracterizar la población estudio en aspectos sociodemográficos como edad, sexo, zona geográfica, antecedentes de salud, vivienda, etc.
- Evaluar los efectos de la fortificación casera con MNP, en el grupo intervenido de acuerdo a la modalidad de ración servida o de paquete alimentario, midiendo indicadores bioquímicos tales como hemoglobina, ferritina, Vitamina A y Zinc, iniciando con una línea de base y una de seguimiento.
- Comparar los resultados entre los dos grupos, el intervenido y el grupo control, midiendo indicadores bioquímicos como hemoglobina, ferritina, Vitamina A y Zinc, iniciando con una línea de base y una de seguimiento.
- Evaluar los efectos de la fortificación casera con micronutrientes en dos grupos de estudio uno intervenido y uno control, en una línea base y una de seguimiento, en niños y niñas de 12 a 59 meses de edad de cuatro municipios del departamento de Atlántico, medido por indicadores bioquímicos como hemoglobina, Ferritina, Vitamina A y Zinc.

2.Referencias conceptuales

2.1 Hierro

2.1.1. Comportamiento biológico del Hierro

La anemia ferropriva es la manifestación más común de la deficiencia de hierro y es uno de los problemas nutricionales más prevalentes en el mundo. En los individuos anémicos, hay una reducción en la capacidad de trabajo debida a una disminución en la capacidad de transporte de oxígeno por los glóbulos rojos. Así mismo, el hierro es esencial para el funcionamiento apropiado de numerosas enzimas (citocromos, catalasas, peroxidasas, etc.), por lo cual, su deficiencia puede deteriorar una amplia gama de funciones metabólicas, incluidas las respuestas inmunológicas. Sumado a esto, la anemia en la gestación se asocia con un aumento de la morbi-mortalidad materno-infantil, mayor riesgo de parto prematuro, bajo peso al nacimiento y mayor riesgo de muerte materna. En la población preescolar y escolar pueden presentar déficit en la atención y algún grado de trastorno de la percepción. (59,60)

La absorción del hierro es controlada estrictamente para reemplazar las pérdidas normales en las células que se eliminan de la piel y el intestino, y debidas a sangrados menores. Las pérdidas de hierro causadas por sangrados excesivos no son compensadas fácilmente en personas con bajo consumo de alimentos ricos en este micronutriente. Por lo tanto, los requerimientos de hierro aumentan ante sangrados crónicos, durante el embarazo y los períodos de rápido crecimiento. (59,61)

La principal función del eritrocito es transportar oxígeno y la hemoglobina es la molécula que lo transporta. En la fase normoblástica, el eritrocito sintetiza hemoglobina a una velocidad muy alta, constituyendo el 90% del peso total del eritrocito, que en el adulto es principalmente hemoglobina A. La hemoglobina es una molécula tetramérica que

contiene cadenas de polipéptidos, dos alfa y dos beta, conteniendo cada una un grupo hem, el cual se une de manera no covalente al oxígeno.

Durante diferentes períodos de la vida de un individuo, se sintetizan variedades de hemoglobina, cada una especializada para contribuir en mayor o menor grado al transporte de oxígeno. Así, se tienen: Portland y Gower Y y II son embrionarias, F es la fetal y A y A₂ son isoformas del adulto. (61)

La absorción del hierro hem, contenido en las carnes y cuya biodisponibilidad es mayor (20-25%), no se ve afectado por los niveles de hierro orgánico u otros componentes de la dieta, mientras que la absorción del hierro no hem de los alimentos vegetales (1-8%) depende del nivel de hierro del individuo, y es afectada por los factores que aumentan, como la vitamina C, o inhiben, como el fofato, polifenoles y taninos, la absorción los cuales están presentes en muchos alimentos. (69, 62,63)

2.1.2. Indicadores del estado nutricional del Hierro

▪ Hemoglobina

La hemoglobina es una proteína tetramérica constituida por cuatro cadenas polipeptídicas que se encuentran acopladas al hierro para crear un lugar de unión al oxígeno. El hierro está quelado por un sistema de anillo tertrapirrólico denominado protoporfirina IX. El complejo formado por la protoporfirina IX y el hierro se denomina hemo y está unido de forma no covalente a la hemoglobina. Es miembro de una familia de proteínas globulares denominadas globinas y desempeña un papel esencial en uno de los aspectos más importantes del metabolismo animal, la adquisición, transporte y utilización del oxígeno. Además, la hemoglobina también participa en la eliminación de CO₂ de los tejidos. (64)

▪ Ferritina

La ferritina es una proteína de alto peso molecular que contiene hierro, cuya función en el organismo consiste en actuar como depósito de este mineral. Aproximadamente el 25% del hierro corporal en un adulto de 70kg está presente en diversas formas de depósito y cerca de dos terceras partes de este se encuentran asociado a la ferritina. (62)

Debido a que la depleción de los depósitos de hierro se presenta antes de la evidencia clínica de anemia, la ferritina es uno de los indicadores más valiosos para determinar en forma temprana la deficiencia de este micronutriente. El punto de corte de deficiencia de ferritina es $< 12\mu\text{g/L}$. (65,66, 67,68)

Al contrario de la hemoglobina, el contenido de ferritina no se ve afectado por la altitud por encima del nivel del mar, No obstante, es una proteína de respuesta de fase aguda positiva cuya concentración aumenta durante la inflamación, de modo que en tales circunstancias no reflejan la magnitud de las reservas de hierro.

En zonas donde las enfermedades infecciosas o inflamatorias tienen una alta prevalencia es difícil definir la carencia de hierro utilizando sólo la ferritina en plasma.

Si las enfermedades infecciosas son estacionales, el estudio se debe realizar en la época de menor transmisión; si se presentan a lo largo del año, la medición simultánea proteínas de respuesta de fase aguda, la PCR, puede facilitar la interpretación de las concentraciones de ferritina. Un método para ajustar el aumento de la concentración de ferritina debido a la inflamación es elevar el valor de corte que define carencia, a menudo hasta $30\mu\text{g/L}$. Otro método consiste en excluir de los cálculos de la prevalencia a las personas con concentraciones elevadas de PCR. Sin embargo, en zonas y grupos de edad en los que las enfermedades inflamatorias son casi universales esta exclusión podría reducir artificialmente las estimaciones de la prevalencia de ferropenia basadas en las concentraciones de ferritina en plasma. (69)

2.2. Proteína C Reactiva

La Proteína C Reactiva PCR es una proteína sintetizada en el hígado en respuesta a procesos inflamatorios e infecciosos, es denominada también como proteína de fase aguda, puede detectarse en la sangre. El papel fisiológico de La PCR es unirse a la molécula fosfolina expresada en la superficie de células muertas o en proceso de muerte con el objeto de activar el sistema complemento C1q.

La PCR es miembro de la familia de proteínas Pentraxinas y es sintetizada en respuesta a señales como la interleucina 1 o 6 y al factor de necrosis tumoral alfa TNF α en procesos de fase aguda. (70)

Los procesos de fase aguda se llevan a cabo bajo diversas condiciones de inflamación agudas y crónicas como la infección por virus, bacterias, enfermedad reumática, lesiones en los tejidos entre otros. Durante la fase aguda la PCR incrementa sus niveles rápidamente (en 2 horas incremento inicial y pico a las 48 horas) desde 100 hasta 50.000 veces su nivel normal con una vida media constante, haciendo que los niveles de PCR dependan de la tasa de síntesis y a su vez de la severidad de la causa de la inflamación. (70)

Se considera a la PCR como un indicador de procesos de inflamatorios y excepto por daños hepáticos pocos factores interfieren su producción.

2.3. Vitamina A

2.31. Comportamiento biológico de la vitamina A (Retinol)

La vitamina A llega al organismo proveniente de dos fuentes: como provitamina A, en forma de carotenos presentes en los alimentos de origen vegetal y como retinoides o vitamina A preformada, provenientes de alimentos de origen animal. Es absorbida en el intestino delgado y una vez en el organismo es almacenada en el hígado en forma de retinilester para luego ser transportada a diferentes sitios a través de la proteína fijadora de retinol (RBP). (71)

La vitamina A cumple diversas funciones en el organismo, dentro de las cuales se encuentra: en la retina como parte de la opsina, proteína de los bastoncillos, es requerida para el crecimiento óseo, diferenciación del tejido epitelial y embrionario y en la reproducción. En el sistema inmunitario es importante en la respuesta inmune a algunas enfermedades infecciosas y actualmente existe interés farmacológico como tratamiento del cáncer. (72,73)

2.3.2. Indicadores del estado nutricional de la vitamina A

Los indicadores para determinar deficiencia subclínica de vitamina A pueden ser funcionales, bioquímicos e histológicos. La concentración de retinol en plasma es uno de los indicadores bioquímicos más utilizados y según la OMS el punto de corte para definir deficiencia es 20ug/dL (70 mmol/L). (74,75)

2.4. Zinc

2.4.1. Comportamiento biológico del zinc

El zinc en un 95% se encuentra en músculo, hueso, piel y cabello, únicamente el 5% se encuentra disponible en hígado y plasma. En su forma plasmática, se encuentra en un 99% unido a proteínas como albúmina, a-2 macroglobulina y otras proteínas de bajo peso molecular. También es cofactor de más de 300 enzimas, entre las que se encuentran lactato deshidrogenasa, fosfatasa alcalina y anhidrasa carbónica. (62)

El zinc juega un papel muy importante en el sistema inmune y su deficiencia afecta la función de este sistema tanto a nivel innato como adaptativo hasta en un 20%.

La inmunidad celular está profundamente afectada por la deficiencia de zinc, produciendo linfopenia, atrofia linfoide, mal función de los linfocitos T y B, disminución de la respuesta cutánea y falla en el proceso de fagocitosis. (62, 76,77)

Su deficiencia está relacionada con una regulación negativa de las funciones biológicas básicas a nivel celular, incluyendo síntesis de DNA, transcripción de RNA, división y activación celular, trastornos en el crecimiento, en la inmunidad y en la agudeza olfativa y gustativa. Algunos estudios sugieren que el suplemento con zinc puede reducir la prevalencia de enfermedad diarreica. Estas dos situaciones son las responsables de un número importante de muertes en niños en el mundo cada año. (77,65) La posibilidad del aumento en la deficiencia de zinc cada día es mayor. La evidencia sugiere que cerca de la tercera parte de la población mundial vive en ciudades con alto riesgo de deficiencia de zinc. El Grupo Consultor Internacional de Nutrición de Zinc (IzincCG), recomienda que todos los países monitoreen este problema e indaguen sobre las posibles causas para generar intervenciones tempranas y eficientes. (77,65)

2.4.2. Indicadores del estado nutricional de Zinc

La determinación de zinc en suero por espectrofotometría de absorción atómica es un buen indicador del estado nutricional del zinc. El punto de corte recomendado por el Grupo Consultor Internacional de Nutrición de Zinc para la OMS es 65ug/dL para estudios en los cuales las muestras no sean tomadas en condición de ayuno. (77)

3. Diseño metodológico

3.1. Tipo de Estudio

Estudio de intervención con mediciones pre y post en dos grupos, uno intervenido y otro de control, una línea base y otra de seguimiento.

3.2. Área de Estudio

Para la definición de los municipios en el departamento de Atlántico, se tuvo en cuenta dos condiciones: Que en el municipio funcionarán las dos modalidades de programas de complementación alimentaria, la modalidad de ración servida (ICBF, entidades privadas, oficiales etc.) y paquete alimentario (PMA) y que el aporte diario calórico estuviera dentro del 70%-80% información que fue suministrada por el departamento, los municipios el ICBF, el Programa Mundial de Alimentos y los operadores de cada uno de los programas.

Los municipios seleccionados fueron Baranoa, Malambo, Galapa y Distrito de Barranquilla.

Después de tener seleccionados los municipios se procedió a identificar cuantas unidades de servicio funcionaban en cada uno de ellos y se procedió a muestrear todas las unidades existentes.

Por su parte el departamento, los municipios y los operadores garantizaron el funcionamiento de los programas de complementación alimentaria durante los meses de duración del proyecto, acompañar el proceso con apoyo logístico para la prestación de los servicios de complementación alimentaria y asegurar la participación del recurso humano.

3.3. Población y Muestra.

3.3.1. Universo

El universo de la muestra estuvo conformado por 957 niños y niñas en edades comprendidas entre los 12 hasta 59 meses que pertenecieran a programas de complementación alimentaria en modalidades de ración servida o paquete alimentario.

3.3.2. Población

Niños y niñas entre 12 y 59 meses pertenecientes a los programas de alimentación complementaria del ICBF, los demás operadores y el PMA, tanto de ración servida como paquete alimentario de los cuatro municipios seleccionados previamente. Con base a los criterios anteriormente descritos se definieron los lugares, unidades de servicio y niños.

Los municipios seleccionados fueron Baranoa Galapa, Malambo y Barranquilla, las unidades de servicio Baranoa, carruajes, fútbol con corazón, Comedor Villa Esperanza, Colegio Cepeda, AEIOTU, La Granja, HI Malvinas, Loma Roja y Santo Domingo fueron las únicas que se encontraron en cada uno de los municipios y que cumpliera con los requerimientos anteriormente mencionados.

Se seleccionaron dos grupos, uno intervenido al cual se le administraron los micronutrientes en polvo y un grupo control que tenía las mismas condiciones pero que no recibieron los micronutrientes en polvo, los dos grupos fueron medidos dos veces una vez para obtener la línea base y la otra para la línea de seguimiento.

3.3.3. Muestra

En el proceso del cálculo del tamaño de la muestra y buscando extrapolar los resultados a la población beneficiaria del programa, se tuvo en cuenta un nivel de confianza de 0.5 y un margen de error no mayor al 5%.

La selección de la muestra fue realizada de forma probabilística con el método de aleatorización simple por medio de una tabla de números aleatorios.

El primer paso fue realizar la determinación de una correspondencia entre los números de la tabla y los grupos de estudio. Para este caso los números pares correspondieron al grupo intervenido y los impares para el grupo control. Posterior a esto se definió la forma más adecuada para leer la tabla de números aleatorios la cual fue horizontal por filas y por último se definió el punto de inicio.

El tamaño de la muestra fue de 266 niños y niñas entre los 12 y 59 meses de edad, de los cuales 126 eran niñas y 140 niños.

Tabla 3.1 Tamaño de la muestra Línea Base.

MUNICIPIO	MUJERES		HOMBRES		TOTAL	
Baranoa	11	8.7%	16	11.4%	27	10.1%
Barranquilla	90	71.4%	98	70%	188	70.6%
Galapa	10	7.9%	16	11.4%	26	9.7%
Malambo	15	11.9%	10	7.1%	25	9.4%
TOTAL	126	47.3%	140	52.6%	266	

La población inicial estuvo constituida por 173 niñas y niños intervenidos y 93 controles.

Tabla 3.2. Distribución de la muestra de acuerdo grupo intervención línea Base.

MUNICIPIO	INTERVENIDO	CONTROL	TOTAL
Baranoa	20	7	27
Barranquilla	118	70	188
Galapa	20	6	26
Malambo	15	10	25
TOTAL	173	93	266

Pasados 3 y 4 meses de haber iniciado el consumo de los micronutrientes en polvo se hizo la segunda medición y se realizaron los mismos procedimientos que en la línea base, con un módulo adicional a la encuesta de los niños intervenidos que tenía que ver con el consumo de micronutrientes. El porcentaje de pérdida fue del 32.3%

Tabla 3.3 Tamaño de la muestra Línea Seguimiento.

MUNICIPIO	MUJERES		HOMBRES		TOTAL	
Baranoa	11	10.3%	10	10.4%	21	10.4%
Barranquilla	80	75.5%	66	68%	146	72.2%
Galapa	9	8.5%	11	11.4%	20	9.9%
Malambo	6	5.6%	9	9.4%	15	7.4%
TOTAL	106	52.4%	96	47.5%	202	

Se les realizó encuesta a 202 niños y niñas pero solo se le tomó la muestra para la determinación de micronutrientes a 180, en donde 147 fueron intervenidos y 55 controles, las principales razones de la pérdida de 22 individuos en la segunda medición de micronutrientes fueron el rechazo por parte de los padres a una nueva punción, ausencia por parte de los niños y el difícil acceso venoso.

Tabla 3.4. Distribución de la muestra de acuerdo grupo intervención línea seguimiento.

MUNICIPIO	UNIDAD SERVICIO	SEGUIMIENTO		TOTAL
		INTERVENIDOS	CONTROLES	
Baranoa	Baranoa	19	2	21
Galapa	Carruajes, Futbol con corazón	20	0	20
Malambo	Villa Esperanza	10	5	15
Barranquilla	Colegio Cepeda, AEIOTU, La Granja, HI Las Malvinas, Santo Domingo, Loma Roja.	98	48	146
TOTAL		147	55	202

Los municipios de Baranoa, colegio Cepeda y HI las Malvinas tenían modalidad de paquete alimentario (97) los demás ración servida (105).

3.4. Criterios de Inclusión y Exclusión

Inclusión:

- Niños y niñas de 12 a 54 meses de edad, para la línea base.
- Niños y niñas vinculados a programas de protección social basados en alimentos, con ración servida y/o paquete alimentario, por parte de cualquiera de las entidades participantes.
- Autorización y diligenciamiento del asentimiento informado por parte de los padres o adulto responsable. ANEXO 1.
- No haber recibido suplementación con micronutrientes en los últimos 2 meses.
- Haber sido desparasitados previamente.

Exclusión:

- Niños y niñas menores de 12 meses y mayores de 59 meses de edad.
- Niños y niñas que no estuvieran vinculados a programas de protección social basados en alimentos, con ración servida y/o paquete alimentario, por parte de cualquiera de las entidades participantes.
- Padres o adultos responsables de los menores que no diligenciaran previamente el asentimiento informado. ANEXO 1.
- Niños y niñas que hayan recibido suplementación con micronutrientes en los últimos 2 meses.
- Niños y niñas que no hayan sido desparasitados previamente.

3.5. Intervención

3.5.1. Información de modalidad del programa

Para el caso de Colombia y este proyecto en particular la estrategia estuvo enmarcada en población cautiva que pertenecían a programas de complementación alimentaria del Instituto Colombiano de Bienestar Familiar, en la Región Atlántica estos programas tienen varias formas de funcionamiento, una de ellas se denomina paquete alimentario que consiste en dar a cada una de las familias un paquete que contiene cierta cantidad de alimentos con una periodicidad semanal, quincenal o mensual de acuerdo a la disponibilidad o cercanía de cada una de las familias, aquellos que fueron seleccionados como intervenidos y que tenían esta modalidad se les dio la cantidad de sobres de micronutrientes en polvo para ser administrados en la casa por la persona que diera el alimento a los niños, previa capacitación.

La modalidad de ración servida consiste en que la población beneficiaria del programa asiste todos los días a recibir el alimento a un sitio específico en donde se le administran un sobre de micronutrientes en polvo en el alimento ofrecido a los niños pertenecientes

al grupo intervenido, para los fines de semana se dieron los dos sobres para que fueran administrados por la persona que prepara y sirve el alimento.

La cantidad de sobres entregados fue de 60 durante un tiempo de 2 meses, aproximadamente entre 3 y 4 meses después del primer levantamiento de información o después de garantizar el tiempo suficiente para el consumo de los micronutrientes en polvo, se llevó a cabo una segunda medición.

3.6. Evaluación

3.6.1. Antes de la intervención

A todos los niños y niñas seleccionados previo a la autorización se les realizó una encuesta y se les tomó muestra de sangre para la determinación de Hemoglobina, Ferritina, Vitamina A y Zinc; posterior a esto a los niños del grupo intervenido se le inició el suministro de los micronutrientes en polvo.

El trabajo de campo se llevó a cabo en cada uno de los jardines infantiles en donde se encontraban los niños, se citaron a los padres de los niños seleccionados a una hora definida con el fin de que fueran partícipes de los procedimientos de diligenciamiento de consentimiento informado, toma de muestra, encuesta, entrega de los micronutrientes e indicaciones generales.

Para el caso de los controles los padres fueron citados o llevados a un solo lugar (salón comunal, escuela etc.) en donde se les explicó el procedimiento a realizar y se dieron indicaciones.

3.6.1. Después de la intervención

Cuatro meses después de iniciado el consumo de micronutrientes se realizó el mismo procedimiento que en la etapa inicial, a los niños y niñas que inicialmente se le habían tomado muestras de sangre se procedió a tomar una nueva muestra, con el fin de poder hacer la comparación, adicional a esto se les realizó una nueva encuesta a los niños intervenidos enfocadas principalmente en el consumo de micronutrientes en polvo.

Posterior a esto se inició el proceso de análisis de la información.

3.7. Técnicas de recolección de Información.

3.7.1. Equipos de trabajo

Se conformaron equipos interdisciplinarios de trabajo integrados por bacteriólogas, nutricionistas, trabajadoras sociales, médicos, enfermeras, entre otros, pertenecientes al Grupo de Nutrición del INS, la Gobernación del Atlántico, el PMA, la Secretaría de Salud de Barranquilla, ICBF regionales Atlántico y los operadores y coejecutores de los programas de complementación alimentaria, que fueron capacitados y estandarizados para recolectar información y muestras. Se construyeron instrumentos, formatos para recolectar información y dos encuestas, una para el grupo intervenido y otra para el grupo control.

3.7.2. Encuesta

Se diseñó y aplicó un instrumento para recolectar la información. Es una encuesta que con preguntas dirigidas, cuyo propósito fue indagar datos como: ANEXO 2

- Características socio demográficas de los miembros del hogar. Estas preguntas se realizaron con el fin de conocer la composición socio familiar de los miembros del hogar del niño o niña y así poder asociarlo con factores de riesgo involucrados que puedan afectar su desarrollo.
- Vivienda. Estas preguntas se incluyeron con el fin de identificar factores de riesgo especialmente higiénico-sanitarios que puedan influir en la salud del niño o niña
- Salud materna y perinatal. Para identificar antecedentes de salud del niño o niña y de la madre.
- Lactancia materna. Se incluyó para identificar tiempo de lactancia materna exclusiva como factor protector del niño o niña e inicio de la alimentación complementaria.
- Salud del niño o niña. Para conocer si el niño o niña está afiliado al SGSSS y si ha tenido o tiene algunas enfermedades relevantes para el proyecto.

- Gastos del hogar. Busca identificar principalmente que tanto dinero emplea la familia en la compra de alimentos.
- Información del consumo de alimentos fuente de micronutrientes. Para ello se diseñó dentro de la encuesta un formulario donde se indagó la frecuencia de consumo de alimentos en los últimos 15 días de los niños y niñas de 1-5 años de edad que hacen parte de la muestra seleccionada para éste proyecto. La encuesta se aplicó directamente a la madre o cuidador permanente del niño o la niña.

3.7.3. Indicadores Bioquímicos (serológicos)

Para la medición del componente bioquímico se tomó una muestra de sangre venosa aproximadamente de 5 mL a todos los niños seleccionados, con el fin de realizar la determinación de hemoglobina, ferritina, proteína C reactiva, zinc y Vitamina A.

El procedimiento anterior no se llevó a cabo si tener previamente la autorización de los padres por medio de un asentimiento informado.

▪ Hemoglobina:

La determinación de hemoglobina (Hb) se realizó en campo con el equipo Hemo-Cue el cual consta de un fotómetro para la lectura y micro cubetas plásticas, desechable que contienen el reactivo necesario para obtener un resultados de hemoglobina. El desoxicolato de sodio hemoliza los glóbulos rojos y libera la hemoglobina. El nitrito de sodio la convierte en metahemoglobina, la cual se une a la ácido de sodio y da como reacción final metahemoglobina ácido. Puntos de corte utilizados son: Niños de 1 a 4 años: < 11 g/dL. (78)

▪ Ferritina:

Las pruebas de ferritina se realizaron por el método de quimioluminiscencia en un equipo ADVIA Centaur que utiliza partículas paramagnéticas como fase sólida y ésteres de acridina como emisores de quimioluminiscencia. Los ésteres de acridina se oxidan rápidamente, con un pico alto de emisión. Estos ésteres son los de más amplio uso en las pruebas de quimioluminiscencia por su mayor eficiencia y buena estabilidad y

porque no necesitan una enzima catalizadora ni radioisótopos para la reacción. Se utilizó un ensayo quimioluminimétrico de dos posiciones sandwich) con dos anticuerpos antiferritina. Punto de corte para anemia ferropénica $<12\mu\text{g/L}$. Las muestras se almacenaron a -70°C hasta el momento de su procesamiento., (79, 80,81)

- Proteína C reactiva (PCR)

La proteína C reactiva (PCR) es una proteína de fase aguda que se eleva aproximadamente cinco veces en procesos inflamatorios e infecciosos por cerca de 48 horas. Esta proteína no es un indicador del estado nutricional de hierro, sin embargo, se utiliza en combinación con la ferritina, que además de ser un indicador del depósito de hierro es una proteína de fase aguda, para determinar morbilidad y descartar falsos negativos. La determinación cuantitativa de PCR en suero o plasma se realizará por turbidimetría en Dimension RLX. Cuando la PCR reacciona con un anticuerpo específico, en presencia de polietilenglicol, se forman inmunocomplejos precipitantes, que se determinan por turbidez de forma directamente proporcional a la muestra a una longitud de onda de 340 nm, utilizando una curva de calibración. (82)

- Zinc:

La determinación de zinc se realizó por Espectrofotometría de Absorción Atómica, técnica de determinación de metales pesados, por emisión y absorción de luz de cada átomo a determinar, según su longitud de onda. Punto de corte para deficiencia $<65\mu\text{g/dL}$ en condiciones de no ayuno. (83)

- Vitamina A:

La determinación de Vitamina A se analizó por Cromatografía Líquida de alta resolución (HPLC), En la *HPLC isocrática* el compuesto pasa por la columna cromatográfica a través de la fase estacionaria (normalmente, un cilindro con pequeñas partículas redondeadas con ciertas características químicas en su superficie) mediante el bombeo de líquido (fase móvil) a alta presión a través de la columna. La muestra a analizar es introducida en pequeñas cantidades y sus componentes se retrasan diferencialmente dependiendo de las interacciones químicas o físicas con la fase estacionaria a medida que adelantan por la columna. El grado de retención de los componentes de la muestra

depende de la naturaleza del compuesto, de la composición de la fase estacionaria y de la fase móvil. El tiempo que tarda un compuesto a ser eluido de la columna se denomina tiempo de retención y se considera una propiedad identificativa característica de un compuesto en una determinada fase móvil y estacionaria punto de corte para deficiencia es de <20ug/dL. (84)

3.8. Confiabilidad y control de Observación.

3.8.1. Capacitación inicial a profesionales

Para ello se realizaron dos talleres de capacitación y de construcción en los componentes del proyecto. Se realizó uno en Barranquilla (Cajacopi), y uno en Bogotá. Estos talleres permitieron definir entre otros aspectos los grupos de edad de los niños y niñas, el propósito y los objetivos, los criterios de inclusión y exclusión y otros aspectos técnicos relacionados con la operación del proyecto. También facilitaron la vinculación de las instituciones y la concreción de las competencias de cada una e hicieron posible la unificación de la información y los procesos y procedimientos a seguir. Durante estos encuentros se validaron y ajustaron los registros e instrumentos necesarios para la recolección de información, los cuales se encuentran Anexos a este documento.

3.8.2. Capacitación a padres de familia, operadores y comunidad.

Antes de iniciar la entrega de micronutrientes a los niños y niñas, se propuso informar, sensibilizar y capacitar a los padres de familia, madres comunitarias, jardineras, manipuladores de alimentos de los servicios de alimentación, y en general a todas las personas relacionadas con el cuidado de los niños y niñas, en especial quienes estuvieron a cargo de su alimentación, dada la importancia que tiene el suministro adecuado de los micronutrientes en la casa o en el lugar en el cual el niño consumió los alimentos durante el proyecto. Esta capacitación permitió generar confianza en los padres de familia y en los cuidadores, puesto que aprendieron a manejar los sobres y cómo deberían suministrarlos a los niños y en especial vieron la importancia de controlar y prevenir un problema como la anemia.

3.8.3. Capacitación y suministro de micronutrientes

El proceso de entrega de micronutrientes se inició posterior a la toma de muestras de sangre, se listaron los niños y niñas y se procedió a la entrega de 30 sobres los cuales alcanzarían para los primeros 30 días, acompañado de educación nutricional, esto para los niños que recibieron paquete alimentario, para aquellos que recibieron ración servida se les suministraba diariamente por parte de las manipuladoras de alimentos quienes eran las que manipulaban y servían los alimentos a los niños, los fines de semana se les daban 2 o 3 sobres para que fueran administrados por sus padres en sus respectivas casas; luego se entregaron los restantes 30 sobres.

Contenido de un sobre de Micronutrientes.

Los sobres individuales que se utilizaron en el proyecto incluyeron la “Formulación nutricional para anemia” descrita a continuación:

Tabla 3.5. Composición de MNP “Formulación nutricional para anemia”

MICRONUTRIENTES	CANTIDAD	COMPUESTO
Hierro	12.5 mg	Microencapsulado
Zinc	5 mg	Gluconato de Zinc
Acido Fólico	160 ugr	
Vitamina A	300 ugr ER	Acetato de retinol
Vitamina C	30 mg	

Fuente: Sprinkles Global Health Initiative. “Sprinkles” (chispitas nutricionales) para uso en los bebés y niños pequeños: directrices sobre las recomendaciones de uso y un programa de seguimiento y evaluación, mayo 2010.

A continuación se observa uno de los sobres que se entregaron en el proyecto:

Figura 3.1. Sobre individual de micronutrientes distribuido por el PMA en Colombia



3.8.4. Seguimiento en campo a familias y operadores

A cada una de las familias que pertenecían a la modalidad de paquete alimentario se les dio una planilla en el cual se tenía que marcar con una X los días de administración del sobre de micronutrientes, en el momento de la entrega de los micronutrientes era necesario que se mostrara la planilla y la cantidad de sobres usados, así como la cantidad de sobres sin usar, además se realizaron entre 4-5 visitas domiciliarias a cada uno de los participantes, ejecutadas por la nutricionista del PMA y otros profesionales de apoyo de los operadores y de las gobernaciones, con el fin de documentar dichas visitas fue necesario el diligenciamiento de un formato en donde se registraba toda la información recolectada. ANEXO 4.

Para el caso de ración servida se entregó igualmente un formato que debía ser diligenciado por el responsable de cada uno de los sitios a donde asistían los niños, este fue diligenciado de la misma manera que el de paquete alimentario, el control del consumo del sobre con MNP fue del 100% esto debido a que los niños se encontraban en un solo sitio.

3.8.5. En el laboratorio del Grupo de Nutrición

El control de calidad es parte fundamental de todas las etapas de los procesos analíticos, para asegurar que los resultados reflejen la situación real del individuo.

En campo se debe realizar el control de calidad al proceso de toma de determinación de la hemoglobina en el Hemo-cue, con el fin de garantizar no solo el funcionamiento del equipo sino también verificar que el profesional de campo realice la determinación en forma correcta. ANEXO 3

La utilización de la estadística en el laboratorio es una herramienta fundamental del control de calidad interno para la elaboración de las gráficas de control las cuales se hacen para todas las determinaciones que se realicen en el laboratorio.

Además del control interno que se hace a cada una de las pruebas en el laboratorio se hace 2 veces al año la evaluación externa de calidad por el CDC de Atlanta.

3.9. Análisis de datos.

3.9.1. Análisis

Para tener un control efectivo y detallado del avance de la recolección de la información y de muestras, se consolidó la información cada vez que se terminó cada municipio.

Con las tablas de datos se generaron frecuencias simples las cuales fueron revisadas; a su vez se generaran tabulados de verificación de información que permitieron detectar posibles errores en los datos recolectados.

3.9.2. Modelo de Evaluación

A raíz de la necesidad de verificar si el recurso invertido en beneficiar a un conjunto de la población que está siendo atendida por un programa, está surtiendo los efectos esperados, que se trazaron desde creación del Programa, se han desarrollado técnicas econométricas que permiten cuantificar el efecto o impacto que tuvo la intervención sobre

la población objetivo, es decir, cuál sería la diferencia para un individuo participante en el Programa, si no hubiera participado.

Los resultados de la evaluación de un Programa, permitirán a los tomadores de decisión hacer los respectivos correctivos, de ser necesario, para que el Programa pueda surtir los efectos que se esperaban desde su creación.

Investigadores como Rosenbaum y Rubin (1983), Cochran (1968), Cochran y Rubin (1973), Joffe y Rosenbaum (1999), Imbens (2000), Lechner (2000a) y Frölich (2002); Hirano e Imbens (2004); Imai y Van Duk (2004), entre otros, han hecho valiosos aportes a los desarrollos de las metodologías cuasiexperimentales.

El efecto se podría esquematizar como la trayectoria de la diferencia entre Intervenido y controles, en función del cambio atribuible al efecto de la intervención en variables independientes. El verdadero efecto de una intervención está dado por la diferencia de los resultados de la misma observación con y sin programa. El problema siempre será contar con información solo para uno de los dos resultados.

En la búsqueda de solución para esta dificultad, se han desarrollado métodos que permiten simular la situación de los beneficiarios si no hubieran participado en el programa. Esto se logra con la identificación de observaciones similares a los beneficiarios del programa y que no son participantes del programa (grupo de control). La búsqueda de este grupo se debe a que ellos serían la situación hipotética de los beneficiarios si no hubieran recibido el beneficio.

Es así, como algunos de los métodos se basan en la comparación de las variables resultado entre el grupo de beneficiarios y el grupo de control después de haber recibido el beneficio. Otros utilizan información de los dos grupos antes y después de la puesta en marcha del programa (diferencia en diferencias) Heckman, J., H. Ichimura, J. Smith and P. Todd, (1998) y Blundell, R., M. Costas, C. Meghir, J. Van Reenen (2004).

Para el análisis de datos se utilizó una metodología de diferencias en diferencias, que es la más completa y robusta. Se llama diferencias en diferencias porque evalúa la diferencia en el tiempo y entre los grupos de tratamiento y control. (85)

El modelo de diferencias-en – diferencias es el cambio esperado en Y entre el período posterior y el período anterior a la implementación del tratamiento en el grupo tratamiento, menos la diferencia esperada en Y en el grupo control durante el mismo período de tiempo. Como su definición lo indica, el estimador de diferencias-en-diferencias requiere de la existencia de datos *panel*, es decir, observaciones de los mismos individuos antes y después de la implementación del tratamiento.

	Tratamiento	Control
t = 1 (línea base)	$Y_1 D = 1$	$Y_1 D = 0$
t = 2 (seguimiento)	$Y_2 D = 1$	$Y_2 D = 0$

Donde t = 1 es el período anterior a la implementación del experimento aleatorio o la ocurrencia del evento fortuito que da origen al experimento natural (comúnmente llamado línea base), y t = 2 es el período posterior a la implementación del tratamiento o período de seguimiento. El subíndice de Y indica el período al que corresponde esa observación de la variable de resultado. Por ejemplo, Y_1 corresponde a la observación de Y en el período anterior al experimento. Finalmente, la condición $| D$ indica si la observación corresponde a un individuo del grupo de tratamiento ($D = 1$) o a un individuo del grupo control ($D = 0$).

El efecto del programa por el método de diferencias- en – diferencias estaría dado por:

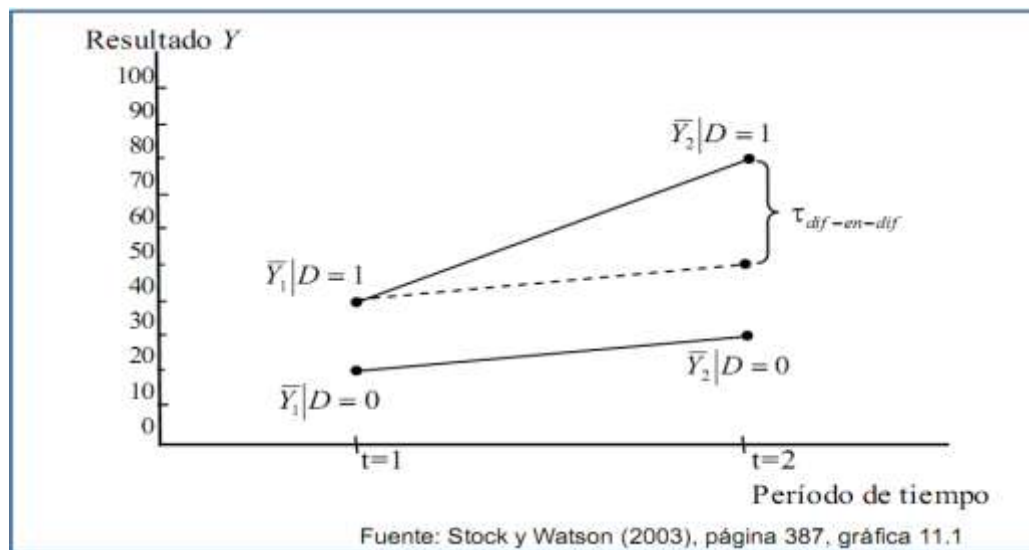
$$t_{\text{dif-en dif}} = [E(Y_2 | D=1) - E(Y_1 | D=1)] - [E(Y_2 | D=0) - E(Y_1 | D=0)]$$

El modelo de diferencias-en- diferencias se utiliza, por lo general, en los siguientes casos:

1. Para ganar eficiencia en el estimador del efecto del programa. Si el tratamiento fue aplicado aleatoriamente, entonces el estimador de diferencias- en – diferencias puede ser más eficiente que el estimador del modelo de diferencias.

- Para eliminar diferencias preexistentes entre el grupo de tratamiento y el grupo de control. Si, por alguna razón el tratamiento está correlacionado con el nivel inicial de Y antes de la asignación del tratamiento.

Figura 3.2. Metodología diferencia en diferencia



Para la aplicación del modelo se utilizó

Análisis de Regresión logística, multivariado.

Midió la correlación entre variables dependientes (efecto) y variables independientes (sexo, edad, estrato, nivel socioeconómico, modalidad programa).

Se definió que 0= No efecto y 1= efecto

3.10. Limitaciones del estudio

Dificultad para mantener los participantes en el estudio, toma de muestra, transporte y preservación de las muestras hasta llegada al laboratorio del Grupo de Nutrición del Instituto Nacional de Salud en donde se realizó la determinación de cada uno de los analitos, posible dilución familiar.

3.11. Aspectos éticos.

Los padres de los niños participantes en este proyecto firmaron un asentimiento informado autorizando la participación en el mismo y la toma de muestras biológicas.

Ninguna persona fue obligada a participar, se les brindó toda la información requerida y la oportunidad de retirarse por decisión propia en el momento en que lo estimaran.

A cada uno de los acudientes de los participantes se les leyó en su totalidad el documento que contiene información correspondiente al proyecto y las actividades a realizar, después de esto se procedió a preguntar si existía alguna inquietud y si fuera el caso se hacían las aclaraciones pertinentes, una vez entendido el documento se procedió a la firma del acudiente y dos testigos, si por alguna razón no sabían firmar se colocaba la huella del índice derecho.

Este proyecto se realizó teniendo en cuenta los principios éticos establecidos en la resolución 008430 de 1993, del Ministerio de Salud de la República de Colombia, con un riesgo mínimo para los participantes, según lo establece esta resolución en el artículo 11.

Además, se acogió la normatividad para estudios de investigación en salud, establecida en la Declaración de Helsinki en 1964, revisada en Tokio en 1975, Venecia 1983, Hong- Kong 1989 y otras revisiones en la 48ª Asamblea General Somerset West, Sudáfrica, en Octubre 1996 y en la 52ª Asamblea General Edimburgo, Escocia, en Octubre del año 2000.

Así mismo, se tuvo en cuenta el párrafo 25 de la Declaración de Helsinki para el asentimiento en los menores de edad, igualmente otras disposiciones establecidas por el Consejo para Organizaciones Internacionales de Ciencias Médicas (CIOMS) en la guía 14, en la que hace referencia a la participación de niños en investigaciones biomédicas. También se acogieron las recomendaciones de la National Commission for the Protection of Human Subjects in Biomedical and Behavioral Research, dependiente del Congreso de E.E.U.U. que elaboró el documento "Report and Recommendations on Research Involving Children", publicado en enero de 1978 y por último el artículo 12 de la Convención de los Derechos del Niño.

Este proyecto no afectó la salud o integridad de los participantes en él. Este fue catalogado como de riesgo mínimo desde el punto de vista fisiológico. En el corto, mediano y largo plazo, el impacto de las actividades desarrolladas durante la ejecución

del proyecto fueron mínimos debido a que no se utilizaron sustancias nocivas para la salud humana ni que afectaran el medio natural.

Todo el material utilizado para la obtención y procesamiento de las muestras biológicas fue desechable y cumplió con las especificaciones técnicas estándar para este tipo de investigación. El Instituto Nacional de Salud cumple con el programa de manejo, disposición, almacenamiento y destrucción de desechos biológicos, bajo el cual el grupo de nutrición, realiza todos los procedimientos. Para el caso de las muestras, éstas se almacenaron hasta su procesamiento en el laboratorio del grupo de nutrición del INS.

Teniendo en cuenta el componente ético se acordó con el PMA y las diferentes entidades participantes del estudio que a los niños que decidieran participar del estudio en el grupo control tendrían prioridad para entrar a programas en la medida de ampliación de la cobertura y a la entrega de los MNP correspondientes lo cual fue informado y aceptado por los responsables de los niños y operadores, quienes son los encargados de hacer seguimiento del consumo de los mismos.

4. Resultados

4.1. Estructura de la población objeto

Una vez se identificó y localizó a la población elegible, se conformaron los grupos intervenidos y control de manera aleatoria y balanceada por sexo y grupo etario. Diversos factores incidieron en que esta distribución se mantuviera. Principalmente, la migración de los hogares, el rechazo de algunos hogares a participar en el estudio voluntariamente y la falta de compromiso de los padres con el consumo frecuente de los MNP, impiden realizar una comparación por grupo etario.

Es importante resaltar que la relación Intervenido: control fue 1:2 o 1:3. Otro hecho importante es que el grupo etario de 48 meses o más es el mejor representado por tamaño en la muestra. En la tabla 6 se presenta la estructura de la muestra panel.

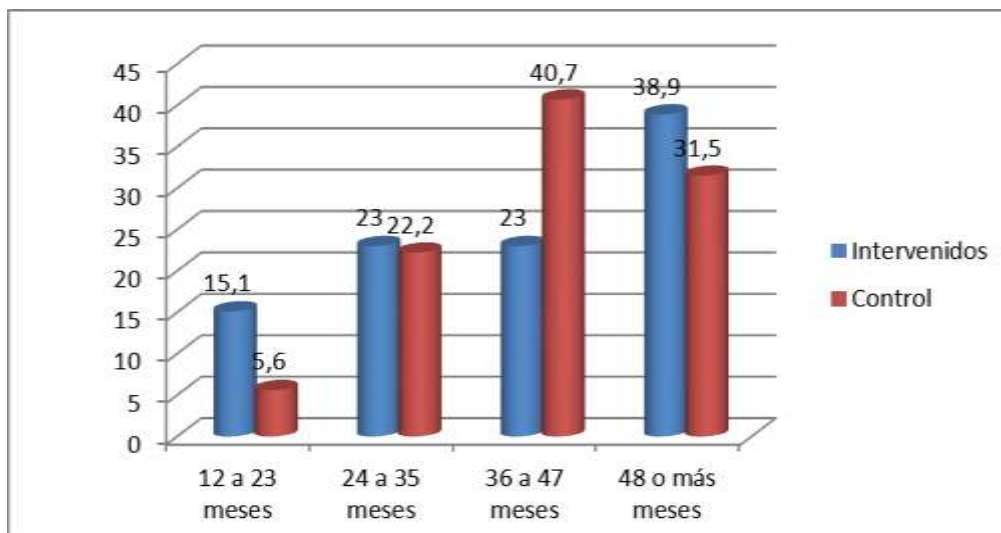
Tabla 4.1. Distribución de la población por grupo etario de interés.

Población	Grupo Etario									
	1 12 a 23 meses		2 24 a 35 meses		3 36 a 47 meses		4 48 o más meses		Total	
	Total	%	Total	%	Total	%	Total	%	Total	%
1 Intervenido	19	15,1%	29	23,0%	29	23,0%	49	38,9%	126	100,0%
2 control	3	5,6%	12	22,2%	22	40,7%	17	31,5%	54	100,0%
Total	22	12,2%	41	22,8%	51	28,3%	66	36,7%	180	100,0%

En términos porcentuales, la distribución de la muestra por grupo etario según población de estudio se distribuyó en mayor proporción en las edades de 36 a 47 meses para la población control y 48 o más meses para la población intervenida, para los grupos de

edades de 12 a 23 meses el porcentaje de población fue pequeño comparado con los demás. Figura 4.1.

Figura 4.1. Distribución por grupo etario según tipo de población



Cuando se observó la distribución de los hogares según tipo por nivel socioeconómico, no se encontró diferencias que hicieran suponer mejor situación económica, en principio, del grupo intervenido.

Tabla 4.2. Distribución de la población por nivel socioeconómico

Población	Nivel Socioeconómico									
	0		1		2		3		Total	
	Total	%	Total	%	Total	%	Total	%	Total	%
1 Intervenido	2	1,6%	111	88,1%	13	10,3%	0	,0%	126	100,0%
2 control	1	1,9%	46	85,2%	6	11,1%	1	1,9%	54	100,0%
Total	3	1,7%	157	87,2%	19	10,6%	1	,6%	180	100,0%

Condicionado a lo anterior, se encontró que el 84.4% de los hogares tienen Sisben y de estos, el 94.7% se encuentran clasificados en el nivel 1.

Tabla 4.3. Distribución de la población por afiliación al Sisben

	P_301A 301. ¿Está el niño(a) afiliado al Sisben?					
	1 Si		2 No		Total	
	Total	%	Total	%	Total	%
1 Intervenido	109	86,5%	17	13,5%	126	100,0%
2 control	43	79,6%	11	20,4%	54	100,0%
Total	152	84,4%	28	15,6%	180	100,0%

De otra parte, los hogares intervenidos están conformados en promedio por 7.6 personas mientras los control por 9.4. Las mujeres representan el 52%. El promedio de edad de los jefes de hogar es de 35 años. El 8% de los hogares intervenidos tienen como jefe de hogar una mujer mientras que en el caso de los control representa solamente el 15%; y estos hogares están conformados por papa, mama, hijos, hermanos del jefe y otros parientes.

4.2. Aspectos relacionados con la intervención

La frecuencia de entrega de los micronutrientes en polvo (MNP) para los pertenecientes a modalidad de paquete alimentario fue, semanalmente 67.5%, 11,9% se entregó quincenal y mensualmente, 7.9% se entregó diariamente y 8% cada 2 meses. (Figura 4.3).

En general, el 98.4% de los niños intervenidos consumió el sobre diariamente, es decir, ininterrumpidamente durante 60 días.

El 95.2% de los responsables o cuidadores de los niños, identificaron cambios positivos por el consumo de los micronutrientes en polvo.

La intervención también fue aprovechada para capacitar a los responsables del cuidado de los niños en temas nutricionales. Frente a esto el 71.2% de los hogares recibieron la capacitación y de estos, el 94.4% afirmó que los consejos recibidos fueron puestos en práctica.

Se encontró que gran parte de la población recibía ración servida.

Figura 4.2. Distribución por modalidad de programa de complementación alimentaria

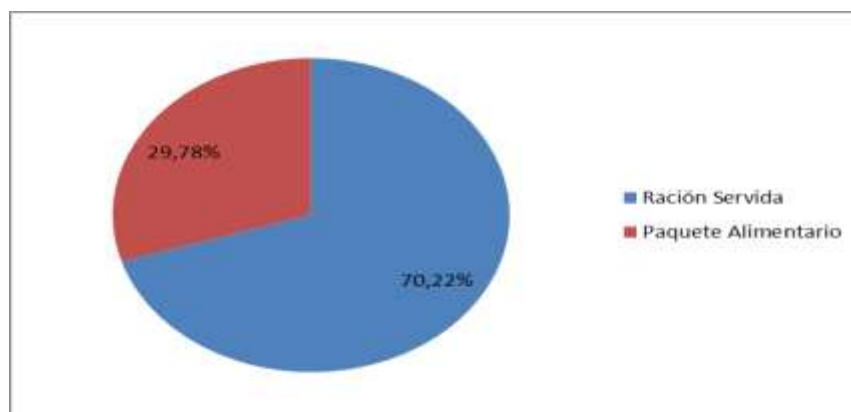
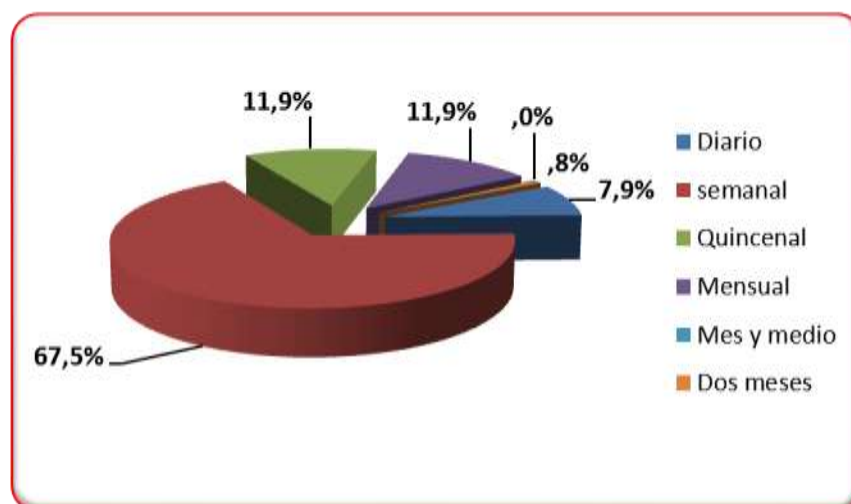


Figura 4.3. Frecuencia de entrega de micronutrientes en polvo



4.3. Condiciones Socio demográficos

4.3.1. Características de la Vivienda

Con respecto a la vivienda, se encontró que en el caso de los pisos, el material más predominante es el cemento o gravilla (63%), seguido de la tableta, baldosa o ladrillo (25%). Se destaca que en aproximadamente el 9% de las viviendas de los niños intervenidos, los pisos son de tierra o arena.

Se encontró que la mayoría de las viviendas de la población de estudio cuentan con acueducto. Solo el 12.7% de los hogares de los niños Intervenidos reciben el agua con

suministro intermitente; Sin embargo, el 12.8% de los hogares no tienen acceso de agua al interior de la vivienda. Particularmente, esta situación la enfrentan dos hogares intervenidos por cada uno de los controles (tabla 4.4.)

Tabla 4.4. Modo de conducción del agua al interior de la vivienda

Población	P_104. El agua llega por tubería o manguera hasta dentro de la vivienda?					
	1 Sí		2 No		Total	
	Total	%	Total	%	Total	%
1 Intervenido	107	84,9%	19	15,1%	126	100,0%
2 control	50	92,6%	4	7,4%	54	100,0%
Total	157	87,2%	23	12,8%	180	100,0%

Los resultados sanitarios también reflejan problemas con las prácticas preventivas relacionadas con el consumo de agua. Aproximadamente, 4 de cada 10 hogares intentan eliminar las bacterias del agua antes de su consumo.

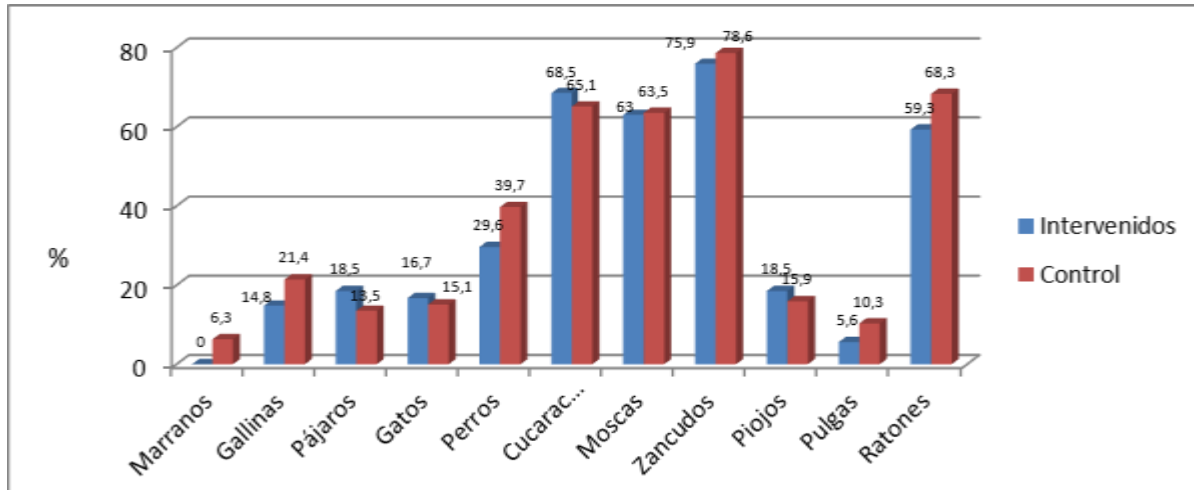
Tabla 4.5. Tratamiento que hacen al agua antes de consumirla.

Población	P_105 ¿Que tratamiento le hacen al agua que utilizan para beber?											
	1 Ninguno, la usan tal como la obtienen		2 La hierven		3 Le echan cloro		4 Utilizan filtros		5 La decantan o usan filtros naturales (arena, plantas)		Total	
	Total	%	Total	%	Total	%	Total	%	Total	%	Total	%
1 Intervenido	68	54,0%	48	38,1%	0	,0%	9	7,1%	1	,8%	126	100,0%
2 Control	34	63,0%	16	29,6%	1	1,9%	3	5,6%	0	,0%	54	100,0%
Total	102	56,7%	64	35,6%	1	,6%	12	6,7%	1	,6%	180	100,0%

Para este estudio un objetivo importante era establecer la presencia de animales o insectos que se relacionan con enfermedades frecuentes en los menores de 5 años.

Desafortunadamente, los hallazgos evidencian que es muy fuerte la exposición de los menores a este tipo animales y particularmente, la de los niños intervenidos.

Figura 4.4. Presencia de animales o insectos fuentes de enfermedades por tipo de población

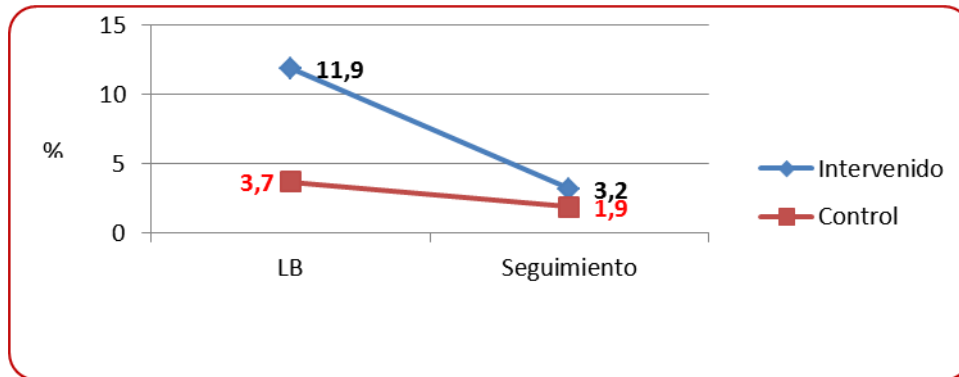


4.4. Estado nutricional medido por indicadores bioquímicos

4.4.1. Anemia

La media de distribución de la hemoglobina para el grupo intervenido fue de 13,7g/dL (IC 13,6-14,2), para los del grupo control la media fue de 13,4g/dL(IC 7,9-14,2). En Línea base se observó que la proporción de niños con anemia era más alta en los Intervenidos 11.9% (IC 9,8-13,4) que en los control 3.7% (IC 2,1-5,1). Después de la intervención, los nuevos resultados indican que se presentó una caída vertiginosa casi a la cuarta 3.2% (IC 2,9-3,4) parte en este grupo, mientras que en los niños que no recibieron los micronutrientes en polvo, disminuyó a 1.9 %(IC 0,8-5,4) (Figura 4.5)

Figura 4.5. Anemia por tipo de población.



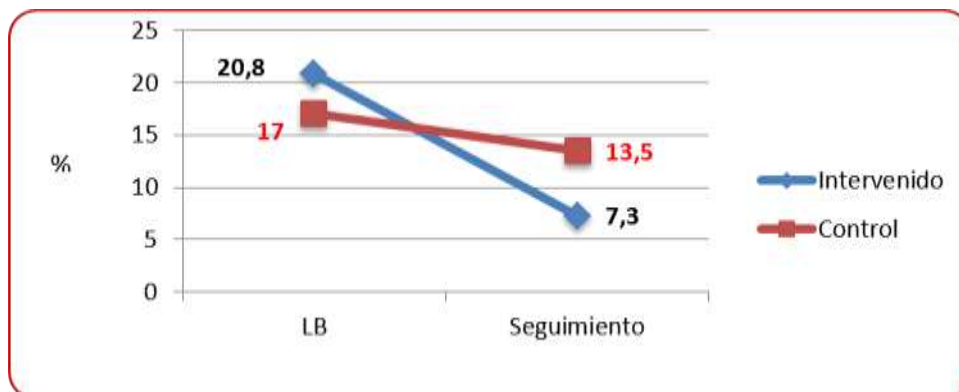
Al aplicar el modelo se encontró que el efecto de la administración de MNP fue en una disminución de la anemia en un 34%.

4.4.2. Ferritina Sérica para establecer deficiencia de hierro en los depósitos corporales

Al analizar la concentración de ferritina se observó para el grupo intervenido una media de 30,2 ug/L (IC 28,5-33,3) y para el grupo control fue de 24,5ug/L (IC 20,3-26,1).

Al comparar la situación antes de la intervención y luego de ésta, se encontró que, en el caso de la población intervenida, la deficiencia de ferritina sérica se redujo a la tercera parte de 20.8%(IC 16,6-25,1) paso a 7.3% (IC 4,1-9,2). También se encontró una reducción leve de este indicador en la población control del 17% (IC 10,3-20,1) al 13.5%(IC 9,4-18,9). (figura 4.6.),

Figura 4.6. Deficiencia de Ferritina por tipo de población



El 65% de los niños con deficiencia de ferritina tenían menos de 36 meses en la LB y de otra parte, el 61% eran hombres. Después de la intervención se encontró que el 67% que se mantenían con deficiencia eran mayores de 35 meses y por otra parte, el 77% eran hombres. En consecuencia, es posible que se requiera más tiempo de intervención a nivel de los niños mayores de 35 meses para observar el mismo cambio que en los de 12 a 35 meses.

Al aplicar el modelo se encontró que el efecto de la administración de MNP fue en una disminución de la deficiencia de hierro del 25,9%.

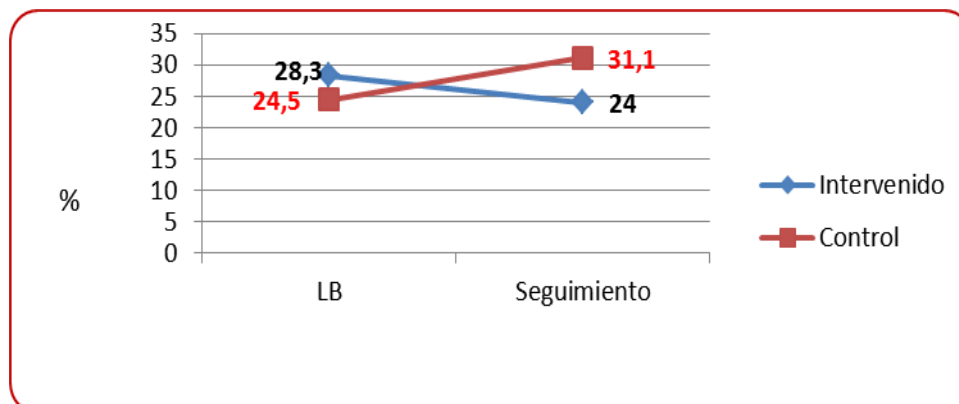
4.4.3. Deficiencia de Vitamina A

Para determinar la deficiencia de este nutriente se utilizó el punto de corte recomendado por la OMS para este tipo de estudios (retinol sérico $<20\mu\text{g/dL}$).

La concentración media de retinol para el grupo intervenido fue de 27,1%(IC 26,8-29,1) y para el grupo control fue de 25,9%(IC 24,3-26,9).

Los resultados indican que después de la intervención la proporción de niños intervenidos con deficiencia de vitamina A disminuyó aproximadamente 4 puntos porcentuales, mientras que en el otro grupo, ésta aumento 7 puntos porcentuales (figura 4.7)

Figura 4.7. Deficiencia de vitamina A por tipo de población



Al aplicar el modelo de no se encontró efecto de la administración de MNP en la disminución de la deficiencia de Vitamina A.

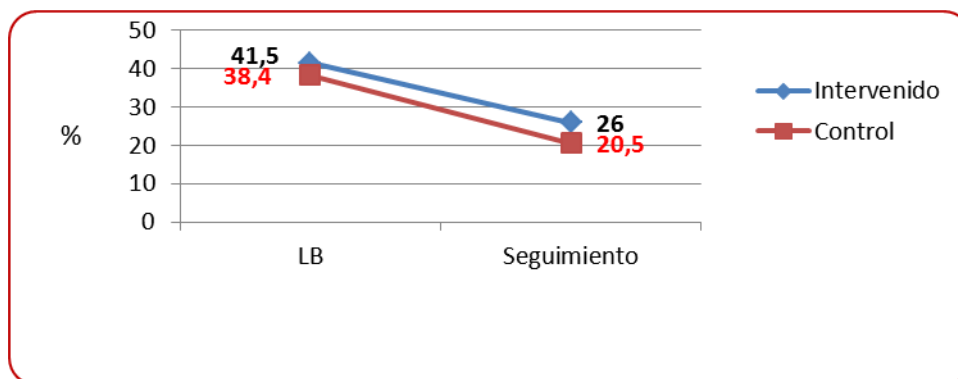
4.4.4. Deficiencia de Zinc

“La deficiencia nutricional de zinc en humanos está relacionada con consecuencias importantes en la salud y en la funcionalidad de los individuos, especialmente durante las primeras etapas de la vida. Varios estudios han demostrado la asociación entre la deficiencia de este nutriente y el incremento de la susceptibilidad a diferentes patógenos”.

La media de concentración de zinc fue de 124,6%(IC120,6-125,8) para el grupo intervenido y de 112,6%(IC 110,3-114,4).

Al revisar los resultados relacionados con la deficiencia de zinc, en ambos grupos se observó una disminución similar, entre 15 y 18 puntos porcentuales (ver Gráfica 31). Sin embargo, se observa que la diferencia entre las prevalencias entre los dos grupos de estudio es mayor después de la intervención (5.5%) comparada con antes de la intervención (3.1%).

Figura 4.8. Deficiencia de Zinc por tipo de población



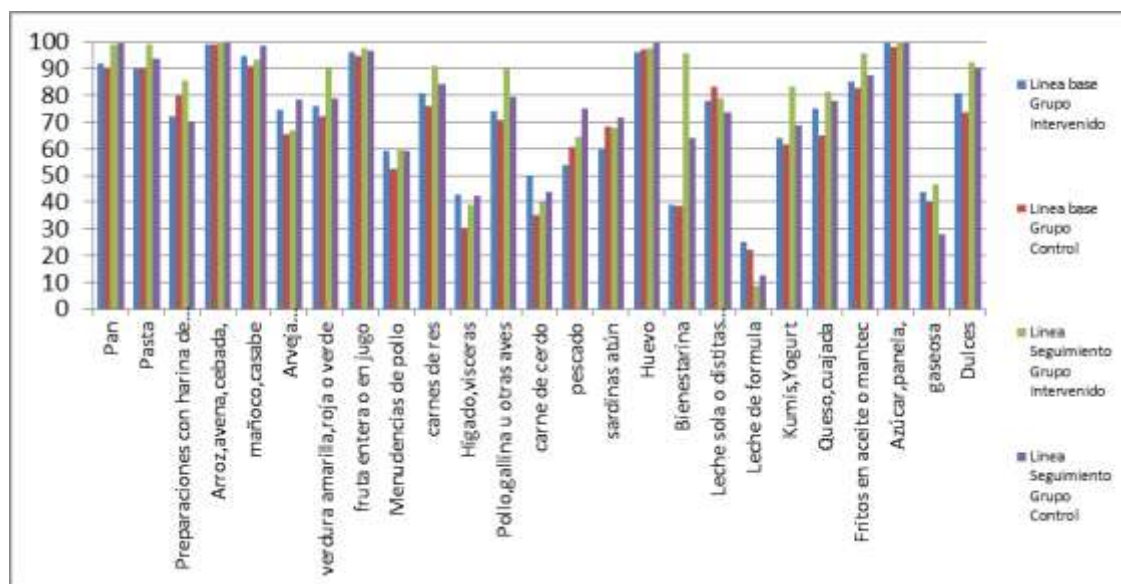
Con respecto a la deficiencia de zinc, no se encontraron diferencias entre LB y seguimiento por grupo etario. Aunque, se halló que los cambios más significativos se presentaron en los hombres: de 28 hombres con deficiencia de zinc en LB se pasó a 11 después de la intervención.

Al aplicar el modelo de no se encontró efecto de la administración de MNP en la disminución de la deficiencia de Zinc.

4.5. Consumo de Alimentos:

En cuanto al consumo de alimentos se encontró que los dos grupos de estudio consumen en mayor proporción alimentos como arroz, avena, huevo, azúcar panela y fruta entera o en jugo y en menor proporción alimentos como verduras, hígado, vísceras, carne de cerdo y leche en fórmula.

Figura 4.9. Consumo de alimentos en cada una de las mediciones y grupos estudio.



5. Discusión

Los resultados indican que la administración de micronutrientes en polvo a los niños menores de cinco años de edad redujo la anemia en 34% al final de la intervención, y para la deficiencia de hierro la disminución fue del 25.9% comparando la línea base con el seguimiento, resultados muy parecidos a los reportados en Perú y a la revisión sistemática realizada por Cochrane(7), en donde se evaluaron los efectos y la inocuidad de la fortificación domiciliaria de los alimentos consumidos por niños menores de 2 años con micronutrientes en polvo. En la revisión se comparó la administración de micronutrientes en polvo que contuvieran al menos hierro, zinc y vitamina A, frente a la ausencia de intervención, la administración de placebo o las prácticas habituales de administración de suplementos. Los resultados que se consideraron prioritarias fueron la anemia, la anemia por deficiencia de hierro y el crecimiento. En la revisión se incluyeron ocho estudios (n = 3748 niños) realizados en Camboya, Ghana, Haití, India, Kenia, Kirguistán y Pakistán, de los cuales siete se consideraron de alta calidad. En conclusión, frente a la ausencia de intervención, la fortificación domiciliaria de los alimentos con micronutrientes en polvo redujo la anemia al final de la intervención en un 31% (riesgo relativo (RR) medio: 0,69, intervalo de confianza del 95% (IC95%): 0,60–0,78; seis estudios) y la ferropenia en un 51% (RR: 0,49, IC95%: 0,35–0,67; cuatro estudios) en lactantes y niños pequeños.

Con respecto a la deficiencia de hierro se encontró que los niños que recibieron micronutrientes en polvo tenían más ferritina en el seguimiento que los niños que no recibieron el tratamiento, resultados comparables con el estudio realizado por Giovannini en niños de Camboya. (86)

Al comparar por la modalidad del programa no se encontraron diferencias en el efecto de los micronutrientes en polvo sobre la deficiencia de zinc resultados coherentes con hallazgos de otros ensayos (87).

6. Conclusiones y recomendaciones

6.1 Conclusiones

En general la población participante del estudio pertenecen a los estratos 1 y 2 y en su mayoría son residentes en el área urbana, el 80,2 % de las madres de los niños intervenidos son las cuidadoras permanentes y el 70,4% lo son para los niños control y en la mayoría de ellas su escolaridad no supera la primaria; todo esto evidencia que la población a la que se le administró los micronutrientes en polvo se encuentran el alto grado de vulnerabilidad.

La fortificación casera con micronutrientes en polvo tuvo un efecto positivo en la población beneficiaria disminuyendo la prevalencia de deficiencia de anemia y micronutrientes especialmente el hierro.

La anemia es más prevalente en población de menor edad y se presenta más frecuentemente en niños que en niñas y la deficiencia de hierro es mayor en niños de 1y 2 años de edad e independiente del sexo.

La prevalencia de deficiencia de vitamina A es mayor en niños que en niñas y afecta más a los niños de menor edad.

No se observó cambios significativos en micronutrientes como el Zinc, probablemente es necesario intensificar el tiempo de consumo para ver si se presentan cambios significativos.

Con respecto a la administración de los micronutrientes en polvo se evidenció el 95,2% de las madres vieron un cambio positivo en sus hijos con la administración de los micronutrientes en polvo, solamente el 71% manifestó haber recibido capacitación en

temas nutricionales y el 94% manifestó haber puesto en marcha las recomendaciones dadas, esto pone en evidencia que es necesario intensificar las actividades de educación a todas las personas involucradas en procesos como este.

Se observó que de las modalidades de complementación alimentaria la que tuvo mayor impacto fue la de ración servida comparada con la de paquete alimentario, probablemente esto se debe a la dilución familiar tanto del sobre de micronutrientes como de los alimentos consumidos por el niño o niña.

Se encontró que el consumo de alimentos fuente de hierro son bajos en los dos grupos de estudio.

La decisión de integrar la fortificación casera con micronutrientes en polvo a programas de complementación alimentaria, genera un buen contexto para que los padres y sus hijos se integren a la estrategia de intervención con micronutrientes y permanezcan en el mismo. Se destaca el hecho de que los padres perciban como cambios importantes en sus hijos el aumento del apetito y de peso y que el uso de los Micronutrientes en polvo fue reconocido por manipuladores y padres como “fácil”.

6.2 Recomendaciones

Se recomienda implementar esta estrategia en este tipo de población, porque tiene gran efecto, es fácil adherencia.

La estrategia de micronutrientes en polvo no se debe implementar aislada debe ir acompañada de acciones complementarias en salud como: promoción lactancia materna, inicio a la alimentación complementaria, desparasitación, medidas que tengan que ver con saneamiento básico y capacitación a padres de familia en temas relacionados con nutrición y alimentación saludable. Es importante hacer seguimiento y monitoreo a este tipo de estrategias para que los tomadores de decisiones puedan evidenciar los alcances y las bondades de los programas, sus limitaciones y efectos no previstos,

reorientar políticas, inversiones y acciones, que dificultan los alcances de los objetivos de los mismos.

Es importante hacer seguimiento y monitoreo a este tipo de estrategias para que los tomadores de decisiones puedan evidenciar los alcances y las bondades de los programas, sus limitaciones y efectos no previstos, reorientar políticas, inversiones y acciones, que dificultan los alcances de los objetivos de los mismos.

A.Anexo: Consentimiento Informado



CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PERSONAS MENORES DE EDAD
PROGRAMA MUNDIAL DE ALIMENTOS - INSTITUTO NACIONAL DE SALUD
GRUPO _____

Estrategia de Fortificación casera con micronutrientes en polvo.

Atlántico.

Yo, _____ identificado(a) con CC _____ de _____ en calidad de _____ autorizo la participación del niño (a) _____ en el “*Proyecto de la Estrategia de Fortificación Casera con Micronutrientes en Polvo*”, cuyo objetivo es ver si el consumo de los micronutrientes en polvo tiene algún efecto en el estado nutricional de los niños y niñas menores de 5 años del departamento de Atlántico.

Se me ha informado que en dicho proyecto se tomará el peso y la talla, se realizarán encuestas, entrevistas y se tomarán muestras de sangre, para determinar el estado nutricional con respecto a micronutrientes. Estas actividades no representan daño ni en la integridad física o emocional en los niños beneficiarios del programa, ni para sus familias, o costos de ninguna clase. Autorizo que se le practiquen los exámenes de laboratorio y/o reciba micronutrientes, en caso de ser seleccionado en la muestra para este propósito.

El proyecto permitirá conocer los efectos producidos por los micronutrientes en polvo en el estado nutricional de los niños y conocer la mejor forma de entregarlos y distribuirlos en las comunidades. Se me entregarán inmediatamente los resultados de peso y talla para determinar el estado nutricional del niño(a) y el resultado de hemoglobina para saber si tiene anemia o no. Los resultados de las determinaciones de ferritina, PCR, Vitamina A, y Zinc no me serán entregados ya que serán utilizados con fines poblacionales y la información será confidencial.

El equipo de trabajo contestará cualquier pregunta, hará las aclaraciones necesarias frente a cualquier duda y si es necesario me remitirán al servicio de salud correspondiente.

Declaro que la participación en este proyecto es voluntaria, que colaboraré en lo que pueda, que podré retirarlo(a) cuando así lo decida y que la información que suministre será cierta.

Nombre: _____

Firma: _____

Fecha: _____

Testigo 1:

Testigo 2:

Nombre: _____

Nombre: _____

Relación: _____

Relación _____

Firma: _____

Firma: _____

Dirección: _____

Dirección: _____

B. Anexo: Encuesta

Ver anexos carpeta adjunta CD

C. Anexo: Control de calidad

Ver anexos carpeta adjunta CD

D. Anexo: Formato de seguimiento

Ver anexos carpeta adjunta CD

Bibliografía

1. Encuesta Nacional de Situación Nutricional y consumo de alimentos Colombia ENSIN 2005.
2. UNICEF – The Micronutrient Initiative. Vitamin and Mineral deficiency. A global progress report. 2002.
3. FAO, El estado de la inseguridad alimentaria en el mundo, 2001
4. WHO, Global Database on Vitamin A Deficiency, Vitamin and Mineral Nutrition Information System, 1995-2005.
5. UNICEF, World Micronutrient Initiative. UNICEF library, 2001. 1: p. 1-157.
6. “Encuesta Nacional de la Situación Nutricional en Colombia 2010 ENSIN”
7. Regil LM, Suchdev PS, Vist GE, Wallester S, Peña-Rosas JP Home fortification of foods with multiple micronutrient powders for health and nutrition in children under two years of age (Review),2011 <http://www.thecochranelibrary.com>
7. WHO, CDC. Assessing the Iron status of populations, 2nd Edition. 2007
8. WHO, World Health Report. WHO Global Database, 2013. 1: p. 1-168.
9. UNICEF, World Micronutrient Initiative, 2001. 1: p. 1-157.
10. UNICEF, United call to action on vitamin and mineral deficiency, 2011. 1: p. 1-52.
12. McLean, E., et al., Worldwide prevalence of anaemia, WHO Vitamin and Mineral Nutrition Information System, 1993-2005. Public Health Nutr, 2009. 12(4): p. 444-54.
13. WHO, Global prevalence of vitamin A deficiency in populations at risk 1995–2005. WHO Global Database, 2005. 1: p. 1-68.

14. WHO, Iodine status worldwide. WHO Global Database, 2004. 1: p. 1-58.
15. OPS, Informe Regional sobre el desarrollo sostenible y la salud en las Américas. 2013. 1(1): p. 1-76.
16. OPS, FAO Health in the Americas. PAHO Library, 2012. 636.
17. Archer, E., G.A. Hand, and S.N. Blair, Validity of U.S. Nutritional Surveillance: National Health and Nutrition Examination Survey Caloric Energy Intake Data, 1971-2010. PLoS One, 2013. 8(10): p. e76632.
18. CDC, National Health and Nutrition Examination Survey, 2013-2014 overview. National Center for Health Statistics, 2013. 1: p. 1-6.
19. CDC, National Center for environmental Health, National Report on Biochemical of Diet and Nutrition in the U.S. Population, 2012. P. 1-13
20. Ministerio de Salud. Encuesta Nacional de Nutrición y Salud. ENNyS 2005. 1(1): p. 1-65
21. Ministerio de Salud. Encuesta Nacional de Nutrición y Salud. Documento de Resultados 2007. Buenos Aires: Ministerio de Salud, 2007. Disponible en: http://www.msal.gov.ar/htm/site/ennys/pdf/documento_resultados_2007.pdf.
22. WHO, Worldwide prevalence of anaemia 1993-2005. WHO Global Database, 2005. 1: p. 1-51.
23. WHO, Haemoglobin concentrations for the diagnosis of anaemia and assessment of severity. Vitamin and Mineral Nutrition Information System, 2012. 1: p. 1-6.
24. Galeazzi M, and FAO, Nutrition country profiles Brazil. 2000, p. 1-36.
25. Ministerio de salud, Encuesta Nacional de Nutrición Costa Rica, 2008-2009.
26. Instituto Nacional de salud pública, Encuesta Nacional de Salud y Nutrición, ENSANUT, 2012.
27. Encuesta Demográfica y de Salud Familiar, ENDES, 2011

28. Alvarez M. C., C.J.M., Deossa G. C., Estrada R. A., Forero T. Y., Gomez L. F., Manjarres L. M., Samper K. B., Encuesta Nacional de la Situación Nutricional en Colombia 2005. 2005. 1: p. 1-466.
29. Fonseca C. Z., H.A.P., Ocampo P. R., Forero T. Y., Sarmiento O. L., Álvarez M. C., Estrada R. A., Samper K. B., Gempeler R. J., Rodriguez G. M., Encuesta Nacional de la Situación Nutricional en Colombia, ENSIN 2010. 2010. 1: p. 1-513.
30. FAO, enfoques basados en los alimentos para mejorar el régimen alimentario y el estado nutricional, diciembre 2010.
31. UNICEF. Los países andinos y Paraguay hacia el cumplimiento de las metas de Vitaminas y Minerales. Paraguay, Diciembre 1998 .
32. Ministerio de Salud. Decreto 1974. Fortificación de la harina de trigo. Colombia 1998.
33. Mc Gregor G, Ani CC. The rol of micronutrients in psychomotor and cognitive development. Br Med Bull 1999; 55:511-527
34. McLaren D and Frigg M. Ver y Vivir, sobre los trastornos por la deficiencia de la vitamina A (VADD).OPS / OMS Programa de alimentación y Nutrición. 1999
35. International Vitamin A Consultative Group IVAGC Statement. Vitamin A and iron interactions. SIGTH and LIFE. 1998;1:37-38
36. Caulfield L, Richard S, Rivera J, Musgrove P, Blac R. Stunting, wasting, and micronutrient deficiency disorders. Disease Control Priorities in Developing Countries. 2006:551-68.
37. Ascoli W, Arroyave G. Epidemiología del bocio endémico el Centroamérica. Arch Latinoam Nutr. 1970;20:309-20.
38. WHO. Guideline: Use of multiple micronutrient powders for home fortification of foods consumed by infants and children 6–23 months of age. Geneva, World Health Organization, 2011.
39. WHO Handbook for guideline development. Guidelines Review Committee. Draft March 2010. Geneva,World Health Organization, 2010.
40. The adequacy of micronutrient concentrations in manufactured complementary foods from low-income countries Michelle Gibbs a , Karl B. Bailey a , Rebecca D. Lander a , Umi Fahmida b , Leah Perlas c , Sonja Y. Hess d , Cornelia U. Loechl e , Pattanee

Winichagoon f , Rosalind S. Gibson a, *Journal of Food Composition and Analysis* 24 (2011) 418–426.

41. Oficina Regional para América Latina y El Caribe, 2010

42. Adaptado de: MEJIA SALAS, Héctor, SORIA DE CLAROS, Andreina, DE YALE, Magali et al. Nuevas formas de combatir la anemia en niños: sprinkles (chispitas nutricionales). *Rev. bol. ped.*, ago. 2004, vol.43, no.3, p.191-191. ISSN 1024-0675, <http://www.scielo.org.bo/scielo>.

43. Página de Nutrinet: Referencia bibliográfica: Adu-Afarwah S, Lartey A, Brown K, Zlotkin S, Briend A, Dewey K. Home Fortification of Complementary Foods with Micronutrient Supplements is Well Accepted and has Positive Effects on Infant Iron Status in Ghana. *Am J Clin Nut* 2008; 87 (4): 929-939

44. Nutrinet. Sprinkles, una opción innovadora contra la anemia. *Vitaminas y Minerales*, Portada.2010

45 .Nutrinet.com. Cuba. Sprinkles: una opción innovadora contra la anemia. <http://cuba.nutrinet.org/servicios/noticias-articulos/articulos-recomendados/400-sprinkles-una-opcion-innovadora-contra-la-anemia>.

46. Sharieff, W, Buhutta,z, Schauer, C., Tomlinson,G, and Zotklin, Micronutirents reduce diarrhea in children: the Pakistan Sprinkles Diarrohoea Study. *archives of disease in Childhood*, 2006 91,573-579.

47. Menon, P.,Ruel, M.T., Loechl, C.U.,Arimond, M. m.,Habicht,J.P.,Pelto, Mlcronutriente Sprinkles reduce anemia among 9-to 24 mo old children when delivered through an integrated health and nutrition 137,1023-1030.

48. Mason, J.,B.,M. Lotfl,N.Dakmiyal, K. Sethuraman, and M. Deitchier. *The micronutrient report: Current progress and trend in the control vitamin A, iron, and iodine deficiencies* Ottawa, Canada.2001

49. Hess SY, Peerson JM, King JC, Brown KH. Use os serum zinc concentrations as an indicator of population zinc status. *Food Nutr Bull*. Sepember, 2007, 28: 403-29

50. Horton, R. maternal ans child undernutrition: an urgent opportunity.*Lancet* 371, 379, 2008

51. Zlotkin, S., Arthur, P.,Antwi,K.Y. and Teung, G. Treament of anemia with microencapsulated frous fuamarate plus ascorbic acid supplied as sprinkles to complementay food. *Merican journals of clinical Nutrition* 2001 74,791-795.

52. Hurrell R, Ranum P, de Pee S, Biebinger R, Hulthen L, Johnson Q, et al. Revised recommendations for iron fortification of wheat flour and evaluation of the expected impact of current national wheat flour fortification programs. *Food Nutr Bull*. 2010;31:S7-21
53. De Pee S, Kraemer K, van den Briel T, et al. Quality criteria for micronutrient powder products: report of a meeting organized by the World Food Programme and Sprinkles Global Health Initiative. *Food Nutr Bull* 2008; 29:232-41.
54. Mestecky J, Pearay L, Warren O, Strober J, Bienenstock R, McGhee M, *Mucosal Immunology*, tercera edición 2005, 1165-1175.
55. Curtis H, *Proceedings of the VIII conference of the international Society*, 2007, 144-146.
56. Lundeen E, Schueth T, Toktobaev N, Zlotkin S, Hyder SM, Houser R – More, *Food and nutrition bulletin*, 2010.
57. [www.unicef.org/honduras/Analisis_de_Situacion_ACF_final\(6\).pdf](http://www.unicef.org/honduras/Analisis_de_Situacion_ACF_final(6).pdf) 2009.
58. Lung MG, Glanhn RP, *Micronutrients sprinkles add more bioavailable iron to some Kenyan complementary foods*, *Matern Child Nutr*, 2009:151-158.
59. XIX International Vitamin A Consultative Group IVAGC meeting held in the International Conference Centre Durban, South Africa *Vitamin A: Interactions with iron. SIGTH and LIFE*. 1999;2:17-18.
60. Cunningham L, Blanco A, Rodriguez S, Ascencio M. Prevalencia de anemia, Deficiencia de hierro y folatos en niños menores de siete años. Costa Rica, 1996. *Arch, Latinoam Nutr* 2001;51:37-43.
61. Bick RL, et al. *Hematology. Clinical and Laboratory Practice*. Vol one and two. Mosby-Year Book, Inc. USA, 1993.
62. Soyano A, Gómez M. Participación del hierro en la inmunidad su relación con las infecciones. *Arch, Latinoam Nutr* 1999;49:40s-46s
63. Christopher K. Mathews, K. E. van Holde, et al. *Bioquímica*. 2002: 237- 252
64. Stoltzfus RJ, Chwaya HM, et al. Serum ferritin erythrocyte protoporphyrin and hemoglobin are valid indicators of iron status of school children in a malaria-holoendemic population. *J Nutr* 1997;127:293-8.

65. Demellof M, Lonnerdal B, Dewey KG, Cohen RJ, et al. Sex differences in iron status during infancy. *Pediatrics* 2002. 110(3):545-52
66. Encuesta Nacional de Nutrición 1999. Estado Nutricional de niños y mujeres en Mexico. 1999.
67. Cook J. The nutritional assessment of iron status. *Arch, Latinoam Nutr* 1999;49:11s-14s
68. United Nations Children's Fund. United Nations University. World Health Organization, Iron Deficiency Anaemia Assessment, Prevention, and control A guide for programme managers. 2001
69. http://www.who.int/vmnis/indicators/serum_ferritin_es.pdf
70. Salud, M.d., Encuesta Nacional de Nutrición y Salud. 2012. 1(1): p. 1-85.
71. Andersen S, Karmisholt J, Pedersen KM, Laurberg P. Reliability of studies of iodine intake and recommendations for number of samples in groups and in individuals. *Br J Nutr*. 2008;99(4):813-8.
72. Underwood B and Arthur P. The contribution of vitamina A a to public health. *FASEB J*. 1996 10:1040-1048.
73. Underwood B. Maternal vitamin A status and its importance in infancy and early childhood. *Am J of Clin Nutrition*. 1994 59(2):517-524.
74. USAID, INCAP. Determinación espectrofotométrica de retinol sanguíneo por destrucción UV del retinol y por HPLC. Guatemala, 1996.
75. DeRuyter MGM y DeLeenheer AP. Determination of serum retinol (vitamin A) by high speed liquid chromatography. *Clin Chem*.1976.22:1593-1595.
76. Gibson RS. Zinc. *Nutrition in developing countries*. *Nutr Res Rev*. 1994 7: 151-173.
77. Villalpando S, Garcia Guerra A, Ramirez Silva, et al. Iron, zinc and iodide status in Mexican children under 12 years and women 12-49 years of age. A probabilistic national survey., *Revista de Salud Pública*.2003. México. Vol 45-54. 520-529 .
78. OMS, concentraciones de hemoglobina para diagnosticar la anemia y evaluar su gravedad, 2012

79. National Committee for Clinical Laboratory Standards. Procedures for the handling and processing of blood specimens; second edition; approved guideline. NCCLS Document H18-A2; Wayne (PA): NCCLS; 1999 Oct. 40p.
80. OMS, concentraciones de PCR en condiciones de inflamación e infección y corrección de ferritina en estudios de poblaciones, 2012.
81. OMS, concentraciones de zinc para evaluar el estado de nutrición en zinc en las poblaciones, 2012.
82. OMS, Concentraciones en suero de Retinol para establecer prevalencia de carencia de Vitamina A a escala poblacional, 2012.
83. National Committee for Clinical Laboratory Standards. How to define, determine, and utilize reference intervals in the clinical laboratory; approved guideline. NCCLS Document C28-A. Wayne (PA): NCCLS; 1995 June 59p.
84. OMS, concentraciones de ferritina para evaluar el estado de nutrición en hierro en las poblaciones, 2012.
85. Guía práctica para la evaluación de impacto, Raquel Bernal-Ximena Peña, Universidad de los Andes, 2011.
86. Giovannini M, Sala D, Uselli M, Livio L, Francescato G, Braga M, et al. Double-blind, placebo-controlled trial comparing effects of supplementation with two different combinations of micronutrients delivered as sprinkles on growth, anemia, and iron deficiency in Cambodian infants. *Journal of Pediatrics Gastroenterology and Nutrition* 2006;42(3):306–12.
87. Adu-Afarwuah S, Lartey A, Brown KH, Zlotkin S, Briend A, Dewey KG. Randomized comparison of 3 types of micronutrient supplements for home fortification of complementary foods in Ghana: effects on growth and motor development. *American Journal of Clinical Nutrition* 2007; 86:412–20.
88. Menon P, Ruel MT, Loechl CU, Arimond M, Habicht JP, Pelto G, et al. Micronutrient Sprinkles reduce anemia among 9- to 24-mo-old children when delivered through an integrated health and nutrition program in rural Haiti. *Journal of Nutrition* 2007;137(4):1023–30.
89. Agostoni C, Giovannini M, Sala D, Uselli M, Livio L, Francescato C, et al. Double-blind, placebo-controlled trial comparing effects of supplementation of two micronutrient

82

Efecto de la fortificación casera con micronutrientes en polvo, como una estrategia de intervención contra la deficiencia de micronutrientes en población infantil de 12 hasta 59 meses, de cuatro municipios del Departamento de Atlántico, pertenecientes a programas de complementación alimentaria. Año 2013

Sprinkles on fatty acid status in Cambodian infants. *Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition* 2007;44(1): 136–42.