



**CONSEJO NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGIA -CONCYT-
SECRETARIA NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGIA -SENACYT-
FONDO NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGIA -FONACYT-
INSTITUTO CENTROAMERICANO DE DESARROLLO AGROPECUARIO
-ICADA-**

INFORME FINAL

**Evaluación de un suplemento alimenticio formulado para
madres lactantes en riesgo de desnutrición en Guatemala**

PROYECTO FODECYT No. 040-2012

**GUILLERMO E. SANCHEZ, PhD.
Investigador Principal**

GUATEMALA, MAYO DEL 2015.



La realización de este trabajo, ha sido posible gracias al apoyo financiero dentro del Fondo Nacional de Ciencia y Tecnología, -FONACYT-, otorgado por La Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología –SENACYT- y al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología –CONCYT-.

RESUMEN

En Guatemala, la desnutrición crónica afecta a casi 1 de cada 2 niños menores de cinco años. En este proyecto se evaluó, en madres lactantes y sus infantes a partir de los 1.5 meses de edad, el impacto nutricional de Nutra-Iso™ un suplemento alimenticio derivado de salvado de arroz y fortificado con 7 vitaminas y minerales. El suplemento fue consumido como bebida, diariamente por 4.5 meses por madres lactantes (ML) en comunidades rurales de Comapa, Jutiapa. El impacto nutricional de Nutra-Iso™ en la niñez se determinó con mediciones de longitud, peso y perímetro encefálico, antes, durante y al final del período de consumo por las ML, transformados a puntaje z y comparados con las curvas de referencias de la Organización Mundial de la Salud. Los indicadores de crecimiento evaluados fueron: (1) peso para longitud (ZPL), (2) peso para edad (ZPE), (3) longitud para edad (ZLE), (4) perímetro cefálico para edad (ZPCE) e (5) índice de masa corporal para edad (ZIMCE). En las ML, el impacto se determinó obteniendo el IMC al inicio y al final del estudio. La prevalencia de anemia en las ML se determinó al inicio y al final del periodo de consumo con la prueba de microhematocrito. La aceptabilidad del suplemento se determinó aplicando una escala hedónica y el aporte nutricional del mismo a la dieta de las ML se determinó mediante la técnica de recordatorio de 24 horas. Previo a la intervención, a los 1.5 meses de nacidos, el 43% de los infantes exhibía retardo en el crecimiento, el 7.2% se encontraba en desnutrición aguda moderada o severa, mientras el 25 % y el 18.4% exhibía retraso moderado o severo en el desarrollo cerebral e IMC, respectivamente. Mediante la prueba t de student se determinó que hubo una evolución favorable altamente significativa ($p \leq 0.01$) en los indicadores ZPL, ZPE y ZIMCE al ser comparados al inicio y al final de la ventana de intervención nutricional. Por su parte, se detectó una mejora estadísticamente significativa ($p \leq 0.05$) en la evolución del desarrollo cerebral (ZPCE) de los infantes. No hubo diferencia estadísticamente significativa en el indicador ZLE. En cuanto a las madres lactantes no hubo diferencias estadísticamente significativas entre el IMC al inicio y al final del estudio, promediando éstos valores normales de 22.44 y 22.29, respectivamente. La prevalencia de anemia entre ellas era del 21.2% al inicio, reduciéndose a 11.4% al final del estudio y detectándose un aumento estadísticamente significativo en los valores del microhematocrito al final de la ventana de intervención. El aporte de Nutra-Iso™ a la dieta de las ML fue mayor en micronutrientes que en macronutrientes y la mayoría de las participantes expresaron que Nutra-Iso™ con sabor a banano o fresa les agradaba mucho. En conclusión, al ser consumido Nutra-Iso™ por las ML durante el período de lactancia materna exclusiva, se tuvo un impacto favorable en el desarrollo nutricional de los infantes de pecho y redujo ostensiblemente la prevalencia de anemia entre las ML. Al ser la materia prima de Nutra-Iso™ un subproducto del trillado de arroz en casi todos los países en vías de desarrollo afectados por pobreza y desnutrición, este suplemento nutricional podría incorporarse a los programas de prevención y mitigación de la desnutrición a nivel global.

SUMMARY

Infant chronic malnutrition affects 1 out of every 2 children under 5 years of age in Guatemala. The nutritional impact of Nutra-Iso™ a rice bran derivative fortified with 7 vitamins and minerals was evaluated on lactating mothers (LM) and their infants, starting at 1.5 months old. The nutritional supplement was consumed daily as a beverage by the LM, living in rural villages of Comapa, Jutiapa, for a 4.5 month period, until the breastfed infants (BI) became 6 months old. The nutritional impact of Nutra-Iso™ on the BI was determined by length, weight and cephalic perimeter measurements, converted to z scores and compared to growth indicators and reference curves from the World Health Organization. The five growth indicators included: (1) weight-for-length (ZWL), (2) weight-for-age (ZWA), (3) length-for-age (ZLA), (4) cephalic perimeter-for-age (ZCPA) and (5) body mass index-for-age (ZBMIA). In LM's the nutritional impact was determined by BMI prior consumption and at the end of the 4.5 month intervention period. Anemia prevalence among LM's was determined via microhematocrit test before and at finalization of the nutritional window. The contribution of Nutra-Iso™ to the LM's daily diet was measured via the 24 hour recall technique and its acceptability among participants was determined by a 5 point hedonic scale. Prior to the intervention and at 1.5 months old, 43% of BI's were chronically malnourished and 7.2% suffered from moderate or severe acute malnutrition, while 25% and 18.4% showed delayed cerebral growth and moderate or severe thinness, respectively. Statistical analysis with "t" student test for independent samples determined that a highly significant improvement was observed among BI's in the ZWL, ZWA and ZBMIA growth indicators, before and at the end of the consumption window. A significant improvement ($p \leq 0.05$) was observed in ZCPA, while ZLA exhibited a slight, statistically insignificant recovery. In regards to LM's, no statistically significant differences were found between BMI's exhibited before and at the end of the nutritional intervention; however, prevalence of anemia was reduced from 21.2% to 11.4% among participants, who also showed a statistically significant ($p \leq 0.05$) increase in their microhematocrit results. Nutra-Iso™ provided a greater contribution of micronutrients to the LM daily diet, compared to macronutrients and the majority of them stated that Nutra-Iso™ in banana and strawberry presentations were the preferred flavors. In conclusion, Nutra-Iso™ offered a significant nutritional contribution to both mothers and infants, when consumed daily by LM during the exclusive breastfeeding period. Since rice bran is present in almost all developing countries in the world, Nutra-Iso™ could have a potentially global impact, if this innovative rice bran stabilization and extraction technology is incorporated into worldwide chronic malnutrition and mitigation programs.

PALABRAS CLAVE

Desnutrición crónica infantil, Comapa, Jutiapa, Corredor Seco, suplemento alimenticio, indicador de crecimiento, puntaje z, lactancia exclusiva, madres lactantes, infantes de pecho, salvado de arroz, nutrición.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	ii
SUMMARY	iii
PALABRAS CLAVE	iv
TABLA DE CONTENIDO	v
INDICE DE CUADROS	viii
INDICE DE FIGURAS	xi
INDICE DE FOTOGRAFÍAS	xiv

PARTE I

I.1	INTRODUCCIÓN	1
I.2	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
	I.2.1 Antecedentes en Guatemala	3
	I.2.2 Justificación del trabajo de investigación	4
I.3	OBJETIVOS E HIPÓTESIS	7
	I.3.1 Objetivos	7
	I.3.1.1 General	7
	I.3.1.2 Específicos	7
	I.3.2 Hipótesis	8
I.4	METODOLOGÍA	9
	1.4.1 Localización	9
	1.4.2 Población objetivo y Muestra	10
	1.4.3 Las Variables	11
	I.4.3.1 Variables dependientes	11
	I.4.3.2 Variables independientes	11
	1.4.4 Estrategia Metodológica	11
	1.4.5 El Método	14
	I.4.5.1 Toma de medidas antropométricas	14
	I.4.5.2 Muestras de sangre para detección de anemia por Deficiencia de hierro	14
	I.4.5.3 Estimación de ingesta nutricional por recordatorio de 24 horas	15
	I.4.5.4 Prueba de aceptabilidad de Nutra-Iso™	16
	1.4.6 La Técnica Estadística	17
	I.4.6.1 Indicadores de crecimiento en infantes de pecho	17
	I.4.6.2 Estado nutricional de las madres lactantes	17
	I.4.6.3 Pruebas de sangre para detección de anemia en madres lactantes	18
	I.4.6.4 Estimación de ingesta diaria por recordatorio de 24 horas	18
	I.4.6.5 Prueba sensorial de aceptabilidad del producto	19

PARTE II	20
MARCO TEORICO	
II.1 El salvado o pulimento del arroz	20
II.2 Nutra-Iso™: producto formulado a base de un extracto concentrado de salvado de arroz estabilizado	23
II.3 Producción potencial de salvado de arroz en Guatemala y Centroamérica	25
II.4 Desnutrición y su tipología	26
II.5 Desnutrición y el retraso en el desarrollo cerebral	28
II.6 La medición de la desnutrición en adultos incluyendo madres lactantes	29
II.7 Suplementos alimenticios	30
II.8 La importancia de la lactancia materna	30
II.9 La desnutrición de la madre lactante y su impacto en la leche materna	31
II.10 El hierro y el infante de pecho	33
PARTE III	36
III.1 RESULTADOS	36
III.1.1 Evaluación del estado nutricional de la niñez previo a la Intervención con el suplemento alimenticio Nutra-Iso™	37
III.1.2 Evaluación del desarrollo mensual del peso de los infantes	43
III.1.3 Evaluación del estado nutricional de la niñez y prevalencia de desnutrición crónica infantil al final de la intervención con el suplemento alimenticio Nutra-Iso™	44
III.1.4 Determinación del estado nutricional de las madres lactantes al inicio y al final del consumo de Nutra-Iso™	51
III.1.5 Prevalencia de anemia entre las madres lactantes al inicio y al final del consumo de Nutra-Iso™	52
III.1.6 Aporte nutricional de macronutrientes y micronutrientes del suplemento alimenticio en la dieta de las madres	54
III.1.7 Prueba de aceptabilidad de Nutra-Iso™	59
III.2 DISCUSIÓN DE RESULTADOS	61

PARTE IV	67
IV.1 CONCLUSIONES	67
IV.2 RECOMENDACIONES	69
IV.3 REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	72
IV.4 ANEXOS	83
IV.4.1 Archivo fotográfico	83
IV.4.2 Carta de Consentimiento Informado	92
IV.4.3 Hoja de registro de participante	93
IV.4.4 Boleta de control Antropométrico	94
IV.4.5 Boleta de Prueba de Aceptabilidad	95
PARTE V	
V.1 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES	96
V.2 INFORME FINANCIERO	97

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Elevación (msnm) y localización de 17 comunidades del municipio de Comapa con madres y lactantes que participaron en el estudio de impacto nutricional del suplemento alimenticio Nutra-Iso™.	10
Cuadro 2. Escala hedónica de 5 puntos utilizada en la prueba ciega de aceptabilidad del producto Nutra-Iso™.	16
Cuadro 3. Categorías nutricionales en adultos recomendadas por la Organización Mundial de la Salud basadas en el Índice de Masa Corporal (IMC).	18
Cuadro 4. Composición nutricional de Nutra-Iso™ (100 gramos).	24
Cuadro 5. Micronutrientes añadidos a la formulación Nutra-Iso™ para madres lactantes.	25
Cuadro 6. Consumo anual por persona, producción local e importaciones de Arroz para 6 países de Centroamérica en el año 2014	26
Cuadro 7. Criterios epidemiológicos de prevalencia de desnutrición para las comunidades de Guatemala (% de la población).	28
Cuadro 8. Requerimientos nutricionales para mujeres adultas (19-50 años) y los requerimientos adicionales derivados de la lactancia.	32
Cuadro 9. Información general y antropométrica de las madres lactantes y sus infantes de pecho, previo al consumo de Nutra-Iso™.	36
Cuadro 10. Distribución de infantes lactantes (n=153) en 5 indicadores de crecimiento según los puntajes Z generados por el programa WHO ANTHRO previo al inicio de la ventana de intervención suplementaria.	37
Cuadro 11. Resultado de prueba “t” de student para el indicador Peso/edad en puntaje Z, aplicada a los indicadores promedio de las 5 mediciones antropométricas correspondientes al peso de los infantes durante el período de consumo del suplemento alimenticio Nutra-Iso™ por sus madres lactantes.	44
Cuadro 12. Información general y medidas antropométricas promedio de los infantes al finalizar el estudio de intervención nutricional con Nutra-iso™.	45

Cuadro 13. Indicadores de crecimiento promedio en la niñez participante al inicio, a mitad y al final de la suplementación alimenticia con Nutra-Iso™ a las madres lactantes.	45
Cuadro 14. Resultados de la prueba “t” de student para los puntajes Z de los indicadores peso/longitud (ZPT), longitud/edad (ZTE), peso/edad (ZPE), índice de masa corporal/ edad (ZIMC) y perímetro cefálico/edad (ZPC), aplicados a infantes de 1.5 a 6 meses del estudio de alimentación suplementaria a madres lactantes con Nutra-Iso™.	46
Cuadro 15. Distribución de infantes (n=129) según 5 indicadores de crecimiento (Puntaje Z) estimados al final de la ventana de intervención nutricional dirigida a las madres lactantes.	47
Cuadro 16. Índice de masa corporal de las madres lactantes participantes, previo a consumir el suplemento alimenticio y al final de la ventana de consumo de 4.5 meses.	51
Cuadro 17. Resumen de la prueba bilateral “t” de Student para muestras independientes, efectuada al índice de masa corporal exhibido por las madres participantes previo a la intervención nutricional con Nutra-Iso™y al final de la ventana de consumo de 4.5 meses.	52
Cuadro 18. Distribución porcentual de las madres lactantes de acuerdo a los valores de hematocrito de las muestras de sangre capilar obtenidas de las participantes previo (inicial) y al finalizar (final) la ventana de consumo de 4.5 meses del suplemento alimenticio Nutra-Iso™. Un valor ≤ 36 se consideró indicativo de anemia por deficiencia de hierro.	52
Cuadro 19. Resumen de estadística descriptiva y prueba “t” de Student de los valores de hematocrito obtenidos de las madres lactantes previo a la suplementación alimenticia y al final de la ventana de consumo de 4.5 meses.	53
Cuadro 20. Cantidades diarias ingeridas en promedio de vitaminas, A, C, D, B12, B9 y los minerales hierro y zinc en la dieta de 116 madres lactantes residentes en Comapa, Jutiapa.	56
Cuadro 21. Cantidad diaria promedio de micronutrientes ingerida por las madres lactantes según la aldea o comunidad de residencia en Comapa, Jalapa, de acuerdo al recordatorio de 24 h.	57

Cuadro 22. Distribución porcentual de madres lactantes (n=116) según el porcentaje consumido del requerimiento dietético diario de energía, proteínas, carbohidratos y grasas en 16 comunidades de Comapa, Jutiapa.	58
Cuadro 23. Distribución porcentual de madres lactantes de acuerdo la cantidad de vitaminas y minerales adquiridas mediante la dieta diaria, con y sin el aporte del suplemento alimenticio Nutra-Iso™.	59
Cuadro 24. Resultados de la prueba de aceptabilidad del suplemento nutricional Nutra-Iso™ entre 89 madres lactantes participantes en el estudio de suplementación nutricional efectuado en Comapa, Jutiapa.	60

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Localización del municipio de Comapa, departamento de Jutiapa, en la República de Guatemala.	9
Figura 2. Cronograma general de las actividades principales del estudio de alimentación suplementaria diaria con Nutra-Iso™ a madres lactantes en Comapa, Jutiapa.	12
Figura 3. Proceso de beneficiado del arroz.	20
Figura 4. Corte transversal de un grano de arroz. El salvado (pulimento) del arroz está compuesto por la capa exterior integral y el embrión que representa aproximadamente un 10% del peso del grano.	21
Figura 5. El desarrollo sináptico en el cerebro, según la función cerebral.	34
Figura 6. Distribución porcentual previo a la intervención nutricional de los indicadores de crecimiento (Z_0) peso/talla (A) y peso/edad de la población infantil (n=153) alimentada exclusivamente con leche materna e incluida en el estudio de alimentación suplementaria a las madres lactantes con Nutra-Iso™.	38
Figura 7. Curvas de distribución para los indicadores de crecimiento Peso/Longitud (A) y Peso/Edad (B) en la población de infantes al momento de ingreso al estudio de alimentación suplementaria para madres durante el período de lactancia exclusiva.	39
Figura 8. Distribución porcentual previo a la intervención nutricional, según el indicador de crecimiento (Z_0) longitud/edad, en la población infantil (n=153) incluida en el estudio de alimentación suplementaria dirigido a las madres lactantes™.	40
Figura 9. Curva de distribución para el indicador longitud/edad en la población de infantes al momento de ingreso al estudio de alimentación suplementaria para madres durante el período de lactancia exclusiva.	40

Figura 10. Distribución porcentual previo a la intervención nutricional, según el indicador de crecimiento (Z_0) perímetro cefálico para la edad, en la población infantil (n=153) incluida en el estudio de alimentación suplementaria dirigido a las madres lactantes.	41
Figura 11. Curva de distribución para el indicador perímetro cefálico para la edad en la población de infantes antes del inicio del estudio.	42
Figura 12. Distribución porcentual previo a la intervención nutricional, según el indicador de crecimiento (Z_0) índice de masa corporal (IMC) para la edad, en la población infantil (n=153) incluida en el estudio de alimentación suplementaria dirigido a las madres lactantes.	42
Figura 13. Curva de distribución, indicador índice de masa corporal/edad en la población de infantes previo al inicio del estudio.	43
Figura 14. Incremento de peso promedio observado en infantes de madres lactantes que consumieron el suplemento nutricional Nutra-Iso™ a lo largo de 4.5 meses.	43
Figura 15. Distribución porcentual del grupo de infantes (n=129) de acuerdo al puntaje Z para el indicador peso/longitud al finalizar los 135 días de intervención nutricional con Nutra-Iso™ en madres lactantes.	47
Figura 16 . Curvas de distribución inicial y final para el indicador peso para longitud (talla) en la población de infantes en el estudio de alimentación suplementaria con Nutra-Iso™ y dirigido a las madres durante 135 días del período de lactancia exclusiva.	48
Figura 17. Distribución porcentual del grupo de infantes (n=129) de acuerdo al puntaje Z para el indicador longitud para edad al finalizar los 135 días de intervención nutricional con Nutra-Iso™ dirigido a las madres lactantes.	49
Figura 18. Curvas de distribución inicial y final para el indicador longitud (talla) para edad en la población de infantes en el estudio de alimentación suplementaria con Nutra-Iso™ y dirigido a las madres durante 135 días del período de lactancia exclusiva.	49
Figura 19. Distribución porcentual del grupo de infantes (n=128) de acuerdo al puntaje Z para el indicador perímetro cefálico para edad al finalizar los 135 días de intervención nutricional con Nutra-Iso™ dirigido a las madres lactantes.	50

Figura 20. Curvas de distribución inicial y final para el indicador perímetro cefálico para edad en la población de infantes participantes en el estudio FODECYT 40-2012.	50
Figura 21. Distribución porcentual del grupo de infantes (n=129) de acuerdo al puntaje z para el indicador índice de masa corporal para edad al finalizar los 135 días de intervención nutricional con Nutra-Iso™ en madres lactantes.	51
Figura 22. Consumo diario promedio energético y proteico en 16 comunidades de Comapa (Departamento de Jutiapa) incluidas en el estudio de suplementación nutricional diaria a madres lactantes con Nutra-Iso™.	54
Figura 23. Consumo diario promedio de carbohidratos y grasas en 16 comunidades de Comapa (Departamento de Jutiapa) incluidas en el estudio de suplementación nutricional diaria a madres lactantes con Nutra-Iso™.	55

INDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1. Actividades al ingreso de madres y lactantes al periodo de suplementación alimenticia con Nutra-Iso™ en Comapa, Jutiapa. (A) registro y firma de consentimiento informado de participantes; (B) evaluación de salud; (C) evaluación nutricional; Toma de medidas Antropométricas de (D) lactantes y (E) madres y (F) toma de muestra de sangre capilar.	13
Fotografía 2. (A) Centrífuga para micro hematocrito utilizada en las pruebas de sangre y (B) regla lectora de microhematocrito.	15
Fotografía 3. Nutra-Iso™, polvo soluble derivado del salvado de arroz	23

PARTE I

I.1 INTRODUCCIÓN

La desnutrición crónica infantil es aquella condición en la que se manifiesta un retardo en la altura del infante para un niño o niña correspondiente a su edad y generalmente está vinculada a situaciones de pobreza extrema (inseguridad alimentaria en el hogar), falta de acceso a los alimentos, mala calidad en la dieta o malas condiciones sanitarias. En su conjunto, este cuadro puede conducir al contagio de enfermedades infecciosas gastrointestinales y una asimilación deficiente de nutrientes.

Guatemala exhibe un altísimo índice de desnutrición crónica infantil, ocupando el 4to lugar a nivel mundial con una prevalencia cercana al 50% de la niñez menor de 5 años, constituyéndose en una de las mayores amenazas al desarrollo del país. Entre los grupos poblacionales altamente vulnerables a la inseguridad alimentaria y nutricional se incluyen también a las madres lactantes (ML) y mujeres embarazadas. En respuesta a esta situación la Secretaría de Seguridad Alimentaria y Nutrición –SESAN- del Gobierno de Guatemala ha implementado El Programa para la Reducción de la Desnutrición Crónica (PRDC) 2006-2016 (SESAN, 2006) que incluye dentro de sus componentes directos la educación alimentaria y nutricional. Este componente directo del PRDC estipula que la alimentación complementaria habrá de ser dirigida principalmente a las madres embarazadas, lactantes y niños de 6 a 36 meses de edad. El suplemento alimenticio de dicho programa está basado en el Vita cereal, una mezcla de harina de maíz y soya fortificada con vitaminas y minerales.

En los últimos 5 años han surgido innovadores productos nutricionales que pueden servir para los programas de reducción de desnutrición crónica, como es la iniciativa Hambre Cero del Gobierno de Guatemala. Entre ellos se encuentra Nutra-Iso™, un producto formulado de extractos concentrados del salvado de arroz (también conocido como pulimento o semolina). El salvado de arroz, debidamente estabilizado para conservar su potencia nutricional y evitar la activación de lipasas que tornan rancio el producto en cuestión de horas, es una materia prima con un perfil nutricional apto para programas dirigidos al combate de la desnutrición materno-infantil. Por ser derivado del arroz su proteína es hipo alergénica, no contiene gluten y su sabor, al ser preparado en bebida azucarada es similar a la horchata, siendo éste un sabor reconocido y aceptado dentro de la población Guatemalteca. Nutra-Iso™ es formulado al presente en los Estados Unidos de Norteamérica bajo tecnología patentada, sin embargo, la materia prima para su formulación y producción se encuentra disponible en Guatemala. En Guatemala se procesan

aproximadamente 96,000 TM anuales de arroz, lo que arroja una cantidad de 96,000 TM anuales de salvado de arroz crudo disponible para ser procesado.

Una faceta importante del presente estudio consistió en validar a nivel local el beneficio que el suplemento alimenticio brinda a las madres e infantes lactantes, generando así evidencia concreta que podría servir para respaldar la implementación de una agroindustria procesadora de salvado de arroz en Guatemala. La posibilidad de establecer en el país una agroindustria que procese el salvado de arroz para la posterior fabricación de fórmulas nutricionalmente densas para el consumo humano es interesante, ya que al presente en Guatemala dicho producto se vende (en su forma cruda, no estabilizada) como ingrediente para concentrados animales. El establecer una planta para producir y formular el complemento alimenticio en Guatemala a partir de salvado de arroz doméstico evitaría, entre otras cosas, depender de materia prima importada para la formulación del complemento alimenticio. La fabricación de un producto alimenticio a base de salvado de arroz también reduciría la volatilidad en los precios en alimentos suplementarios, ya que se reduciría la dependencia de productos a base de soya o maíz, cuyos precios fluctúan con tendencia al alza en el mercado internacional. Finalmente, establecer una planta local procesadora de salvado de arroz supondría, al evitar erogaciones en compra y gastos de transporte de salvado de arroz importado, un ahorro en los costos de producción del suplemento alimenticio, además de asegurar un abastecimiento homogéneo y constante a lo largo del año. El establecimiento de una agroindustria alimenticia totalmente nueva ayudaría indudablemente al desarrollo nacional, fortaleciendo el sector productivo de arroz de Guatemala.

I.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

I.2.1 Antecedentes en Guatemala

Guatemala tiene la lamentable distinción de ser el cuarto país a nivel mundial con la mayor tasa de desnutrición crónica infantil, con un 45.6% de los niños menores de 5 años padeciendo los efectos de la misma (ICEFI-UNICEF, 2011). En la población indígena la desnutrición crónica infantil afecta al 69% de los niños (UNICEF, 2010). Entre la población adulta, las mujeres embarazadas o en período de lactancia son los dos grupos más vulnerables a la desnutrición, condición exacerbada por el incremento energético que sus cuerpos requieren para dar nueva vida y sostener el crecimiento de los niños durante la lactancia. Aun cuando no hay datos precisos de desnutrición a nivel de ML o mujeres embarazadas, hay indicadores que estiman la prevalencia de anemia por déficit de hierro en un 20% de su población (Delgado, 2010). Desde la década de los sesentas, Guatemala había experimentado una reducción sostenida en los índices de desnutrición en menores de 5 años. Sin embargo entre el período comprendido de los años 2000 al 2003, la desnutrición infantil exhibió un marcado incremento, de un 44% hasta un 49% de prevalencia entre la población infantil (ICEFI-UNICEF, 2011).

La desnutrición crónica aparenta tener como principal consecuencia, un retraso en el crecimiento de los niños, teniendo como resultado final personas de estatura baja. Sin embargo, las consecuencias pueden incluir también una salud debilitada permanentemente y una capacidad intelectual comprometida de por vida (UNICEF, 2010), resultado de un subdesarrollo cerebral irreversible.

Según el Instituto Centroamericano de Estudios Fiscales y el Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia, en su Boletín “Te Toca Ponerle Fin a la Desnutrición”¹ las pérdidas ocasionadas por el hambre le cuestan a Guatemala Q66, 000,000.00 diarios. Comparada esta cifra con el Producto Interno Bruto –PIB- del país que rondaba los 193,949 millones de quetzales en el 2009 (UNICEF, 2010), el costo anual del hambre para Guatemala es equivalente al 12.42% del mismo. Como respuesta a este flagelo que amenaza el futuro mismo de la nación, la Secretaría de Seguridad Alimentaria –SESAN- del Gobierno de Guatemala bajo la Administración Berger puso en marcha Programa para la reducción de la desnutrición crónica (PRDC), 2006-2016. El PRDC tiene dentro de sus planes de acción, tres componentes directos: (1) servicios básicos de salud, (2) educación alimentaria y nutricional y (3) lactancia materna y complementación alimentaria. Dentro

¹ http://www.unicef.org/guatemala/spanish/recursos_20207.htm

del componente de lactancia materna y complementación alimentaria (componente 3), se incluyen la población más vulnerable a la desnutrición crónica, siendo ésta las madres lactantes, madres embarazadas e infantes de 0-36 meses de edad. Como complemento alimentario el PRDC distribuye Vita cereal, una mezcla de harina de maíz y soya, fortificada con vitaminas y minerales. Sin embargo, al año 2011 la prevalencia de desnutrición crónica aún se mantenía a niveles similares o ligeramente superiores al de 2006, afectando al 49.8% de la población infantil (ICEFI-UNICEF, 2011). La situación sigue siendo por lo tanto en extremo dramática para la población infantil de Guatemala por lo que se deben agotar todos los esfuerzos y evaluar todas las rutas que ofrezcan opciones para reducir los índices de desnutrición crónica infantil en Guatemala. Estas opciones deben incluir todos los componentes básicos de un programa integrado de seguridad alimentaria, incluyendo los componentes directos como acceso a los servicios básicos de salud, educación alimentaria y distribución de alimentación complementaria y los componentes indirectos que permitan dar sostenibilidad a los esfuerzos por erradicar la desnutrición crónica en Guatemala.

I.2.2 Justificación del trabajo de investigación

Como se mencionó anteriormente, la desnutrición crónica representa una seria amenaza a la niñez de Guatemala y afecta a 1 de cada 2 niños menores de cinco años. En tales proporciones, este flagelo representa una seria amenaza al futuro de la nación, por lo que solucionarlo requiere del mayor de los esfuerzos tanto del sector público como de la iniciativa privada. Un desarrollo sano físico e intelectual es un derecho inalienable de todo ser humano, especialmente en aquellas personas que no pueden velar por sí mismos, tal el caso de los recién nacidos e infantes. Una alimentación sana y balanceada es crucial entre los 0-36 meses de edad para la prevención de la desnutrición crónica. En los primeros 3 años de vida se establecen los cimientos para un desarrollo normal física e intelectualmente. Los efectos de la desnutrición son reversibles antes de ese umbral; el 80% del desarrollo cerebral se da antes de los 36 meses de edad y hasta esa edad, un retraso o subdesarrollo es reversible si al infante se le proporciona una nutrición adecuada. Sin embargo, después de esta edad el daño es irreversible, pudiendo quedar el infante comprometido intelectualmente y expuesto a quedar fisiológicamente debilitado por el resto de su vida, impidiendo a la persona adulta llevar una vida a plena facultad de sus capacidades físicas e intelectuales. Representa a todas luces, “una condena a cadena perpetua” (Fernando Carrera, Fundación Soros)². Por eso es que es crucial e indispensable, asegurar una nutrición sana y balanceada para la niñez en sus primeros 3 años de vida. Desgraciadamente en Guatemala al día de hoy, 1 de cada 2 niños está condenado a esta cadena perpetua.

Al presente los lineamientos oficiales de la Organización Mundial de la Salud (OMS) recomiendan la lactancia materna como fuente exclusiva de alimentos para los primeros 6 meses de vida del niño (WHO, 2001a). Después de los seis meses se recomienda

² citado de <http://www.sica.int/busqueda/Noticias.aspx?IDIItem=54728&IDCat=2&IdEnt=115>

la introducción gradual de alimentos complementarios a la dieta del infante, pero el período de lactancia puede durar cuanto lo desee la madre dependiendo esto de la disponibilidad de leche materna, el consumo del niño y los deseos de la madre (Latham, 2002).

El PRDC se lanzó en el 2006 y aún a pesar de los esfuerzos llevados a cabo por dicho programa, los índices de desnutrición crónica infantil se mantienen en niveles similares a los detectados hace 6 años. Siendo este el caso, es sumamente importante evaluar productos nutricionales que puedan representar una opción nueva como suplemento alimenticio para los programas de combate a la desnutrición en Guatemala, tanto la crónica infantil como la desnutrición de la población vulnerable de ML y mujeres embarazadas.

Intermark Partners Strategic Management (IPSM), la empresa propietaria de la tecnología patentada para producir Nutra-Iso™, ha estado involucrada en proyectos de mitigación de la desnutrición infantil en Guatemala desde hace diez años. En el año 2001, IPSM en conjunto con Cristian Children's Fund –CCF- y el apoyo del Servicio Extranjero Agrícola del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de Norteamérica (FAS-USDA) evaluó un producto soluble en polvo, derivado del salvado de arroz estabilizado. Este producto se preparó en forma de bebida adicionándole agua o leche, azúcar y saborizantes y se distribuyó a 67,000 niños en toda la república de Guatemala. Antes de iniciar el consumo de la bebida nutritiva se detectó desnutrición leve o moderada en 37% de los niños participantes; 46% de los niños se diagnosticaron como en riesgo de desnutrición y 17% se diagnosticaron de crecimiento normal. Después de 6 meses de tomar diariamente la bebida nutricional, la prevalencia de niños desnutridos disminuyó a un 5%. El porcentaje de niños en riesgo no cambió y el porcentaje de niños que se ubicaron en el rango de nutrición adecuada subió al 51%. Con este estudio, se mostró que un producto soluble derivado de salvado de arroz estabilizado es efectivo para reducir la desnutrición crónica en niños escolares.

La composición nutricional y propiedades funcionales del salvado estabilizado de arroz han sido reconocidas científicamente como una opción interesante para la formulación de productos nutricionalmente densos para el consumo humano (Kahn, et al, 2011a, Helms and Burk, 1996; Rabani y Ali, 2009). Nutra-Iso™, el producto que fue evaluado en el presente trabajo de investigación, tiene como ingrediente base un extracto concentrado de la fracción soluble del salvado de arroz, lo que proporciona proteína de alta calidad, perfil de aminoácidos balanceado y un alto contenido energético, además de vitaminas y minerales múltiples. Además Nutra-Iso™ cumple con los requerimientos de la “Food and Drug Administration” (FDA) tal como lo estipula en el acta DSEA³ (Dietary Supplement Health and Education Act of 1994) y clasificado regulatoriamente como GRAS (Generally Recognized as Safe).

³ <http://www.fda.gov/food/dietarysupplements/consumerinformation/ucm110417.htm>

Uno de los atractivos mayores para la inclusión del extracto concentrado del salvado de arroz como una materia prima para alimentos complementarios nutricionalmente densos es que el salvado crudo es un producto secundario del beneficiado del arroz. En el año 2009 se procesaron en beneficios guatemaltecos aproximadamente 96,000 TM de arroz en granza (Gain, 2009) y en base a este volumen se puede estimar que hubo una producción de salvado crudo de aproximadamente 9,600 TM (211,200 quintales). Aun cuando la producción de Nutra-Iso™ se basa en un proceso patentado de extracción enzimática de los nutrientes, IPSM está dispuesta a colaborar para establecer una planta de Nutra-Iso™ en Guatemala, lo que permitiría producir y formular el complemento alimenticio localmente.

I.3 OBJETIVOS E HIPOTESIS

I.3.1 Objetivos

I.3.1.1 General

Evaluar el impacto nutricional de un suplemento alimenticio nutricionalmente denso elaborado a base de un extracto concentrado de solubles de salvado de arroz estabilizado, consumido durante 4.5 meses por ML con recién nacidos comprendidos entre los 1.5 y 6 meses de edad (alimentados exclusivamente de leche materna) en comunidades rurales en pobreza o extrema pobreza del municipio de Comapa en el departamento de Jutiapa.

I.3.1.2 Específicos

I.3.1.2.1 Determinar el estado nutricional de la niñez de 1.5 meses de edad, antes del inicio de la ingesta del suplemento alimenticio por parte de la madre, utilizando para ello las medidas antropométricas peso, longitud y perímetro encefálico.

I.3.1.2.2 Evaluar el desarrollo mensual en el peso de los recién nacidos de madres que consumirán el producto a lo largo de 4.5 meses, utilizando para ello el indicador peso/edad para la niñez entre 0 y 6 meses de las tablas de referencia peso-edad de la Organización Mundial de la Salud.

I.3.1.2.3 Evaluar al inicio del consumo, a los 2.25 meses y a los 4.5 meses, el crecimiento del perímetro cefálico en los bebés de las madres que consumirán el producto a lo largo de 4.5 meses, y compararlos con los indicadores de referencia de la Organización Mundial de la Salud para niños y niñas de 0-6 meses de edad.

I.3.1.2.4 Evaluar la prevalencia de desnutrición crónica entre la niñez participante previo al inicio de la intervención nutricional y a los 2.25 meses y a los 4.5 meses de iniciado el consumo del producto por parte de las madres.

I.3.1.2.5 Determinar el estado nutricional de las ML al inicio y al final de la ingesta del suplemento alimenticio, utilizando para ello el índice de masa corporal y micro hematocrito.

I.3.1.2.6 Determinar al inicio del estudio y al final del mismo la prevalencia de anemia en las madres que consumieron el suplemento alimenticio.

I.3.1.2.7 Determinar el aporte nutricional de macronutrientes y micronutrientes del suplemento alimenticio en la dieta de las madres.

I.3.1.2.8 Determinar y evaluar la aceptabilidad del suplemento alimenticio en las madres que lo consumirán, utilizando para ello una evaluación sensorial de escala hedónica.

I.3.1.2.9. Divulgar a las autoridades, actores sociales e instituciones en el campo de su competencia la información obtenida en la investigación.

I.3.2 Hipótesis

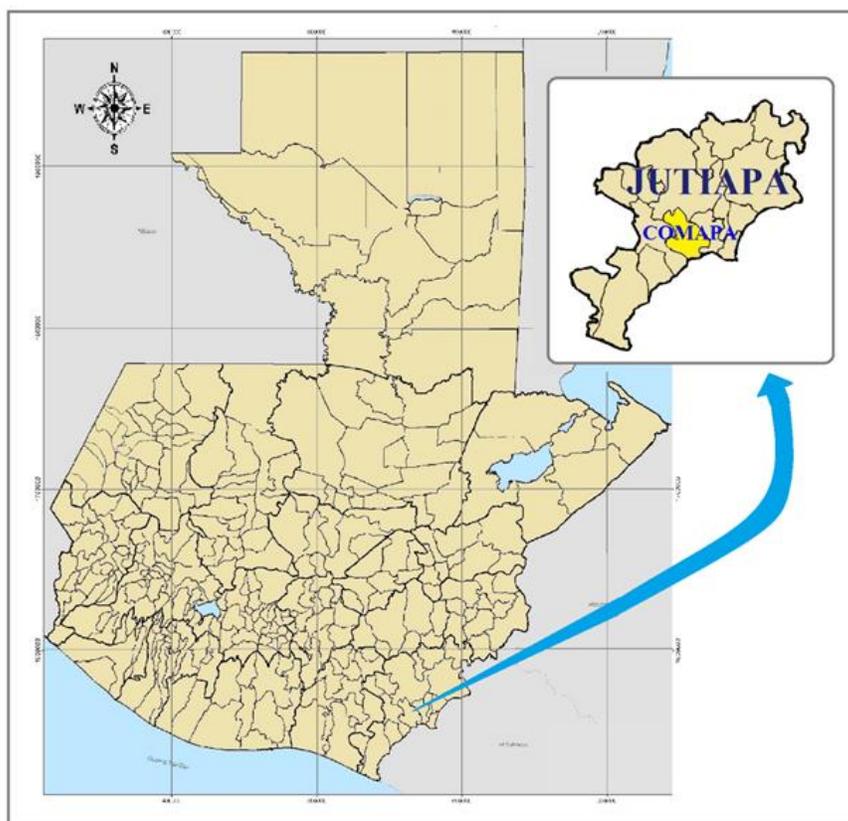
Proporcionar una ración diaria de 40 gramos del suplemento alimenticio fortificado elaborado de extractos de salvado de arroz a las ML a lo largo de 4.5 meses, tendrá un efecto estadísticamente significativo en el desarrollo físico y crecimiento de la niñez exclusivamente lactante.

I.4 METODOLOGIA

I.4.1 Localización

La investigación se llevó a cabo en aldeas situadas en un radio de aproximadamente 8 km de la cabecera municipal de Comapa, municipio del departamento de Jutiapa. Ubicada en el corredor seco del oriente de Guatemala, la cabecera municipal se encuentra en las coordenadas 14°06'46" N y 89°54'53" O, a una altura de 1255 msnm (Figura 1).

Figura 1. Localización del municipio de Comapa, departamento de Jutiapa, en la República de Guatemala.



Fuente: Proyecto FODECYT 40-2012.

De acuerdo a información de la Secretaría General de Planificación y Programación de la Presidencia (SEGEPLAN, 2011), en Comapa predomina un clima templado, con temperaturas medias que oscilan entre los 22°C y 28°C y una precipitación pluvial anual entre los 500 mm y 850 mm. En el estudio participaron ML y sus niños o niñas provenientes de 17 aldeas, las que se listan en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Elevación (msnm) y localización de 17 comunidades del municipio de Comapa con madres y lactantes que participaron en el estudio de impacto nutricional del suplemento alimenticio Nutra-Iso™.

Comunidad	Elevación (metros sobre nivel del mar)	Coordenadas
Almolonga	1294	14°07'14'' N 89°55'04'' O
Anonito	1323	14°07'14'' N 89°55'38'' O
Buena Vista	1338	14°07'51'' N 89°56'01'' O
Calvario	1252	14°07'58'' N 89°55'36'' O
Carrizo	1208	14°06'55'' N 89°54'36'' O
Ceiba	1122	14°06'59'' N 89°54'10'' O
Chinchintor	1244	14°08'04'' N 89°55'35'' O
Comalito	1125	14°06'41'' N 89°53'48'' O
Copalapa	1070	14°06'40'' N 89°53'41'' O
Guayabito	1200	14°07'30'' N 89°54'36'' O
Ixcanal	1177	14°08'43'' N 89°55'59'' O
Piedra Pintada	1203	14°08'33'' N 89°55'52'' O
San Francisco	1216	14°06'43'' N 89°54'32'' O
San José	1237	14°07'18'' N 89°54'43'' O
San Juan	1188	14°07'55'' N 89°54'20'' O
San Ramón	1045	14°07'30'' N 89°53'01'' O
Tepenance	1101	14°07'11'' N 89°53'52'' O

Fuente: Proyecto FODECYT 40-2012

I.4.2 Población objetivo y Muestra

La población objetivo del estudio estuvo constituida de ML post-puerperio con niños y niñas exclusivamente alimentados de pecho, entre las edades de 1.5 meses y 4.5 meses.

El tamaño de la muestra (Wayne, 2005) se basó en la ecuación para el cálculo de tamaño muestral para poblaciones finitas $n = (Nz^2pq) / (d^2(N-1) + z^2pq)$, donde n representa el tamaño de muestra; $N = 600$, que representa el número de nacimientos anualmente; pq (0.5) es la variabilidad máxima, $z = 1.96$ que representa un nivel de confianza al 95% y d es el margen de error igual al 8% (0.08). Aplicando esta ecuación el tamaño de muestra fue equivalente a 120 participantes.

La investigación se diseñó como un estudio longitudinal con una duración de 4.5 meses. Las ML y sus bebés ingresaron al estudio al tener éstos entre 40 y 70 días de nacidos (días post parto). La edad mínima se estableció en 40 días después del parto ya que a esta

fecha la madre habría ya regresado a su peso normal (pre-embarazo), al finalizar el puerperio.

1.4.3 Las Variables

I.4.3.1 Variables dependientes

En el caso de la niñez participante, las variables dependientes para evaluar el desarrollo físico y nutricional de la niñez lactante fueron las medidas antropométricas peso, longitud y perímetro cefálico (PC). Se incluyeron también como variables dependientes indicadores de crecimiento transformados a puntaje “z” incluyendo (1) peso/edad, (2) peso/longitud, (3) longitud/edad, (4) perímetro cefálico/edad e (5) índice de masa corporal/edad. En las madres lactantes, la variable dependiente fue el índice de masa corporal (IMC) y porcentaje de células empacadas en la sangre (micro hematocrito).

I.4.3.2 Variables Independientes

La variable independiente del estudio fue la ración diaria de 40g de alimento suplementario consumido por las ML a lo largo de 4.5 meses.

I.4.4 Estrategia Metodológica

La estrategia para esta investigación inicialmente consistió en establecer comunicación con las autoridades del Centro de Salud en la cabecera municipal a quienes se les dio a conocer el estudio, procediéndose también a solicitar su apoyo para el desarrollo del mismo. Las autoridades del Centro de Salud aceptaron colaborar con el proyecto, por lo que seguidamente se procedió a incorporar a 3 técnicos locales conocedores de su municipio, con experiencia como educadores de salud y antropometría. En compañía de los técnicos de campo, se procedió a visitar comunidades (aldeas y caseríos) que pudiesen incluirse en el estudio y se entrevistó a mujeres líderes de cada comunidad. Como siguiente paso se generó un listado de líderes comunitarias que pudieran servir como coordinadora de proyecto para cada ubicación. Se invitó a estas personas a asistir a una entrevista de trabajo, tras lo cual se seleccionó una mujer líder por cada comunidad, quien estuvo a cargo diariamente de preparar, distribuir y llevar el registro del consumo del suplemento alimenticio por las ML participantes. Una vez conformado el grupo de “líderesas/coordinadoras” se procedió a capacitarlas en aspectos relacionados con el estudio, incluyendo manipulación de alimentos, manejo de agua, higiene personal, higiene de área de alimentos, así como la preparación y manipulación del suplemento alimenticio.

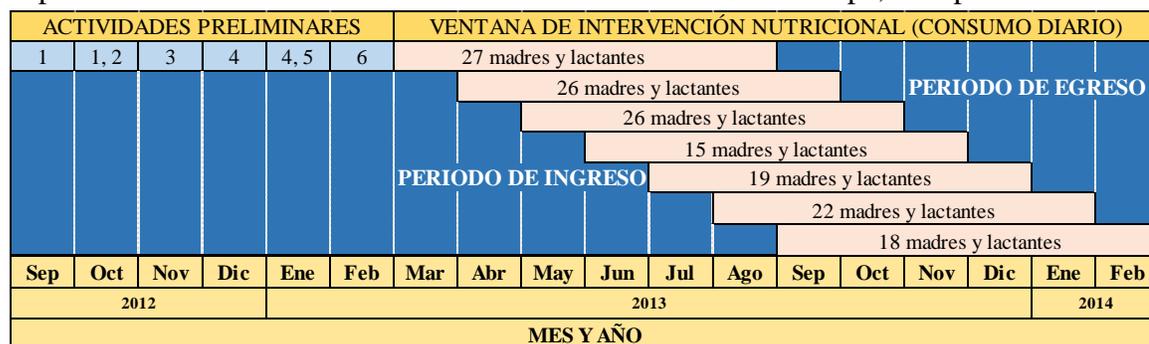
Con el equipo de trabajo completo (técnicos de campo más coordinadoras de comunidad) se procedió a identificar y monitorear mujeres embarazadas que estuvieran dando a luz en el futuro cercano y que estuvieran próximas a cumplir los 40 días post parto en las fechas programadas para el inicio de la ventana de consumo.

Como parte de la preparación del equipo de campo se realizaron ejercicios de antropometría siguiendo los lineamientos del Manual de Antropometría Física (Girón, 2007) del Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá (INCAP). Además, antes de

iniciar las actividades de campo del estudio, el personal técnico de campo y el equipo de investigación participaron en dos prácticas de estandarización de la técnica antropométrica, esto con el objeto de verificar la técnica antropométrica y precisión de los antropometristas. Para ello se siguieron los lineamientos descritos en la Guía Técnica de Estandarización Antropométrica del INCAP (2012).

El ingreso de ML al estudio inició el 22 de marzo de 2013, llevándose a cabo a partir de entonces una vez por semana, hasta alcanzar el número total de participantes, como se observa en la Figura 2.

Figura 2. Cronograma general de las actividades principales del estudio de alimentación suplementaria diaria con Nutra-Iso™ a madres lactantes en Comapa, Jutiapa.



¹Visitas iniciales a Comapa y contacto con colaboradores locales y técnicos de campo, ²Contratación e incorporación al proyecto de técnicos de campo, ³Entrevistas y selección de coordinadoras en cada comunidad, ⁴Capacitación de las coordinadoras en manejo de agua, manipulación de alimentos, higiene y preparación del suplemento alimenticio, ⁵Capacitación equipo de campo en técnicas antropométricas, ⁶Estandarización de la técnica antropométrica.

Fuente: Proyecto FODECYT 40-2012

Todas las actividades de ingreso al estudio y registro de las madres participantes se realizaron en las instalaciones del Centro de Salud de Comapa. Las últimas participantes al estudio fueron ingresadas durante la última semana de Septiembre de 2013. El procedimiento de ingreso y registro de las madres participantes y sus lactantes incluyó: (1) descripción del proyecto a la madre potencialmente participante, (2) firma de la carta de consentimiento informado, (3) toma de información general de la madre y lactante, (4) evaluación general de salud de la madre y lactante efectuado por personal médico del centro de salud de Comapa, (5) evaluación nutricional a cargo de nutricionistas profesionales del equipo de investigación, (6) toma de medidas antropométricas de la madre y su lactante y (7) toma de muestra de sangre de la madre. Ejemplos de las actividades realizadas durante el registro e ingreso de las participantes al estudio pueden observarse en la Fotografía 1.

Fotografía 1. Actividades al ingreso de madres y lactantes al estudio de suplementación alimenticia con Nutra-Iso™ en Comapa, Jutiapa. (A) registro y firma de consentimiento informado; (B) evaluación de salud; (C) evaluación nutricional; toma de medidas antropométricas de (D) lactantes y (E) madres y (F) toma de muestra de sangre capilar.



Fuente: Proyecto FODECYT 40-2012

El consumo diario de Nutra-Iso™ en su formulación para madres lactantes (Nutra-Iso™-ML) dió inicio en la última semana de marzo de 2013. La ración diaria consistía en 40 gramos de Nutra-Iso™ ML, mezclado en 150 ml de agua purificada de garrafón, agregándose 10 g de azúcar por ración. Las coordinadoras de cada comunidad, con la ayuda de una asistente preparaban diariamente el volumen de bebida necesaria para cubrir la

totalidad de las participantes de su respectiva comunidad. Con el objeto de verificar el consumo del suplemento alimenticio, se citaba a las ML para que llegaran al lugar de preparación y distribución del alimento, generalmente la casa de la coordinadora de comunidad. El abastecimiento de insumos (Nutra-Iso™ ML, agua en garrafón, azúcar, utensilios y suministros de limpieza) a las 17 comunidades del proyecto se hizo de forma continua a lo largo del proyecto, suministrando agua y azúcar 2 veces al mes, mientras que Nutra-Iso™ infantil se distribuyó en forma mensual. También se proporcionó a la totalidad de coordinadoras todo el equipo necesario para la preparación higiénica del suplemento alimenticio. El equipo proporcionado incluyó, utensilios de cocina, de limpieza, mesa de trabajo, pichales de plástico, redcillas, gabachas, vasos desechables, jabón, desinfectante, esponjas, toallas, artículos de higiene personal y una donación de ecofiltros.

I.4.5 El Método

1.4.5.1 Toma de medidas antropométricas.

Todas las mediciones antropométricas de las ML y sus infantes se llevaron a cabo en las instalaciones del centro de salud de Comapa. Las medidas antropométricas en lactantes y madres fueron tomadas siguiendo los lineamientos del INCAP (Girón, 2007). Para ello participaron tres antropometristas, dos de ellos haciendo la medición y un tercero como anotado/digitador. El peso de las ML (efectuado exclusivamente por personal femenino del proyecto) se determinó sin ropa o zapatos, utilizando para ello una balanza digital para adultos marca Tanita modelo UM 061. Al momento de pesar a las madres se les proporcionó una bata para cubrirse, descontando el peso de la misma de la lectura obtenida. La talla de las participantes se obtuvo también con ellas descalzas y se utilizó un tallímetro portátil SECA 213. El peso de las madres se realizó al ingreso al estudio, a los 67 días de consumo y al final del estudio, luego de 135 días de consumo del suplemento alimenticio. Las medidas antropométricas de la niñez participante fueron tomadas al ingreso al estudio (día 0), a los 30 días, a los 67 días, a los 97 días y finalmente a los 135 días, al final del período de consumo. Se utilizó para ello una balanza digital pediátrica marca Tanita modelo BD 585 para el peso, un infantómetro portátil para bebe marca SECA 210 para la longitud y una cinta métrica con medidas en cm para el perímetro cefálico.

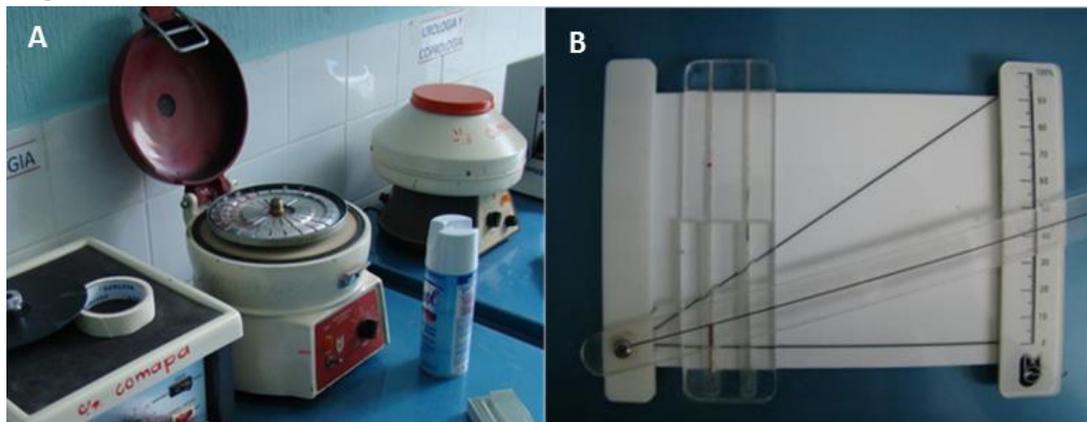
1.4.5.2 Muestras de sangre para detección de anemia por deficiencia de hierro

Previo al consumo de Nutra-Iso™ y al final de la intervención nutricional, se recolectó de las madres una muestra de sangre capilar, esto con el objeto de determinar la prevalencia de anemia por deficiencia de hierro en las madres participantes.

Realizando todo el procedimiento en el Centro de Salud de Comapa, el paso inicial fue obtener una muestra de sangre capilar del dedo índice de la mano derecha, haciendo para ello una punción con una lanceta y exponer la sangre capilar. Ejerciendo presión suave sobre el dedo punzado, se procedió a recolectar sangre periférica en tubos capilares con heparina. Para determinar la prevalencia de anemia mediante la técnica del micro hematocrito, las muestras de sangre en tubos capilares se colocaron en una centrifuga de

micro hematocrito siendo sometidos a un proceso de centrifugación por 10 minutos a 12,000 RPM (Fotografía 2A). Una vez centrifugados los tubos capilares, se procedió a la lectura de los mismos utilizando para esto una regla lectora específica de micro hematocrito (Fotografía 2B). El resultado del micro hematocrito se refiere al porcentaje del volumen de células empacadas con respecto al volumen total de la muestra de sangre.

Fotografía 2. (A) Centrifuga para micro hematocrito utilizada en las pruebas de sangre y (B) regla lectora de micro hematocrito.



Fuente: Proyecto FODECYT 40-2012

Para las madres, se aplicó un umbral de prevalencia de anemia igual o menor al 36% (tanto al inicio como al final del consumo).

Para el examen de sangre mediante frotis periférico (Lynch, 1990) se aplicó el protocolo “wedge” descrito por Houwen (2000). El paso inicial consistió en colocar una pequeña gota de sangre en una lámina porta objetos, procediéndose inmediatamente a extender la misma sobre la lámina para luego dejarla secar por un tiempo aproximado de una hora (ver fotografías 3 y 4). Cada lámina porta objeto fue debidamente identificada con el código asignado a cada participante y fueron colocadas en rejillas para portaobjetos y en forma segura fueron transportadas a ciudad de Guatemala. Una vez en el laboratorio, los frotis periféricos fueron expuestos a colorante de Wright y secados al aire, paso necesario para poder realizar el examen microscópico. Una vez coloreados y fijados el médico hematólogo procedió al análisis de los frotis periféricos al microscopio, utilizando para ello los oculares con aumento 60x y en caso de ser necesario un examen más preciso los frotis periféricos se analizaron con el ocular de inmersión a 1,000x.

I.4.5.3 Estimación de ingesta nutricional por recordatorio de 24 horas

Para determinar el aporte nutricional del suplemento alimenticio se aplicó a las ML la técnica de “recordatorio de 24 horas”, según recomendaciones de Urteaga y Pinheiro (2003) y del “Manual de instrumentos de evaluación dietética del INCAP” (2006). El objeto de aplicar esta técnica fue evaluar la ingesta nutricional diaria (IND) de las participantes, así como determinar el porcentaje de calorías, macronutrientes y micronutrientes aportados por el suplemento alimenticio a la IND.

Realizado por profesionales de nutrición, el recordatorio de ingesta dietética se aplicó a las madres participantes generalmente a mediados de la ventana de consumo. Ya que las ML y sus infantes llegaban mensualmente al centro de salud para la toma de medidas antropométricas, se aprovechó una de estas oportunidades (en su segunda o tercera visita) para aplicar el recordatorio de 24 horas. Para ello a las nutricionistas se les proporcionó un espacio de oficina para realizar las entrevistas dietéticas y realizar una evaluación nutricional de la madre lactante y su infante. Posteriormente, las nutricionistas desglosaron el contenido nutricional de los alimentos ingeridos por las madres en el período de 24 horas inmediatamente anterior a la entrevista, utilizando para ello “Las tablas de composición de alimentos para Centro América” (INCAP, 2007).

I.4.5.4 Prueba de aceptabilidad de Nutra-Iso™

Para evaluar la aceptabilidad de Nutra-Iso™ entre las madres participantes se llevó a cabo una “prueba hedónica” (Hernández, 2005) ciega de cinco puntos (Lutz, et. al., 2008). Coordinada por nutricionistas del proyecto, dicha prueba se llevó a cabo de la en cada comunidad una de las 17 comunidades, convocándose a las madres al lugar de distribución diaria del suplemento nutricional. En cada lugar se preparó el suplemento alimenticio siguiendo el protocolo standard del estudio, siendo éste el sabor “natural”. Además del sabor natural se prepararon 1 litro de Nutra-Iso™ con sabor a banano (0.5 g de concentrado de banano/l de Nutra-Iso™, 1 l de Nutra-Iso™ sabor fresa (1.2 g de polvo de concentrado fresa/l de Nutra-Iso™ y 1 l de Nutra-Iso™ con sabor ajonjolí (10 cucharaditas/l). Todos los sabores se adquirieron en la empresa Aromateca (ciudad de Guatemala). El procedimiento en campo de la prueba se inició colocándose en una mesa hileras de vasitos plásticos de 1 onza sin etiquetar con las muestras de sabores. Un técnico fue proporcionando la muestra con el sabor a degustar a la madre participante y se le pidió que la ubicara en uno de 5 puntos (Cuadro 2) de aceptabilidad, anotando el técnico la puntuación otorgada por la madre lactante. Entre las muestras de sabores se le pidió a la madre que tomará un vasito de agua para eliminar los restos del sabor anterior.

Cuadro 2. Escala hedónica de 5 puntos utilizada en la prueba ciega de aceptabilidad del producto Nutra-Iso™.

Puntaje	Calificación
1	Me disgusta extremadamente
2	Me disgusta un poco
3	Ni me gusta ni me disgusta
4	Me gusta ligeramente
5	Me gusta mucho

Fuente: Castañeda, et. al., 2008

I.4.6 La Técnica Estadística

I.4.6.1 Indicadores de crecimiento en infantes de pecho

A nivel individual: La información Antropométrica recopilada en los infantes a nivel individual incluyó el peso (kg), longitud (cm) y circunferencia craneana (cm). Las medidas antropométricas mencionadas se utilizaron para obtener los indicadores de crecimiento utilizados por la OMS (WHO, por sus siglas en inglés), transformados a puntaje z, siendo éstos: (1) peso/longitud (2) peso/edad, (3) longitud/edad, (4) perímetro cefálico/edad e (5) índice de masa corporal/edad. Estos indicadores de crecimiento en su puntaje z representan el número de desviaciones estándar de la lectura de interés (infante) de la mediana poblacional (INCAP, 2012; Rojas Gabulli, 2000). Recomendados para su uso por OMS, los puntajes z de +1 a -0.99 representa un estado nutricional normal, de -1 a -1.99 representa desnutrición moderada, de -2 a -2.99 desnutrición moderada y ≤ -3 desnutrición severa (Toussaint-Martinez y García Aranda, 2008). De acuerdo a los parámetros de la OMS la intervención nutricional en infantes se recomienda a partir de un puntaje z de -2, o cuando el infante exhibe desnutrición moderada.

A nivel de grupo: Los puntajes z para el indicador longitud/edad de todo el grupo de lactantes incluidos en el estudio se utilizaron para (1) determinar la prevalencia (%) de desnutrición crónica infantil en el grupo participante del estudio al inicio y al final de la intervención nutricional y (2) comparar la situación nutricional del grupo experimental con la información de referencia de la OMS.

Para analizar si hubo mejoría estadísticamente significativa en la situación nutricional de la niñez participante se aplicó una prueba de “t” de student para muestras independientes a los puntajes z de los cinco indicadores de crecimiento antes mencionados, utilizando para ello el programa INFOSTAT versión 2013 (DiRienzo, et. al., 2013).

I.4.6.2 Estado nutricional de las madres lactantes

El estado nutricional de las madres al inicio y al final del período de consumo de Nutra-Iso™ se evaluó determinando índice de masa corporal (IMC) de las participantes. Para determinar el IMC de las participantes, durante la evaluación inicial se tomó la talla (cm) y peso (kg) de las participantes. Posteriormente se tomó el peso de las madres a la mitad (2.25 meses) y al final (4.5) de la ventana de intervención. El estado nutricional de las ML se determinó aplicando la fórmula $IMC = \text{kg}/\text{m}^2$ (peso/altura²) y el estado nutricional se determinó en base a los lineamientos de la OMS que se muestran en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Categorías nutricionales en adultos recomendadas por la Organización Mundial de la Salud basadas en el Índice de Masa Corporal (IMC).

CLASIFICACIÓN	VALOR IMC (kg/m²)
INFRAPESO	< 18.5
Delgadez severa	< 16
Delgadez moderada	16.00-16.99
Delgadez ligera	17.00 - 18.49
NORMAL	18.5 - 24.99
SOBREPESO	≥ 25.00
Pre-Obeso	25.00 - 29.99
Obeso tipo I	30.00 - 34.99
Obeso tipo II	35.00 - 39.99

Fuente: Organización Mundial de la Salud

La prevalencia o proporción de desnutrición moderada, severa y general (suma de ambas) de la población de madres participante también se determinó al inicio y al final del período de consumo. Para determinar si hubo diferencias estadísticamente significativas en el estado nutricional de las madres participantes entre el inicio y el final del estudio, se aplicó una prueba de “t” para datos apareados al IMC de las madres calculado para ambas circunstancias. Finalmente, para categorizar a las ML en los distintos estados nutricionales al inicio y al final de la ventana de consumo se aplicó estadística descriptiva incluyendo cálculo de medias y desviaciones estándar del IMC, así como elaboración de histogramas de Pearson para visualizar la proporción de madres en cada categoría nutricional.

I.4.6.3 Pruebas de sangre para detección de anemia en madres lactantes

El resultado del micro hematocrito se refiere al porcentaje del volumen de glóbulos rojos empacados con respecto al volumen total de la muestra de sangre, luego de la centrifugación. En el grupo de mujeres lactantes, un resultado menor o igual a 36% se consideró un indicador de anemia. La prevalencia de anemia se analizó con estadística descriptiva, incluyendo media y desviación estándar de hematocritos inicial y final, graficando también los resultados mediante histogramas de frecuencia.

I.4.6.4 Estimación de ingesta diaria por recordatorio de 24 horas

De las entrevistas de consumo alimenticio por recordatorio de 24 horas efectuadas a las madres lactantes, se determinó la cantidad de nutrientes ingerida en 24 horas. Se desglosó la información nutricional en contenido energético (kcal), proteínas (g), carbohidratos (g) y grasas (g), mientras que los micronutrientes analizados fueron las vitaminas A, C, D, B9 (ácido fólico) y B12 así como los minerales hierro y zinc. A la dieta típica diaria de las ML se agregó el aporte nutricional de Nutra-Iso™, determinándose el aporte cuantitativo y cualitativo de los nutrientes mencionados a la dieta de las madres

lactantes. La información nutricional recolectada se consolidó por persona y por comunidad en hoja electrónica Excel y la calidad cuantitativa y cualitativa de la dieta de las participantes se analizó por medio de estadística descriptiva incluyendo cantidades promedio de macro y micronutrientes ingeridos por madre, por comunidad y en Comapa. La suficiencia o insuficiencia de nutrientes en la dieta de las participantes también se categorizó en forma tabular.

I.4.6.5 Prueba sensorial de aceptabilidad del producto

El grado de aceptabilidad de las características organolépticas de Nutra-Iso™ se evaluó entre las madres participantes mediante una prueba de aceptabilidad utilizando una escala hedónica verbal de 5 puntos. Esta escala osciló entre 1 (máximo disgusto) y 5 (máxima aceptación), con un punto neutro con valor de 3. Los resultados se categorizaron de 1 a 5 en base a la aceptabilidad expresada por las madres lactantes.

La información recopilada en la prueba hedónica se tabuló en una escala numérica discreta de 1 a 5, ingresándose la información una base de datos en el programa Excel para obtener los porcentajes de aceptabilidad de las madres para cada uno de los sabores evaluados

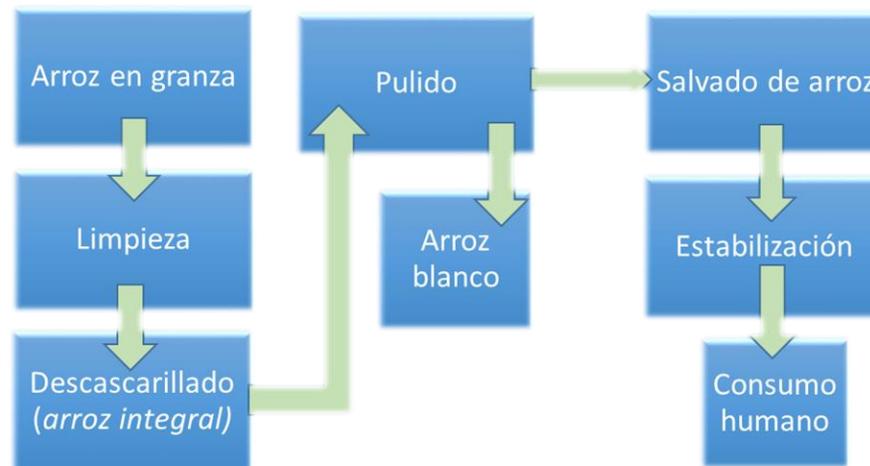
PARTE II

MARCO TEÓRICO

II.1 El Salvado o pulimento de Arroz

El salvado o pulimento de arroz es un subproducto derivado del beneficiado del arroz, proceso que consiste básicamente en separar (1) la cascarilla y (2) el salvado, del arroz blanco, siendo éste el principal producto final. (Figura 3).

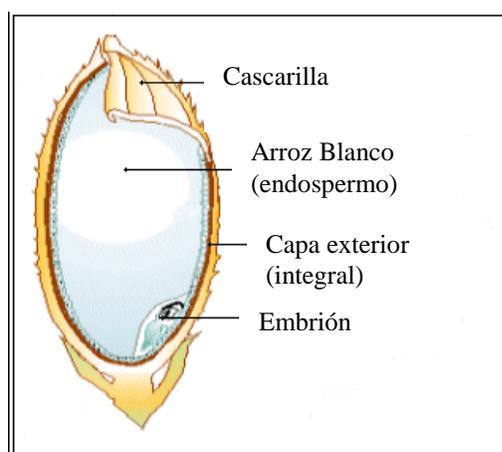
Figura 3. Proceso de beneficiado del arroz. Después de la limpieza y descascarillado, el arroz pardo o integral se somete a un proceso abrasivo en el que se separa el salvado del grano para dar lugar al arroz blanco. Una vez separado del grano, el salvado de arroz puede ser estabilizado por calor, extrusión u otro proceso para su consumo por el ser humano.



Fuente: Proyecto FODECYT 40-2012

Durante su trillado, el arroz en granza es inicialmente separado de impurezas y luego descascarillado, dando como resultado el arroz integral o pardo. En una segunda etapa, llamada pulido del arroz, el arroz integral es sometido a un proceso abrasivo en el que se elimina la capa exterior parda y el germen (embrión) del grano. Esta capa exterior parda que cubre el endospermo (arroz blanco) está compuesta principalmente del pericarpio, tegumento, la capa aleurónica y una pequeña porción harinosa del endospermo (Figura 4). Esta mezcla de componentes del grano, que es la harina resultante del proceso de pulido, es el salvado de arroz, y representa aproximadamente el 10% del peso del mismo (Parrado et. al., 2006 citado por Silpradit, et. al., 2010; Hu, et. al., 1996).

Figura 4. Corte transversal de un grano de arroz. El salvado (pulimento) del arroz está compuesto por la capa exterior integral y el embrión que representa aproximadamente un 10% del peso del grano.



Fuente: <http://onescoopaday.com/Prods/rice-bran-supplement.asp>

Aun cuando el pulimento representa una fracción menor del grano total, es altamente rico en nutrientes, incluyendo proteínas, lípidos, fibra dietética, vitaminas y minerales (Saunders, 1990). En términos generales el pulimento de arroz contiene 10-16% de proteína de alta calidad nutricional, 15-22% lípidos, 34.1%-52.3% carbohidratos y 7.0-11.4% de fibra (Juliano, 1985; Saunders, 1990). La proteína del salvado de arroz tiene una mayor concentración de lisina comparado a la proteína del arroz blanco o salvado de otros cereales (Juliano, 1985). El contenido y balance de aminoácidos esenciales presentes en su proteína son adecuados para satisfacer los requerimientos diarios de infantes de edad pre-escolar, según la OMS (WHO, 2007). El índice de eficiencia proteica en concentrados de salvado de arroz oscila entre 2.0 y 2.5 (comparado al 2.5 de la caseína) y su asimilabilidad es mayor al 90% (Wang, et al, 1999). Estas características, combinado al hecho que la proteína del salvado de arroz es hipo alergénica, hacen del salvado de arroz una materia prima con gran potencial para ser utilizada en la preparación de alimentos para infantes (Kahn, et al, 2011, Helms and Burk, 1996) y también para su incorporación a los programas de combate a la desnutrición infantil (Rabani y Ali, 2009) o para grupos poblacionales vulnerables con dietas deficientes en proteínas de los estratos socioeconómicos pobres (Khan, et. al., 2011a).

El consumo humano del salvado de arroz ha sido muy escaso ya que al momento de ser separado del grano de arroz (durante el beneficiado), el aceite presente en el salvado es hidrolizado por una potente lipasa, dando como resultado la producción de glicerol y ácidos grasos libres. Esta hidrólisis enzimática torna rancio el salvado, posterior a lo cual es solamente apto para ser consumido por animales (Saunders, 1990; Kahlon, 2010). Sin embargo, debido al excelente potencial nutricional del salvado de arroz diversos métodos para inactivar la lipasa (y así evitar la rancidez) han sido estudiados, incluyendo

procedimientos químicos (Prabhakar y Venkatesh, 1986), calentamiento por micro-ondas y calentamiento óhmico (Tao, et. al., 1993; Lakkakula, et. al., 2004), favoreciéndose en los últimos años la cocción por extrusión (Kahlon, 2010; Orthofer, 2005). En su estado íntegro, el salvado de arroz contiene aproximadamente 2-4% de ácidos grasos libres (Orthofer, 2005) y una vez separado del grano este valor no debe exceder el 5% (Malekian, et. al. 2000; Tao, et. al., 1993); el gobierno de los Estados Unidos requiere que un salvado de arroz estabilizado mantenga una concentración \leq al 4% de ácidos grasos libres (Duren, sin fecha). Dada la reciente aparición en el mercado de salvado de arroz estabilizado, en los últimos años se ha dado un auge en la utilización del mismo en la producción de alimentos para el consumo humano, tanto en la dieta diaria como en la producción de suplementos alimenticios del orden funcional o nutraceutico (Asia Biobusiness, 2006).

En adición a su potencial nutricional, el salvado de arroz también ha recibido atención como alimento funcional o nutraceutico, siendo al presente objeto de estudio a nivel mundial en el campo de la salud humana. Un alimento nutraceutico se puede definir en forma general como aquel alimento que no solo es nutricional, sino también provee beneficios fisiológicos adicionales al ser consumido (Jones, 2002). Por ejemplo, los fito esteroides han sido ampliamente documentados como agentes efectivos para la reducción del colesterol LDL y plasmático (Piironen, et.al. 2000; Ostlund, 2002) e investigaciones recientes han determinado que los fito esteroides presentes en el salvado de arroz son particularmente efectivos en lograr este propósito (Wang, et. al., 2002; Vissers, et. al. 2000). El impacto del salvado de arroz en personas con diabetes mellitus tipos 1 y 2 también ha sido objeto de estudio a nivel mundial, demostrándose que mejora significativamente la salud de los pacientes (Rodrigues, et. al., 2005; Takakori, et. al., 2005; Cheng, et. al., 2010) Los resultados obtenidos en estas investigaciones han llevado a recomendar la inclusión del salvado de arroz en la dieta de personas que se ven aquejadas por esta enfermedad (Qureshi, et. al., 2002; Tazakori, et. al., 2007).

Los beneficios en la salud humana del salvado de arroz también incluyen enfermedades coronarias y cancerígenas (Cicero y Derosa, 2005; Bang et. al., 2010), extendiéndose su potencial también a algunas enfermedades infecciosas bacteriales (Kumar, et. al., 2012; Ghoneum y Matsuura, 2004).

La desnutrición y enfermedades no transmisibles como las descritas anteriormente pueden tener un impacto directo en padecimientos intestinales que incluyen inflamación persistente y mala absorción de nutrientes; pueden también reducir la inmunocompetencia de la persona enferma (Borressen y Ryan, 2014). De acuerdo a reportes en la literatura científica, el salvado de arroz puede ser un alimento potencialmente beneficioso para la salud gastrointestinal, ya que hay evidencia que puede promover la proliferación de microbiota benéfica, así como incrementar la resistencia a invasiones de bacterias patógenas, al fortalecer la mucosa intestinal. Por ejemplo, Henderson et. al., (2012) demostraron que el consumo de salvado de arroz en ratones no solo aumentó la concentración de Inmunoglobulina A en la mucosa intestinal sino también promovió el

incremento de *Lactobacillus* sp en el tracto intestinal. La probable explicación para estos resultados, según los investigadores, fue la presencia de componentes prebióticos en el salvado de arroz. Un prebiótico puede definirse como aquellos componentes en los alimentos que promueven la proliferación de microbiota benéfica (conocidos como probióticos) en el tracto gastrointestinal. Estudios recientes (Kumar, et. al., 2012) han mostrado en modelos animales (ratones) que el consumo de extractos de salvado de arroz mitigan infecciones intestinales por *Salmonella enterica*, probablemente debido a la proliferación de *Lactobacillus* spp. Otras investigaciones también han mostrado que extractos de salvado de arroz pueden favorecer la proliferación de otros probióticos como *Bifidobacterium bifidum* (Hwang, et. al., 2002) y reducir la enfermedad inflamatoria intestinal (Komiyama, et. al., 2011).

Estos reportes son de gran importancia para países como Guatemala, con altos índices de pobreza y estaciones lluviosas muy acentuadas, ya que durante la época de lluvias las enfermedades inflamatorias entéricas asociadas con diarrea se incrementan significativamente (Acción Contra el Hambre, 2010; Ramírez Flores, et. al., 2008), siendo responsables en gran parte de la desnutrición aguda, crónica y aún muchas muertes infantiles que ocurren en el país.

II.2 Nutra-Iso™: Producto formulado a base de un extracto concentrado de salvado de arroz estabilizado.

Nutra-Iso™ es un producto desarrollado y formulado por DIABCO Life Sciences, industria especializada en tecnología de alimentos localizada en el estado de Indiana, Estados Unidos. El componente único de Nutra-Iso™ tiene como base salvado de arroz estabilizado, el cual se somete una serie de reacciones enzimáticas, centrifugaciones y secados, de las cuales se obtiene un extracto soluble concentrado, caracterizado por ser un polvo fino, color beige-amarillo claro, olor agradable y sabor ligeramente almendrado (Fotografía 3).

Fotografía 3. Nutra-Iso™, polvo soluble derivado del salvado de arroz estabilizado.



Fuente: Proyecto FODECYT 40-2012

Nutra-Iso™ es un producto cien por ciento de origen natural y no contiene químicos o preservantes. La serie de procesos enzimáticos a los que se ve sometido el salvado de arroz también permiten que Nutra-Iso™, como producto final, exhiba una mayor biodisponibilidad, al ser absorbido con mayor eficiencia por el cuerpo humano. La composición nutricional de Nutra-Iso™, al ser un extracto concentrado, tiene una mayor cantidad de nutrientes, comparado al salvado de arroz sin tratamiento. Como puede observarse en el Cuadro 4, tiene un alto contenido energético y proteico con casi 450 kcal y 15 gr de proteína por 100 gramos.

Cuadro 4. Composición nutricional de Nutra-Iso™ (100 gramos).

NUTRIENTE	NUTRA-ISO™ 100 gramos
Calorías (Kcal)	448.9
Proteína (g)	12-15
Grasas (g)	27
poli-insaturadas	7.7
mono-insaturadas	8.5
Carbohidratos (g)	55
Fibra dietética(g)	3
Vitamina A (mcg)	106
VIT B1 (Tiamina) (mg)	0.78
Vit B2 (Riboflavina) (mg)	0.71
Vit B3 (Niacina) (mg)	1.65
Vit B5 (Acido pantoténico) (mg)	1.55
Vit B6 (Pyridoxina) (mg)	0.88
Biotina	5.24
Acido Fólico (mcg)	31.35
Niacina (mg)	76.61
Vitamina E (mg)	1.56
Tocofenoles (mg)	2.11
Tocotrienoles (mg)	2.28
Fitoesteroles (mg)	939.88
Gamma oryzanol (mg)	250.34
Hierro (mg)	4.14
Magnesio (mg)	542
Calcio (mg)	146
Fósforo (mg)	339
Zinc (mg)	0.96
Potasio (g)	0.32
Sodio (g)	0.01

Fuente: Intermark Partners Strategic Management, Carmel, Indiana, EE. UU.

En el año 2014, la oficina de patentes del departamento de comercio de los Estados Unidos otorgó a Diabco Life Sciences el premio de patente humanitaria del año, un reconocimiento muy importante otorgado a productos innovadores sometidos al proceso de patente y que ofrezcan un alto potencial para el beneficio de la humanidad en general.

Nutra-Iso™ puede ser manufacturado en distintas formulaciones, para servir como un suplemento alimenticio efectivo para los segmentos poblacionales más vulnerables, siendo éstos las madres lactantes, mujeres embarazadas e infantes de 6 a 36 meses de edad. Para el caso específico de madres lactantes, a Nutra-Iso™ se le agregan 7 vitaminas y minerales complementarios como se muestra en el Cuadro 5. Este suplemento alimenticio puede consumirse en forma de bebida (líquida) o en polvo, espolvoreándolo sobre los alimentos, previo a su consumo. Puede agregarse a prácticamente cualquier alimento de origen vegetal, incluyendo granos enteros, cereales, verduras o frutas.

Cuadro 5. Micronutrientes añadidos a la formulación Nutra-Iso™ para madres lactantes.

Micronutriente	Cantidad en 100 g Nutra-Iso™	Requerimiento diario	Por Ración de 40 gramos		
			Cantidad original en Nutra-Iso™	Cantidad añadida	% requerimiento diario Nutra-Iso™ fortificado
Vitaminas					
Vitamina A (mcg)	0.00	1000.00	0.00	400.00	40.00
Vitamina D (mcg)	0.00	5.00	0.00	2.50	50.00
Vitamina C (mg)	0.00	100.00	0.00	100.00	100.00
B9-Folato (mcg)	31.38	500.00	12.67	487.33	100.00
B12	0.00	2.80	0.00	2.80	100.00
Minerales					
Hierro (mg)	1.03	15.60	0.41	7.39	50.00
Zinc (mg)	0.98	22.60	0.39	11.69	53.47

Fuente: Proyecto FODECYT 40-2012

II.3 Producción potencial de salvado de arroz en Guatemala y Centroamérica

En Guatemala el consumo per cápita de arroz en Guatemala es de aproximadamente 7 kg al año (GAIN, 2009) en comparación a un consumo que oscila entre los 30 kg y 70 kg per cápita en países cercanos como Nicaragua, Costa Rica o Panamá (GAIN, 2009; Micronutrient Initiative, 2007). Aun así y debido a que hay aproximadamente 15 millones de habitantes en el país, en el año 2009 se procesaron aproximadamente 96,000 TM de arroz en granza (Gain, 2009). En base a este volumen se puede estimar que hubo una producción de salvado de arroz crudo de aproximadamente 9,600 TM (211,200 quintales) el cual podría ser estabilizado y utilizado para la producción de alimentos para el consumo humano, tal el caso de Nutra-Iso™. El consumo de Guatemala se ha mantenido relativamente estable en los últimos años.

Al considerar la región centroamericana, el volumen disponible para la potencial manufactura de Nutra-Iso™ se incrementa considerablemente. Existe un gradiente incremental en el consumo de arroz en los países de Centro América, siendo los países del triángulo norte (Guatemala, El Salvador y Honduras) los que menos arroz consumen por persona, Nicaragua se considera un consumidor intermedio o mediano de arroz con 30

kg/año por persona, mientras que Costa Rica y Panamá son países con un alto consumo per cápita., equivalente a 53 y 72 kg, respectivamente (Cuadro 6).

En términos de producción los tres países del triángulo norte centroamericano son importadores netos de arroz, mientras que Nicaragua, Costa Rica y Panamá producen un volumen mayor de arroz del que importan. Nicaragua es el mayor productor de arroz de Centroamérica, con aproximadamente 284,000 TM, pero trillan en total 354,000 TM. En total, Centroamérica trilló en el 2014 aproximadamente 1,217,000 TM de arroz, lo que significa un abastecimiento potencial de 127,000 TM de salvado de arroz, que podría utilizarse para la manufactura de Nutra-Iso™.

Cuadro 6. Consumo anual por persona, producción local⁴ e importaciones⁵ de arroz para 6 países de Centroamérica en el año 2014.

PAIS	CONSUMO ANUAL POR PERSONA (kg)	PRODUCCIÓN (TM) 2014	IMPORTACIÓN (TM) 2014	TOTAL (TM)
Guatemala	5	23,000	70,000	93,000
El Salvador	10	20,000	80,000	100,000
Honduras	18	65,000	110,000	175,000
Nicaragua	30	284,000	70,000	354,000
Costa Rica	53	145,000	100,000	245,000
Panamá	72	150,000	100,000	250,000

Fuente: Indexmundi, con base a información del Departamento de Agricultura del Gobierno de los Estados Unidos

II.4 Desnutrición y su tipología

El término desnutrición hace referencia a un estado patológico ocasionado por la ingesta insuficiente de alimentos o absorción de los mismos. En términos generales existen tipos de desnutrición, siendo éstos (1) desnutrición proteico-energética y (2) deficiencia de micronutrientes, también llamada hambre oculta.

Los tipos de desnutrición proteico-energética pueden a su vez dividirse en:

- Desnutrición aguda: se refiere al estado nutricional actual y es medido a través del indicador peso/talla;
- Desnutrición Crónica: Se refiere al estado nutricional acumulado o retardo en talla y es medido a través del indicador talla/edad. En niños menores de dos años se denomina longitud y se obtiene midiendo a los infantes en forma horizontal (acostados). En personas de dos años o más de edad se denomina talla y se obtiene con un tallímetro, midiendo a las persona en forma vertical (paradas).

⁴ <http://www.indexmundi.com/agriculture/?country=ni&commodity=milled-rice&graph=production>

⁵ <http://www.indexmundi.com/agriculture/?country=pa&commodity=milled-rice&graph=imports>

El hambre oculta es un tipo de desnutrición que se define como una deficiencia de vitaminas o minerales⁶. Entre los micronutrientes deficientes más comunes se encuentran los minerales iodo, hierro y zinc; entre las vitaminas las deficiencias más comunes son de vitamina A, vitamina C, vitamina D y folatos.

Guatemala es el país con la tasa más alta de desnutrición crónica en Latinoamérica y el cuarto a nivel mundial (ICEFI-UNICEF, 2011). En Guatemala, según la última Encuesta Nacional Salud Materno Infantil, en el año 2009 se reportó un 43.4% de prevalencia a nivel nacional. Sin embargo, las tasas más preocupantes están en el área rural, en la población indígena, en las madres sin ningún grado de escolaridad o con escolaridad muy baja, y geográficamente, en las regiones noroccidental, norte y suroccidental. Según el Instituto Centroamericano de Estudios Fiscales y el Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia, en su Boletín “Te Toca Ponerle Fin a la Desnutrición”⁷ las pérdidas ocasionadas por el hambre le representan a Guatemala una pérdida de Q66, 000,000.00 diarios. Comparada esta cifra con el Producto Interno Bruto –PIB- del país (193,949 millones de quetzales en el 2009⁸), el costo anual del hambre para Guatemala es equivalente al 12.42% del mismo.

Estudios recientes señalan que existe una asociación importante entre la ausencia de retardo de crecimiento en los primeros 3 años de vida y el aumento de años de escolaridad y el mejor rendimiento de esos niños durante su etapa escolar (Delgado, 2005). Un número considerable de estudios ha encontrado evidencia de que la talla está relacionada con la productividad del adulto (Marini, et. al., 2009):

- Una pérdida de 1% en la talla de adultos como resultado de desnutrición crónica en la niñez se asocia con una pérdida de productividad de 1.4%
- La eliminación de la anemia tiene como resultado un aumento entre 5 y 17% de productividad en el adulto, equivalente a un 2% del PIB

Diferentes estudios también han mostrado que el problema de la desnutrición es multicausal, que no sólo la ingesta de alimentos lo condiciona, sino también distintos factores vinculados al ambiente, a la educación de la mujer, a patrones de cuidado, y al estado de salud de los niños (Delgado, 2005). Las consecuencias de la desnutrición en la persona son también diversas, siendo las más conocidas el impacto en el crecimiento y desarrollo fisiológico, así como la capacidad cognitiva del individuo. Sin embargo, la desnutrición también interfiere con la capacidad de respuesta del organismo a las enfermedades (Rodríguez et. al., 2011).

La desnutrición calórico-proteica en su manifestación crónica o aguda tiene repercusiones directas en la salud inmediata y futura de la persona, particularmente en las etapas iniciales de la vida del ser humano. Por ejemplo, es de conocimiento general que la

⁶ http://www.ifpri.org/sites/default/files/ghi/2014/feature_1818.html

⁷ <http://icefi.org/wp-content/uploads/2012/08/BoletinCostoHambreGuatemala2011.pdf>

⁸ UNICEF, 2010. Guatemala La Tormenta Perfecta: El Impacto del Cambio Climático y la Crisis Económica en la Niñez y Adolescencia. Fondo de las Naciones Unidas Para La Niñez-UNICEF-. Primera edición. 65 p.

desnutrición incrementa el riesgo de infecciones, representando una seria amenaza a la salud de quien la padece (Pelletier, 1994). Es más, la principal causa de muerte en menores de cinco años es diarrea agua y enfermedad respiratoria, ambos padecimientos vinculados con la desnutrición (Pelletier, et.al., 1993).

Dada la envergadura del problema de la desnutrición crónica en Guatemala, el Ministerio de Salud Pública y Asistencia social elaboró en el año 2009, un documento para determinar el nivel de prevalencia de los diferentes tipos de desnutrición a nivel comunitario, y así poder categorizar los Departamentos y municipios de Guatemala en base a la prevalencia de la desnutrición. El Cuadro 7 muestra los criterios aplicados para los categorizar dicha prevalencia.

Cuadro 7. Criterios epidemiológicos de prevalencia de desnutrición para las comunidades de Guatemala (% de la población).

Indicador	Baja	Media	Alta	Muy Alta
Peso para Talla (P/T)	Menos de 5%	5 a 9.9%	10 a 14.9%	Mayor o igual a 15
Talla para Edad (T/E)	Menos de 20 %	20 a 29.9%	30 a 39.9%	Mayor de 40%
Peso para Edad (P/E)	Menos de 10%	10 a 19.9%	20 a 29.9%	Mayor de 30%

Fuente: Manual para la Vigilancia Epidemiológica de la Desnutrición, MSPAS, 2009

II.5 Desnutrición y el retraso en el desarrollo cerebral

Uno de los principales efectos negativos de la desnutrición en infantes pequeños es el impacto en el cerebro, tanto estructural como funcionalmente. Udani (1992) citado por Kar, et. al. (2008) afirma que la desnutrición proteico-energética en infantes tiene una amplia gama de implicaciones negativas en el desarrollo cerebral, incluyendo poco crecimiento y daño del tejido cerebral, diferenciación celular desorganizada, reducción de sinapsis, un número deficiente de neuronas y un subdesarrollo general de la “arborización dendrítica”. La atrofia cerebral en infantes moderada y severamente desnutridos ha sido claramente documentada en estudios de neuroimágenes (El Sherif, et. al. 2012; Odabas, et. al. 2005); estos mismos estudios demostraron también que luego de 3 meses de intervención nutricional, el desarrollo cerebral puede recuperarse por completo. El punto importante a recalcar es que un cerebro comprometido por desnutrición a una edad temprana puede tener consecuencias dañinas severas y permanentes en la capacidad cognitiva de un individuo.

En los últimos años se ha demostrado el vínculo existente entre la microbiota entérica y el desarrollo cerebral, el cual ha sido denominado el “eje cerebro-microbiota intestinal” (Cryan y O’Mahony, 2011), importante en el desarrollo del cerebro, comportamiento y expresión de genes (Douglas-Escobar, et. al., 2013). Este eje parece cobrar importancia desde el período pre-natal ya que se ha planteado que metabolitos

microbianos de la madre podrían impactar el desarrollo cerebral del feto, alcanzándolo por la placenta (Al-Asmahk, et. al., 2012). A nivel post natal, estudios recientes utilizando ratones como modelo han determinado el impacto de la microbiota intestinal en diversos aspectos del desarrollo cerebral incluyendo las transmisiones sinápticas (Heijtz, et. al., 2011) y la plasticidad cerebral (Douglas-Escobar, et. al., 2013), de crucial importancia durante el desarrollo y crecimiento post natal del cerebro. Esta relación entre el microbioma y el desarrollo cerebral parecen cobrar aún más importancia en países como Guatemala, donde la desnutrición y las enfermedades intestinales como diarrea y enteropatía están estrechamente ligados. La falta de un microbioma saludable en madres, infantes y niñez en edad preescolar podría favorecer no solo la desnutrición sino también exacerbar el subdesarrollo cerebral, particularmente bajo condiciones de inseguridad alimentaria e insalubridad.

El vínculo existente entre una nutrición apropiada del infante, derivado de una lactancia materna adecuada durante los primeros 6 meses de vida y la evolución normal de las capacidades cognitivas ha sido investigado previamente y validado en estudios recientes (Quigley, et. al., 2012; Horta & Victora, 2013). Un estudio publicado por Belfort, et. al. (2013) encontró que en infantes, la lactancia materna esta directamente relacionada con coeficientes intelectuales altos, luego de controlar factores de interferencia como inteligencia maternal, edad, sexo y ambiente socioeconómico.

II.6. La medición de la desnutrición en adultos incluyendo madres lactantes

En adultos, incluyendo a las madres embarazadas y lactantes, el estado nutricional se categoriza en base al Índice de Masa Corporal (IMC). El IMC es la razón existente entre el peso y la talla al cuadrado (kg/m^2) (Berdasco, 2002). La OMS ha recomendado el uso del IMC como indicador del estado nutricional de madres embarazadas y lactantes (WHO, 1995), y ha sido aplicado por diversos investigadores (Sánchez, et. al, 2006; Berdasco, 2002; Haidar, et. al., 2003).

La prevalencia de desnutrición entre mujeres en edad fértil ha sido difícil de determinar en Guatemala. Dado que la anemia por deficiencia de hierro ha sido asociada a condiciones nutricionales deficientes en general, en algunas investigaciones se ha asociado a la deficiencia de hierro con la desnutrición (Haidar, et. al., 2003). La anemia por deficiencia de hierro es una de las carencias nutricionales más frecuentes y en Guatemala se estima que afecta al 20% de las mujeres en edad fértil (Delgado, 2010), aunque hay reportes de hasta un 36% de prevalencia (Urcullo, 2006). Su presencia afecta al sistema inmunológico y la resistencia a las infecciones, el metabolismo muscular, el desarrollo intelectual, la capacidad cognitiva, la capacidad de trabajo, y la regulación de la temperatura corporal (Kogan, et.al., 2008).

II.7. Suplementos alimenticios

Según el Acta de Suplementos dietéticos, salud y educación⁹ (DSHEA, por sus siglas en inglés) de 1994 del Congreso de los Estados Unidos, un suplemento dietético (alimenticio) es un producto tomado oralmente que contiene ingredientes alimenticios, dirigidos a suplementar la dieta. Los ingredientes alimenticios pueden incluir vitaminas, aminoácidos, minerales, hierbas u otros productos botánicos, entre otros, y puede presentarse en forma capsular, tabletas, cápsulas de gel, líquidos o polvos. No se consideran como alimento único de una dieta o tiempo alimenticio. El objeto de los suplementos alimenticios es ayudar a garantizar un consumo adecuado de nutrientes esenciales o bien ayudar a reducir el riesgo de contraer ciertas enfermedades. Los suplementos no reemplazan a los alimentos de una dieta saludable ni deben utilizarse para tratar, diagnosticar o curar enfermedades.

En los Estados Unidos de Norteamérica, los suplementos alimenticios en el mercado son responsabilidad de la empresa manufacturera. Bajo el acta DSHEA, es responsabilidad de la empresa asegurar la inocuidad de los suplementos, así como de asegurarse que cualquier afirmación con respecto a los beneficios del suplemento estén debidamente respaldados por la evidencia adecuada, sin información falsa.

II.8. La importancia de la lactancia materna

Al presente los lineamientos oficiales de la OMS recomiendan la lactancia materna como fuente exclusiva de alimentos para los primeros 6 meses de vida (WHO, 2001). Esta ha sido objeto de debate ya que previamente se recomendaba lactancia exclusiva por un período de 4 a 6 meses, considerando que a los 4 meses la leche materna ya no era suficiente para sostener las necesidades nutricionales del lactante. Sin embargo, evaluaciones de expertos y estudios recientes han demostrado que ese no es el caso ya que no se ha observado ningún efecto nocivo en lactantes que han sido alimentados exclusivamente de leche materna en sus primeros seis años de vida (WHO, 2001; Kramer y Kakuma, 2002; Butte, et. al. 2002). Después del parto, en su fase de lactancia materna como alimento único, las madres y los lactantes siguen constituyendo una unidad biológica (WHO, 2003) y el dar leche materna al recién nacido como único alimento trae consigo una serie de beneficios, entre ellos: (1) es un alimento de fácil disponibilidad para el lactante y no requiere de preparación o equipo; (2) el calostro y la leche materna tiene elementos anti-infecciosos que ayudan a limitar las infecciones y a fortalecer el sistema inmune del bebé; (3) la alimentación por biberón conlleva un mayor riesgo de infecciones por contaminación, tanto de los líquidos usados en la preparación como en los artículos utilizados para la alimentación del niño; (4) la lactancia materna es más económica que la alimentación con biberón; (5) la lactancia prolonga la no ovulación post-parto, espaciando los embarazos en las madres; (6) genera un vínculo más fuerte entre madre e hijo y, (7) se reduce el riesgo de alergias y otros problemas de salud en los amamantados (Latham, 2002). La madre también

⁹ <http://www.fda.gov/food/dietarysupplements/consumerinformation/ucm110417.htm>

obtiene beneficios de la lactancia materna, entre estos se puede mencionar: (1) Pérdida de peso post-parto y reducción de circunferencia de cadera; (2) reduce la hemorragia post-parto y recuperación acelerada del útero; (3) amamantar reduce el riesgo de cáncer de mama y ovario; (4) protección a la madre contra la osteoporosis y la fractura de cadera en edad avanzada y; (5) reducción del riesgo de sufrir artritis reumatoide (Blázquez, 2000).

Se estima que la madre secreta aproximadamente 700- 800 ml de leche diaria para un bebé de 4 meses de edad, sin embargo el estado nutricional del bebe no se basa en la cantidad de leche ingerida, sino en el crecimiento exhibido por el lactante. Se recomienda que la lactancia sea la alimentación exclusiva del infante hasta los seis meses de edad y que a partir de esa edad se introduzcan alimentos complementarios a la dieta del niño; la lactancia materna puede durar por el tiempo que la madre lo desee (Latham, 2002).

II.9. La nutrición de la madre lactante y su impacto en la leche materna

Durante la lactancia los requerimientos nutricionales de la madre se incrementan ya que su cuerpo también debe velar por el crecimiento del bebé y el desarrollo de tejidos específicos a la lactancia. Tanto el embarazo como la lactancia son procesos anabólicos orquestados hormonalmente para redirigir nutrientes a tejidos altamente especializados como las glándulas mamarias (Picciano, 2003). La demanda nutricional para las madres es considerablemente mayor durante la lactancia en comparación al embarazo. En los primeros 4-6 meses de vida, los infantes duplican su peso al nacer, pero ese es un peso acumulado a lo largo de 9 meses de embarazo. Así pues, la leche materna secretada en 4 meses puede representar un total de energía equivalente a los nueve meses de embarazo (Picciano, 2003). En el cuadro 8 se muestran los requerimientos nutricionales para mujeres adultas (19-50 años) y los requerimientos adicionales derivados de la lactancia.

Estudios previos han demostrado que la capacidad para amamantar al niño aparentemente no se ve afectada por el estado nutricional de la madre (Brown, et. al., 1986; Marin Spring, et. al. 1985); por otro lado, la cantidad de leche producida si puede verse afectada (Latham, 2002, Brussow, et. al., 1996). En madres desnutridas se estima que la calidad y cantidad de la leche puede satisfacer las necesidades del lactante para los primeros 3 -4 meses de amamantamiento (Kumar, 1989) pero después de los 4 meses de edad se han detectado diferencias en las tasas de crecimiento entre niños de países desarrollados y países en vías de desarrollo, quedando rezagados en su crecimiento los segundos (WHO, 1985).

La calidad de la leche también puede verse afectada por la situación nutricional de la madre. Aunque algunos estudios (Marin Spring, et. al., 1985) reportan no haber encontrado diferencias estadísticamente significativas en la cantidad de grasa en la leche materna de madres desnutridas en comparación a madres bien alimentadas, otros estudios reportan diferencias significativas entre la calidad y cantidad de la leche entre madres de grupos privilegiados y madres desnutridas. Brown, et. al., (1986) reportaron que la cantidad de leche y la composición de las misma en términos energéticos y de macronutrientes era significativamente mayor en ML de Bangladesh, provenientes de grupos privilegiados en comparación a madres Bangladeshis de sectores vulnerables.

Cuadro 8. Requerimientos nutricionales para mujeres adultas (19-50 años) y los requerimientos adicionales derivados de la lactancia.

Ingesta Dietética Diaria de Referencia			
Nutriente	Mujeres adultas	Mujeres en Lactancia	
		Cantidad Adicional	% incremento
Energía (kcal)	2000-2200	500 (0-6 meses)	23-25
		400 (7-9 meses)	18-20
Proteína, g	46	71	54
Carbohidratos, g	130	175	34
Fibra, g	26	29	12
Vitamina C, g	75	120	60
Tiamina, mg	1.1	1.4	27
Riboflavina, mg	1.1	1.6	45
Niacina, mg	11	14	27
Vitamina B6, mg	1.1	1.6	45
Folato, µg	320	450	41
Vitamina B12, µg	2	2.4	20
Biotina, mg	30	35	17
Colina, mg	425	550	29
Vitamina A, µg	500	900	80
Vitamina D, µg	10	10	0
Vitamina E, mg ¹	12	16	33
Calcio, mg	800	800	0
Fósforo, mg	700	700	0
Magnesio, mg	310	310	0
Hierro, mg	18	9	-50
Zinc, mg	8	12	50

¹ como α tocoferol.

Fuente: Food and Nutrition Board, Institute of Medicine, National Academies¹⁰; Picciano, 2003.

Wurtman y Fernstrom (1979) estudiaron la cantidad de aminoácidos libres, proteína y lípidos en leche materna de mujeres guatemaltecas con una dieta a base de cereal (maíz), granos y legumbres en comparación a la leche materna de mujeres norteamericanas cuya proteína era obtenida de fuentes animales. La calidad proteica de la leche materna de las madres guatemaltecas era inferior a la calidad de las madres norteamericanas, aun cuando no habían diferencias en su contenido energético.

¹⁰ https://www.iom.edu/~media/Files/Activity%20Files/Nutrition/DRIs/5_Summary%20Table%20Tables%201-4.pdf

II.10. El hierro y el infante de pecho

La madre y el infante de pecho son considerados una sola unidad biológica (WHO, 2003), hecho particularmente válido durante el embarazo y los primeros 6 meses de vida cuando toda la alimentación del infante debe provenir exclusivamente de leche materna. Incluso las necesidades de agua están debidamente abastecidas para el infante de pecho en este período de lactancia exclusiva. Dada la total dependencia nutricional/alimenticia del infante en la leche materna, es indispensable que la madre cuente con una adecuada alimentación, para así poder proveer la cantidad de nutrientes necesarios para ella misma y su infante de pecho.

En el caso del hierro, su importancia en el crecimiento y desarrollo del infante le confiere una significancia particular en la nutrición de la unidad biológica representada por la madre-infante. En términos generales se considera que el hierro presente en la leche materna es suficiente para abastecer al infante de sus necesidades durante los primeros seis meses de vida (Baker y Greer, 2010). La recomendación actual se orienta a que la mujer embarazada ingiera diariamente 50% más de hierro, en comparación a sus necesidades normales individuales (18 mg/día). Al no haber menstruación durante los primeros 4 a 6 meses después del parto, la recomendación diaria de hierro se reduce a 9 mg/día para las madres lactantes (Cuadro 7).

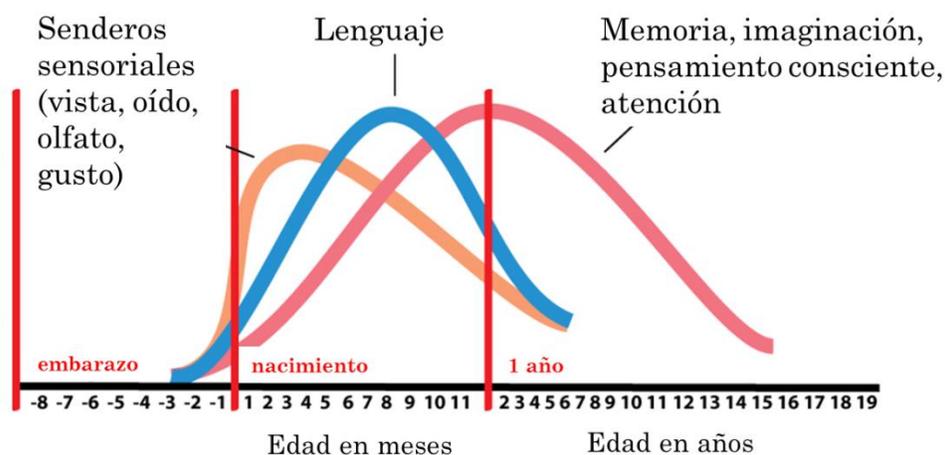
En la nutrición humana, el hierro puede dividirse en hémico y no hémico, cuando se origina de fuentes animales y vegetales, respectivamente (McKinley Health Center, 2010). El hierro hémico procede de la hemoglobina y mioglobina principalmente, mientras que el no-hémico es en forma inorgánica y sales de hierro. Esta diferenciación es importante ya que la biodisponibilidad del hierro para su absorción por el cuerpo humano varía grandemente según la fuente original del micronutriente. En el caso de hierro proveniente de fuentes vegetales, la absorción suele ser menor del 10% mientras que el hierro hémico puede absorberse en proporciones que varían entre el 15 y el 35% (Anderson y Hurrell, 2010; Zimmermann y Hurrell, 2007).

La biodisponibilidad del hierro para el infante en la leche materna es sustancialmente mayor al hierro presente en la leche de vaca. Aún cuando ambas leches contienen aproximadamente la misma cantidad de hierro, la absorción de hierro en el infante es de aproximadamente 49%, comparado a 10% en la leche vacuna. La asimilación de hierro de las fórmulas nutricionales es aún menor, aproximadamente 4% (Wellstart International, 2014). Esta diferencia en la biodisponibilidad de hierro entre la leche materna y otras fuentes es de suma importancia para el infante, entre otras razones, por la gran importancia que el hierro tiene para el crecimiento y desarrollo de la persona, incluido el desarrollo cerebral. Aún cuando la consolidación del cerebro se extiende hasta la adolescencia, el mayor desarrollo ocurre durante el último trimestre del embarazo y el primer año de vida (Figura 5). En estas etapas iniciales de la vida se llevan a cabo las principales actividades de crecimiento cerebral, incluyendo la generación de células nerviosas (neurogénesis), migración de células nerviosas, crecimiento de axones y dendritas (diferenciación neuronal), desarrollo y maduración de senderos sinápticos y mielinización

(National Research Council and Institute of Medicine, 2000). Los nutrientes en general son todos importantes para un sano desarrollo neurológico, pero hay algunos, como la proteína y el hierro, que juegan un papel crucial durante las últimas etapas del embarazo y el período post natal (Georgieff, 2007).

Figura 5. El desarrollo sináptico en el cerebro humano, según la función cerebral.

DESARROLLO DEL CEREBRO HUMANO



Fuente: Nelson, C.A. National Research Council and Institute of Medicine (2010) From neurons to neighborhoods.

En el caso particular del hierro, estudios con modelos animales han determinado que este micronutriente es importante en procesos cerebrales diversos, incluyendo el metabolismo de energía neuronal, metabolismo de neurotransmisores, mielinización y procesos de memoria (Baker y Greer, 2010). La adquisición de hierro por el cerebro es un proceso dependiente de la edad y de regiones específicas del cerebro, por lo que la deficiencia de hierro puede llevar a daños neurológicos irreversibles (Beard, 2003). Este balance delicado entre la necesidad y la disponibilidad de hierro para el desarrollo cerebral ha llevado a los científicos a postular que la severidad del daño neurológico puede predecirse en base a la duración de la deficiencia, el espacio temporal en el que ocurre la deficiencia y la severidad de la misma (Lozoff, et. al., 2006).

Las consecuencias de la deficiencia de hierro en la infancia temprana y su impacto en las habilidades cognitivas, motoras, y de comportamiento han sido ampliamente estudiadas en el ser humano. Diversos estudios han encontrado una relación entre la deficiencia de hierro en la infancia temprana y problemas de inteligencia en etapas posteriores (Grantham-McGregor y Ani, 2001). Stoltzfus, et.al. (2004) mencionan que la deficiencia de hierro en la infancia temprana puede conducir a un retraso mental moderado más adelante. El desarrollo motor en infantes también puede verse afectado por la

deficiencia de hierro. Shafir et. al., (2008) detectaron un retraso significativo en el desarrollo motor de infantes con deficiencia de hierro, en comparación a niños sanos. Este estudio determinó que aún en niños no anémicos, pero deficientes en hierro, se detectó un retraso motor en comparación a la población sana. Junto a la capacidad cognitiva y las habilidades motoras, el desarrollo emocional y comportamiento del infante (y aún años) más tarde puede verse afectado por la deficiencia de hierro. En el 2008, Lozoff, et. al., reportaron que infantes de 9 meses afectados por deficiencia de hierro eran más irritables y tímidos que los niños sanos. Otros estudios también han demostrado que los niños deficientes en hierro muestran más cansancio, son más indecisos y tienen menos capacidad de atención (Lozoff, 1987) y que aún una década después, con niveles normales de hierro, mostraban dificultades estadísticamente significativas en su aprendizaje (aritmética y escritura), funcionamiento motor, algunas características cognitivas (memoria, aprendizaje) y problemas de comportamiento asociados a ansiedad, depresión y falta de atención (Lozoff, et. al., 2000).

PARTE III

III.1. RESULTADOS

El ingreso de participantes (ML y sus infantes) dio inicio el 22 de marzo de 2013 extendiéndose hasta el 10 de septiembre del mismo año. Inicialmente se registró un total de 174 ML e infantes, equivalente a 5 participantes inscribiéndose por semana. Debido a irregularidades hubo necesidad de excluir del grupo experimental a algunas participantes, aunque por razones humanitarias no se les excluyó de recibir el suplemento alimenticio, dándoles un seguimiento completo, aun cuando no se les tomó en cuenta para el análisis estadístico. Entre estas irregularidades pueden mencionarse (1) edad del niño o niña muy avanzada para los propósitos del estudio, (2) madres que no practicaban la lactancia exclusiva, (3) infantes sufriendo de desnutrición aguda, (4) infantes con incapacidad física o mental. Así, el grupo inicial de madres y lactantes en el experimento fue de 153 participantes, cuya información general se presenta en el Cuadro 9.

Cuadro 9. Información general y antropométrica de las madres lactantes y sus infantes de pecho, previo al consumo de Nutra-Iso™.

Participantes (n)	153
MADRES LACTANTES	
edad promedio (años)	26.91 ±6.67
altura promedio (m)	146.9±4.89
peso promedio (kg)	48.74±6.48
Índice de masa corporal promedio	22.48±2.88
INFANTES DE PECHO	
varones	70
mujeres	83
edad promedio (días)	46.2±7.9
peso promedio (kg)	3.98±0.71
longitud promedio (cm)	52.31±2.44
perímetro cefálico promedio (cm)	36.33±1.41
índice de masa corporal promedio	14.46±1.76

Fuente: Proyecto FODECYT 40-2012

Como se observa en el cuadro anterior, las madres participantes tenían en promedio casi 27 años de edad, con una altura de 1.47 m y 48.74 kg (107.23 lb) de peso. En el caso de los infantes de pecho, ingresaron 83 mujercitas y 70 varones, para una tasa de 1.18

mujeres por cada hombre. La edad promedio al momento de registro fue de 46 días de nacidos, con un peso promedio de 3.98 kg (8.76 lb) y una longitud de 52.3 cm.

A lo largo del período de la intervención nutricional de 135 días, hubo ML que no continuaron su participación o a quienes no se tomó en cuenta para la tabulación final, por lo que el número final de participantes incluidas en el análisis estadístico fue de 129 madres y sus infantes. Las razones para la exclusión de las participantes de la tabulación final fueron: (1) inconsistencia de las madres en tomar el suplemento diariamente, (2) inasistencia de las madres y sus infantes a la toma de medidas antropométricas y seguimiento mensual, (3) 2 parejas de gemelos o (4) traslado temporal/ permanente de la familia a otra comunidad, particularmente en los meses de Octubre a Diciembre por trabajo estacional en corte de café.

III.1.1 Evaluación del estado nutricional de la niñez previo a la intervención con el suplemento alimenticio Nutra-Iso™

Partiendo de las medidas antropométricas peso, longitud y perímetro cefálico iniciales, además del sexo y la fecha de nacimiento del infante, el programa WHO-ANTHRO (WHO, 2006) de la OMS generó 5 indicadores de crecimiento, como se observa en el Cuadro 10. De acuerdo al puntaje z del indicador Peso/Longitud (ZPL), 11 de 153 infantes exhibían síntomas de desnutrición aguda moderada ($z \leq -2.0$) o severa ($z \leq -3$), representando el 7.2% de los infantes evaluados.

Cuadro 10. Distribución de infantes lactantes (n=153) en 5 indicadores de crecimiento según puntajes Z generados por el programa WHO ANTHRO previo al inicio de la ventana de intervención suplementaria.

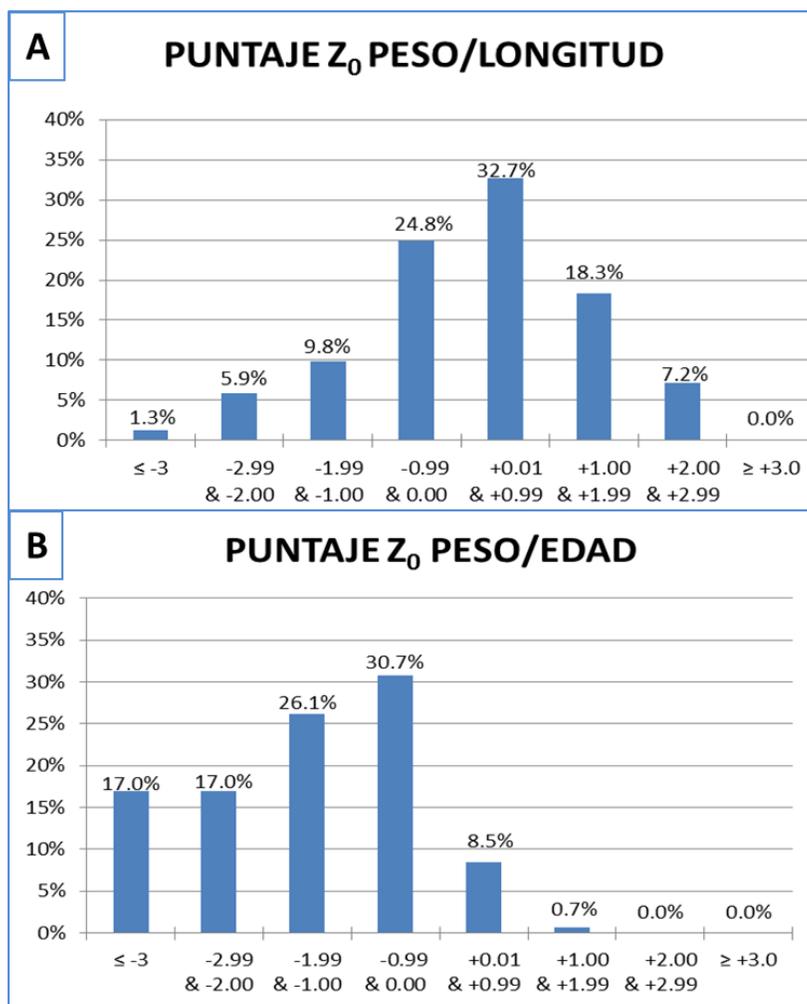
INDICADOR DE CRECIMIENTO	PUNTAJE Z							
	≤ -3	-2.99 & -2.00	-1.99 & -1.00	-0.99 & 0.00	+0.01 & +0.99	+1.00 & +1.99	+2.00 & +2.99	$\geq +3.0$
PESO/LONGITUD	2	9	15	38	50	28	11	0
PESO/EDAD	26	26	40	47	13	1	0	0
LONGITUD/EDAD	28	38	54	25	7	1	0	0
PERIMETRO CEFALICO/ED	11	28	49	48	16	1	0	0
IMC/EDAD	14	14	34	44	36	11	0	0

Fuente: Proyecto FODECYT 40-2012

El número de infantes en riesgo de desnutrición aguda (puntaje z entre -1.0 y -1.99) según el ZPL fue de 15 participantes, equivalente al 9.8% de la niñez del estudio. El 83% restante de los infantes reflejó un ZPL satisfactorio ≥ -1 (Figura 6A).

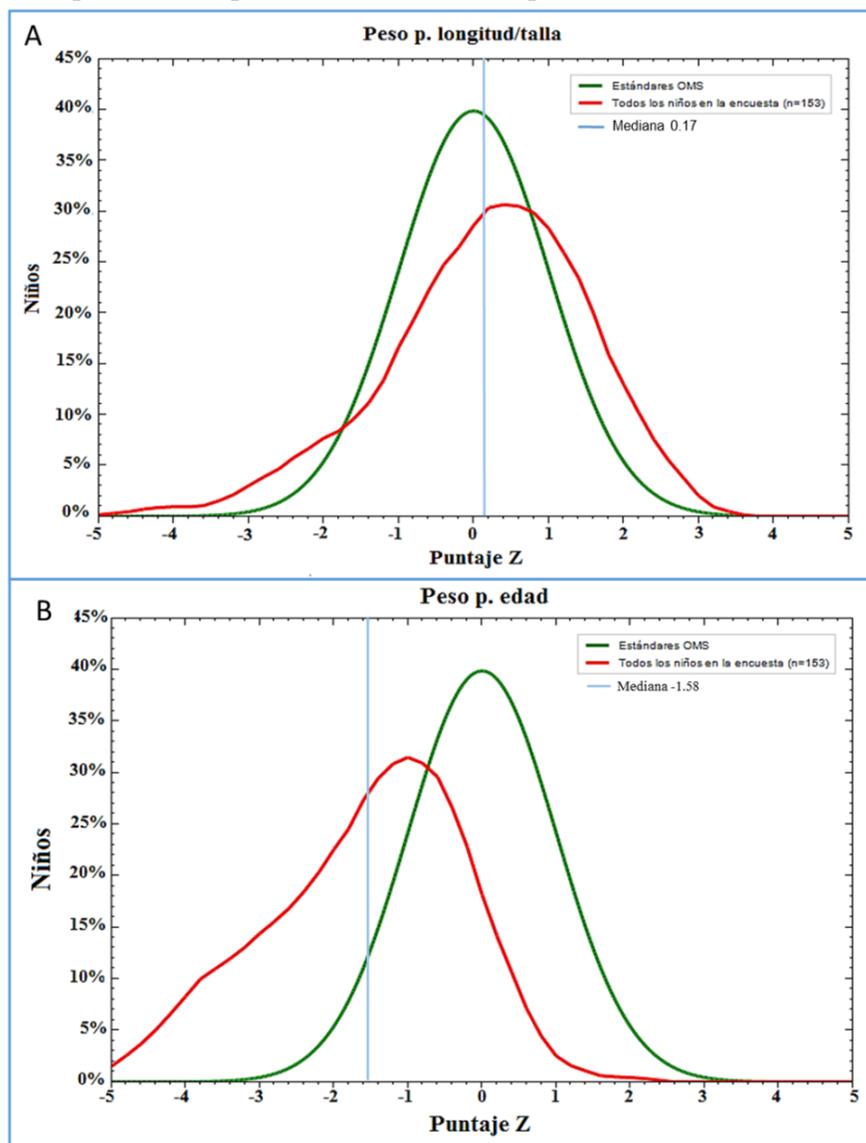
El indicador peso/edad (ZPE) mostrado en el cuadro anterior, valida el problema potencial de desnutrición aguda que aquejaba a la población infantil previo al inicio del estudio, ya que 52 de los 152 infantes exhibieron puntajes $Z \leq -2$. Al incluir a aquellos en riesgo de padecer desnutrición aguda con $ZPE \leq -1$, el número de casos se incrementa a 106 infantes, equivalente al 69.2% de la población del estudio. La distribución porcentual del indicador P/E de la totalidad de los infantes participantes se muestra en la Figura 6B.

Figura 6. Distribución porcentual previo a la intervención nutricional (Z_0) de los indicadores de crecimiento peso/longitud (A) y peso/edad (B) de la población infantil ($n=153$) alimentada exclusivamente con leche materna e incluida en el estudio de alimentación suplementaria a las madres lactantes con Nutra-Iso.



La distribución en forma gráfica de la población infantil previo al inicio de la ventana de consumo para los indicadores de crecimiento peso/longitud y peso edad, y su comparación con la curva de referencia de la OMS pueden observarse en la Figura 7. En la población infantil bajo estudio la mediana del ZPL fue de 0.17 (Figura 7A), mientras que la mediana para ZPE fue de -1.58 (Figura 7B).

Figura 7. Curvas de distribución para los indicadores de crecimiento Peso/Longitud (A) y Peso/Edad (B) en la población de infantes al momento de ingreso al estudio de alimentación suplementaria para madres durante el período de lactancia exclusiva.

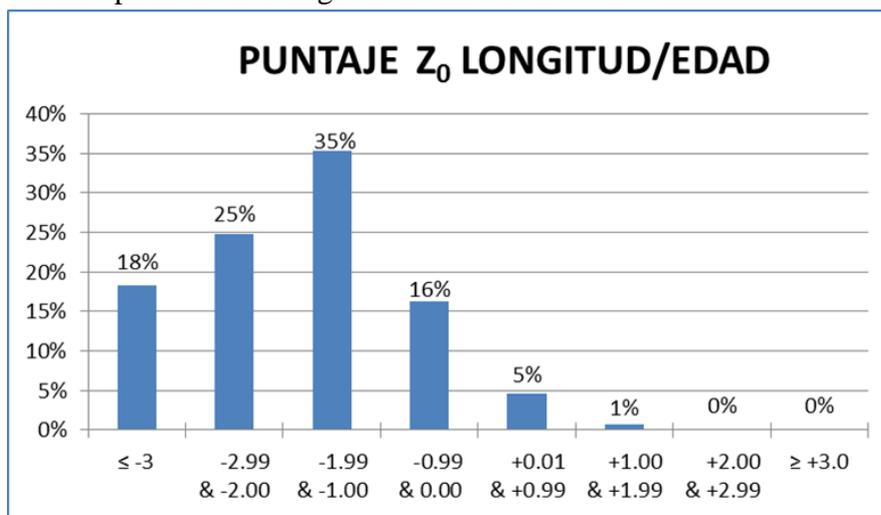


Fuente: Proyecto FODECYT 40-2012

La relación longitud/edad (L/E) es el indicador que refleja la desnutrición crónica infantil (DCI), al considerarse aquellos puntajes $z \leq -2$ como DCI moderada y ≤ -3 DCI severa. La edad promedio de la población infantil participante al momento de la medición antropométrica fue de 46 días y aún a esa temprana 66 infantes exhibían una DCI moderada o severa, equivalente al 43% del grupo participante (Figura 8). Al añadir aquellos en riesgo de DCI, la población infantil comprometida se incrementó al 78% y solamente el 22% de la población infantil en el estudio reflejó un ZLE > -1 , no existiendo un solo caso de sobrepeso (puntaje $Z \leq +2.0$). Al comprobar la distribución gráfica de la población infantil

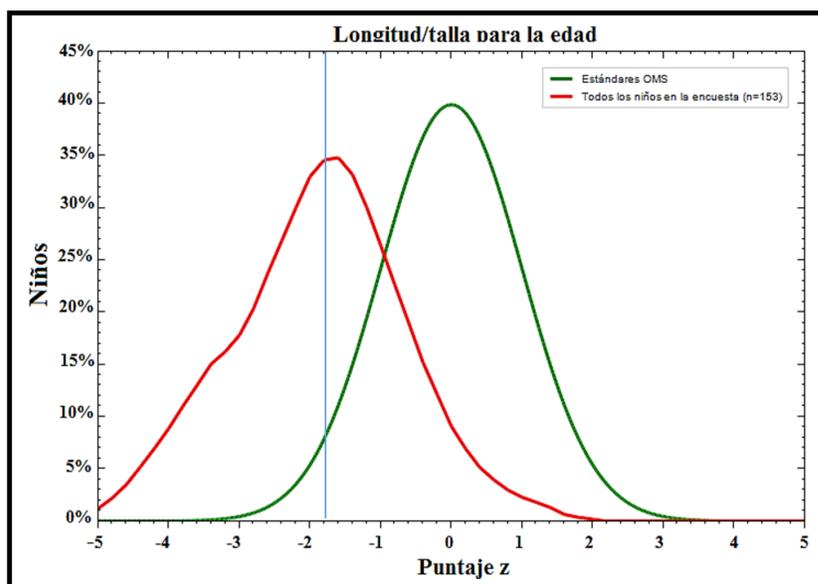
participantes para ZLE se observa en la Figura 9 que la mediana para el puntaje z fue igual a -1.88 (DE±1.3), una mediana muy cercana al umbral de DCI moderada.

Figura 8. Distribución porcentual previo a la intervención nutricional, según el indicador de crecimiento (Z_0) longitud/edad, en la población infantil (n=153) incluida en el estudio de alimentación suplementaria dirigido a las madres lactantes.



Fuente: Proyecto FODECYT 40-2012

Figura 9. Curva de distribución para el indicador longitud/edad en la población de infantes al momento de ingreso al estudio de alimentación suplementaria para madres durante el período de lactancia exclusiva.

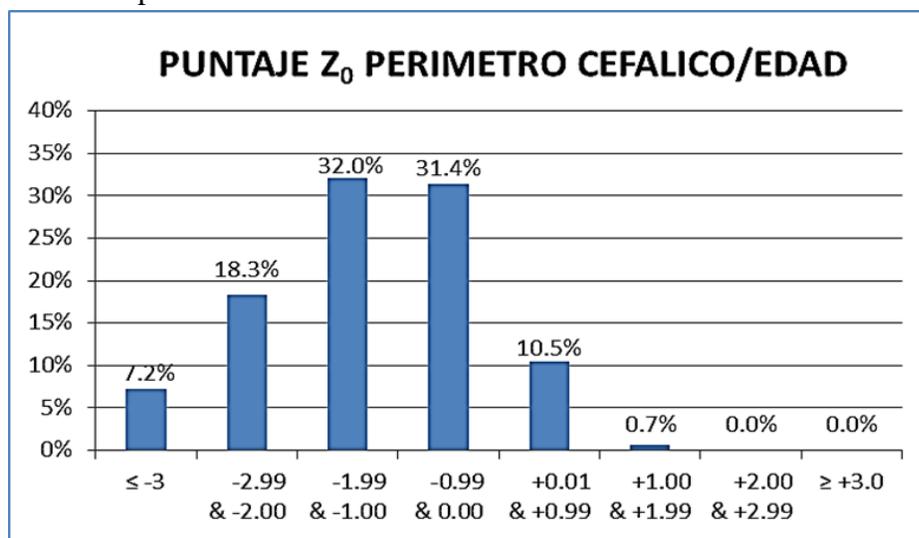


Fuente: Proyecto FODECYT 40-2012

El indicador perímetro cefálico para edad muestra indirectamente el desarrollo cerebral de la niñez de acuerdo a los parámetros de crecimiento de la OMS. En el caso del

grupo de infantes del estudio, 11 de ellos tenían un retraso severo (puntaje $Z \leq -3$) en el perímetro cefálico para su edad (46 días en promedio) y 28 infantes exhibieron un retraso moderado en desarrollo cefálico (puntaje $Z \leq -2$). Esto significa que el 25% de la población infantil del estudio estaba en un franco retraso en su desarrollo cerebral. Sumado a esto, un 32% de los infantes del estudio mostraban un leve retraso (puntaje $Z \leq -1$, situándoles en una categoría de riesgo para sufrir problemas mentales asociados a la DCI (Figura 10).

Figura 10. Distribución porcentual previo a la intervención nutricional del indicador de crecimiento (Z_0) perímetro cefálico para la edad en la población infantil (n=153) alimentada exclusivamente con leche materna e incluida en el estudio de alimentación suplementaria a las madres lactantes con Nutra-Iso™ durante el periodo de alimentación exclusivamente de pecho.

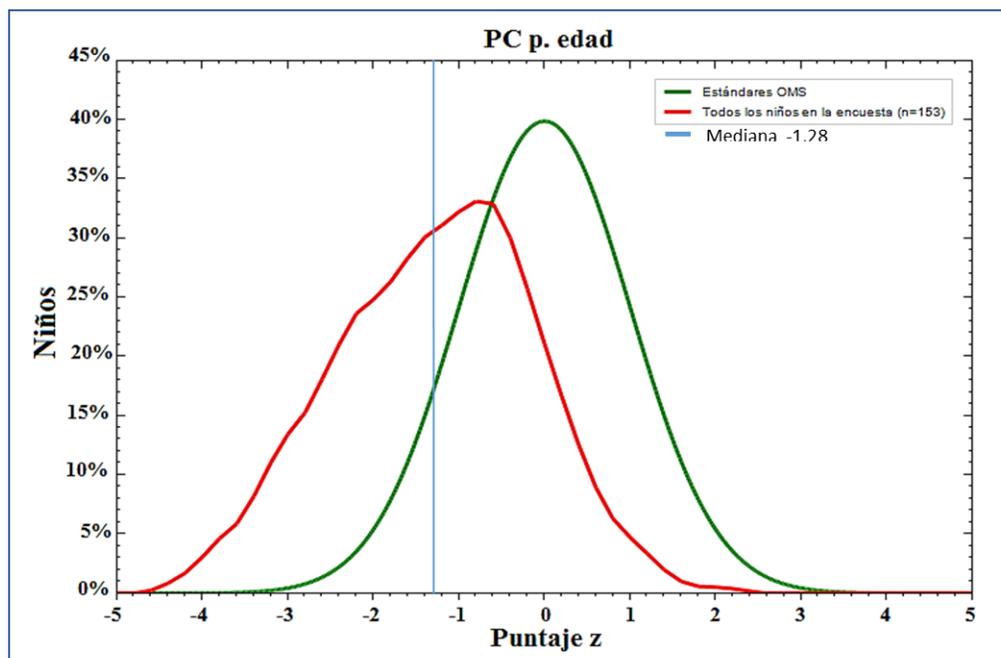


Fuente: Proyecto FODECYT 40-2012

Al evaluar la distribución normal para el indicador perímetro cefálico para la edad de la población infantil participante en el estudio, se puede observar una mediana de -1.28, evidencia de un desarrollo cerebral ligeramente retrasado para la población de lactantes del estudio (Figura 11), en comparación a la curva de referencia mundial de la OMS.

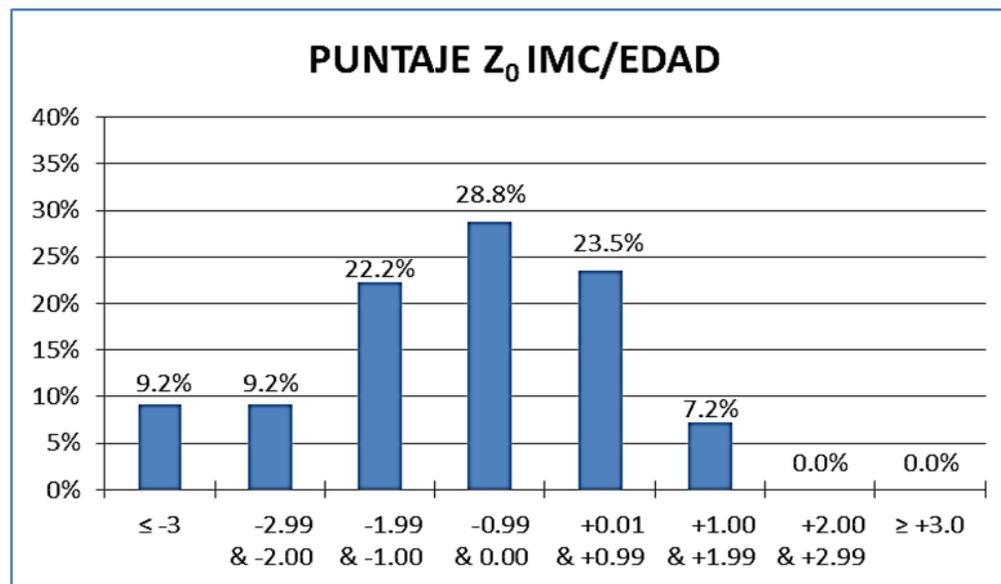
Finalmente, en el caso del indicador índice de masa corporal para la edad (ZIMCE), el programa WHO ANTHRO indicó que 14 infantes exhibían un ZIMCE tanto en forma severa como moderada, equivalente a un 18.3% de la población infantil comprometida nutricionalmente. Un 32% de la niñez del estudio mostró un ZIMCE que los situaba en una situación de riesgo (puntaje $Z > -2$ y ≤ -1), como se aprecia en la Figura 12. La gráfica de distribución normal generada por el programa WHO ANTHRO para la población infantil del estudio (Figura 13) muestra que la curva IMC para edad de la población infantil del estudio manifestaba un IMC ligeramente inferior a la curva de referencia global, con una mediana de equivalente a un puntaje z IMCE = -0.88

Figura 11. Curva de distribución para el indicador perímetro cefálico para la edad en la población de infantes antes del inicio del estudio.



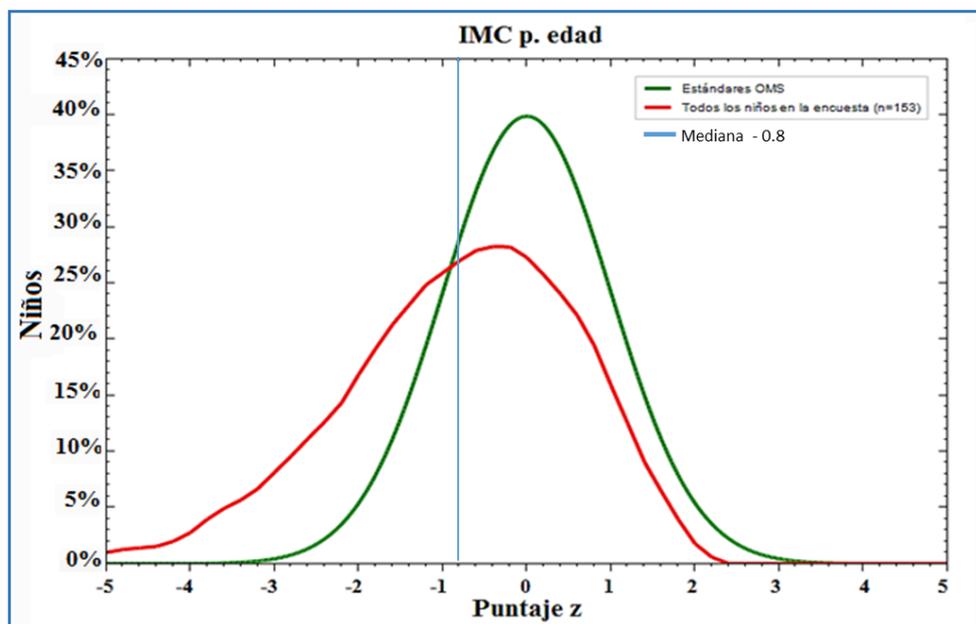
Fuente: Proyecto FODECYT 40-2012

Figura 12. Distribución porcentual previo a la intervención nutricional, según el indicador de crecimiento (Z_0) índice de masa corporal (IMC) para la edad, en la población infantil ($n=153$) incluida en el estudio de alimentación suplementaria dirigido a las madres lactantes.



Fuente: Proyecto FODECYT 40-2012

Figura 13. Curva de distribución normal para el indicador índice de masa corporal/edad en la población de infantes previo al inicio del estudio, comparado con la curva de referencia mundial de OMS.

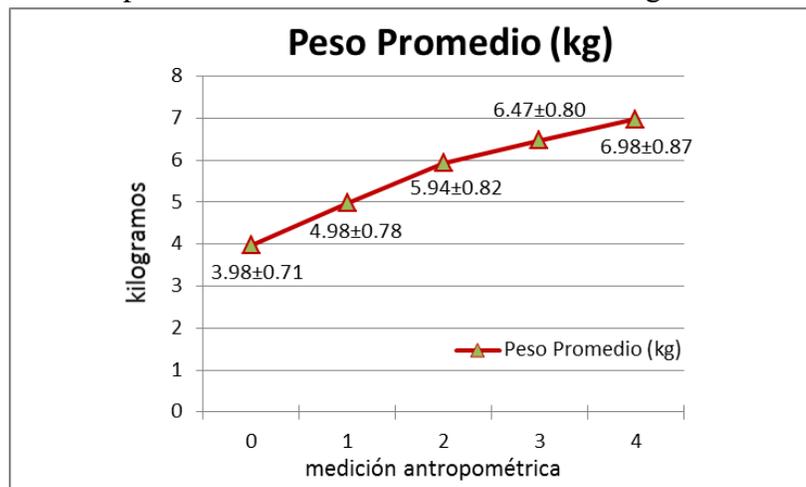


Fuente: Proyecto FODECYT 40-2012

III.1.2 Evaluación del desarrollo mensual del peso de los infantes

Como muestra la Figura 14, el peso inicial promedio de los infantes participantes a la edad promedio de 46 días fue de 3.98 kg con una desviación estándar de ± 0.7 . En los primeros 2 meses del estudio se observó un incremento de 1.00 kg y 0.96 kg de peso respectivamente, mientras que en la tercera y cuarta toma de peso se observó un incremento de 0.53 y 0.51 kg en promedio.

Figura 14. Incremento de peso promedio (kg) observado en infantes de madres lactantes que consumieron el suplemento nutricional Nutra-Iso™ a lo largo de 4.5 meses.



Fuente: Proyecto FODECYT 40-2012

Al aplicar la prueba de “t” de student para muestras independientes al ZPE, como se muestra en el Cuadro 11, se determinó que entre el peso inicial (0) y el primer peso (1) luego de iniciado el consumo del suplemento por la madre no hubo una mejora significativa en dicho indicador. Sin embargo, al comparar el indicador ZP/E inicial con el ZPE 2 (tomado a la mitad de la ventana de consumo) se observa una mejora altamente significativa en el ZPE de los infantes, habiendo mejorado de -1.6 a -0.94.

Cuadro 11. Resultado de prueba “t” de student para el indicador Peso/edad en puntaje Z, aplicada a los indicadores promedio de las 5 mediciones antropométricas correspondientes al peso de los infantes durante el período de consumo del suplemento alimenticio Nutra-Iso™ por sus madres lactantes.

Medición antropométrica		n(1)	n(2)	Media(1)	Media(2)	Media(1)-Media(2)	T	p-valor
Grupo (1)	Grupo (2)							
0	1	153	114	-1.6	-1.33	-0.27	-1.73	0.0846
0	2	153	128	-1.6	-0.94	-0.66	-4.41	<0.0001
0	3	153	124	-1.6	-0.89	-0.71	-4.98	<0.0001
0	4	153	129	-1.6	-0.78	-0.81	-5.85	<0.0001
1	2	114	128	-1.33	-0.94	-0.39	-2.55	0.0115
1	3	114	124	-1.33	-0.89	-0.44	-2.98	0.0032
1	4	114	129	-1.33	-0.78	-0.54	-3.8	0.0002
2	3	128	124	-0.94	-0.89	-0.05	-0.32	0.7488
2	4	128	129	-0.94	-0.78	-0.15	-1.1	0.2722
3	4	124	129	-0.89	-0.78	-0.11	-0.81	0.4163

Fuente: Proyecto FODECYT 40-2012

De igual manera es altamente significativa ($p < 0.01$) la evolución de los infantes en su peso para edad al comparar el indicador inicial (0) con los indicadores obtenidos cuando había transcurrido el 75% de la ventana de intervención (medición antropométrica 3) y al final del período de consumo (medición antropométrica 4). Al final del período de consumo el ZPE promedio del grupo de infantes (edad media de 6.16 meses) fue de -0.78 un indicador ubicado dentro de los rangos normales de peso para edad según los parámetros de OMS

III.I.3 Evaluación del estado nutricional de la niñez y prevalencia de desnutrición crónica infantil al final de la intervención con el suplemento alimenticio Nutra-Iso™

De los 153 infantes formalmente registrados en el estudio a sus inicios, 129 de ellos finalizaron el estudio completo. Como muestra el Cuadro 12, 59 eran varones y 70 mujercitas, para una tasa de 1.18 mujeres por cada varón. La edad promedio al finalizar el estudio era de 184 días con una desviación estándar de ± 10.8 días. El peso promedio fue de 6.98 kg, representando un aumento medio de 3.00 kg durante los 135 días del estudio. La longitud de los infantes al final del estudio incrementó a 62.76 cm, representando un crecimiento promedio de 10.45 cm, equivalente a 2.32 cm por mes. El perímetro cefálico

registró un incremento de 5.10 cm, finalizando la niñez participante con un perímetro creaneano de 41.43 cm en promedio. Finalmente, el índice de masa corporal también evidenció un incremento entre la niñez participante, aumentando a un promedio de 17.67, en comparación a una medida basal promedio de 14.46.

Cuadro 12. Información general y medidas antropométricas promedio de los infantes al finalizar el estudio de intervención nutricional con Nutra-iso™.

INFANTES DE PECHO (n=129)	
varones	59
mujeres	70
edad promedio (días)	184±10.8
peso promedio (kg)	6.98±0.87
longitud promedio (cm)	62.76±2.26
perímetro cefálico promedio (cm)	41.43±1.31
índice de masa corporal promedio	17.67±1.60

Fuente: Proyecto FODECYT 40-2012

Todos los indicadores de crecimiento obtenidos de las mediciones antropométricas en la niñez participante mostraron una evolución favorable al final del estudio. En comparación a los indicadores al inicio del estudio (medición antropométrica 0), todos los puntaje z promedio mejoraron (Cuadro 13) al finalizar los 4.5 meses de suplementación alimenticia.

Cuadro 13. Indicadores de crecimiento promedio en la niñez participante al inicio, a mitad y al final de la suplementación alimenticia con Nutra-Iso™ a la madres lactantes.

medición antropométrica	puntaje Z indicador antropométrico	n	Media	D.E.	Percentil	Mediana
0 (basal)	Z peso/longitud	153	0.17	1.3	56.75	0.32
2 (67 días)	Z peso/longitud	128	0.63	1.11	73.53	0.68
4 (135 días)	Z peso/longitud	129	0.53	0.99	70.19	0.46
0 (basal)	Z longitud/edad	153	-1.9	1.21	2.87	-1.85
2 (67 días)	Z longitud/edad	128	-1.72	1.25	4.27	-1.72
4 (135 días)	Z longitud/edad	129	-1.76	1	3.92	-1.72
0 (basal)	Z peso/edad	153	-1.6	1.3	5.48	-1.39
2 (67 días)	Z peso/edad	128	-0.94	1.19	17.36	-0.89
4 (135 días)	Z peso/edad	129	-0.78	1.04	21.77	-0.9
0 (basal)	Z perímetro cefálico/edad	153	-1.3	1.14	9.68	-1.16
2 (67 días)	Z perímetro cefálico/edad	124	-1.05	1.18	14.69	-1.14
4 (135 días)	Z perímetro cefálico/edad	128	-1.02	0.91	15.39	-1.11
0 (basal)	Z índice masa corporal/edad	153	-0.82	1.33	20.61	-0.63
2 (67 días)	Z índice masa corporal/edad	128	0.14	1.14	55.57	0.13
4 (135 días)	Z índice masa corporal/edad	129	0.32	1.01	62.55	0.19

Fuente: Proyecto FODECYT 40-2012

De los indicadores de crecimiento evaluados, la mejor respuesta se obtuvo en el puntaje z IMC para edad (ZIMCE), habiendo mejorado 41.94 puntos percentiles entre el inicio y el

final del estudio. Similarmente los puntajes ZPL, ZPE, ZPC mejoraron en 13.44, 16.29 y 5.71 puntos percentiles, respectivamente. Finalmente, el indicador ZLE también exhibió una ligera mejora, iniciando la niñez con un puntaje z promedio de -1.9 y finalizando con -1.76, habiéndose reducido ligeramente el riesgo de desnutrición crónica infantil.

Al comparar los indicadores de crecimiento obtenidos al inicio del estudio con los indicadores estimados al final del estudio, se determinó que hubo una mejora estadísticamente significativa en 4 de ellos, como se muestra en el Cuadro 14.

Cuadro 14. Resultados de la prueba “t” de student para los puntaje z de los indicadores peso/longitud (ZPT), longitud/ edad (ZTE), peso/ edad (ZPE), índice de masa corporal/edad (ZIMC) y perímetro cefálico/edad (ZPC), en infantes de 1.5 a 6 meses del estudio de alimentación suplementaria a madres lactantes con Nutra-Iso™.

Indicador de Crecimiento (puntaje Z)	Grupo 1	Grupo 2	n(1)	n(2)	Media(1)	Media(2)	Media(1) - Media(2)	T	p-valor
ZPT	0	2	153	128	0.17	0.63	-0.46	-3.15	0.0018
ZPT	0	4	153	129	0.17	0.53	-0.36	-2.64	0.0087
ZPT	2	4	128	129	0.63	0.53	0.1	0.75	0.4549
ZTE	0	2	153	128	-1.9	-1.72	-0.18	-1.25	0.2133
ZTE	0	4	153	129	-1.9	-1.76	-0.14	-1.05	0.2926
ZTE	2	4	128	129	-1.72	-1.76	0.04	0.32	0.7524
ZPE	0	2	153	128	-1.6	-0.94	-0.66	-4.41	<0.0001
ZPE	0	4	153	129	-1.6	-0.78	-0.81	-5.85	<0.0001
ZPE	2	4	128	129	-0.94	-0.78	-0.15	-1.1	0.2722
ZIMC	0	2	153	128	-0.82	0.14	-0.96	-6.44	<0.0001
ZIMC	0	4	153	129	-0.82	0.32	-1.13	-8.12	<0.0001
ZIMC	2	4	128	129	0.14	0.32	-0.17	-1.29	0.199
ZPC	0	2	153	124	-1.3	-1.05	-0.24	-1.73	0.0841
ZPC	0	4	153	128	-1.3	-1.02	-0.28	-2.26	0.0243
ZPC	2	4	124	128	-1.05	-1.02	-0.03	-0.26	0.7978

Fuente: Proyecto FODECYT 40-2012

Los indicadores ZPT, ZPE y ZIMC exhibieron un incremento promedio altamente significativo ($p < 0.01$) entre la medición antropométrica inicial (previo al inicio de la intervención) y la medición antropométrica final (4) efectuada luego de 135 días de intervención nutricional dirigida a las madres lactantes. El indicador antropométrico que registra de forma indirecta el crecimiento cerebral (ZPC) exhibió una mejora estadísticamente significativa ($p < 0.5$) entre la medición de base y la toma de medidas antropométricas final. La distribución de los infantes de acuerdo a los puntajes z obtenidos para los 5 indicadores de crecimiento también es relevante, particularmente en los casos de franca desnutrición aguda o crónica. Al inicio del estudio se incluyó dentro del grupo de estudio a infantes con desnutrición aguda moderada, sin embargo al final del estudio no quedaba un solo caso de desnutrición aguda Cuadro 15. De los 11 casos de desnutrición

aguda detectados inicialmente 3 eran severos y 8 desnutrición aguda moderada. De éstos 5 quedaron fuera del estudio al ser referidos al centro de salud para su tratamiento; 6 casos de desnutrición moderada fueron incluidos en la intervención nutricional y sujetos de un seguimiento minucioso. Al final del estudio los 6 infantes inicialmente detectados con desnutrición aguda moderada estaban completamente recuperados.

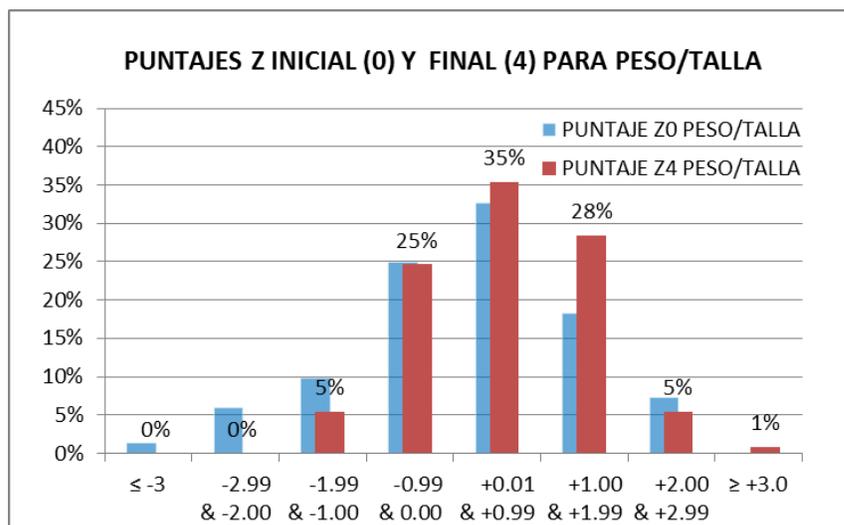
Cuadro 15. Distribución de infantes (n=129) según 5 indicadores de crecimiento (Puntaje Z) estimados al final de la ventana de intervención nutricional en madres lactantes.

INDICADOR DE CRECIMIENTO	PUNTAJE Z 4 (FINAL)							
	≤ -3	-2.99 & -2.00	-1.99 & -1.00	-0.99 & 0.00	+0.01 & +0.99	+1.00 & +1.99	+2.00 & +2.99	≥ +3.0
PESO/LONGITUD	0	0	7	31	46	37	7	1
PESO/EDAD	2	12	47	35	27	6	0	0
LONGITUD/EDAD	14	38	52	22	3	0	0	0
PERIMETRO CEFALICO/EDAD	2	14	52	42	17	1	0	0
INDICE MASA CORPORAL/EDAD	0	0	11	44	40	28	6	0

Fuente: Proyecto FODECYT 40-2012

Como se observa en la Figura 15, el 95% de los infantes que finalizaron el estudio se situaban en un rango nutricional normal, con un puntaje Z de peso para la longitud superior a -1.00.

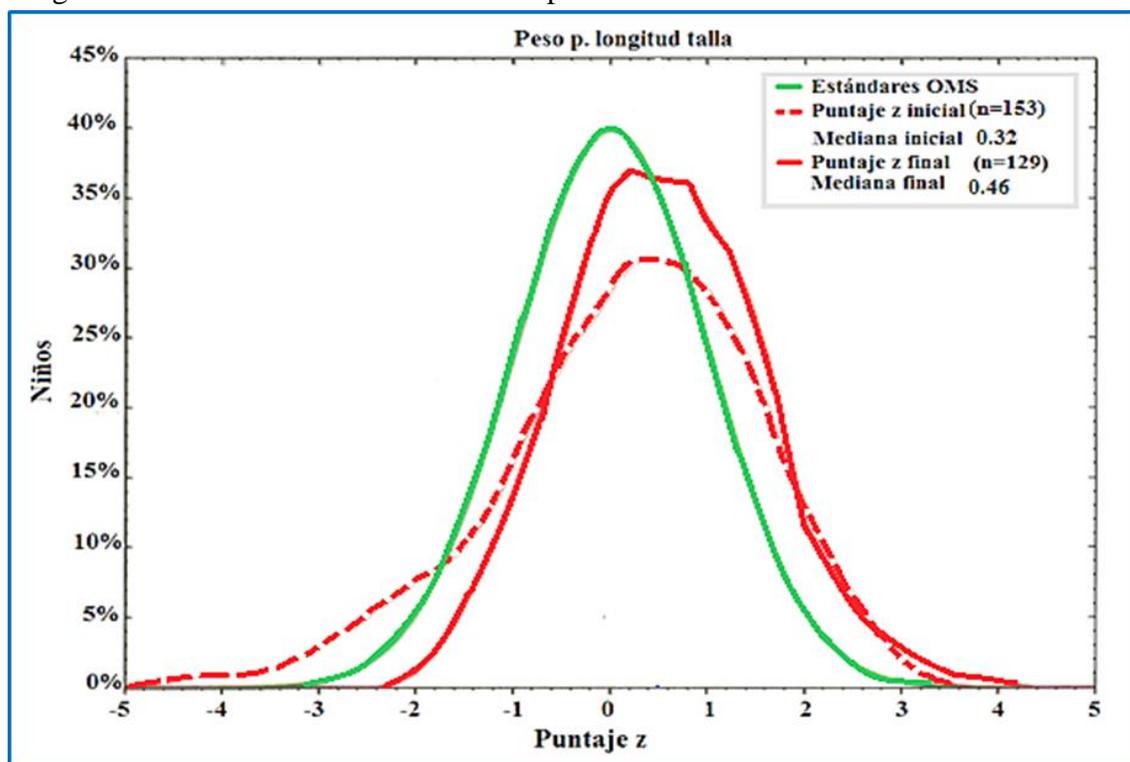
Figura 15. Distribución porcentual del grupo de infantes (n=129) según puntaje Z del indicador peso/longitud al finalizar los 135 días de intervención nutricional con Nutra-Iso™ en madres lactantes.



Fuente: Proyecto FODECYT 40-2012

En el caso del indicador peso para la longitud (longitud) al final de la ventana de intervención nutricional, la población de infantes en el estudio registró valores superiores a la curva de distribución normal de OMS, como se observa en la Figura 16.

Figura 16. Curvas de distribución inicial y final para el indicador peso para longitud (talla) en la población de infantes en el estudio de alimentación suplementaria con Nutra-Iso™ y dirigido a las madres durante 135 días del período de lactancia exclusiva.

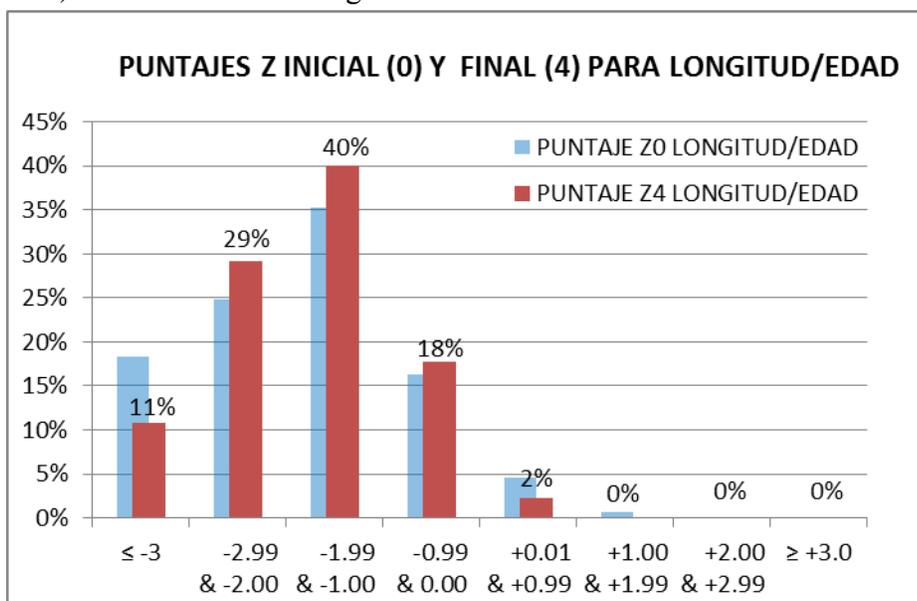


Fuente: Proyecto FODECYT 40-2012

Como se observa en la Figura 17, la desnutrición crónica severa (que inició con una prevalencia del 18% de los infantes) se redujo a un 11% de la población infantil al finalizar el estudio. El número de casos con desnutrición crónica infantil moderada subió ligeramente de 25% a 29% y , un 60% de los infantes exhibió puntajes Z de longitud para edad superiores a -1.99, una mejora de 3% con respecto a la medición inicial. La prevalencia de desnutrición crónica infantil al final del estudio fue de 40%.

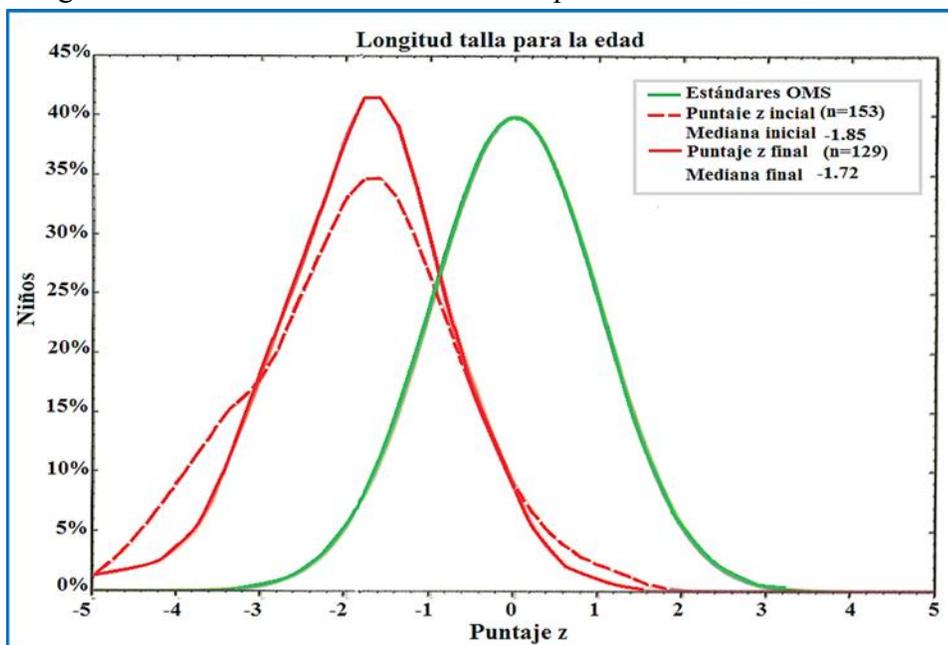
Las curvas de distribución de la población inicial y final infantil, generados por el programa WHO ANTHRO para el indicador longitud (talla)/edad se muestran en la Figura 18. La mediana poblacional para el indicador referido exhibió una ligera mejora en la población infantil al final del estudio, con una diferencia de 0.13 puntos z entre la mediana inicial y la final.

Figura 17. Distribución porcentual del grupo de infantes (n=129) de acuerdo al puntaje Z para el indicador longitud para edad al finalizar los 135 días de intervención nutricional (puntaje Z4) con Nutra-Iso™ dirigido a las madres lactantes.



Fuente: Proyecto FODECYT 40-2012

Figura 18. Curvas de distribución inicial y final para el indicador longitud (talla) para edad en la población de infantes en el estudio de alimentación suplementaria con Nutra-Iso™ y dirigido a las madres durante 135 días del período de lactancia exclusiva.

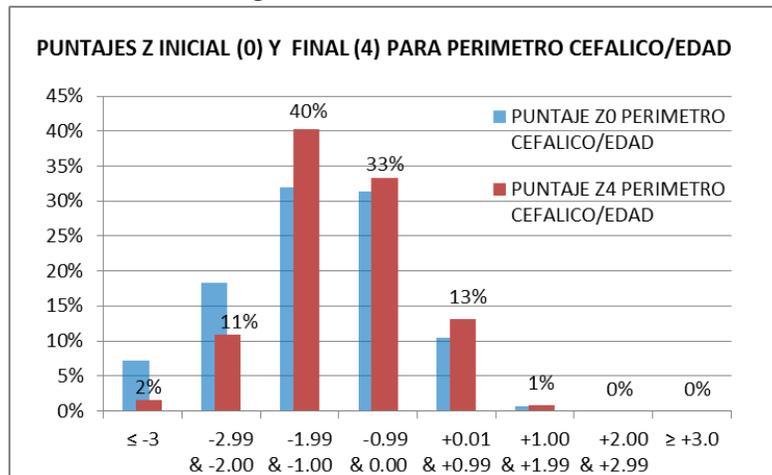


Fuente: Proyecto FODECYT 40-2012

El subdesarrollo cerebral severo se redujo considerablemente, de un 7.2% de los infantes al inicio del estudio a 2% de ellos al final del mismo (Figura 17). Al agregar el retraso cerebral moderado, el porcentaje de infantes con subdesarrollo cerebral al inicio del

estudio se situó en un 25% de la población infantil. Al finalizar el estudio se redujo a un 13% la prevalencia de retraso de crecimiento cerebral ≤ -2 (Figura 19).

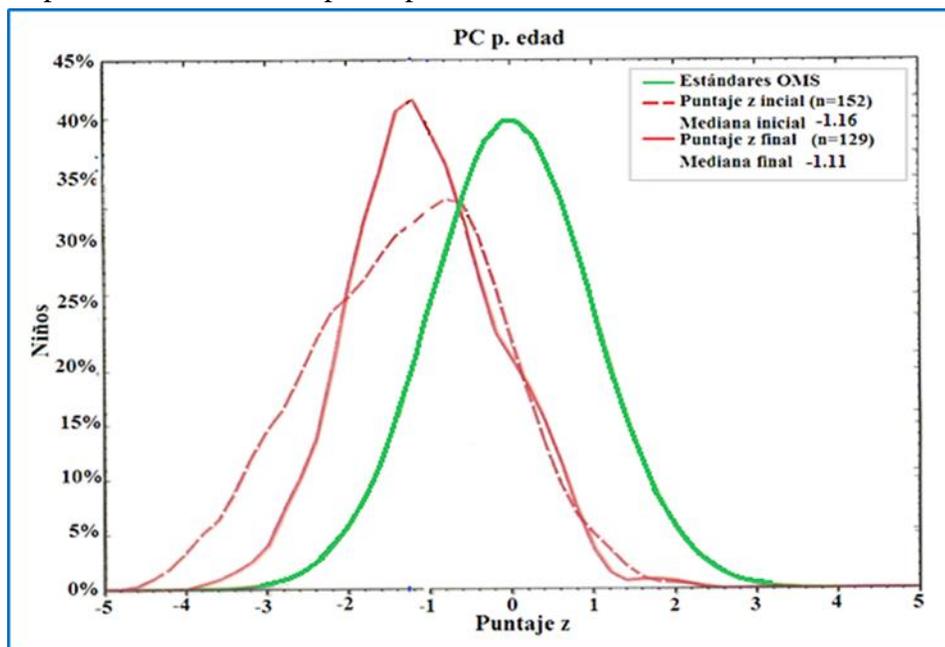
Figura 19. Distribución porcentual del grupo de infantes (n=128) de acuerdo al puntaje Z para el indicador perímetro cefálico para edad al finalizar los 135 días de intervención nutricional (Z4) con Nutra-Iso™ dirigido a las madres lactantes.



Fuente: Proyecto FODECYT 40-2012

La mediana inicial ZPCE para edad se situó en -1.16, mejorando este indicador a -1.11 al final del estudio. La Figura 20 muestra como el número de infantes afectados por un bajo crecimiento craneano se redujo al final del estudio, al reducirse el área bajo la curva situada por debajo de $z \leq -2$.

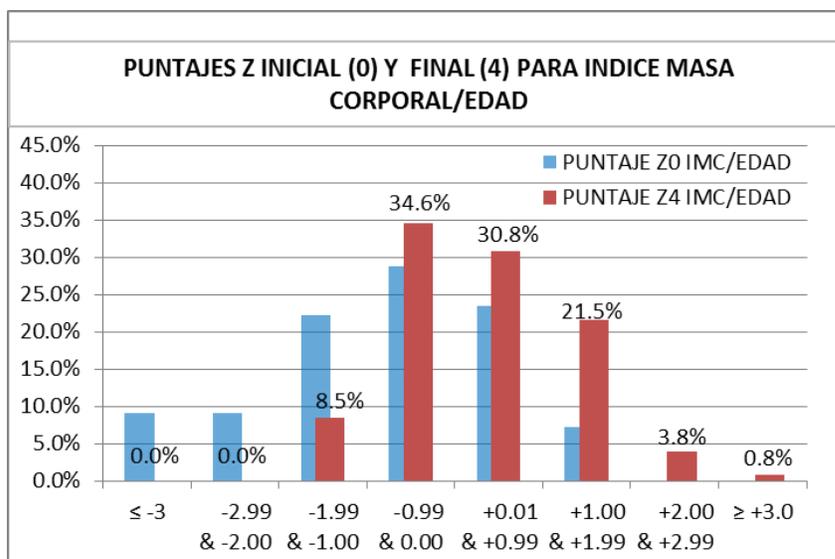
Figura 20. Curvas de distribución inicial y final para el indicador perímetro cefálico para edad en la población de infantes participantes en el estudio FODECYT 40-2012.



Fuente: Proyecto FODECYT 40-2012

En el indicador de crecimiento ZIMC también se manifestó una mitigación completa de infantes con un puntaje Z de IMC/E ≤ -2 (Figura 21). De acuerdo al indicador IMC/E, al final del estudio el 8.5% de los infantes se encontraba en riesgo nutricional (puntaje Z entre -1.99 y -1.00), con la gran mayoría de ellos (86.90%) en un rango de IMC saludable.

Figura 21. Distribución porcentual de infantes (n=129) según puntaje z para el indicador índice de masa corporal para edad al finalizar (Z4) los 135 días de intervención nutricional con Nutra-Iso™ en madres lactantes.



Fuente: Proyecto FODECYT 40-2012

III.1.4 Determinación del estado nutricional de las madres lactantes al inicio y al final del consumo de Nutra-Iso™

Al inicio del estudio un 8% de las madres participantes exhibió un IMC por debajo de 18.5 kg/m², indicando bajo peso. De éstas, una participante exhibió delgadez severa y una de ellas mostró delgadez moderada (Cuadro 16).

Cuadro 16. Índices de masa corporal de las madres lactantes participantes, previo a consumir el suplemento alimenticio y al final de la ventana de consumo de 4.5 meses.

CLASIFICACIÓN	VALOR IMC (kg/m ²)	MADRES LACTANTES			
		inicial (n=153)	%	final (n=129)	%
INFRAPESO	< 18,50	8	5.26%	10	8.13%
Delgadez severa	<16,00	1	0.66%	0	0.00%
Delgadez moderada	16,00 - 16,99	1	0.66%	5	4.07%
Delgadez ligera	17,00 - 18,49	6	3.95%	5	4.07%
NORMAL	18,50-24,99	124	81.58%	94	76.42%
SOBREPESO	≥25,00	21	13.82%	25	20.33%
Preobeso	25,00-29,99	20	13.16%	24	19.51%
Obeso tipo I	30,00-34,99	1	0.66%	1	0.81%
Obeso tipo II	35,00-39,99	0	0.00%	0	0.00%

Fuente: Proyecto FODECYT 40-2012

La gran mayoría, el 81.58% se ubicó en un rango normal de IMC, con un 13.82% exhibiendo sobrepeso. De éstas, solamente 1 madres calificó como Obesa (tipo 1).

Al final de la ventana de consumo, los índices de masa corporal de las mujeres participantes exhibieron una variación ligeramente mayor, al ubicarse el 8.13% de ellas en el rango de infra peso, el 76.42% en el rango normal de IMC y el 20.33% de las señoras en el rango correspondiente a sobrepeso. De 25 personas con sobrepeso, 24 calificaron como pre-obesas y una de ellas como obesa tipo I.

Al someter los IMC pre y post-consumo de las ML a la prueba “t” de Student para muestras independiente se determinó que no hubo diferencias estadísticamente significativas entre los IMC analizados (Cuadro 17).

Cuadro 17. Resumen de la prueba bilateral “t” de Student para muestras independientes, efectuada al índice de masa corporal exhibido por las madres participantes previo a la intervención nutricional con Nutra-Iso™ y al final de la ventana de consumo de 4.5 meses.

VARIABLE	n	INDICE DE MASA CORPORAL		
		Media	T	p-valor
Indice de masa corporal				
Inicial	153	22.44	0.39	0.6951
Final	128	22.29		

Fuente: Proyecto FODECYT 40-2012

III.1.5 Prevalencia de anemia entre las madres lactantes al inicio y al final del consumo de Nutra-Iso™

Para la estimación inicial de la prevalencia de anemia en la población del estudio se incluyó a todas las madres sometidas a un análisis de sangre (n=174), incluso aquellas que no siguieron en el estudio por las causas descritas previamente. La prevalencia de anemia (hematocrito \leq 36%) entre las ML previo al consumo del suplemento alimenticio era del 21.2% de las participantes (Cuadro 18). El valor de 37% como resultado normal de hematocrito incluye un factor de compensación de +1% derivado de la altura superior a los 4,000 pies (1212 m) sobre el nivel del mar en la que se encuentran la mayoría de las comunidades del estudio.

Cuadro 18. Distribución porcentual de las madres lactantes de acuerdo a los valores de hematocrito de las muestras de sangre capilar obtenidas de las participantes previo (inicial) y al finalizar (final) la ventana de consumo de 4.5 meses del suplemento alimenticio Nutra-7Iso™. Un valor \leq 36 se consideró indicativo de anemia por deficiencia de hierro.

	Valor del Hematocrito				
	\leq 30	31-33	34-36	37-40	\geq 40
Hematocrito inicial	4.0%	2.9%	14.3%	36.6%	42.3%
Hematocrito final	0.0%	1.6%	9.8%	35.8%	52.8%

Fuente: Proyecto FODECYT 40-2012

De las madres inicialmente detectadas como anémicas, 4% (7 casos) de ellas exhibieron valores por debajo del 30% de células empacadas, un 2.9% entre 31 y 33% y 14% entre 34 y 36%. Al finalizar la etapa o ventana de consumo del suplemento alimenticio, la prevalencia de anemia se redujo al 11.4% de las participantes (n=123) con todas las mujeres exhibiendo valores de hematocrito por encima del 31%.

El Cuadro 19 refleja los resultados del análisis estadístico realizado a los valores de hematocrito obtenido de las madres participantes al inicio y al final de la ventana de intervención nutricional. Se detectó la existencia de diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$) entre los valores de hematocrito entre la población de mujeres participantes antes del consumo de Nutra-Iso™ y al final de la ventana de suplementación alimenticia, con valores medios de 0.395771 y 0.404228, respectivamente. La desviación estándar, el coeficiente de variación y los valores mínimos y máximos reflejan la mayor homogeneidad existente entre las muestras de sangre obtenidas al final de la ventana de consumo, en comparación a los resultados de hematocrito previos a la intervención nutricional.

Cuadro 19. Resumen de estadística descriptiva y prueba “t” de Student de los valores de hematocrito obtenidos de las madres lactantes previo a la suplementación alimenticia y al final de la ventana de consumo de 4.5 meses.

HEMATOCRITO	n	Media	D.E.	CV	Mín	Máx	T	p-valor
Inicial	174	0.395771	0.04	9.91	0.27	0.5	-2.12	0.0344
Final	123	0.404228	0.03	7.29	0.31	0.48		

Fuente: Proyecto FODECYT 40-2012

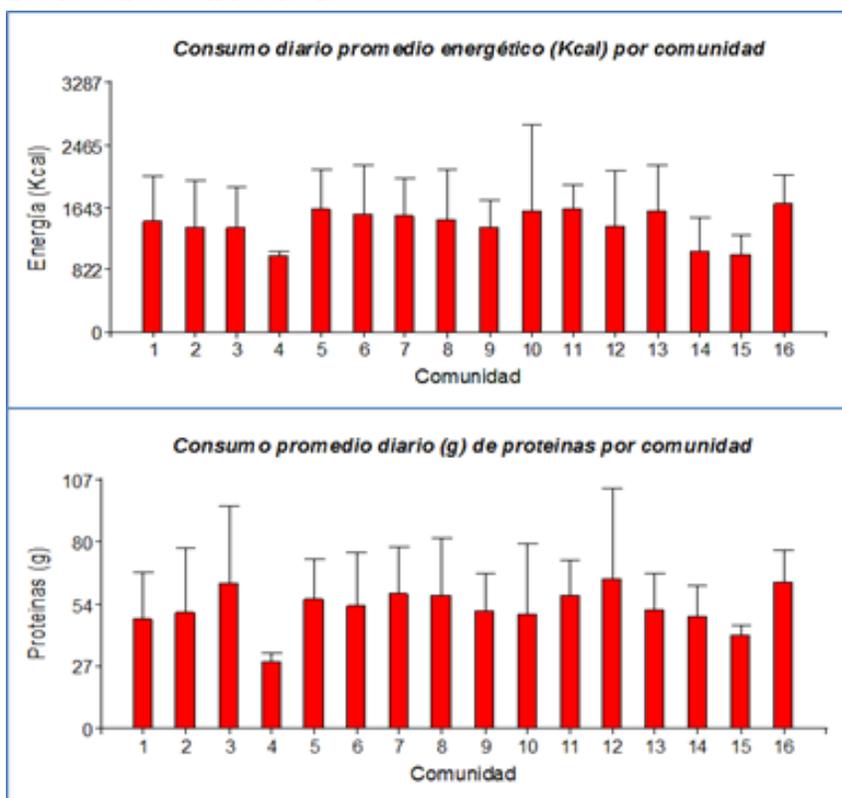
Las muestras de sangre que previo al consumo de Nutra-Iso™ (inicial) y al finalizar la ventana de consumo (final) arrojaron valores de hematocrito ≤ 36 fueron sometidas a un examen de frote periférico, realizados por un médico hematólogo. De un total de 37 frotos periféricos (21.2% de las participantes) de muestras de sangre inicial con hematocrito todas fueron diagnosticadas como hipo ferrémicas o francamente anémicas. Además como parte del examen microscópico de los frotos de sangre periférica también se detectaron 8 casos de deficiencia de folatos y 7 casos de parasitismo. Al finalizar la intervención nutricional, el número de frotos periféricos se redujo al 11.4% (14 frotos periféricos) de las participantes. Las únicas dos ML con hematocrito final ≤ 33 fueron diagnosticadas como anémicas y una de ellas fue diagnosticada con posible parasitismo, causa probable de la condición anémica.

Con respecto a las participantes con hematocritos entre 34-36, 4 casos fueron diagnosticados como hipo ferremia (4 casos) o con frote periférico normal. De las 14 ML con frote periférico final, solamente 1 de ellas fue diagnosticada con deficiencia de folatos.

III.1.6 Aporte nutricional de macronutrientes y micronutrientes del suplemento alimenticio en la dieta de las madres.

El suplemento nutricional Nutra-Iso™, al ser un producto orgánico compuesto de fracciones extraídas del salvado de arroz aporta naturalmente proteínas, carbohidratos, grasas y micronutrientes, además de 1.47 Kcal por gramo de producto. Para cubrir la carencia de algunos micronutrientes, el producto natural Nutra-Iso™ fue suplementado con Vitaminas A,C,D, ácido ascórbico (Vitamina B12), ácido fólico (Vitamina B9) y los minerales hierro y zinc. De acuerdo a los resultados del recordatorio de 24 horas, en promedio las madres participantes consumían alimentos que proporcionaban 1482 Kcal diarias, representando el 56% de las necesidades energéticas diarias (2650 Kcal) para madres lactantes. Según la comunidad en la que habitaban, el consumo calórico promedio diario osciló entre 1002 y 1686 calorías (Figura 20). Similarmente, el consumo diario de proteínas era bastante menor a la recomendación diaria de 99 gramos, con un promedio de consumo de 54 g diarios, oscilando entre 28.5 y 64 gr según la comunidad de origen (Figura 22).

Figura 22. Consumo diario promedio energético y proteico en 16 comunidades¹ de Comapa (Departamento de Jutiapa) incluidas en el estudio de suplementación nutricional diaria a madres lactantes con Nutra-Iso™.

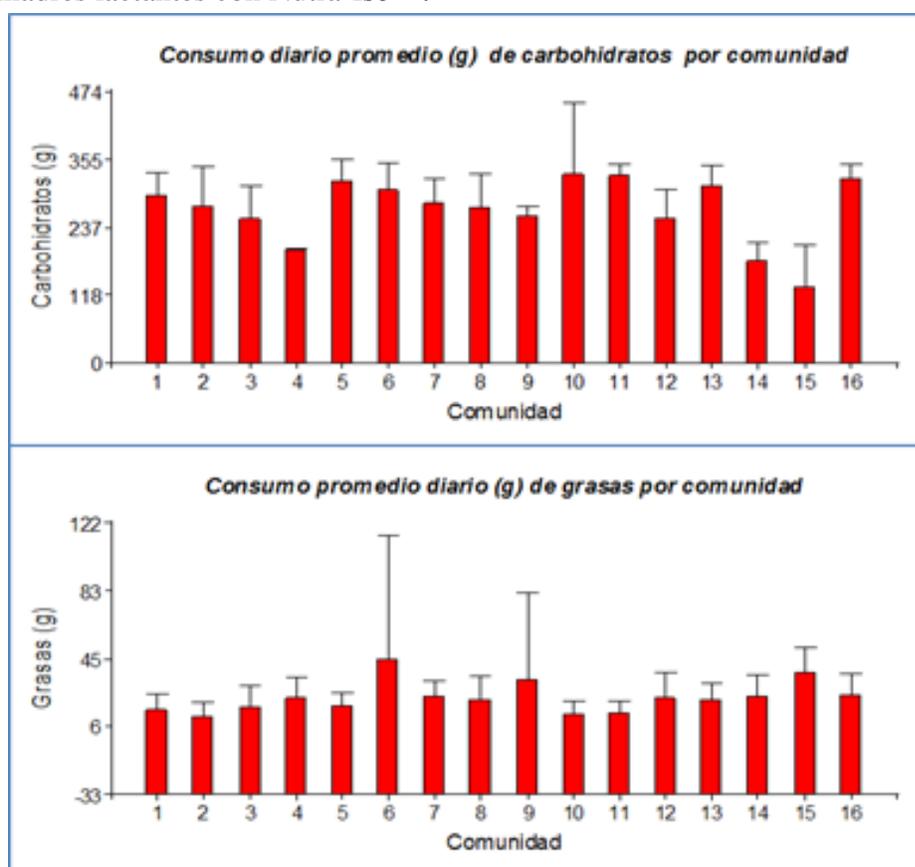


¹ Nombres de comunidades según orden numérico: 1: Almolonga; 2: Anonito; 3: Buena Vista; 4: La Ceiba; 5: El Chinchintor; 6: Comalito; 7: Copalapa; 8: El Calvario; 9: El Carrizo; 10: Ixcanal; 11: Piedra Pintada; 12: San Francisco; 13: San Juan; 14: San Ramón; 15: San José y 16: Tepenance.

Fuente: Proyecto FODECTY 40-2012

La técnica de recordatorio de 24 horas también detectó un consumo de cantidades menores a la recomendación diaria para madres lactantes en lo referente a carbohidratos y grasas. Como se enseña en la Figura 21, el consumo promedio diario de carbohidratos de las ML, dependiendo de la comunidad de origen, varió entre 133 y 330 gramos al día, con un promedio general (n=116) de 283 gramos. Esto indica que en promedio, las madres obtenían entre el 37% y el 90% de la recomendación diaria de 364 g de carbohidratos. El consumo diario de grasas también era deficiente según los resultados de la técnica de recordatorio de 24 horas. Entre las madres entrevistadas, se determinó que aquellas provenientes de El Anonito (comunidad 1) consumieron en promedio 19.8 g diarios de grasas mientras que la de El Comalito (comunidad 6) consumían aproximadamente 53 gramos diarios, representando el 22.5% y el 60% de las necesidades diarias, respectivamente (Figura 23).

Figura 23. Consumo diario promedio de carbohidratos y grasas en 16 comunidades¹ de Comapa (Departamento de Jutiapa) incluidas en el estudio de suplementación nutricional diaria a madres lactantes con Nutra-Iso™.



¹ Nombres de comunidades según orden numérico: 1: Almolonga; 2: Anonito; 3: Buena Vista; 4: La Ceiba; 5: El Chinchintor; 6: Comalito; 7: Copalapa; 8: El Calvario; 9: El Carrizo; 10: Ixcanal; 11: Piedra Pintada; 12: San Francisco; 13: San Juan; 14: San Ramón; 15: San José y 16: Tepenance.

Fuente: Proyecto FODECYT 40-2012

Los resultados tabulados a partir del recordatorio de 24 horas mostraron que el suministro de micronutrientes también era deficitario, en términos generales (Cuadro 20). En el caso de la vitamina A, las ML que participaron en el estudio recibían en promedio 484 µg, equivalente al 48.4% de la cantidad diaria recomendada (CDR). El suministro de Vitamina C también era deficitario con un promedio diario de 47.89 mg, siendo la CDR de 100 mg. La Vitamina D se encontraba ausente completamente en la dieta de las participantes. Con respecto a los minerales hierro y zinc, el consumo promedio diario entre las ML era de 12.05 y 2.92 mg respectivamente, equivalente al 77% y 13% de la CDR de cada uno de los minerales referidos.

Cuadro 20. Cantidades diarias ingeridas en promedio de vitaminas, A, C, D, B12, B9 y los minerales hierro y zinc en la dieta de 116 madres lactantes residentes en Comapa, Jutiapa.

Micronutriente	Cantidad Diaria Recomendada	Promedio	Desviación estandar	Mínima	Máxima
Vitamina A	1000 µg	484.4	342.7	1.3	1658.6
Vitamina C	100 mg	47.9	62.5	0.0	393.9
Vitamina D	5 µg	0.0	0.0	0.0	0.0
Vitamina B ₁₂ (Acido ascórbico)	2.8 µg	0.7	0.6	0.0	2.8
Vitamina B ₉ (Acido fólico)	500 µg	276.6	209.7	0.0	918.1
Hierro	15 mg	12.1	7.1	0.4	45.0
Zinc	22.6 mg	2.9	1.5	0.0	8.1

Fuente: Proyecto FODECYT 40-2012

Sumado al hecho que el consumo diario de las vitaminas y minerales era deficitario, se pudo observar también una gran variación entre la cantidad consumida de micronutrientes según la comunidad de origen, como puede apreciarse en el Cuadro 21. La dieta diaria de las ML era deficitaria en todas la vitaminas y minerales, sin importar la comunidad de residencia. En términos generales, las ML de las 16 comunidades evaluadas adquirirían cantidades de micronutrientes menores al 50% de las necesidades diarias . Una sola excepción fue el hierro, con promedio diarios en cantidades entre el 50 y 75% de la CDR. Una variación similar se pudo observar también en la cantidad de vitaminas ingeridas del complejo B representadas en los ácidos ascórbico y fólico (B12 y B9, respectivamente). El suministro de Vitamina D mediante la dieta era prácticamente nulo en todas la comunidades.

Cuadro 21. Cantidad diaria promedio de micronutrientes ingerida por las madres lactantes según la aldea o comunidad de residencia en Comapa, Jalapa, de acuerdo al recordatorio de 24 h.

Comunidad	n	Suministro Diario Promedio de Micronutrientes						
		Vit A (RDA ¹ 1000 µg)	Vit C (RDA 100 mg)	Vit D (RDA 5 µg)	Vit B12 (RDA 2.8 µg)	Vit B9 (RDA 500 µg)	Hierro (RDA 15.6 mg)	Zinc (RDA 22.6 mg)
Almolonga	9	342 ± 155	60 ± 74	0 ± 0	0.59 ± 0.43	227 ± 163	13 ± 9	3 ± 1
Anonito	3	370 ± 64	2 ± 2	0 ± 0	0.15 ± 0.26	486 ± 337	11 ± 6	3 ± 2
Buena Vista	3	110 ± 26	37 ± 20	0 ± 0	0.19 ± 0.16	227 ± 289	19 ± 8	4 ± 3
La Ceiba	2	289 ± 181	51 ± 72	0 ± 0	1.09 ± 0.45	110 ± 44	8 ± 1	2 ± 2
Chinchintor	9	564 ± 344	41 ± 45	0 ± 0	0.62 ± 0.42	357 ± 173	11 ± 6	3 ± 1
Comalito	8	536 ± 432	28 ± 48	0 ± 0	0.75 ± 0.68	260 ± 151	9 ± 3	3 ± 1
Copalapa	6	406 ± 265	34 ± 37	0 ± 0	1.22 ± 0.81	372 ± 186	10 ± 3	4 ± 2
El Calvario	6	313 ± 110	7 ± 7	0 ± 0	0.74 ± 0.68	397 ± 310	11 ± 5	4 ± 2
Carrizo	15	507 ± 321	82 ± 106	0 ± 0	0.65 ± 0.56	292 ± 299	16 ± 11	3 ± 2
Ixcanal	4	514 ± 294	56 ± 26	0 ± 0	0.75 ± 0.58	226 ± 144	10 ± 8	2 ± 1
Piedra Pintada	11	549 ± 459	54 ± 52	0 ± 0	0.47 ± 0.54	297 ± 169	12 ± 4	3 ± 1
San Francisco	9	591 ± 424	61 ± 66	0 ± 0	0.90 ± 0.74	238 ± 180	13 ± 7	3 ± 2
San Juan	16	496 ± 355	35 ± 55	0 ± 0	0.82 ± 0.67	191 ± 168	12 ± 9	2 ± 1
San Ramón	5	607 ± 480	85 ± 57	0 ± 0	0.75 ± 0.78	136 ± 117	9 ± 6	2 ± 1
San Jose	2	352 ± 88	5 ± 2	0 ± 0	1.54 ± 0.87	49 ± 69	6 ± 2	3 ± 1
Tepenance	8	592 ± 409	44 ± 59	0 ± 0	0.76 ± 0.60	386 ± 152	12 ± 3	3 ± 1

¹ Cantidad diaria recomendada, por sus siglas en inglés (recommended daily allowance)

Fuente: Proyecto FODECYT 40-2012

El impacto de Nutra-Iso™ en la aportación de macro nutrientes como suplemento dietético fue considerable, como se observa en el Cuadro 21. En el caso de energía, las 187 calorías aportadas por Nutra-Iso™ representó un incremento del 11% en los requisitos calóricos de las ML que consumían por lo menos el 50% del requerimiento diario (Cuadro 21). Los 4.80 g de proteína aportados por Nutra-Iso™ significaron que 22% de las ML estuvieran consumiendo al menos el 75% del requerimiento diario proteínico, en comparación al 14% de ellas al considerar su dieta sin el suplemento alimenticio. En comparación a los otros macronutrientes, el consumo y aporte de carbohidratos en la dieta de las ML se encontraba más homogéneamente distribuido entre las participantes. Sin el aporte diario de Nutra-Iso™, el 83% de las participantes consumían al menos el 75% de las necesidades diarias de carbohidratos; este porcentaje se incrementó al 88% de ML al incluir el aporte de Nutra-Iso™ a la dieta de las madres. El macronutriente más deficiente en la dieta de las ML eran las grasas, ya que sin el suplemento Nutra-Iso™, el 65% de ellas no alcanzaban tan siquiera el 25% de las necesidades diarias en grasas y el 32% lograban consumir entre el 25% y el 50% de la cantidad diaria recomendada. Al calcular el aporte de grasas de Nutra-Iso™, el número de ML consumiendo menos del 25% del suministro diario recomendado de este macronutriente se había reducido al 38% y el porcentaje de mujeres consumiendo entre el 25% y 50% de las necesidades diarias se había incrementado al 54% (Cuadro 22).

Cuadro 22. Distribución porcentual de madres lactantes (n=116) según el porcentaje consumido del requerimiento dietético diario de energía, proteínas, carbohidratos y grasas en 16 comunidades de Comapa, Jutiapa.

cantidad	% requerimiento diario	Madres lactantes participantes en recordatorio de 24h			
		Número sin Nutra-Iso	% sin Nutra-Iso	Número + Nutra-Iso	% + Nutra-Iso
ENERGIA (Kcal)					
0-662	< 25	5	4%	2	2%
663-1324	25-49	45	39%	34	29%
1325-1986	50-74	46	40%	52	45%
1987-2650	75-99	17	15%	21	18%
> 2650	≥ 100	3	3%	7	6%
PROTEINA (g)					
< 25	< 25	7	6%	3	3%
25-49	25-49	41	35%	37	32%
50-74	50-74	52	45%	51	44%
75-99	75-99	15	13%	23	20%
≥ 100	≥ 100	1	1%	2	2%
CARBOHIDRATOS (g)					
< 91	< 25	3	3%	3	3%
92-182	26-50	17	15%	10	9%
183-273	51-75	41	35%	36	31%
274-364	76-100	31	27%	33	28%
> 364	> 100	24	21%	34	29%
GRASAS (g)					
< 22	< 25	75	65%	44	38%
23-44	25-49	37	32%	63	54%
45-67	50-74	2	2%	7	6%
68-88	75-99	0	0%	0	0%
> 88	≥100	2	2%	2	2%

Fuente: Proyecto FODECYT 40-2012

El aporte de Nutra-Iso™ al suministro diario de vitaminas y minerales a las ML fue particularmente importante (Cuadro 23). En el caso de la vitamina A, sin el consumo de Nutra-Iso™ las ML el 62% de las participantes no llegaban a consumir el 50% del requerimiento diario. Con el aporte de Nutra-Iso™ el 95% de ellas lograban llenar el 50% o más de la cantidad diaria necesaria de Vitamina A. La vitamina D era prácticamente inexistente en la dieta diaria de las madres lactantes, sin embargo con el aporte de Nutra-Iso™, todas las participantes lograron cubrir el 50% del RDA. En el caso del ácido fólico el 53% de las participantes adquirían a través de los alimentos ingeridos diariamente, menos del 50% de la cantidad recomendada. Con el aporte de Nutra-Iso™ el 92% de las madres consumieron el 100% o más de las necesidades diarias sugeridas y el 8% entre el 75% y el 99% recomendado diariamente. En el caso de los minerales, el 60% de las participantes

consumían 75% o menos del hierro diariamente requerido. Con el consumo diario de Nutra-Iso™, el 94% de las madres consumieron el 75% o más de la cantidad diaria necesaria de este mineral. Finalmente el recordatorio de 24 h ofreció evidencia que el 96% de las ML lograban obtener diariamente menos del 25% de las necesidades de zinc. Con el aporte diario de Nutra-Iso™ se logró que el 100% de las ML estuvieran diariamente adquiriendo el 50% o más de sus necesidades diarias.

Cuadro 23. Distribución porcentual de madres lactantes de acuerdo la cantidad de vitaminas y minerales adquiridas mediante la dieta diaria, con y sin el aporte del suplemento alimenticio Nutra-Iso™.

Micro nutriente	RDA	Distribución de madres lactantes (n=116) según porcentaje de RDA									
		< 24%		25-49%		50-74%		75-99		≥ 100 %	
		Número	%	Número	%	Número	%	Número	%	Número	%
		madres lac.	madres lac.	madres lac.	madres lac.	madres lac.	madres lac.	madres lac.	madres lac.	madres lac.	
Vitamina A	1000 µg										
- Nutra-Iso™		32	28%	39	34%	26	22%	9	8%	10	9%
+ Nutra-Iso™		0	0%	6	5%	40	35%	42	36%	28	24%
Vitamina C	100 mg										
- Nutra-Iso™		62	53%	10	9%	21	18%	4	3%	19	17%
+ Nutra-Iso™		0	0%	0	0%	0	0%	0	3%	116	100%
Vitamina D	5 µg										
- Nutra-Iso™		116	100%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
+ Nutra-Iso™		0	0%	0	0%	116	100%	0	0%	0	0%
Vitamina B₁₂	2.8 µg										
- Nutra-Iso™		65	56%	19	16%	26	22%	6	5%	0	0%
+ Nutra-Iso™		0	0%	1	1%	5	4%	28	24%	82	71%
Acido Fólico (B₉)	500 µg										
- Nutra-Iso™		33	28%	29	25%	13	11%	28	24%	13	11%
+ Nutra-Iso™		0	0%	0	0%	0	0%	9	8%	107	92%
Hierro	15.6 mg										
- Nutra-Iso™		5	4%	24	21%	41	35%	20	17%	26	22%
+ Nutra-Iso™		0	0%	1	1%	7	6%	25	22%	83	72%
Zinc	2.6 mg										
- Nutra-Iso™		111	96%	5	4%	0	0%	0	0%	0	0%
+ Nutra-Iso™		0	0%	0	0%	111	96%	5	4%	0	0%

Fuente: Proyecto FODECYT 40-2012

III.1.7 Prueba de aceptabilidad de Nutra-Iso™

El llamado a la convocatoria para la prueba de aceptabilidad fue aceptado por 89 ML a quienes se les aplicó la prueba hedónica verbal de 5 puntos. Los sabores evaluados fueron fresa, banano, ajonjolí y natural, siendo éste el sabor que se utilizó en el estudio a lo largo de 4.5 meses. Los resultados obtenidos en las pruebas de aceptabilidad pueden apreciarse en el Cuadro 23. Los sabores que mejor aceptación tuvieron fueron banano y fresa con el 64% de las ML manifestando que les gustaba mucho. El 33% y 34% de participantes manifestaron que estos dos sabores les gustaban al menos un poco. El 2% de las ML dijeron que ni les gustaba ni les disgustaba; a ninguna le disgustó poco o mucho estos dos sabores. Seguidamente, el ajonjolí fue el siguiente sabor en la preferencia de las participantes, aunque no muy distante del sabor natural. El sabor con ajonjolí le gustó

mucho al 36% de las entrevistadas, mientras que el natural le gustó mucho al 35% de las participantes. El 61% y 57% de las ML manifestaron que el sabor de ajonjolí y natural les gustaba un poco, respectivamente. Dos de las madres expresaron que el sabor natural les disgustaba un poco, pero ninguna de las participantes expresó un total rechazo al producto. Solamente una participante manifestó un total disgusto por el producto, siendo éste cuando se le agregó sabor a banano (Cuadro 24).

Cuadro 24. Resultados de la prueba de aceptabilidad del suplemento nutricional Nutra-Iso™ entre 89 madres lactantes participantes en el estudio de suplementación nutricional efectuado en Comapa, Jutiapa.

Sabor	Aceptabilidad (n=89)				
	me gusta mucho	me gusta un poco	no me gusta ni disgusta	me disgusta un poco	me disgusta mucho
Banano	57	29	2	0	1
Fresa	57	30	2	0	0
Ajonjolí	32	54	2	1	0
Natural	31	51	4	2	0

Fuente: Proyecto FODECYT 40-2012

III.2 DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El objetivo principal de este estudio fue evaluar el impacto nutricional del suplemento alimenticio Nutra-Iso™ en ML y sus infantes de pecho, al ser consumido diariamente por las madres durante 4.5 meses del primer semestre de vida del niño. La hipótesis planteada se acepta, al haberse observado una mejora en los 5 indicadores de crecimiento evaluados en la niñez participante en el estudio. . Estadísticamente hablando la mejoría fue altamente significativa ($p \leq 0.01$) en (1) peso para talla, (2) peso para edad e (3) índice de masa corporal para edad, mientras que para el indicador perímetro cefálico la evolución de la niñez fue significativa ($p \leq 0.05$).

Durante el estudio se determinó que 31.4% de las ML participantes incluidas inicialmente en el estudio completo ($n=153$) tenían una altura menor a 1.45 metros, siendo el promedio en altura del grupo participante igual a 1.469 m. El umbral de 1.45 m se considera importante en mujeres en edad fértil ya que personas de esta altura o más baja están en mayor riesgo de complicaciones durante el embarazo y parto, tales como desproporción céfalo-pélvica, asfixia intrauterina, retardo de crecimiento uterino y bajo peso al nacer (Syed y Kamathi, 2012; Guzmán, et. al., 2001). Según la quinta encuesta nacional de salud materno infantil (ENSMI) 2008-2009 en Guatemala (Ministerio de Salud Pública, 2011), el promedio de talla para la mujer Guatemalteca a nivel nacional es de 148 cm; en el departamento de Jutiapa las mujeres tiene en promedio una altura de 151.4 cm. En contraste, las ML participando en el estudio de Comapa tenían en promedio 146.9 cm, muy cercano al promedio nacional pero 4.5 cm más bajas que el promedio departamental. La baja talla exhibida por las ML participando en el presente estudio en Comapa puede haber influido en el hecho que a las 6 semanas de nacidos, el 34% y 43% de los infantes tuvieran valores $z \leq -2$ en los indicadores peso/edad y longitud/edad, respectivamente. Estudios futuros podrían buscar relacionar la antropometría materna con complicaciones gestacionales o de parto, bajo peso al nacimiento, parto por cesárea, o retardo de crecimiento intrauterino. La estatura materna también ha sido clara y ampliamente vinculado al peso del niño al nacimiento (Zhang, et. al., 2010; Han, et. al., 2012), con madres de corta estatura dando nacimiento a infantes de bajo peso .

Al momento del ingreso al estudio, ocho de diez madres presentaron un IMC que figuraba entre los parámetros normales y solamente un 5% de las participantes se ubicó en la categoría de infra peso o delgadez. El índice de masa corporal exhibido por las mujeres participantes estuvo en gran medida entre los valores considerados normales, tanto al inicio (81.5%) como al final (76.5%) del estudio, indicando que en términos generales las participantes no se encontraban desnutridas. Sin embargo, el porcentaje de participantes

desnutridas se incrementó en un 2.9% entre el inicio y el final del estudio. Este leve incremento pudo haber sido causado por la mayor cantidad de leche materna demandada por el lactante al cumplir éste los 6 meses de edad y la falta de una dieta adecuada en las ML. También se pudo observar al finalizar la ventana de consumo, un incremento en las madres exhibiendo sobrepeso; al inicio de la intervención nutricional un 13.8% de las madres estaban en sobrepeso mientras que al finalizar los 4.5 meses de consumo de Nutra-Iso™ el porcentaje de participantes con sobrepeso había aumentado a 20.3%, aunque todas, con excepción de una madre lactante, se ubicaban en la categoría de pre-obesidad (IMC 25.00-29.99).

Según la ENSMI en el año 2009 la prevalencia de anemia en el área rural de Guatemala era de 23.1% entre las mujeres en edad fértil, mientras que en el departamento de Jutiapa, la prevalencia de anemia era de 13.3%. En las comunidades rurales de Comapa que participaron en el estudio se detectó una prevalencia de anemia inicial de 21.2%, valor que no resulta sorprendente derivado que Comapa es uno de los municipios más empobrecidos del oriente de Guatemala. Según los lineamientos de OMS (WHO, 2009) en lugares donde la prevalencia de anemia entre las mujeres en edad fértil supere el 20%, deben implementarse programas de suplementación de hierro y ácido fólico, esto con el fin de prevenir que las mujeres tengan deficiencia de estos micronutrientes especialmente si quedasen embarazadas. El fortalecimiento del suplemento Nutra-Iso™ con sulfato ferroso y ácido fólico fue efectivo, ya que la reducción en la prevalencia de anemia como resultado de la intervención nutricional fue estadísticamente significativa. Además, el porcentaje de hematocritos con valores ≤ 36 (incluyendo el factor de compensación por altura) se redujo de 21.2% a 11.4% de las mujeres participantes. En el caso del ácido fólico, de los 37 frotos periféricos analizados previo a la intervención nutricional 8 de las participantes fueron diagnosticadas con deficiencia de folatos, equivalente al 4.6% de las participantes. Al final del periodo de suplementación se detectó solamente un caso de deficiencia de folatos, evidencia de la efectividad de la intervención nutricional.

La condición nutricional de los infantes al inicio del estudio reflejaba que una proporción importante de los infantes, aún a la temprana edad de 42 días de nacido, sufría de algún rezago en su desarrollo, claramente visible en el hecho que el 34%, 43%, 18% y 25.5% de los infantes reflejaba un puntaje $z \leq -2$ en los indicadores peso/edad, longitud/edad, índice de masa corporal/edad y perímetro cefálico/edad, respectivamente (Cuadro 9). Es más, el indicador ZPE ubicaba al 34% de los infantes al momento de su ingreso al estudio, en categoría de desnutrición aguda moderada o severa. La importancia del indicador ZPE radica en que el peso del infante en función de la edad puede compararse con la niñez a nivel mundial utilizando para ellos las curvas de referencia de la OMS. Sin embargo, este indicador ofrece información relativa con respecto a la condición nutricional del niño ya que un resultado de bajo peso para la edad puede estar influenciado por una talla pequeña. Un infante de longitud pequeña puede exhibir un ZPE que lo categoriza en desnutrición aguda pero el puntaje z peso para la longitud (ZPL) puede colocarlo en una categoría nutricional saludable. De hecho, este fue el caso de este estudio ya que según el

indicador ZPL, durante la evaluación inicial 11 infantes (7.2 %) sufrían de desnutrición aguda, dos de ellos severamente. La marcada diferencia entre los resultados basales de ZPE y ZPL se debió sin dudas al tamaño pequeño observado en la niñez aún ya a la temprana edad de 45 días. En base a la talla pequeña observada en los infantes a tan temprana edad, surge la inquietud acerca de la proporción de infantes del estudio que pudo haber sufrido de bajo peso al momento de nacer.

La prueba t de student para muestras independientes que se efectuó al indicador ZPE resultante de las mediciones mensuales de peso en los infantes mostró que la ganancia de peso no fue estadísticamente significativa durante el primer mes de la intervención nutricional. Sin embargo, la mejoría en el indicador ZPE sí fue estadísticamente significativa entre el mes 1 y mes 2 (Cuadro 11). Que se haya dado una mejora estadísticamente significativa en el ZPE de los infantes en un plazo relativamente corto de 35 días podría ser el resultado del impacto acumulado de Nutra-Iso™, luego de 60 días de consumo por parte de las ML. Como se discutirá más adelante, las ML reportaron en forma casi unánime que un beneficio palpable del consumo del suplemento nutricional fue un aumento sustancial en la producción de leche materna. Esta observación parece ser respaldada por la mejoría altamente significativa entre el ZPE promedio de los infantes al inicio del estudio (-1.33) y el ZPE promedio (-0.78) exhibido por la niñez participante al final del estudio (Cuadro 11). Esta mejoría importante permitió que en términos generales, la niñez exclusivamente lactante del estudio lograra colocarse al finalizar el estudio en un rango de peso para edad dentro de los parámetros normales, habiendo partido de un peso para edad en situación de riesgo.

La OMS incluye el índice de masa muscular (IMC) para edad dentro de los indicadores para niños menores de 2 años y cumple una función similar al indicador peso para longitud. Sin embargo, a diferencia del IMC en adultos, en niños éste varía según la edad y el sexo del infante (Flegal, et. al., 2002). Al igual que con otros indicadores, un puntaje $z \leq -2$ indica delgadez moderada y por debajo de -3 indica delgadez extrema. Debido a que no existe un consenso a nivel científico en cuanto a la tipificación de sobrepeso en niños menores de 2 años, la sociedad americana de pediatría (AAP, por sus siglas en inglés) y el centro de control de enfermedades (CDC, por sus siglas en inglés) recomiendan utilizar el IMC-para-edad a partir de los dos años¹¹. En otros países sin embargo, como Gran Bretaña, utilizan el IMC para edad a partir del nacimiento (Dinsdale, et. al., 2011). En el caso específico de la intervención nutricional en Comapa, el 18.3% (28 casos, n=153) de los infantes exhibió un IMC-para-edad con $z \leq -2$. Esto indica que a la edad promedio de 46 días, casi 1 de cada 5 niños fue detectado con delgadez moderada o severa, con un puntaje z promedio de -0.82 (percentil 20.61). El análisis estadístico reflejó una mejoría significativa en el IMC-para-edad entre la medición antropométrica basal (previo al inicio del consumo del suplemento alimenticio) y las segunda medición, efectuada a los 67 días de iniciada la ingesta de Nutra-Iso™, con una mejora en el puntaje

¹¹ http://www.cdc.gov/healthyweight/assessing/bmi/childrens_BMI/about_childrens_BMI.html

z igual a 0.96. Entre la medición intermedia y la final (a los 135 días de consumo) también se determinó un incremento estadísticamente significativo.

Al inicio del estudio, a la edad de 46 días, la media del IMC-para-edad ubicaba a los infantes del estudio en el percentil 20.61 con respecto a las curvas de referencia de la OMS. Al final del estudio, el promedio del IMC-para-edad de los infantes se ubicó en el percentil 62.55, una mejora de 41.94 puntos percentiles.

El indicador longitud/edad (ZLE) presentada en la ENSMI 2008-2009, muestra que a nivel nacional la prevalencia de desnutrición crónica entre los infantes de 3 a 5 meses de edad era de 23.5%. En contraste, en la población infantil participante en el estudio en Comapa, se diagnosticó un retardo en la longitud ($z \leq -2$) en el 43% de los infantes, sobrepasando en un 19.5% a los datos nacionales de 2008-2009. El potencial de crecimiento de una persona está condicionado genéticamente, pero la estatura final alcanzada por una persona es una combinación de su potencial genético y las circunstancias en las que se desarrolló el crecimiento (factores ambientales).

El vínculo entre madres estatura pequeña dando lugar a hijos también de corta estatura ha sido claramente demostrado previamente (Witter y Luke, 1991; Milleti, et. al., 2007;). La pequeña longitud exhibida por un alto porcentaje de los infantes del estudio a tan corta edad puede deberse en parte a razones hereditarias, aunque también puede deberse a deficiencias nutricionales en las madres durante el embarazo. El retardo en el crecimiento de una persona puede iniciarse desde su etapa gestacional, existiendo evidencia que el crecimiento longitudinal del feto está vinculado al estado nutricional de la madre (Neufeld, et. al., 2004). También se ha reportado que la longitud y el perímetro cerebral del neonato está vinculado con el incremento del peso gestacional de la madre, particularmente a mediados del embarazo (Ruowei, et. al., 1998). Para estudios posteriores será importante entonces tomar medidas antropométricas del infante a su nacimiento y determinar además del peso, la longitud y el perímetro cefálico. Los infantes del estudio, a partir de su ingreso al mismo a los 46 días de nacidos medían en promedio 53.21 cm (Cuadro 9) y al finalizar la ventana de suplementación alimenticia, su longitud promedio fue de 62.76 cm (Cuadro 12) exhibiendo un crecimiento de medio de 9.55 cm en los 135 días de la suplementación. Por lo tanto la tasa mensual de crecimiento promedio de la niñez participante fue de 2.12 cm, valor muy dentro del rango normal de crecimiento, que oscila entre 1.25 cm y 2.54 cm, de acuerdo a información publicada por expertos pediatras de la Mayo Clinic¹². Es posible entonces que con la suplementación a la madre con Nutra-Iso™, se haya establecido un ritmo normal de crecimiento del infante, el cual ya estaba comprometido y atrasado desde antes de iniciar el consumo de Nutra-Iso™.

Al final del período de consumo no se detectaron diferencias significativas entre los puntajes z de longitud para edad entre la población infantil del estudio. Sin embargo, esto no significa la ausencia de mejoría entre la población infantil participante. Al inicio

¹² <http://www.mayoclinic.org/healthy-lifestyle/infant-and-toddler-health/expert-answers/infant-growth/faq-20058037>

del estudio, el puntaje z promedio de longitud para edad se situó en -1.9, con el 43% de los infantes en desnutrición crónica moderada (25%) o severa (18%) y el 35% en riesgo de padecerla (puntaje z entre -1.99 y -1.00). Al final del estudio el porcentaje de infantes en desnutrición crónica se había reducido ligeramente a 40%, pero el porcentaje de infantes padeciendo de desnutrición crónica severa se redujo al 11% de los infantes y el promedio del puntaje z longitud-para-edad mejoró a -1.76. La reducción de la desnutrición crónica severa en un 40% de los infantes que la padecían es importante ya que es en desnutrición crónica severa cuando se presentan los mayores daños al desarrollo físico-cognitivo de los infantes.

Una de las principales consecuencias negativas de la desnutrición crónica infantil es una capacidad cognitiva disminuida, resultado del subdesarrollo cerebral debido a un deficiente suministro de nutrientes. Los infantes participantes en el estudio exhibían a las 6 o 7 semanas de nacidos un desarrollo cerebral comprometido, con un puntaje z promedio de -1.3, lo que los colocaba en el percentil 9.6 en comparación a la curva de referencia de la OMS. De los 153 participantes iniciales, el 7.2% exhibió un severo retraso de desarrollo cerebral (puntaje $z \leq -3$) y un 19.3% un subdesarrollo cerebral moderado (puntaje $z \leq -2$), de manera que más del 25% de los niños evaluados inicialmente ya exhibían un crecimiento cerebral comprometido. Sumado a esto, el 32% de los infantes se ubicaban en una categoría de riesgo con un puntaje z entre -1.99 y -1.0. A lo largo de los 4.5 meses del estudio, el indicador perímetro cefálico para edad fue mejorando paulatinamente, encontrándose diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$) entre el valor z promedio inicial de perímetro cefálico para edad y el valor promedio final. A los 2.25 meses de iniciado el estudio la media general para el puntaje z perímetro cefálico-para-edad se situó en -1.05 y a los 4.5 meses (infantes con edad promedio de 184 días de nacidos) en un puntaje z de -1.02, equivalente al percentil 15.37 de la población infantil mundial. Se ha demostrado que existe una fuerte correlación entre el tamaño la circunferencia craneal y el volumen cerebral, particularmente en niños menores de 6 años (Bartholemeusz, et. al., 2002) por lo que esta mejora estadísticamente significativa en el desarrollo del perímetro craneano representa una contribución sustancial del suplemento alimenticio evaluado a la salud de los infantes. La trascendencia de mejorar sustancialmente el crecimiento craneano de infantes, particularmente a inicios de sus vidas, radica en que mucho del desarrollo cerebral, tanto funcional como estructuralmente, ocurre al final del embarazo y durante el primer año de existencia (Georgieff, 2007; Thompson y Nelson, 2001). La intervención nutricional para corregir deficiencias nutricionales que pudieran estar impactando el crecimiento cerebral deben iniciarse lo más pronto posible ya que el cerebro inmaduro en infantes se caracteriza por ser un órgano muy flexible, capaz de adaptarse rápidamente a cambios; esta capacidad sin embargo, disminuye con el tiempo al consolidarse los procesos especializados del cerebro. (Thompson, 2008).

Las ML participantes, coordinadoras de cada comunidad, nutricionistas y el personal del centro de Salud de Comapa manifestaron ver una clara mejoría en la disposición, ánimo, desarrollo motor y cognitivo de los infantes al final de la ventana de

intervención nutricional. Esta documentación testimonial presenta evidencia anecdótica e indirecta que efectivamente, con el consumo de Nutra-Iso™ por las ML, hubo una mejora ostensible en el desarrollo cognitivo-emocional de los infantes. Es importante por lo tanto, que investigaciones futuras con el suplemento Nutra-Iso™, incluyan también una evaluación de la evolución del desarrollo emocional y cognitivo, así como las habilidades motoras de los infantes.

Como información adicional recabada durante el estudio, se les preguntó a las ML si podían observar algún beneficio palpable derivado del consumo de Nutra-Iso™. Invariablemente contestaron que observaron un incremento considerable en su producción de leche materna, testimonio que fue respaldado por la coordinadoras en cada comunidad, aún cuando algunas de ellas se mostraron inicialmente escépticas al beneficio potencial del suplemento alimenticio. Al indagar un poco más en este aspecto, las ML participantes mencionaron que la producción de leche materna fue evidente luego de 15 a 20 días de haber iniciado el consumo de Nutra-Iso™. Afirmaron también que la producción incrementada de leche era observable ya que sus pechos no solo se llenaban más rápidamente, sino que el volumen de leche era mayor. Como resultado, las ML pudieron incrementar tanto el tiempo de mama como la frecuencia del amamantamiento.

Este incremento putativo en la producción de leche materna puede ser un factor importante para explicar la razón del porque se observó una mejora estadísticamente significativa en 4 de los 5 indicadores de crecimiento evaluados. Esta observación merece atención a futuro ya que, hasta donde se tiene conocimiento, en los protocolos de atención orientados a ML no existe un producto consumido por la madre que también impacte directamente en el bienestar del infante. Hasta donde ha sido posible determinarlo, la gran mayoría de protocolos de intervención nutricional dirigidos a infantes en la etapa de lactancia exclusiva se basan en capacitación y educación a las madres en el cuidado personal y el del infante. La inclusión de un suplemento alimenticio para ser consumido por las madres, con un beneficio directo en el crecimiento del infante durante el período de lactancia exclusiva, podría ser de gran utilidad en los protocolos para la prevención o mitigación de la desnutrición crónica infantil en las poblaciones afectadas por pobreza e inseguridad alimentaria a nivel global.

PARTE IV

IV. 1 CONCLUSIONES

En términos del objetivo general planteado en el estudio se puede concluir que el suplemento nutricional Nutra-Iso™, al ser consumido por las madres lactantes durante el período de lactancia materna exclusiva, tuvo un impacto favorable en el desarrollo nutricional de sus infantes. En tres de los 5 indicadores de crecimiento evaluados, siendo éstos indicador peso para longitud, indicador peso para edad e indicador índice de masa corporal para edad el consumo del suplemento tuvo un impacto altamente significativo en el desarrollo de los infantes. En el caso del indicador perímetro cefálico para edad, se determinó que el consumo diario de Nutra-Iso™ por parte de las madres tuvo un impacto estadísticamente significativo en el desarrollo cerebral de la niñez evaluada. Las conclusiones en base a los objetivos específicos planteados son las siguientes:

IV.1.1 El estado nutricional de la niñez previo al inicio de la ventana nutricional era precario, ya que 7.2% de ella se encontraba desnutrición aguda moderada o severa y el 57.5% en riesgo de padecerla. En cuanto a desnutrición crónica, aún a la temprana edad de 46 días como promedio, el 43% de la niñez evaluada sufría de desnutrición crónica moderada o severa, y el 35% estaba en riesgo de padecerla.

IV.1.2. La evolución mensual del peso de los niños sujetos de estudio fue satisfactoria, al encontrarse mejoras estadísticamente significativas entre el puntaje z inicial y los puntajes z intermedios y final de la niñez evaluada.

IV.1.3. La mejoría en el perímetro cefálico de la niñez al comparar el crecimiento craneano según la edad al inicio y al final del estudio fue significativa. Al inicio del estudio, la media del indicador para perímetro cefálico según la edad era de -1.3, con un 25% de la niñez exhibiendo un subdesarrollo cerebral moderado o severo. Al final del estudio el indicador para perímetro cefálico-edad mejoró ostensiblemente, situándose en un puntaje z igual 0.32, con 13% de la niñez exhibiendo retraso en el crecimiento craneano para niños de 6 meses de edad.

IV.1.4. No se detectó diferencia significativa en el indicador de crecimiento de los infantes previo y al final de la ventana de intervención nutricional. Sin embargo en términos cualitativos se observó una mejora ya que al final del estudio, la desnutrición crónica severa se redujo del 18% al 11% de los infantes. El impacto del suplemento nutricional se hizo

evidente también en lo referente a la desnutrición aguda; al final del período de intervención nutricional no se detectó un solo caso de la misma entre los 128 infantes que culminaron el estudio.

IV.1.5 Al inicio del estudio, el estado nutricional del grupo de madres evaluadas era en general satisfactorio, al promediar un IMC de 22.44. Dicha situación no varió significativamente al finalizar el estudio, exhibiendo las madres lactantes un IMC promedio de 22.29.

IV.1.6. La prevalencia de anemia en el grupo de mujeres lactantes evaluadas se redujo de 21.3% detectada inicialmente a 11.4% al finalizar el período de consumo de Nutra-Iso™. Se comprobó la efectividad del suplemento nutricional para reducir la anemia entre las madres lactantes, al determinar que hubo una mejoría estadísticamente significativa ($p \leq 0.05$) entre los resultados de microhematocrito al inicio y al final de la ventana de intervención nutricional.

IV.1.7. El aporte de Nutra-Iso™ a la dieta de las madres lactantes fue mayor en micronutrientes que en macronutrientes. Con el aporte diario de Nutra-Iso™ todas las madres consumieron al menos el 50% de los requerimientos diarios de micronutrientes. En el caso de los macronutrientes, la contribución nutricional de Nutra-Iso™ a la dieta diaria de las participantes permitió que el porcentaje de mujeres, consumiendo al menos el 50% de las calorías diarias necesarias, aumentara de 58% a 69% de las participantes. Similarmente los incrementos en proteína, carbohidratos y grasas fueron de 7%, 11% y 4, respectivamente.

IV.1.8. El suplemento nutricional fue ampliamente aceptado entre las madres lactantes, siendo los sabores de banana y fresa los que más gustaron a las madres lactantes.

IV.2 RECOMENDACIONES

Recomendación General:

En este proyecto de investigación se logró determinar que Nutra-Iso™ es un suplemento nutricional efectivo que, al ser consumido diariamente por la madre, tiene un impacto positivo y significativo en el crecimiento del infante durante la etapa de lactancia materna exclusiva. El grupo de mujeres que participó en este estudio puede categorizarse como población ladina, grupo que por razones culturales y ambientales pueden tener una dieta distinta a las exhibidas por grupos étnicos de otras regiones de Guatemala. Se recomienda extender este tipo de estudio a otras regiones de Guatemala habitadas por población indígena de los diversos grupos étnicos existentes en el país.

IV.2.1 Durante la fase de registro y medición antropométrica de base, se logró detectar que aún a la temprana edad de 46 días en promedio, un porcentaje mayoritario de infantes se encontraba en riesgo de desnutrición crónica o sufría ya un proceso franco de desnutrición crónica. Esta observación sugiere la posibilidad que al menos una fracción de los infantes evaluados haya exhibido un bajo peso al nacer, un signo importante de nutrición maternal deficiente durante el embarazo. Dado que a la temprana edad de 6 semanas de nacidos una alta proporción (43%) de la niñez del estudio ya exhibía desnutrición crónica, se considera importante ampliar la ventana de intervención nutricional para que incluya (1) el seguimiento y evaluación nutricional de las madres durante la etapa de embarazo, (2) la evaluación nutricional del infante al momento de nacer y (3) el seguimiento del infante durante la etapa de lactancia exclusiva materna y hasta que los infantes cumplan los 24 meses de edad. Esto permitiría darle un seguimiento nutricional a las madres y sus infantes a lo largo de la ventana de los 1000 días, período en que la respuesta de los niños a la intervención nutricional es más efectiva, lográndose revertir completamente el impacto negativo de la desnutrición crónica o aguda en los procesos fisiológicos y en el desarrollo cerebral de la niñez comprometida.

IV.2.2. La evolución de peso mensual fue altamente satisfactoria, lográndose aumentos de peso estadísticamente significativos. Al preguntar a las madres lactantes si podían describir algún beneficio del consumo del suplemento nutricional, invariablemente manifestaron que observaban un aumento en la producción de leche materna. Si Nutra-Iso™ es un producto efectivamente galactogogo, esto podría

explicar la mejoría en el estado nutricional de los niños durante el período de consumo. El posible efecto galactogogo de Nutra-Iso™ al ser consumido por las madres lactantes debe ser analizado científicamente en detalle ya que de confirmarse, Nutra-Iso™ podría ser el primer producto disponible, hasta donde se tiene conocimiento, que podría recomendarse para ser consumido por la madre lactante, pero con un impacto nutricional directo en los lactantes.

IV.2.3. Al ser una medida antropométrica que es confiable para evaluar el desarrollo cerebral del infante, se recomienda que la medición del perímetro cefálico se incorpore a las mediciones antropométricas de peso y talla que el Ministerio de Salud toma normalmente a los niños durante los primeros dos años de vida.

IV.2.4. En regiones altamente empobrecidas y altamente vulnerables a la seguridad alimentaria y nutricional como Comapa, se recomienda seguir muy de cerca la incidencia de desnutrición, tanto en su expresión aguda como crónica ya que la proporción de infantes afectados por ambos tipos de desnutrición pueden exceder las tolerancias aceptables sugeridas por la Organización Mundial de la Salud.

IV.2.5. El estado nutricional de las madres lactantes era en general satisfactorio. Por el contrario la ingesta de nutrientes, según los resultados de los recordatorios de consumo de 24 h no lo era, habiéndose detectado serias deficiencias en el consumo diario de macronutrientes y micronutrientes. Esto es particularmente importante en el caso de mujeres embarazadas en las cuales deficiencias de micronutrientes y macronutrientes pueden tener serias repercusiones en el feto y en el período perinatal. Se recomienda que como parte del chequeo prenatal de las mujeres embarazadas se hagan recordatorios de 24 horas para determinar si el consumo de nutrientes como proteína, hierro, calcio, ácido fólico, entre otros es adecuado.

IV.2.6. La prevalencia de anemia por deficiencia de hierro o el riesgo de padecerla es generalmente alta en el grupo de mujeres en edad fértil, incluyendo aquellas embarazadas o en etapa de lactancia. Dada la severidad de las consecuencias dañinas en el infante derivadas de la deficiencia de hierro es importante continuar con los programas de suplementación de hierro y alimentos fortificados a las mujeres embarazadas, madres lactantes y niños de edad preescolar. Se sugiere asimismo, correr pruebas de hemoglobina o micro-hematocritos, incorporándolas como una prueba standard en la evaluación del estado nutricional de los grupos de población altamente vulnerable.

IV.2.7. Ya que la aceptabilidad del producto saborizado con banano o fresa fue mayor al sabor natural, se recomienda que en proyectos o programas futuros con Nutra-Iso™, se incorpore estos sabores al suplemento alimenticio. Ofrecer productos con sabores

que agradan a los consumidores incrementa la probabilidad de éxito de los programas de intervención nutricional, en los que se requiere del consumo frecuente de alimentos nutricionalmente fortificados.

Finalmente, la evidencia testimonial de nutricionistas, madres lactantes y coordinadoras de comunidad sugirió que al finalizar la ventana de intervención nutricional los infantes sujetos de estudio mostraban un ánimo, inquietud y habilidad motora superior al infante típico del área. Esta información aunque anecdótica es significativa, ya que respalda la importancia de incluir exámenes de desarrollo cognitivo-emocional y habilidad motora en estudios futuros, y así evaluar estadísticamente el impacto de Nutra-Iso™ en el desarrollo intelectual del infante de pecho.

IV.3 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. **Acción Contra el Hambre** (2010). La estacionalidad de la desnutrición en el corredor seco de Guatemala. Quinto Informe de Seguimiento. ACF-International. <http://bvssan.incap.int/local/cambio-climatico/ESTACIONALIDAD-DESNUTRICION-CORREDOR-SECO.pdf>
2. **Al-Asmakh, M., Anuar, F., Zadjali, F., Rafter, J., & Pettersson, S.** (2012). Gut microbial communities modulating brain development and function. *Gut microbes*, 3(4), 366-373.
3. **Andersson R. y Hurrell F.** (2010). Prevención de la carencia de hierro en la lactancia, la infancia y la adolescencia. *Ann Nestlé* 68:121-32.
4. **Asia BioBusiness Pte Ltd**, (2006). Potential World Markets for Innovative Rice Businesses in Thailand. Final Report. Prepared for the National Innovation Agency, Thailand. 63 pages.
5. **Baker, R. D., & Greer, F. R.** (2010). Diagnosis and prevention of iron deficiency and iron-deficiency anemia in infants and young children (0–3 years of age). *Pediatrics*, 126(5), 1040-1050.
6. **Bang M.H, Van Riep T, Thinh N.T, Song le H, Dung T.T, Van Truong L, Van Don L, Ky T.D, Pan D, Shaheen M, Ghoneum M.** (2010) Arabinoxylan Rice Bran (MGN-3) Enhances the Effects of Interventional Therapies for the Treatment of Hepatocellular Carcinoma: A Three-year Randomized Clinical Trial. *Anticancer Res* 2010;30(12):5145–51.
7. **Bartholomeusz, H.H, Courchesne E y Karns C.M.** (2002) Relationship between head circumference and brain volume in healthy normal toddlers, children, and adults. *Neuropediatrics*. 33(5),239-41.
8. **Beard, J.** (2003). Iron deficiency alters brain development and functioning. *The Journal of nutrition*, 133(5), 1468S-1472S.
9. **Belfort, M. B., Rifas-Shiman, S. L., Kleinman, K. P., Guthrie, L. B., Bellinger, D. C., Taveras, E. M. & Oken, E.** (2013). Infant feeding and childhood cognition at ages 3 and 7 years: effects of breastfeeding duration and exclusivity. *JAMA pediatrics*, 167(9), 836-844.
10. **Berdasco Gomez, A.** (2002). Evaluación del Estado Nutricional del Adulto Mediante la Antropometría. *Revista Cubana Aliment. Nutr.* 16(2),146-152.
11. **Blaquez, M. J.** (2000). Ventajas de la lactancia materna. *Revista Medicina Naturista*. 1:44-49.

12. **Borressen, E.C. and Ryan, E.R.** (2014). Rice bran: A food ingredient with global public health opportunities. Chapter 22 in: *Wheat and Rice in Disease Prevention and Health*. Watson R.R., Preedy, V.R. y Zibadi, S. eds. Academic Press, p 301-310.
13. **Brown, K. H., Aktar, N.A., Robertson, A. D. y Ahmed, M.G.** (1986). Lactational Capacity of Marginally Nourished Mothers: Relationships Between Maternal Nutritional Status and Quantity and Proximate Composition of Milk. *Pediatrics*. 78(5),909-919.
14. **Brussow, H., Barclay, D., Sidoti, J., Rey, S., Blondel, A., Dirren, H., Verwilghen, A. M. y VanGeert, C.** (1996). Effect of Malnutrition on Serum and Milk Antibodies in Zairian Women. *Clin. Diagn. Lab. Immunol.* 3(1),37-41.
15. **Butte, N., Lopez-Alarcón, M., Garza, C.** (2002). Nutrient adequacy of exclusive breastfeeding for the term infant during the first six months of life. Expert Consultation on the Optimal Duration of Exclusive Breastfeeding. World Health Organization, Geneva, Switzerland, 47 p.
<http://whqlibdoc.who.int/publications/9241562110.pdf>
16. **Castañeda Castañeda, B., Manrique, M., Gamarra Castillo, F., Muñoz Jáuregui, A., Ramos, E., Lizaraso Caparó, F., & Martínez, J.** (2008). Probiótico elaborado en base a las semillas de *Lupinus mutabilis* sweet (chocho o tarwi). *Acta Médica Peruana*, 25(4), 210-215.
17. **Cicero A. F. y Derosa G.** (2005). Rice bran and its main components: potential role in the management of coronary risk factors. *Curr Top Nutr Res.* 3(1):29–46
18. **Cheng, H-H, Huang H-Y, Chen Y-Y, Huang C-L, Chang C-J, Chen H-L, Lai M-H.** (2010). Ameliorative Effects of Stabilized Rice Bran on Type 2 Diabetes Patients. *Annals of Nutrition & Metabolism* 56(1),45-51.
19. **Cryan, J. F., & O'Mahony, S. M.** (2011). The microbiome-gut-brain axis: from bowel to behavior. *Neurogastroenterology & Motility*, 23(3), 187-192.
20. **Delgado, H.** (2010). Bases para el Mejoramiento de la Situación de Desnutrición Crónica en Guatemala. Informe técnico. Proyecto USAID de Mejoramiento de la Atención en Salud. Bethesda, MD: University Research Co., LLC (URC). 34 p.
http://lugaresdeguatemala.com/andeguat/wp-content/uploads/2015/02/Bases-para-el-mejoramiento-de-la-desnutricion-cronica-en-Guatemala_Oct10.pdf
21. **Delgado H.** (2005). La Seguridad alimentaria y Nutricional: un enfoque integral. Guatemala. Síntesis de los desafíos y experiencias en Centroamérica. INCAP/OPS. 51p.
<http://bvssan.incap.int/local/SAN%20Local/Documentos%20t%C3%A9cnicos/SAN-Un%20enfoque%20integral.pdf>
22. **Dinsdale, H., Ridler, C. y Ells, L. J.** (2011) A simple guide to classifying body mass index in children. Oxford: National Obesity Observatory, 9p.

23. **Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M., Robledo C.W.** (2013) InfoStat versión 2013. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
<http://www.infostat.com.ar>
24. **Douglas-Escobar, M., Elliott, E., & Neu, J.** (2013). Effect of intestinal microbial ecology on the developing brain. *JAMA pediatrics*, 167(4), 374-379
25. **Duren, S.** (sin fecha). Stabilized Rice Bran- Just the fact, PLEASE. *Equinews*. Vol. 2, Issue 1. Pages 15-16. <http://www.equinews.com/article/stabilized-rice-bran-just-the-facts-please>
26. **El-Sherif , A.M., Babrs, G.M. e Ismail, A.I.** (2012) Cranial magnetic resonance imaging (MRI) changes in severely malnourished children before and after treatment. *Life Science Journal* 9(3), 738-742.
27. **Flegal, K.M., Wei, R., y Ogden, C.** (2002) Weight-for-stature compared with body mass index-for-age growth charts for the United States from the Centers for Disease Control and Prevention *Am J Clin Nutr* 75(4),761-766.
28. **GAIN.** (2009). Guatemala: Rice Situation and Outlook. Global Agricultural Information Network. Prepared by Robert Hoff and Rachel Bickford. USDA ForeignAgriculturalService.
[http://gain.fas.usda.gov/Recent%20GAIN%20Publications/Rice%20Situation%20and%20Outlook Guatemala Guatemala 4-22-2009.pdf](http://gain.fas.usda.gov/Recent%20GAIN%20Publications/Rice%20Situation%20and%20Outlook%20Guatemala%20Guatemala%204-22-2009.pdf)
29. **Georgieff, M.K.** (2007) Nutrition and the developing brain: nutrient priorities and measurement. *Am J Clin Nutr* 85(suppl):614S-20S.
30. **Ghoneum, M., y Matsuura, M.** (2004). Augmentation of macrophage phagocytosis by modified arabinoxylan rice bran (MGN-3/biobran). *International journal of immunopathology and pharmacology*, 17(3), 283-292.
31. **Girón, E. M.** (2007). Manual de Antropometría Física. Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá, INCAP. Guatemala. 46p.
32. **Grantham-McGregor, S., & Ani, C.** (2001). A review of studies on the effect of iron deficiency on cognitive development in children. *The Journal of nutrition*, 131(2), 649S-668S.
33. **Guzmán, V., García, P. y Liu, H.** (2001). Talla materna baja como factor de riesgo de cesàrea. *Ginecología y Obstetricia*. 47(2), 117-120.
34. **Haidar, J., Muroki, N. M., Omwega, A. M. y Ayana, G.** (2003). Malnutrition and iron deficiency anemia in lactating women in urban slum communities from Addis Ababa, Ethiopia. *East African Medical Journal*. 80(4),191-194.
35. **Han, Z., Lutsiv, O., Mulla, S., y McDonald, S.D.** (2012). Maternal height and the risk of preterm birth and low birth weight: a systematic review and meta-analyses. *J Obstet Gynaecol Can*. 34(8),721-46.
36. **Heijtz, R. D., Wang, S., Anuar, F., Qian, Y., Björkholm, B., Samuelsson, A., & Pettersson, S.** (2011). Normal gut microbiota modulates brain development and behavior. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108(7), 3047-3052

37. **Helms R.M., Burks, A.W.** (1996). Hypoallergenicity of rice protein. *Cereal Foods World*. 41:839-842.
38. **Henderson, A. J., Kumar, A., Barnett, B., Dow, S. W., & Ryan, E. P.** (2012). Consumption of rice bran increases mucosal immunoglobulin A concentrations and numbers of intestinal *Lactobacillus* spp. *Journal of medicinal food*, 15(5), 469-475
39. **Hernandez, H.** (2005). Evaluación Sensorial. Primera Edición. Universidad Nacional Abierta y a Distancia, UNAD. Facultad de Ciencias Básica e Ingeniería. Bogotá, Colombia. 115 p.
40. **Horta, B.L. y Victora, C.G.** (2013). Long-term effects of breastfeeding: a systematic review. World Health Organization, Geneva, Switzerland. 69p.
http://www.who.int/maternal_child_adolescent/documents/breastfeeding_long_term_effects/en/
41. **Houwen, B.** (2000). Blood film preparation and staining procedures. *Laboratory hematology*, 6(1), 1-7.
42. **Hu, W., J.H. Wells, T.S. Shin y Godber, J.S.** (1996). Comparison of isopropanol and hexane for extraction of vitamin E and oryzanols from stabilized rice bran. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 73: 1653-1656.
43. **Hwang, Y. H., Jang, Y. S., Kim, M. K., & Lee, H. S.** (2002). Fatty Acid Composition of Rice Bran Oil and Growth-Promoting Effect of Rice Bran Extract and Rice Bran Oil on *Bifidobacterium* and *Lactobacillus*. *Journal of Applied Biological Chemistry*, 45(3), 121-124
44. **ICEFI-UNICEF.** (2011). Protegiendo la Nueva Cosecha. Un análisis del costo para erradicar el hambre en Guatemala 2012-2021. Resumen del Boletín Número <http://icefi.org/wp-content/uploads/2014/12/%C2%A1Contamos-4.pdf>
45. **INCAP.** (2006). Manual de instrumentos de evaluación dietética. Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá –INCAP-. Publicación INCAP/MDE 156. Guatemala, Centro América. 140p.
46. **INCAP** (2007). Tabla de composición de alimentos de Centroamérica. Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá –INCAP-. Organización Panamericana de la Salud –OPS-. Menchú, M. T. y Méndez, H. (Eds). 2da edición. Guatemala. Publicación INCAP ME/085.3
47. **INCAP.** (2012). Guía técnica para la estandarización en procesamiento, análisis e interpretación de indicadores antropométricos según los patrones de crecimiento de OMS para menores de 5 años. Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá –INCAP-. Guatemala. 28p.
48. **Jones, P. J.** (2002). Clinical nutrition: 7. Functional foods — more than just nutrition. *CMAJ* 166(12), 1555-1563.
49. **Juliano, B. O.** (1985). Rice bran. In *Rice: Chemistry and Technology*; American Association of Cereal Chemists: St. Paul, MN, 1985.
50. **Kahlon, T. S.** (2010). Rice Bran: Production, Composition, Functionality and Food Applications, Physiological Benefits. Chapter 14. IN: *Fiber Ingredients:*

Food Applications and Health Benefits. Susan Sungsoo Cho and Priscilla Samuel, eds. CRC Press. 305-318.

51. **Kar, B.R., Rao, S.L., y Chandramouli, B.A.** (2008) Cognitive development in children with chronic protein energy malnutrition. *Behavioral and Brain Functions* 4(31),1-31.
52. **Khan, S. H., Butt, M. S. Anjum, F. M. & A. Sameen.** (2011). Quality evaluation of rice bran protein isolate-based weaning food for preschoolers *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, May 2011; 62(3), 280–288.
53. **Khan, S. H., Butt, M. S. and Sharif, M. K.** (2011a). Biological quality and safety assessment of rice bran protein isolates. *International Journal of Food Science & Technology*, 46(11), 2366–2372.
54. **Kogan, L., Abeya Gilardón, E., Biglieri, A., Mangialavori, G., Calvo, E. y Durán, P.** (2008). Anemia: La Desnutrición Oculta. Resultados de la Encuesta Nacional de Nutrición y Salud. Ministerio de Salud, Presidencia de la Nación. Argentina. 79 p.
55. **Komiyama, Y., Andoh, A., Fujiwara, D., Ohmae, H., Araki, Y., Fujiyama, Y., & Kanauchi, O.** (2011). New prebiotics from rice bran ameliorate inflammation in murine colitis models through the modulation of intestinal homeostasis and the mucosal immune system. *Scandinavian journal of gastroenterology*, 46(1), 40-52. <http://datos.dinami.gov.ar/produccion/nutricion/material/A1d.pdf>
56. **Kramer, M. S. y Kakuma, R.** (2002). The optimal duration of exclusive breastfeeding: A systematic review. Department of nutrition for health and development. Department of child and adolescent health and development. Geneva, World Health Organization. Switzerland, 47 pp.
57. **Kumar, A., Henderson, A., Forster, G. M., Goodyear, A. W., Weir, T. L., Leach, J. E., & Ryan, E. P.** (2012). Dietary rice bran promotes resistance to *Salmonella enterica* serovar Typhimurium colonization in mice. *BMC microbiology*, 12(1), 71.
58. **Kumar, S.** (1989). Quantity and Quality of Breast Milk in Malnourished Mothers. Annotation. *Indian J. Pediatr.* 56(6), 677-678.
59. **Lakkakula, N. R., Lima, M. y Walker, T.** (2004). Rice bran stabilization and rice bran oil extraction using ohmic heating. *Biores. Tech.*, 92(2):157-161.
60. **Latham, M. C.** (2002). Nutrición humana en el mundo en desarrollo. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación –FAO-. Colección FAO: Alimentación y Nutrición No. 29, Roma, Italia. 531 p.
61. **Lozoff, B., Beard, J., Connor, J., Felt, B., Georgieff, M., & Schallert, T.** (2006). Long-lasting neural and behavioral effects of iron deficiency in infancy. *Nutrition reviews*, 64(5), S34.
62. **Lozoff, B., Brittenham, G. M., Wolf, A. W., McClish, D. K., Kuhnert, P. M., Jimenez, E., & Krauskoph, D.** (1987). Iron deficiency anemia and iron therapy effects on infant developmental test performance. *Pediatrics*, 79(6), 981-995.

63. **Lozoff, B., Clark, K. M., Jing, Y., Armony-Sivan, R., Angelilli, M. L., & Jacobson, S. W.** (2008). Dose-response relationships between iron deficiency with or without anemia and infant social-emotional behavior. *The Journal of pediatrics*, 152(5), 696-702.
64. **Lozoff, B., Jimenez, E., Hagen, J., Mollen, E., & Wolf, A. W.** (2000). Poorer behavioral and developmental outcome more than 10 years after treatment for iron deficiency in infancy. *Pediatrics*, 105(4), e51-e51.
65. **Lutz, M., Morales, D., Sepulveda, S. y Alvina, M.** (2008). Evaluación sensorial de preparaciones elaboradas con nuevos alimentos funcionales destinados al adulto mayor. *Rev. chil. Nutr.* 35(2)131-137.
66. **Lynch, E. C.** 1990. Peripheral Blood Smear. Chapter 3 In: The History, Physical and Laboratory Examinations. 3rd edition. Walker, H.K., Hall, W.D., Hurst, J.W. eds. Butterworth Publishers, Boston MA.
67. **Malekian, F., Rao, Prinyawiwatkul, R.M., Marshall, W., Windhauser, W.E. y Mohammed A.** (2000). Lipase and lipoxigenase activity, functionality, and nutrient losses in rice bran during storage. Louisiana State University Agricultural Center. Bulletin No. 870. 69 p.
68. **Marin Spring, P. C., Amancio, O. M. Nobriga, F., Araujo, G., Koppel, S.M. y Dodge, J.A.** (1985). Fat and Energy Content of Breast Milk of Malnourished and Well-Nourished Women. *Ann. Trop. Paediatr.* 5(2):83-87.
69. **McKinley Health Center** (2010). Dietary sources of Iron. University of Illinois at Urbana-Champaign.
http://www.mckinley.illinois.edu/handouts/pdfs/dietary_sources_iron.pdf
70. **Marini, A., Basset, L., Bortman, M. Flores, R., Griffiths, M y Salazar, M.**(2009). Promoción del crecimiento para prevenir la desnutrición. Estrategias con base comunitaria en Centro America. Banco Mundial.153 pp.
<http://siteresources.worldbank.org/EXTLACREGTOPNUT/Resources/NutritionBook.pdf>
71. **INCAP** (2007). Tabla de composición de alimentos de Centroamérica. Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá –INCAP-. Organización Panamericana de la Salud –OPS-. Menchú, M. T. y Méndez, H. (Eds). 2da edición. Guatemala. Publicación INCAP ME/085.3
72. **Micronutrient Initiative.** (2007).n Latin America and Caribbean Region Food IndustryAssessment.
http://siteresources.worldbank.org/EXTLACREGTOPNUT/Resources/LAC_Industry_Assessment_Report_to_ICDDR_B_Aug_11.
73. **Milleti, T., Stoini, E., Mikulandra, F., Tadin, I., Roje, D., y Mili, N.** (2007) Effect of Parental Anthropometric Parameters on Neonatal Birth Weight and Birth Length. *Coll. Antropol.* 31 (4), 993–997.

74. **Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social.** (2011). V Encuesta nacional de salud materno-infantil 2008-2009. MSPAS, INE, UVG, USAID, Embajada de Suecia, CDC, UNICEF, UNFPA, OPS. 411pp.
<http://www.ine.gob.gt/sistema/uploads/2014/01/22/LYk4A1kGJAO7lvfS0Aq6tez cUa9tQh35.pdf>
75. **MSPAS** (2009) Manual para la Vigilancia Epidemiológica de la Desnutrición. Información para la acción y toma de decisiones oportunas. MSPAS-PROSAN. Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. Programa de Seguridad Alimentaria y Nutricional. Guatemala. 35 p.
http://www.paho.org/gut/index.php?option=com_docman&task=doc_view&gid=167&Itemid=256
76. **National Research Council and Institute of Medicine** (2000) *From Neurons to Neighborhoods: The Science of Early Childhood Development*. Committee on Integrating the Science of Early Childhood Development. Jack P. Shonkoff and Deborah A. Phillips, eds. Board on Children, Youth, and Families, Commission on Behavioral and Social Sciences and Education. Washington, D.C.: National Academy Press.
77. **Neufeld L., Haas, J., Grajeda R. y Martorell R.** (2004) Changes in maternal weight from the first to second trimester are associated with fetal growth and infant length at birth. *Am J Clin Nutr* 79:646-652.
78. **Odabas, D., Caksen, H., Sar, S., Unal, O., Tuncer, O., Atas, B. y Yilmaz, C.** (2005) Cranial MRI findings in children with protein energy malnutrition. *Int J Neurosci*. 115(6),829-37.
79. **Orthofer, F. T.** (2005). Rice Bran Oil. Chapter 10. In: Bailey's Industrial Oil and Fat Products, Sixth Edition, Six Volume Set. Fereidoon Shahidi (ed). John Wiley & Sons, Inc. 465-489.
80. **Ostlund, Jr., R. E.** (2002). Phytosterols in human nutrition, *Annual Review of Nutrition*. 22(1), 533-549.
81. **Parrado J., Miramontes E., Jover M., Gutierrez J.F., Teran L.C. and Bautista J.** (2006). Preparation of a rice bran enzymatic extract with potential use as functional food. *Journal of Food Chemistry*, 98(4), 742 – 748.
82. **Pelletier, D. L.** (1994). The potentiating effects of malnutrition on child mortality: epidemiologic evidence and policy implications. *Nutrition reviews*, 52(12), 409-415.
83. **Pelletier, D. L., Frongillo Jr, E. A., & Habicht, J. P.** (1993). Epidemiologic evidence for a potentiating effect of malnutrition on child mortality. *American journal of public health*, 83(8), 1130-1133.
84. **Picciano, M. F.** (2003). Dietary supplement use in women: current status and future directions. Pregnancy and Lactation: Physiological adjustments, Nutritional Requirements and the Role of Dietary Supplements. *J. Nutr.* 133(6), 1997S-2002S.

85. **Piironen, V., Lindsay, D. G., Miettinen, T. A., Toivo, J. and Lampi, A.-M.** (2000). Plant sterols: biosynthesis, biological function and their importance to human nutrition. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 80(7), 939–966.
86. **Prabhakar, J. V. y Venkatesh, K.V.L.** (1986). A simple chemical method for stabilization of rice bran. *JAOCS*. 63(5), 644-646.
87. **Quigley, M.A., Hockley, C., Carson, C., Kelly, Y., Renfrew, M.J. y Sacker, A.** (2012) Breastfeeding is Associated with improved child cognitive development: a population-based cohort study. *Pediatr* 160(1):25-32.
88. **Qureshi, A. A., Sami, S.A., y Khan, F.A.** (2002). Effects of stabilized rice bran, its soluble and fiber fractions on blood glucose levels and serum lipid parameters in humans with diabetes mellitus Types I and II. *Journal of Nutritional Biochemistry* 13(3),175-187.
89. **Rabbani GH, Ali M.** (2009). New ideas and concepts Rice bran : A nutrient-dense mill-waste for human nutrition. *The ORION Medical Journal* 32(3),694-701.
90. **Ramirez Flores, D.E., Velasquez Tohom, M y Villagrán de Tercero, C.** (2008). Características de la diarrea aguda en niños menores de cinco años y su variación entre Mayo de 2006 y Febrero de 2007 en 4 municipios de Escuintla. Proyecto FODECYT 40-2004. Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología. Guatemala, 46p.
91. **Rodríguez, L., Cervantes, E., & Ortiz, R.** (2011). Malnutrition and gastrointestinal and respiratory infections in children: a public health problem. *International journal of environmental research and public health*, 8(4), 1174-1205.
92. **Rodriguez Silva, C. Oliveira, D. De., Hudari Gonzalves de Souza, J. E, Augusto, R.** (2005). Efecto del salvado de arroz como dieta en fibra en los niveles séricos de glucosa de pacientes con Diabetes Mellitus en Brazil. *ALAN*,55(1), 23-27.
93. **Rojas Gabulli, M.A.** (2000). Aspectos prácticos de la antropometría en pediatría. *Paediatrica* 3(1), p 22-26.
94. **Ruowei, L., Haas, J.D. y Habicht, J.P.** (1998) Timing of the influence of maternal nutritional status during pregnancy on fetal growth. *Am J Hum Biol* 10(4),529-539.
95. **Sanchez Jaeger, A., Vargas Del Real, S. I. y Solano Rodriguez, L.** (2006). Indice de Masa Corporal al Comienzo del Embarazo en un Grupo de Gestantes Venezolanas de Bajo Estrato Socioeconómico y su Relación con la Antropometría de sus Recién Nacidos. *ALAN*, 56(2),141-145.
96. **Saunders, R. M.** (1990). The properties of rice bran as a food stuff. *Cereal Foods World* 35(7), 632-662.
97. **SEGEPLAN** (2011). Plan de desarrollo municipal PDM del municipio de Comapa, Jutiapa. Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia. Corporación municipal del municipio de Comapa, Jutiapa. Guatemala. 75p.

98. **SESAN.** (2006). Programa para la reducción de desnutrición crónica 2006-2016, Guatemala C.A. Resumen Ejecutivo. Gobierno de Guatemala, Secretaría de Seguridad Alimentaria y Nutricional –SESAN-. 29 pp.
http://www.paho.org/gut/index.php?option=com_docman&task=doc_view&gid=153&Itemid=255
99. **Shafir, T., Angulo-Barroso, R., Jing, Y., Angelilli, M. L., Jacobson, S. W., & Lozoff, B.** (2008). Iron deficiency and infant motor development. *Early human development*, 84(7), 479-485
100. **Silpradit, K., Tadakittasarn, S., Rimkeeree1, H., Winitchai, S. and Vichai, H.** (2010). Optimization of rice bran protein hydrolysate production using Alcalase. *As. J. Food Ag-Ind.* 2010, 3(02), 221-231.
101. **Stoltzfus, R. J., Mullany, L., & Black, R. E.** (2004). Iron deficiency anaemia. Chapter 3 In: *Comparative quantification of health risks: global and regional burden of disease attributable to selected major risk factors, 1*, 163-209
102. **Syed, W y Kamathi, V.P.** (2012). Maternal short stature: a risk factor for low birth risk in neonates. *J Med Allied Sci* 2(2), 62-65.
103. **Takakori, Z., Zare, F. M., Iranparvare, M y Y. Mehrabi.** (2005). Effect Of Rice Bran On Blood Glucose And Serum Lipid Parameters In Diabetes II Patients. *Iranian Journal of Endocrinology and Metabolism*, 8(2), 169-174.
104. **Tazakori, Z., Dehgan, M. H., Zare, M., Foladi, N. y Mohmmad, R.** (2007). Effect of rice bran on blood glucose levels and serum lipid parameters in Diabetes patients II. *Research Journal of Biological Sciences*, 2: 252-255.
105. **Tao, J., Rao, R. y Liuzzo, J.** (1993). Microwave heating for rice bran stabilization. *J. Microw. Power Electromagn. Energy*, 28:156-164.
106. **Thompson, R.A.** (2008). Connecting neurons, concepts and people. Brain development and its implications. Preschool Policy Brief. Frede E.C. and Barnet, W. S. eds. National Institute for Early Education Research and Rutgers Graduate School of Education. 11p. <http://nieer.org/resources/policybriefs/17.pdf>
107. **Thompson R.A., Nelson CA.** (2001) Developmental science and the media: early brain development. *Am Psychol* 56: 5–15.
108. **Toussaint-Martinez de Castro, G. y García-Aranda, J.A.** (2008). Desnutrición energético-proteínica. En: Casanueva, E., Kaufer-Horwitz, M., Perez-Lizaur, A.B. y Arroyo, P. (eds). *Nutriología médica* (p 263-298). Editorial Medica Panamericana, Mexico.
109. **Udani, P.M.** (1992). Brain and various facets of child development. *Indian J Pediatr* 1992, 59:165-186.
110. **UNICEF, 2010.** Guatemala la tormenta perfecta: Impacto del cambio climático y la crisis económica en la niñez y adolescencia. Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia. Isabel Aguilar, ed. Primera Edición. 64p.
http://www.unicef.org/guatemala/spanish/La_tormenta_perfecta_Guatemala.pdf

111. **Urcullo, R., y Bitrán, R.** 2006. Sinergias Entre Educación, Salud y Nutrición en Guatemala. Bitrán y Asociados para PHRplus. USAID. http://www.usaid.gov/gt/docs/sinergias_versionfinal12.pdf
112. **Urteaga, C. y Pinheiro, A. C.** (2008). Investigación alimentaria: consideraciones prácticas para mejorar la confiabilidad de los datos. *Rev. Chil. Nutr.* 30(3), 235-242.
113. **Vissers, M. N., Zock, P. L., Meijer, G. W. y Katan, M.B.** (2000). Effect of plant sterols from rice bran oil and triterpene alcohols from sheanut oil on serum lipoprotein concentrations in humans. *American Journal of Clinical Nutrition*, 72(6),1510-1515.
114. **Wang, M.N. S. Hettiarachchy, M. Qi, W. Burks, y Siebenmorgen, T.** (1999). Preparation and Functional Properties of Rice Bran Protein Isolate. *J. Agric. Food Chem.* 47(2), 411–416.
115. **Wang, T., Hicks, K. B. y Moreau, R.**(2002). Antioxidant Activity of Phytosterols, Oryzanol,and Other Phytosterol Conjugates. *JAOCS* 79(12), 1201–1206.
116. **Wayne, D.**(2005). Bioestadística. Base para el análisis de las ciencias de la salud. 4a edición. Editorial Limusa. 755p
117. **Wellstart International** (2014). Lactation Management. Self-study modules. Level 1. Naylor, A. J. y Wester, R.A. eds. Fourth edition. Wellstart International, Shelburne, Vermont
118. **Witter, F. R. y Luke, B.** (1991) The effect of maternal height on birth weight and birth length. *Early Human Development* , 25 (3) 181 – 186
119. **WHO.**(1985). The Quantity and Quality of Breast Milk. World Health Organization, Geneva, Switzerland, 78 p https://extranet.who.int/iris/restricted/bitstream/10665/39047/1/9241542012_%28part1%29.pdf
120. **WHO.** (1995). Physical Status: The Use and Interpretation of Anthropometry. World Health Organization Technical Report Series 854. Geneva, Switzerland. 452p. http://whqlibdoc.who.int/trs/WHO_TRS_854.pdf?ua=1
121. **WHO.** (2001). The optimal duration of exclusive breastfeeding report of an expert consultation. Department of nutrition for health and development. Department of child and adolescent health and development. Geneva, Switzerland. http://www.who.int/nutrition/publications/optimal_duration_of_exc_bfeeding_report_eng.pdf
122. **WHO** (2001). Iron Deficiency anaemia assessment, prevention, and control. A guide for programme managers. United Nations Children’s Fund/United Nations University/World Health Organization.
123. **WHO** (2003). Estrategia mundial para la alimentación del lactante y niño del pequeño. Organización Mundial de la Salud. Ginebra, Suiza. 30p. http://www.who.int/nutrition/publications/gf_infant_feeding_text_spa.pdf

124. **WHO** (2006). WHO Anthro 2005: Software for assessing growth and development of the world's children. Beta version Feb 17th, 2006. Geneva.
<http://www.who.int/childgrowth/software/en/>
125. **WHO**. (2007). Protein and Amino Acid Requirement in Human Nutrition. Report of Joint WHO/FAO/UNU Expert Consultation. Albany, NY. WHO technical report series, Number 935. Report of a Joint WHO/FAO/UNU Consultation. 284pp.
[http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/43411/1/WHO TRS 935 eng.pdf?ua=1](http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/43411/1/WHO_TRS_935_eng.pdf?ua=1)
126. **WHO**. (2009) Weekly iron-folic acid supplementation (WIFS) in women of reproductive age: its role in promoting optimal maternal and child health. Position statement. Geneva, Switzerland World Health Organization.
http://www.who.int/nutrition/publications/micronutrients/weekly_iron_folicacid.pdf
127. **Wurtman, J. J. y Fernstrom, J. D.** (1979). Free Amino Acid, Protein, and Fat Contents of Breast Milk from Guatemalan Mothers Consuming a Corn-based Diet. *Early Human Development*. 3(1), 67-77.
128. **Zhang X, Mumford , S. L., Cnattingius, S., Schisterman, E.F., Kramer, M.S.** (2010) Reduced birth weight in short or primiparous mothers: physiological or pathological? *Br J Obstet Gynec*; 117(10), 1248-1254
129. **Zimmermann, M. B., & Hurrell, R. F.** (2007). Nutritional iron deficiency. *The Lancet*, 370(9586), 511-520.

IV.4 ANEXOS

IV.4.1 Archivo Fotográfico

Fotografía IV.4.1.1 Entrevista a líderes comunitarias para su posible participación como coordinadoras de comunidad en el proyecto 40-2012.



Fotografía IV.4.1.2. Capacitación a coordinadoras comunitarias en técnica de preparación del suplemento alimenticio Nutra-Iso™



Fotografía IV.4.1.3. Ejercicio de estandarización antropométrica con las nutricionistas y técnicos antropométristas del proyecto 40-2012.



Fotografía IV.4.1.4. Equipo de trabajo en el proyecto 40-2012 incluyendo equipo de investigación, personal médico y enfermeros, nutricionistas y técnicos antropométristas.



Fotografía IV.4.1.5. Taller de capacitación a las coordinadoras de comunidad en higiene personal, cuidado del infante, manipulación de alimentos, potabilización de agua y limpieza de ambientes.



Fotografía IV.4.1.6. Preparación de suplemento nutricional para la ración diaria. Aldea El Anonito, Agosto de 2013.



Fotografía IV.4.1.7. Distribución de insumos (agua potable en garrafón, azúcar, Nutra-iso™) a las comunidades durante la ejecución del proyecto 40-2012.



Fotografía IV.4.1.8. Toma de peso de lactante utilizando la balanza digital.



Fotografía IV.4.1.9. Toma de longitud (acostado) utilizando el infantómetro.



Fotografía IV.4.1.10. Toma de perímetro cefálico de lactante



Fotografía IV.4.1.11. Grupo de madres lactantes de aldea Ixcanal esperando a ser atendidas durante la evaluación mensual antropométrica de los lactantes.



Fotografía IV.4.1.12. Rejillas con láminas de frotos de sangre periférica. La rejilla de la izquierda son frotos coloreados listos para ser examinados al microscopio mientras la rejilla de la derecha son los frotos periféricos tal y como fueron transportados a ciudad Guatemala desde Comapa, sitio de trabajo del proyecto 40-2012.



Fotografía IV.4.1.13. Toma de peso de niña de 6 meses durante su última evaluación antropométrica como parte del proyecto 40-2012.



Fotografía IV.4.1.14. Niña severamente desnutrida, detectada durante la evaluación médica nutricional llevada a cabo como parte del registro e ingreso de participantes al proyecto, Marzo 2013.



Fotografía IV.4.1.15. La misma niña de la fotografía anterior (IV.4.1.15), totalmente recuperada. Agosto de 2013.



Fotografía IV.4.1.16. Niño lactante de 6 meses al finalizar su participación en el proyecto, después de 4.5 meses de alimentación suplementaria a la madre con Nutra-Iso™



Fotografía IV.4.1.17. Niña lactante de 6 meses al finalizar su participación en el proyecto, después de 4.5 meses de alimentación suplementaria a la madre con Nutra-Iso™



IV.4.2 Carta de Consentimiento Informado

CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO Y COMPROMISO DE PARTICIPACION

Guatemala, _____ de _____ de 2013.

Yo _____ con cedula de vecindad y/o DPI _____ habitante de la comunidad _____ del municipio de Comapa, departamento de Jutiapa, acepto que he sido informado a mi satisfacción acerca de los objetivos pertinentes al proyecto de investigación nutricional FODECYT 40-2012, titulado **“Evaluación de un suplemento alimenticio formulado para madres lactantes e infantes en riesgo de desnutrición en Guatemala”** y me comprometo a participar y a la vez, autorizar la participación de mi hijo (a) _____ en el estudio mencionado anteriormente. Me comprometo a colaborar en las siguientes actividades:

1. Que se realice un examen clínico de salud y nutricional tanto a mi persona como a mi hija(o)
2. Que mi hijo(a) sea pesado mensualmente y se le tomen medidas de talla y circunferencia craneal en tres ocasiones a lo largo del estudio. Dichas medidas serán tomadas por miembros del equipo de investigación.
3. A que me sean tomadas medidas de peso y talla al inicio, a los 2.25 meses y al final del período de consumo, para determinar el índice de masa corporal.
4. A consumir diariamente el suplemento nutricional por un período de 135 días (4.5 meses)
5. Que tanto a mí persona como a mi hijo(a) se les realice una punción de sangre periférica para una prueba de hemoglobina (en sangre) al inicio y al final del estudio.
6. De ser necesario, que me sea proporcionado un desparasitante al inicio del estudio.
7. Participar en la encuesta socioeconómica familiar y encuesta nutricional que se llevarán a cabo durante el estudio.

Nota. Si se determina en algún momento del estudio que el adulto y/o el infante participante exhibe desnutrición aguda o alguna condición de salud particular que requiera atención médica inmediata será referido o referida al centro de salud para su tratamiento.

Está de acuerdo en que ingresen usted y su hijo(a) al estudio?

SI

NO

Firma o Huella digital de la madre lactante:

HOJA DE REGISTRO

PROYECTO FODECYT 040-2012

Nombre de la Madre Participante: _____

Nombre del Infante: _____

Comunidad: _____

Codigo

Registro y Carta de Consentimiento

Evaluación Clínica Salud

Evaluación Nutricional

Evaluación Antropométrica

Muestra de Sangre

Micro hematocrito

Frote Periférico

IV.4.4 Boleta de Control Antropométrico

COMUNIDAD: _____
 NOMBRE: _____
 CODIGO



FECHA DE NACIMIENTO: _____
 FECHA DE INGRESO: _____

EVALUACION Y VIGILANCIA DEL ESTADO NUTRICIONAL DE LA MADRE							
No. Visita	FECHA			EDAD	PESO Kg	TALLA cm	IMC
	Día	Mes	Año				
Basal							
M1							
M2							

OBSERVACIONES:

IV.4.5 Boleta de Prueba de Aceptabilidad

PROYECTO FODECYT 40-2012

CODIGO _____

NOMBRE Y APELLIDOS:

EDAD: _____ **COMUNIDAD:** _____

_____ **FECHA:** _____

INSTRUCCIONES: Usted recibe cuatro muestras de bebida nutritiva, cada una identificada con un número. Pruebe cada una de las muestras para calificar su **SABOR**. Pruebe las muestras en el orden de izquierda a derecha. Tome agua entre cada degustación.

Para cada sabor de la bebida marque con una “X” en una de las afirmaciones escritas, para que califique su SABOR.

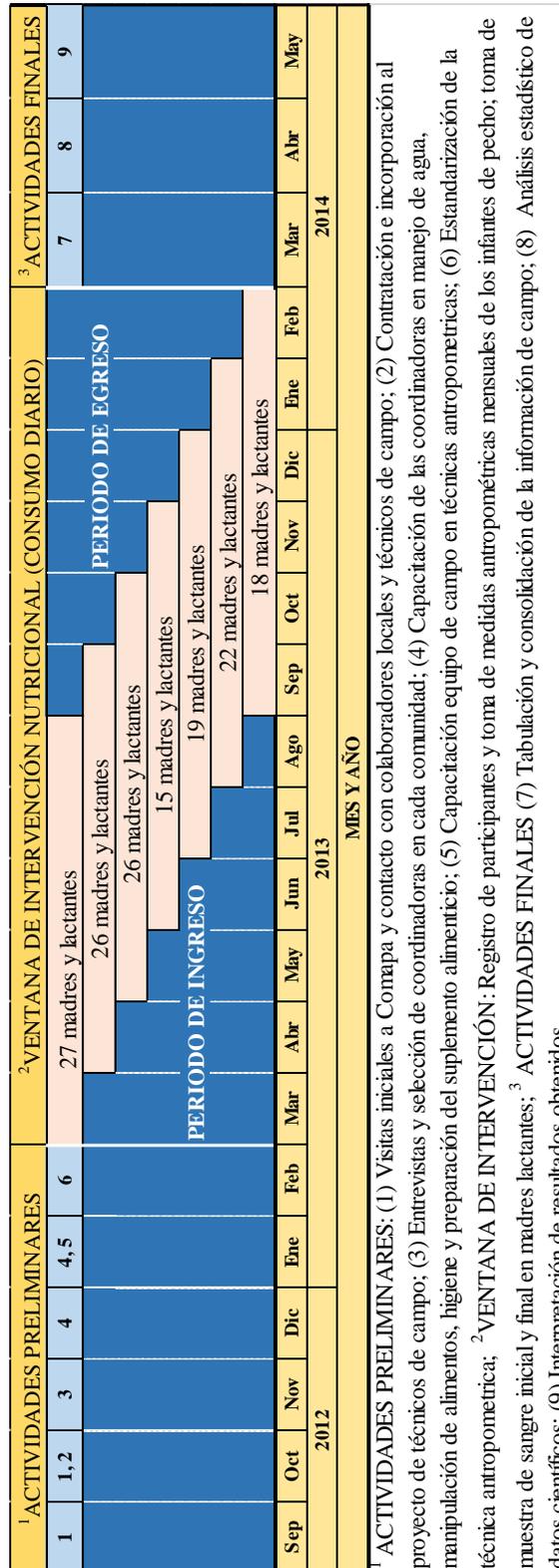
Bebida 1	Bebida 2	Bebida 3	Bebida 4
ME GUSTA MUCHO ___			
ME GUSTA POCO ___			
NO ME GUSTA NI DISGUSTA ___			
ME DISGUSTA UN POCO ___			
ME DISCUSTA MUCHO ___			

Califique el orden en que le gustó el sabor de las bebidas, anote en el siguiente cuadro, debajo del código de la muestra, el número 1 como la que más le gustó, luego con número 2 la siguiente que le gustó y así las otras muestras hasta anotar con número 4 la que menos le gustó.

	Bebidas			
Códigos	1	2	3	4
Calificación				

PARTE V

V.1 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES



V.2 INFORME FINANCIERO

AD-R-0013

 FICHA DE EJECUCIÓN PRESUPUESTARIA 							
LINEA: FODECYT							
Nombre del Proyecto:		"Evaluación de un suplemento alimenticio formulado para madres lactantes e infantes en riesgo de desnutrición en Guatemala"					
Numero del Proyecto:		040-2012					
Investigador Principal y/o Responsable del Proyecto:		DR. GUILLERMO ESTUARDO SÁNCHEZ HERNÁNDEZ					
Monto Autorizado:		Q369,250.00				Orden de Inicio (y/o Fecha primer pago): 01/08/2012	
Plazo en meses		12 meses					
Fecha de Inicio y Finalización:		01/08/2012 al 31/07/2013		PRORROGA		DEL 01/8/213 AL 31/1/2014	
Grupo	Renglon	Nombre del Gasto	Asignación Presupuestaria	TRANSFERENCIA		Ejecutado	Pendiente de Ejecutar
				Menos (-)	Mas (+)		
0		SERVICIOS PERSONALES					
	35	Retribuciones a destajo	Q 4,000.00		Q 81,900.00	Q 85,850.00	Q 50.00
1		SERVICIOS NO PERSONALES					
	121	Divulgación e información	Q 8,000.00	Q 8,000.00			Q -
	122	Impresión, Encuadernación y reproducción			Q 8,000.00		Q 8,000.00
	133	Viáticos en el interior	Q 30,000.00	Q 19,000.00		Q 8,551.00	Q 2,449.00
	141	Transporte de personas	Q 40,000.00	Q 40,000.00			Q -
	181	Estudios, investigaciones y proyectos de factibilidad	Q 159,250.00	Q 60,000.00		Q 95,812.50	Q 3,437.50
	182	Servicios Medicos Sanitarios			Q 60,000.00	Q 60,000.00	Q -
	185	Servicios de capacitación	Q 15,000.00				Q 15,000.00
	189	Otros estudios y/o servicios	Q 20,000.00	Q 60,000.00	Q 40,000.00		Q -
	189	Otros estudios y/o servicios: evaluación externa de impacto	Q 8,000.00				Q 8,000.00
2		MATERIALES Y SUMINISTROS					
	211	Alimentos para personas	Q 50,000.00			Q 48,239.00	Q 1,761.00
	241	Papel de escritorio			Q 113.00	Q 113.00	Q -
	243	Productos de papel o cartón	Q 4,000.00	Q 4,000.00			Q -
	261	Elementos y compuestos quimicos			Q 16.00	Q 16.00	Q -
	262	Combustibles y lubricantes	Q 20,000.00	Q 2,000.00		Q 14,140.02	Q 3,859.98
	267	Tintes, pinturas y colorantes	Q 1,000.00			Q 843.00	Q 157.00
	291	Utiles de oficina			Q 158.50	Q 158.50	Q -
	292	Utiles de limpieza y productos sanitarios		Q 1,900.00	Q 5,000.00	Q 256.65	Q 2,843.35
	295	Utiles menores, medico quirurgico y de laboratorio		Q 287.50	Q 2,900.00	Q 1,828.70	Q 783.80
3		PROPIEDAD, PLANTA, EQUIPO E INTANGIBLES					
	323	Equipo médico-sanitario y de laboratorio	Q 10,000.00	Q 2,900.00		Q 7,085.00	Q 15.00
		GASTOS DE ADMÓN. (10%)					
			Q 369,250.00	Q 198,087.50	Q 198,087.50	Q 322,893.37	Q 46,356.63
MONTO AUTORIZADO			Q 369,250.00			Disponibilidad Q 46,356.63	
(-) EJECUTADO			Q 322,893.37				
SUBTOTAL			Q 46,356.63				
(-) CAJA CHICA							
TOTAL POR EJECUTAR			Q 46,356.63				