



**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 del impacto nutricional de un alimento
complementario elaborado a base de extracto
concentrado de salvado de arroz estabilizado en infantes
pre-escolares en riesgo de desnutrición crónica**

PROYECTO FODECYT No. 012-2012

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

GUATEMALA, OCTUBRE 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

Se evaluó el impacto nutricional de Nutra-Iso™ (alimento derivado de salvado de arroz y fortificado con micronutrientes) en preescolares de 1 a 3 años de edad viviendo en condiciones vulnerables nutricional y alimentariamente. Llevándose a cabo en 11 comunidades rurales de Comapa, municipio de Jutiapa, Guatemala, Nutra-Iso™ fue ingerido diariamente por 8 meses, de Marzo a Noviembre 2013. El impacto se determinó con prevalencia de anemia así como mediciones de longitud, peso y perímetro encefálico, antes, durante y al final del período de consumo. Las medidas antropométricas fueron transformadas a puntaje Z, resultando en indicadores de crecimiento que fueron comparados con las curvas de referencias internacionales. Los indicadores de crecimiento evaluados fueron (1) peso para talla (ZPT), (2) peso para edad (ZPE), (3) longitud para edad (ZLE), (4) perímetro cefálico para edad (ZPCE) e (5) índice de masa corporal para la edad. La prueba de micro hematocrito (HCT) determinó la prevalencia de anemia al inicio y al final del estudio, validándose los resultados con exámenes de frotis de sangre periférica. El aporte nutricional de Nutra-ISO™ a la niñez se determinó aplicando a las madres recordatorios de 24 horas y frecuencias de consumo de alimentos. La aceptabilidad se determinó aplicando una escala hedónica facial de 5 puntos. Previo a la intervención, el 68.8% de la niñez estaba crónicamente desnutrido (≤ -2 desviaciones estándar), 4.2% se encontraba en desnutrición aguda moderada o severa, y el 20.7% en riesgo de padecerla. La prevalencia de anemia ($HCT \leq 34$) era del 28% y la dieta cubría entre el 14.5% y 70% de los requerimientos diarios de macro y micronutrientes. La prueba t de Student determinó que a diferencia de los primeros cuatro meses, durante la segunda mitad de la intervención (Agosto a Noviembre 2013) hubo una evolución significativa ($p \leq 0.01$) en los indicadores ZPT y ZPE. No hubo diferencia estadísticamente significativa en los indicadores ZLE y ZPCE. En los meses de Junio y Julio se detectó un aumento del 7% al 25% de distensión abdominal y diarrea (reporte verbal de las madres). Al final del estudio la prevalencia de anemia se redujo a 16%, detectándose también una mejora estadísticamente significativa en los valores del HCT. Los exámenes de frotis periféricos determinaron que había una significativa deficiencia de hierro en infantes con $HCT \leq 36$, además de probables casos de parasitismo en 10% de los frotis. El aporte de Nutra-Iso™ a la dieta diaria de los niños fue estadísticamente significativo en los macro y micronutrientes, cubriendo el 100% de las necesidades diarias de micronutrientes y entre el 30% y 90% de los macronutrientes. Se encontraron diferencias significativas en la ingesta diaria de las 11 comunidades. La mayoría de los participantes expresaron que Nutra-Iso™ con sabor a fresa les agradaba mucho. En conclusión, con el consumo de Nutra-Iso™ se mejoró significativamente la nutrición de la niñez, con una sana ganancia de peso y disminución de la prevalencia de anemia. La desnutrición crónica no mejoró entre la niñez participante, probablemente debido a parasitismo, condiciones de insalubridad en el hogar y alta incidencia de afecciones intestinales (principalmente durante la época de lluvias) que no habría permitido un aprovechamiento y asimilación completa del complemento alimenticio.

SUMMARY

The nutritional impact of Nutra-Iso™ (formulated with bioactive rice bran soluble extracts and fortified with 7 vitamins and minerals) was evaluated on over 200 toddlers and preschoolers from 1 to 3 years of age living in impoverished and nutritionally vulnerable conditions. Taking place in Comapa, a municipality in the Department of Jutiapa in Guatemala, Nutra-Iso™ was consumed daily for a period of eight months, from March to November, 2013. Nutra-Iso™'s impact was determined through growth measurements weight, height and cephalic perimeter. Prevalence of iron deficiency anemia was also determined. While weight was recorded monthly, height and cephalic perimeter were recorded three times. Anthropometric data was transformed to z scores (standard deviations) for the growth indicators (1) weight-for-height, (2) weight-for-age, (3) length or height-for-age, (4) cephalic perimeter-for-age and (5) body mass index-for-age. These indicators were compared to the world's health organization (WHO) growth reference curves. Prevalence of anemia before and after the intervention was determined by micro hematocrit (HCT) and confirmed through blood smear examinations. Nutra-Iso™'s contribution to the participants' daily diet was determined through 24-hour recall and food consumption frequency interviews, as recalled by mothers. Nutra-Iso™'s acceptability among preschoolers was determined via a 5 point facial hedonic scale. Prior to the intervention, 68.8% of participants were chronically malnourished (≤ -2 standard deviations), 4.2% were acutely malnourished, 20.7% at risk of acute malnutrition (between -1.99 and -1.0 standard deviations) and anemia prevalence was 28%. The participants' daily diet supplied between 14.5% and 70% of the macronutrient and micronutrient daily needs. Student t test showed there was no nutritional improvement during the first four months but in the second half (August to November) there was a highly significant ($p < 0.001$) improvement in weight-for-age and weight-for-height. No improvement was found in the chronic malnutrition (CM) indicator height-for-age and cephalic perimeter-for-age during the study. A increase from 7% to 25% in abdominal distension and diarrhea (as reported by mothers) were recorded during June and July. At the end of the study, anemia prevalence was reduced to 16%. A statistically significant increase in HCT results was also found. Blood smears showed that iron deficiency was present in 77% of blood samples with HCT results between 34% and 36% of packed red blood cells. Probable parasitism was also found in 10% of blood smears. Nutra-Iso's nutritional contribution was highly significant ($p < 0.001$) in both micro and macronutrients, supplying 100% and between 30% and 90% of the daily needs, respectively. Inter-community statistically significant differences in the nutritional daily intakes were also found. The preferred flavor among participants was strawberry. In conclusion, the participants' nutrition was improved through a healthy weight gain and marked reduction in anemia prevalence, but CM was not mitigated. Causes for the lack of improvement in CM may lie in unhealthy surrounding conditions, improper child care, and intestinal infectious and chronic diseases that may have prevented absorption and assimilation of the food complement in the preschoolers.

PALABRAS CLAVE

Desnutrición aguda, desnutrición crónica infantil, pre-escolares, Comapa, Jutiapa, Corredor Seco, Guatemala, complemento alimenticio, peso, talla, longitud, perímetro cefálico, edad, indicador de crecimiento, puntaje z, salvado de arroz, nutrición, prevalencia de anemia, microhematocrito, deficiencia de hierro.

LISTADO DE ACRÓNIMOS

ACF	Alimento complementario fortificado
DCI	Desnutrición crónica infantil
DCM	Desnutrición crónica moderada
DCS	Desnutrición crónica severa
DSEA	Dietary Supplement Health and Education Act
FDA	Food and Drug Administration
GRAS	Generally Recognized as Safe (Generalmente reconocido como seguro, por sus siglas en inglés)
HCT	Hematocrito
INCAP	Instituto de Nutrición para Centroamérica y Panamá
INE	Instituto Nacional de Estadística
IP	Infantes preescolares
OMS	Organización Mundial de la Salud (WHO, en inglés)
PC	Perímetro cefálico
PRDC	Programa para la Reducción de la Desnutrición Crónica
SESAN	Secretaría de Seguridad Alimentaria y Nutrición
ZIMCE	Puntaje zeta para indicador índice de masa corporal para la edad
ZPCE	Puntaje zeta para indicador de crecimiento perímetro cefálico para edad
ZPE	Puntaje zeta para indicador de crecimiento peso para edad
ZPT	Puntaje zeta para indicador de crecimiento peso para talla
ZTE	Puntaje zeta para indicador de crecimiento talla o longitud para edad

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	ii
SUMMARY	iii
PALABRAS CLAVE	iv
LISTADO DE ACRÓNIMOS	v
TABLA DE CONTENIDO	v
ÍNDICE DE CUADROS	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	xiii
ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS	xv
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
I.4.1 Localización	9
I.4.2 Población Objetivo y Muestra	10
I.4.3 Las Variables	11
I.4.3.1 Variables dependientes	11
I.4.3.2 Variables independientes	11
I.4.4 Estrategia Metodológica	11
I.4.5 El Método	15
I.4.5.1 Toma de medidas antropométricas	15
I.4.5.2 Muestras de sangre para detección de anemia por deficiencia de hierro	16
I.4.5.3 Estimación de ingesta nutricional por recordatorio de 24 horas	17
I.4.5.4 Prueba de aceptabilidad de Nutra-Iso™	18
I.4.6 La Técnica Estadística	19
I.4.6.1 Indicadores de crecimiento en preescolares	19
I.4.6.2 Pruebas de sangre para detección de anemia	19
I.4.6.3 Estimación de ingesta diaria por recordatorio de 24 horas	20
I.4.6.4 Prueba sensorial de aceptabilidad del producto	20

PARTE II

II.	MARCO TEÓRICO	
II.1	El salvado o pulimento del arroz	21
II.2	Nutra-Iso™: producto formulado a base de un extracto concentrado de salvado de arroz estabilizado	24
II.3	Producción potencial de salvado de arroz en Guatemala y Centroamérica	27
II.4	Desnutrición y su tipología	28
II.5	Alimentos complementarios fortificados y recomendaciones dietéticas diarias para la niñez entre 6 y 36 meses de edad	30
II.6	Impactos de la desnutrición crónica infantil	32
II.7	Importancia del hierro en la infancia	33

PARTE III

III.1	RESULTADOS	36
III.1.1	Evaluación del estado nutricional de la niñez previo a la Intervención con el complemento alimenticio Nutra-Iso™	37
III.1.2	Desarrollo mensual del peso de la niñez participante	41
III.1.3	Crecimiento de la circunferencia craneana en la niñez participante	44
III.1.4	Evaluación a lo largo del estudio de la desnutrición crónica en la niñez participante	46
III.1.5	Evaluación del estado nutricional de la niñez participante utilizando el indicador peso/talla o longitud	47
III.1.6	Prevalencia de anemia en la niñez al inicio y al final de los ocho meses de estudio	50
III.1.7	Ingesta diaria de nutrientes	54
III.1.8	Prueba de aceptabilidad de Nutra-Iso™	61
III.2	DISCUSIÓN DE RESULTADOS	62

PARTE IV

IV.1	CONCLUSIONES	73
IV.2	RECOMENDACIONES	75
IV.3	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	77
IV.4	ANEXOS	89
IV.4.1	Archivo fotográfico	89

IV.4.2 Carta de Consentimiento Informado	97
IV.4.3 Hoja de registro de participante	98
IV.4.4 Boleta de control Antropométrico	99
IV.4.5 Boleta de Prueba de Aceptabilidad	100

PARTE V

V.1 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES	101
V.2 INFORME FINANCIERO	102

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Elevación (msnm) y localización de 11 comunidades del municipio de Comapa con infantes pre-escolares que participaron en el estudio de impacto nutricional del complemento alimenticio Nutra-Iso™.	10
Cuadro 2. Composición nutricional de Nutra-Iso™ (100 gramos)	26
Cuadro 3. Micronutrientes añadidos a la formulación Nutra-Iso™ para infantes preescolares de 12 a 36 meses de edad.	27
Cuadro 4. Consumo anual por persona, producción local e importaciones de arroz para 6 países de Centroamérica en el año 2014.	28
Cuadro 5. Criterios epidemiológicos de prevalencia de desnutrición para las comunidades de Guatemala (% de la población).	30
Cuadro 6. Recomendaciones dietéticas diarias de nutrientes para la niñez entre 6 y 36 meses de edad	31
Cuadro 7. Información general y antropométrica inicial (previo al consumo) de la niñez participante en el proyecto de alimentación complementaria para infantes preescolares residentes en 11 comunidades de Comapa, Jutiapa. Febrero de 2013.	36
Cuadro 8. Distribución de infantes y preescolares (n=260) en 5 indicadores de crecimiento según puntajes Z generados por el programa WHO ANTHRO previo al inicio de la ventana de intervención nutricional.	37
Cuadro 9. Distribución porcentual para el indicador longitud/talla para edad de la niñez participante, de acuerdo a dos rangos de edad y previo a iniciar la ventana de intervención nutricional.	39
Cuadro 10. Medidas resumen para la variable peso e indicador de crecimiento puntaje z peso para la edad (ZPE) previo al inicio de la ventana de intervención en el grupo infantil participante en el estudio de alimentación complementaria con Nutra-Iso™ llevado a cabo en Comapa, Jutiapa. 2013.	41
Cuadro 11. Resultados “todos contra todos” de la prueba t de Student para el indicador peso para la edad (ZPE), en la niñez participante en el estudio de alimentación complementaria con Nutra-Iso™, Comapa, Jutiapa 2013.	42

Cuadro 12. Resumen del comportamiento mensual del peso de la niñez participante en el estudio de alimentación complementaria con Nutra-Iso™ llevado a cabo en Comapa, Jutiapa, 2013.	43
Cuadro 13. Perímetros cefálicos mínimos, máximos y promedios de tres mediciones en la niñez participante en el estudio de alimentación complementaria con Nutra-Iso™ en Comapa, Jutiapa. 2013.	44
Cuadro 14. Promedio, mínimos y máximos para el indicador de crecimiento perímetro cefálico para edad en 3 mediciones efectuadas a la niñez participante en el en el estudio de alimentación complementaria con Nutra-Iso™ en Comapa, Jutiapa. 2013.	44
Cuadro 15. Resultado de la prueba t de Student para muestras independientes realizado a los puntajes z del indicador perímetro cefálico para edad en la niñez participante en el estudio de alimentación complementaria con Nutra-Iso™ en Comapa, Jutiapa, 2013.	45
Cuadro 16. Distribución porcentual (número de casos entre paréntesis) de la niñez participante en el estudio de alimentación complementaria con Nutra-Iso™, al inicio (Febrero), a mitad (Julio) y al final (Noviembre), de acuerdo al indicador de crecimiento perímetro cefálico para edad en su puntaje z. Comapa, Jutiapa, 2013.	45
Cuadro 17. Distribución del número de infantes participantes en el estudio de alimentación complementaria con Nutra-Iso™, de acuerdo a la categoría nutricional en base al indicador de crecimiento longitud/talla para la edad. Comapa, Jutiapa, 2013.	46
Cuadro 18. Distribución del número de infantes según las categorías nutricionales del indicador peso para la talla o longitud (ZPT), en tres mediciones antropométricas efectuadas a la niñez participante en el estudio de alimentación complementaria llevado a cabo en Comapa, Jutiapa. 2013.	48
Cuadro 19. Valores promedio y resumen de estadística descriptiva para el indicador peso para la talla o longitud en tres mediciones antropométricas a la niñez participante en el estudio de alimentación complementaria con Nutra-Iso™, llevado a cabo en Comapa, Jutiapa. 2013.	49

Cuadro 20. Indicadores promedio peso/tallo o longitud según el sexo del pre-escolar en tres mediciones antropométricas efectuadas a la niñez participante en el estudio de alimentación complementaria con Nutra-Iso™ en Comapa, Jutiapa. 2013.	49
Cuadro 21. Resumen de la prueba estadística t de Student para los indicadores nutricionales peso para talla promedio de mediciones antropométricas efectuadas al inicio (Febrero), a la mitad (Julio) y al final (Noviembre) del estudio de alimentación complementaria con Nutra-Iso™ en pre-escolares vulnerables en Comapa, Jutiapa. 2013.	50
Cuadro 22. Número de infantes con anemia, (HCT < 34%) para diagnosticar el estado anémico, en el estudio de alimentación complementaria con Nutra-Iso™ en niñez vulnerable a la desnutrición en Comapa, Jutiapa. 2013.	51
Cuadro 23. Resumen de estadística descriptiva para los valores de micro hematocrito obtenidos de muestras de sangre capilar en la niñez participante, al inicio y al final del estudio de intervención nutricional con Nutra-Iso™, llevado a cabo en Comapa, Jutiapa. 2013.	52
Cuadro 24. Resultado de la prueba t de Student para muestras independientes, aplicado a los valores de micro hematocrito de las muestras de sangre inicial y final, obtenidas de la niñez participante en el estudio de alimentación complementaria, realizado en Comapa, Jutiapa. 2013.	52
Cuadro 25. Resultados de exámenes de frote periférico a muestras de sangre capilar tomadas de los participantes preescolares al inicio del estudio y al final de la ventana de intervención nutricional. Comapa, Jutiapa. 2013.	53
Cuadro 26. Resumen estadístico descriptivo de los macronutrientes consumidos diariamente por la niñez participante en el estudio de alimentación complementaria con Nutra-Iso™, en Comapa, Jutiapa, 2013.	55
Cuadro 27. Análisis estadístico mediante la prueba t de Student realizada a las medias de macronutrientes ingeridos diariamente por los participantes y según los resultados de los recordatorios de 24 h y tablas de frecuencia de consumo de alimentos. Comapa, Jutiapa, 2013.	56

Cuadro 28. Requerimiento y consumo promedio de micro nutrientes, con y sin el aporte de Nutra-Iso™, en la dieta diaria de la niñez participante en el estudio de alimentación complementaria realizado en Comapa, Jutiapa, 2013.	57
Cuadro 29. Resultados de la prueba de aceptabilidad de Nutra-Iso™ aplicada a infantes preescolares en el estudio de alimentación complementaria efectuado en Comapa, Jutiapa, 2013.	61

ÍNDICE 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 complementaria diaria con Nutra-Iso™ a infantes preescolares en Comapa, Jutiapa.	12
Figura 3. Escala hedónica facial de 5 puntos utilizada en la prueba de aceptabilidad del producto Nutra-Iso™ aplicada a infantes preescolares.	18
Figura 4. Corte transversal de un grano de arroz.	21
Figura 5. Proceso de beneficiado del arroz y obtención de salvado de arroz.	22
Figura 6. El desarrollo sináptico en el cerebro humano, según la función cerebral.	34
Figura 7. Distribución porcentual previo a la intervención nutricional para el indicador peso para la edad (ZPE) de la población infantil (n=260) participando en el estudio de alimentación complementaria con Nutra-Iso™ en Comapa, Jutiapa, 2013.	38
Figura 8. Distribución porcentual previo a la intervención nutricional para el indicador de crecimiento longitud o talla para edad (ZTE) de la población infantil (n=260) participando en el estudio de alimentación complementaria con Nutra-Iso™ en Comapa, Jutiapa. 2013.	38
Figura 9. Distribución porcentual previo a la intervención nutricional para el indicador de perímetro cefálico edad (ZPCE), en la población infantil (n=260) participando en el estudio de alimentación complementaria con Nutra-Iso™.	40
Figura 10. Distribución porcentual previo a la intervención nutricional (Z inicial) para el indicador índice de masa corporal para la edad, en la población infantil (n=260) participando en el estudio de alimentación complementaria con Nutra-Iso™.	40
Figura 11. Exploración gráfica y análisis de regresión para la variable peso en el estudio de alimentación complementaria con Nutra-Iso™ en niños y	

niñas vulnerables a la desnutrición en Comapa, Jutiapa. 2013.	43
Figura 12. Distribución porcentual de infantes preescolares según el indicador de crecimiento longitud o talla para edad (ZTE), en mediciones efectuadas al inicio (Febrero), a la mitad (Julio) y al final (Noviembre) de la ventana de intervención nutricional con Nutra-Iso™. Comapa, Jutiapa, 2013	47
Figura 13. Distribución porcentual de infantes en las categorías nutricionales del indicador peso para la talla o longitud (ZPT), en tres mediciones antropométricas efectuadas a la niñez participante en el estudio de alimentación complementaria llevado a cabo en Comapa, Jutiapa. 2013.	48
Figura 14. Porcentaje de participantes diagnosticados con anemia según micro hematocrito, antes y al final de la ventana de consumo del alimento complementario Nutra-Iso™, en niñez de comunidades localizadas en Comapa, Jutiapa. 2013.	51
Figura 15. Distribución porcentual de la severidad de deficiencia de hierro, según el diagnóstico de frote periférico y categorizado por resultado de hematocrito (HCT) en niñez en edad preescolar de Comapa, Jutiapa. 2013.	53
Figura 16. Histogramas de frecuencia relativa de macronutrientes en la dieta diaria de la niñez participante en el estudio de alimentación complementaria con Nutra-Iso™, efectuado en Comapa, Jutiapa, 2013.	58
Figura 17. Resultado de la prueba de medias LSD (Diferencia mínima significativa) de Fisher (alpha 0.05) para las medias de consumo de (A) energía y (b) proteína por comunidad, en el estudio de alimentación complementaria a preescolares en Comapa, Jutiapa, 2013.	59
Figura 18. Resultado de test de medias LSD (Diferencia mínima significativa) de Fisher (alpha 0.05) para las medias de consumo de (A) energía y (b) proteína por comunidad, en el estudio de alimentación complementaria a preescolares en Comapa, Jutiapa, 2013.	60

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

- Fotografía 1.** Registro e ingreso de infantes preescolares al estudio de intervención alimenticia con Nutra-Iso™ en Comapa, Jutiapa. (A) grupo de preescolares y sus madres esperando turno para ser registrados en el estudio; (B) registro y firma de consentimiento informado; (C) evaluación de salud; (D) evaluación nutricional; (E) toma de medidas antropométricas y, (F) toma de muestra de sangre capilar. 13
- Fotografía 2.** (A) Preparación, distribución y consumo de Nutra-Iso™ infantil en la comunidad Ixcanal; (B) Distribución de agua potable en garrafón a las comunidades del estudio. 14
- Fotografía 3.** (A) Toma de peso mensual; (B) medición antropométrica del mes de Julio; (C) medición final de peso (D), talla y (E) perímetro cefálico y (F) obtención de la muestra final de sangre para la determinación de prevalencia de anemia en infantes preescolares. 15
- Fotografía 4.** (A) Técnico laboratorista preparando las muestras de sangre capilar para su centrifugación y (B) micro hematocrito en regla lectora, mostrando un resultado de 42%. 16
- Fotografía 5.** Preparación de lámina de frote periférico para su análisis al microscopio: (A) gota de sangre colocada en lámina portaobjeto, (B) secado de sangre distribuida en forma laminar, (C) rejilla para almacenar y transportar a ciudad de Guatemala y (D) láminas ya coloreadas con el colorante de Wright listas para ser examinadas al microscopio. 17
- Fotografía 6.** Nutra-Iso™, polvo soluble derivado del salvado de arroz estabilizado. 25

PARTE I

I.1 INTRODUCCIÓN

Guatemala exhibe un altísimo índice de desnutrición crónica infantil (DCI), ocupando el 4to lugar a nivel mundial con una prevalencia cercana al 50% en la niñez menor de 5 años, constituyéndose en una de las mayores amenazas al desarrollo del país. A diferencia de la desnutrición aguda, que puede ser claramente visible por emaciación y el vientre abultado (entre otros síntomas), la desnutrición crónica infantil se caracteriza como un retardo en la altura del infante para un niño o niña correspondiente a su edad, lo que puede pasar desapercibido para la mayoría de personas. Resultado de la inseguridad alimentaria y nutricional, la DCI suele estar asociado a situaciones de pobreza y en Guatemala la pobreza a nivel de provincia fluctúa entre un 44% (El Progreso) y un 89.6% de la población, en el caso de Alta Verapaz (INE, 2013). Otros factores exacerbantes de la DCI incluyen la falta de acceso a los alimentos, la mala calidad en la dieta y condiciones sanitarias deplorables. En su conjunto, este cuadro de pobreza, mala alimentación y falta de higiene puede conducir al contagio de enfermedades infecciosas gastrointestinales y una asimilación deficiente de nutrientes.

Entre los grupos poblacionales altamente vulnerables a la inseguridad alimentaria y nutricional se incluyen los niños menores de cinco años así como también a las madres lactantes 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 Vitacereal, 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 Nutra-Iso™ brinda a los infantes pre-escolares, 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 mismo. La fabricación de un alimento a base de salvado de arroz también reduciría la volatilidad en los precios en alimentos complementarios, 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 un ahorro en los costos de producción del suplemento alimenticio, al evitar erogaciones en compra y gastos de transporte de materia prima importada, 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 madres lactantes 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 Vitacereal, 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 2 o 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 24-36 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 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

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

primeros 6 meses de vida del niño (WHO, 2001). Después de los seis meses se recomienda 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 9 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, 2011, 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 complemento alimenticio nutricionalmente denso elaborado a base de un extracto concentrado de solubles de salvado de arroz estabilizado en infantes pre-escolares en riesgo de desnutrición.

I.3.1.2 Específicos

I.3.1.2.1 Determinar y evaluar el estado nutricional de la niñez entre 12 y 36 meses de edad, antes del inicio de la ingesta del alimento complementario utilizando para ello las medidas antropométricas peso, talla y circunferencia craneal y análisis de microhematocrito.

I.3.1.2.2 Evaluar al inicio y a los 8 meses, el crecimiento de la circunferencia craneana, en los niños que consumieron el alimento complementario a lo largo de 8 meses, utilizando para ello los indicadores de referencia de la Organización Mundial de la Salud.

I.3.1.2.3 Evaluar el porcentaje de desnutrición crónica de la niñez antes de iniciar el consumo del alimento complementario, a los 4 meses de iniciado y al finalizar el estudio, utilizando para ello el indicador talla o longitud/edad para la niñez entre 12 y 36 meses de edad de la Organización Mundial de la Salud.

I.3.1.2.4 Determinar y evaluar la prevalencia de anemia en la niñez que consumió el alimento complementario antes de iniciar la ingesta y al final de los ocho meses de estudio.

I.3.1.2.5 Determinar y evaluar el aporte nutricional de macronutrientes y micronutrientes del alimento complementario en la dieta de la niñez que lo consumió durante 8 meses.

I.3.1.2.6 Determinar la aceptabilidad de las características organolépticas del alimento complementario elaborado a base de salvado de arroz, a través de una prueba hedónica facial adaptada a niñez de 12-36 meses de edad que consumirá el alimento.

I.3.1.2.7 Divulgar a las autoridades, actores sociales e instituciones en el campo de su competencia la información obtenida en la investigación.

I.3.2 Hipótesis

El consumo de una ración diaria de 30 gramos del complemento alimenticio fortificado elaborado de extractos de salvado de arroz a lo largo de ocho meses, tendrá un efecto estadísticamente significativo en los indicadores de crecimiento peso/talla y peso edad de la niñez participante.

El consumo de una ración diaria de 30 gramos del complemento alimenticio fortificado elaborado de extractos de salvado de arroz a lo largo de ocho meses, tendrá un efecto estadísticamente significativo en el indicador de crecimiento talla o longitud para la edad de la niñez participante.

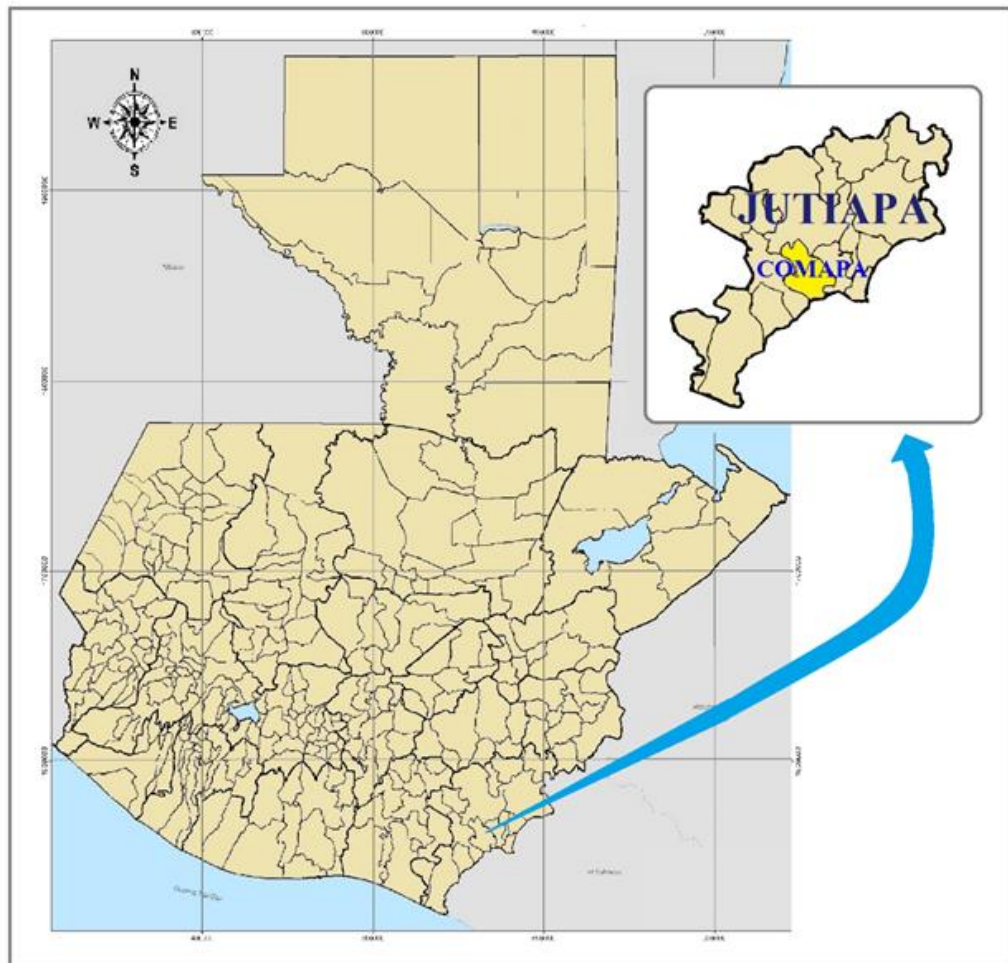
Proporcionar una ración diaria de 30 gramos del complemento alimenticio fortificado elaborado de extractos de salvado de arroz a lo largo de ocho meses, tendrá un efecto estadísticamente significativo en los niveles de hierro en la sangre y en la prevalencia de anemia en la población infantil participante.

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 $14^{\circ}06'46''$ N y $89^{\circ}54'53''$ 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 12-2012.

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 pre-escolares provenientes de 11 aldeas, las que se listan en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Elevación (msnm) y localización de 11 comunidades del municipio de Comapa con infantes pre-escolares que participaron en el estudio de impacto nutricional del complemento alimenticio Nutra-Iso™.

Comunidad	Elevación (metros sobre nivel del mar)	Coordenadas
Anonito	1323mts	14°07'14'' N 89°55'38'' O
Buena Vista	1338mts	14°07'51'' N 89°56'01'' O
Calvario	1252mts	14°07'58'' N 89°55'36'' O
Chinchintor	1244mts	14°08'04'' N 89°55'35'' O
Guayabito	1200mts	14°07'30'' N 89°54'36'' O
Ixcanal	1177mts	14°08'43'' N 89°55'59'' O
Piedra Pintada	1203mts	14°08'33'' N 89°55'52'' O
San Francisco	1216mts	14°06'43'' N 89°54'32'' O
San José	1237mts	14°07'18'' N 89°54'43'' O
San Juan	1188mts	14°07'55'' N 89°54'20'' O
San Ramón	1045mts	14°07'30'' N 89°53'01'' O

Fuente: Proyecto FODECYT 12-2012

I.4.2 Población objetivo y Muestra

La población objetivo del estudio estuvo constituida de niños y niños preescolares comprendidos entre los 12 y 36 meses de edad.

El tamaño de la muestra (Wayne, 2005) se basó en la ecuación para el cálculo de tamaño muestral para una población infinita $n = z^2 pq / d^2$, donde n representa el tamaño de muestra; 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 7% (0.07). Aplicando esta ecuación el tamaño de muestra fue equivalente a 196 participantes.

La investigación se diseñó como un estudio longitudinal con una duración de 8 meses y la edad mínima de los infantes para participar en el estudio fue de un año de edad.

1.4.3 Las Variables

I.4.3.1 Variables dependientes

Las variables dependientes para evaluar el desarrollo físico y nutricional de la niñez participante 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. Un tercer factor dependiente fue el resultado del micro hematocrito antes y al final de la intervención nutricional, prueba de sangre utilizada para determinar la existencia de anemia por deficiencia de hierro.

I.4.3.2 Variables Independientes

La variable independiente del estudio fue la ración diaria de 30g de alimento complementario consumido por los infantes preescolares a lo largo de 8 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 complemento alimenticio por los infantes preescolares (IP). 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) y las comunidades identificadas, se procedió a generar un listado de niños por comunidad que cumpliera con el requisito de edad a la fecha programada de inicio del consumo de Nutra-Iso™ infantes.

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).

La evaluación médico nutricional inicial y registro de los IP para su ingreso al estudio se llevó a cabo del 22-24 de febrero de 2013. Un recuento de las actividades realizadas como parte del proyecto 12-2012 puede observarse en la Figura 2.

Figura 2. Cronograma general de las actividades principales del estudio de alimentación complementaria diaria con Nutra-Iso™ a infantes preescolares en Comapa, Jutiapa.

ACTIVIDADES PRELIMINARES						PERIODO DE CONSUMO NUTRA-ISO™ INFANTIL									
1	1, 2	3	4	4, 5	6, 7	TOMA MENSUAL DE MEDIDA ANTROPOMÉTRICA									
					peso, talla y perímetro cefálico	peso	peso	peso	peso, talla y perímetro cefálico	peso	peso	peso	peso, talla y perímetro cefálico	FIN	
Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
2012					2013										
MES Y AÑO															

(1) Visitas iniciales a Comapa y contacto con colaboradores locales y técnicos de campo; (2) Contratación e incorporación al proyecto de técnicos de campo; (3) Entrevistas y selección de coordinadoras en cada comunidad; (4) Capacitación de las coordinadoras en manejo de agua, manipulación de alimentos, higiene y preparación del suplemento alimenticio; (5) Capacitación equipo de campo en técnicas antropométricas; (6) Estandarización de la técnica antropométrica; (7) evaluación médico-nutricional y registro inicial de infantes preescolares participantes; (8) periodo de 8 meses de consumo de Nutra-Iso™ fórmula infantil.

Fuente: Proyecto FODECYT 12-2012

Todas las actividades de ingreso al estudio y registro de los IP se realizaron en las instalaciones del Centro de Salud de Comapa. El procedimiento de ingreso y registro de los participantes fue el siguiente: (1) descripción del proyecto a la madre del infante participante, (2) firma de la carta de consentimiento informado, (3) toma de información general de la madre y el infante, (4) evaluación general de salud del infante 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 del infante preescolar y (7) toma de muestra de sangre del IP. Ejemplos de las actividades realizadas durante el registro e ingreso de las participantes al estudio pueden observarse en la Fotografía 1.

Fotografía 1. Registro e ingreso de infantes preescolares al estudio de intervención alimenticia con Nutra-Iso™ en Comapa, Jutiapa. (A) Grupo de pre-escolares y sus madres esperando turno para ser registrados en el estudio; (B) registro y firma de consentimiento informado; (C) evaluación de salud; (D) evaluación nutricional; (E) Toma de medidas antropométricas y, (F) toma de muestra de sangre capilar.



Fuente: Proyecto FODECYT 12-2012

El consumo diario de Nutra-Iso™ en su formulación infantil dió inicio el primero de abril de 2013. La ración diaria consistía en 30 gramos de Nutra-Iso™ infantil 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 los niños de su respectiva comunidad (Fotografía 2A). Con el objeto de verificar el consumo del complemento alimenticio, las madres llevaban a sus infantes todos los días a participantes al lugar de preparación, distribución y consumo de la bebida nutritiva, generalmente la casa de la coordinadora de comunidad. El abastecimiento de insumos (Nutra-Iso™ infantil, agua en garrafón y azúcar) a las 11 aldeas 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 (Fotografía 2B).

Fotografía 2. (A) Preparación, distribución y consumo de Nutra-Iso™ infantil en la comunidad Ixcanal; (B) Distribución de agua potable en garrafón a las comunidades del estudio.



Fuente: Proyecto FODECTY 12-2012

La toma de peso mensual (Fotografía 3A), así como la toma de las 3 medidas antropométricas en el mes de Julio (Fotografía 3B) se realizó en cada comunidad, mientras que la medición antropométrica final (Fotografía 3C, 3D y 3E) y toma muestra de sangre (Fotografía 3F) se llevó a cabo en las instalaciones del centro de salud de Comapa.

Fotografía 3. (A) Toma de peso mensual; (B) medición antropométrica del mes de Julio; (C) medición final de peso (D), talla y (E) perímetro cefálico y (F) obtención de la muestra final de sangre para la determinación de prevalencia de anemia en infantes preescolares.



I.4.5 El Método

1.4.5.1 Toma de medidas antropométricas.

Las medidas antropométricas de los IP fueron tomadas siguiendo los lineamientos del INCAP (Girón, 2007), participando tres antropometristas, dos de ellos haciendo la medición y un tercero como anotador/digitador. El peso de los IP se determinó sin ropa o zapatos, utilizando una pesa una balanza de resorte con gancho marca Tecnipesa con capacidad de 25 kg (55 lb). La longitud o talla de infante se determinó utilizando infantómetro o tallímetro, dependiendo de la edad del infante. Si era menor de dos años, se

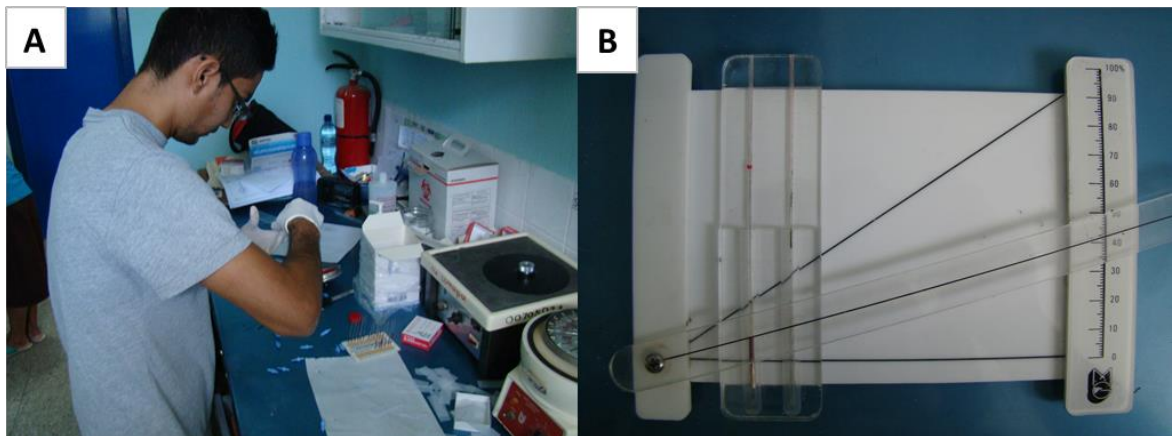
utilizó un infantómetro portátil marca SECA modelo 210, mientras que si el infante era mayor de dos años se utilizó un tallímetro portátil marca SECA 213. El perímetro cefálico se obtuvo mediante una cinta métrica (con escala milimétrica), midiendo la circunferencia desde la parte inmediatamente superior al arco superciliar y abarcando la parte más protuberante del cráneo occipital.

I.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 de ocho meses, se recolectó de los IP una muestra de sangre capilar, esto con el objeto de determinar la prevalencia de anemia por deficiencia de hierro en la niñez participante.

Realizando todo el procedimiento de recolección de muestra en el Centro de Salud de Comapa, el paso inicial fue obtener una pequeña fracción 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 4A). 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 4B). El resultado del micro hematocrito se refiere al porcentaje del volumen de eritrocitos empacados con respecto al volumen total de la muestra de sangre.

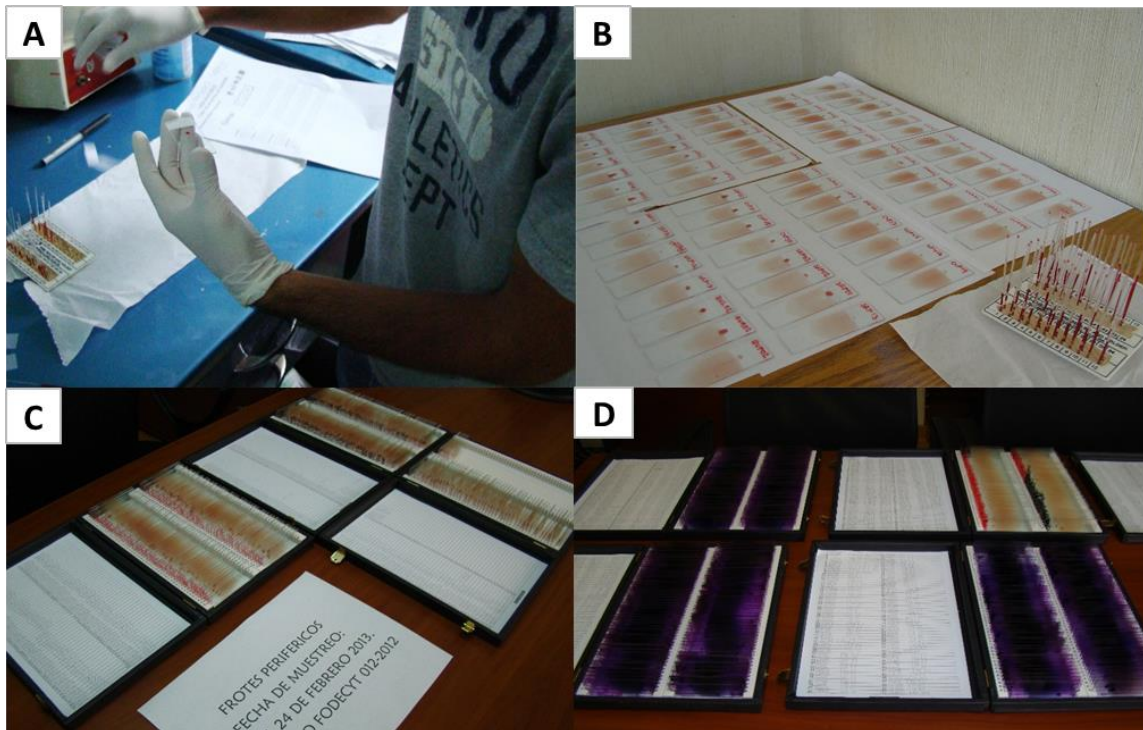
Fotografía 4. (A) Técnico laboratorista preparando las muestras de sangre capilar para su centrifugación y (B) micro hematocrito en regla lectora, mostrando un resultado de 42% .



Fuente: Proyecto FODECYT 12-2012

Para el examen de sangre mediante frotos 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 (Fotografía 5A), procediéndose inmediatamente a extender la misma sobre la lámina para luego dejarla secar por un tiempo aproximado de una hora (Fotografía 5B). 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 (Fotografía 5C). Una vez en el laboratorio, los frotos periféricos fueron expuestos a colorante de Wright y secados al aire, paso necesario para poder realizar el examen microscópico (Fotografía 5D). Una vez coloreados y fijados el médico hematólogo procedió al análisis de los frotos periféricos al microscopio, utilizando para ello los oculares con aumento 60x y en caso de ser necesario un examen más preciso los frotos periféricos se analizaron con el ocular de inmersión a 1,000x.

Fotografía 5. Preparación de lámina de frote periférico para su análisis al microscopio: (A) gota de sangre colocada en lámina portaobjeto, (B) secado de sangre distribuida en forma laminar, (C) rejilla para almacenar y transportar a ciudad de Guatemala y (D) láminas ya coloreadas con el colorante de Wright listas para ser examinadas al microscopio.



Fuente: Proyecto FODECYT 12-2012

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

Para determinar el aporte nutricional del suplemento alimenticio se entrevistó a las madres de los infantes acerca del consumo de alimentos de las 24 horas inmediatamente anteriores, siguiendo 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 de la niñez, así como determinar el porcentaje de calorías, macronutrientes y micronutrientes aportados por el suplemento alimenticio a la dieta de los IP.

Realizado por profesionales de nutrición, el recordatorio de ingesta dietética se aplicó a las madres al inicio del estudio, a mediados de la ventana de consumo, durante la medición de julio 2013 y durante la prueba de aceptabilidad de Nutra-Iso™ infantil. Como parte del procedimiento, se preguntó en detalle a las madres de la niñez participante acerca de los alimentos ingeridos (y su cantidad) por los infantes en las 24 horas previas. Posteriormente las nutricionistas desglosaron el contenido nutricional de los alimentos ingeridos por los IP, 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 la niñez participante se llevó a cabo una “prueba hedónica facial” (Hernández, 2005) ciega de cinco puntos (Figura 3). Coordinada por nutricionistas del proyecto, dicha prueba se llevó a cabo en las 11 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 litro 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 dió inicio al colocarse 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 al infante preescolar y junto con la madre se ubicó dicha muestra en uno de 5 puntos de aceptabilidad, anotando el técnico la puntuación otorgada. Entre las muestras de sabores se le dió al infante uno o dos sorbos de agua pura para eliminar los restos del sabor anterior.

Figura 3. Escala hedónica facial de 5 puntos utilizada en la prueba de aceptabilidad del producto Nutra-Iso™ aplicada a infantes preescolares.



Fuente: DaCunha, et. al, 2013

I.4.6 La Técnica Estadística

I.4.6.1 Indicadores de crecimiento en infantes pre-escolares

A nivel individual: La información antropométrica recopilada en los infantes a nivel individual incluyó el peso (kg), longitud o talla (cm) y perímetro cefálico (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, utilizando para ello el programa WHO ANTHRO versión 3.2.2 (WHO, 2006). Los indicadores fueron: (1) peso/longitud (ZPT) (2) peso/edad (ZPE), (3) longitud o talla/edad (ZLE), (4) perímetro cefálico/edad (ZPCE) e (5) índice de masa corporal/edad (ZIMCE). Estos indicadores de crecimiento en su puntaje z representan el número de desviaciones estándar de la lectura de interés 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 riesgo de desnutrición, 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 IP 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 Pruebas de sangre para detección de anemia

El resultado del micro hematocrito (HCT) se refiere al porcentaje del volumen de glóbulos rojos empacados con respecto al volumen total de la muestra de sangre, luego de un proceso de centrifugación. En el grupo de infantes preescolares, un resultado menor o igual a 34%⁴ (0.34) se consideró un indicador de anemia, factor corregido en 1% (0.01) por la altura encontrada en las comunidades del estudio. 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. Para determinar si hubo diferencias estadísticamente significativas entre los resultados de los hematocritos al inicio y al final del estudio, se hizo una prueba t de student para muestras independientes.

⁴ El valor de referencia de OMS es 33%, sin embargo en este estudio se aplicó un factor de corrección de +1, debido a que las comunidades del estudio se localizaban a alturas de o superiores a los 1,200 msnm.

I.4.6.3 Estimación de ingesta diaria por recordatorio de 24 horas

De las entrevistas de consumo alimenticio por recordatorio de 24 horas efectuadas a las madres de los IP, se determinó la cantidad de nutrientes ingerida por los infantes preescolares en las 24 horas inmediatamente anteriores. Simultáneamente se recabó información de frecuencia de consumo de alimentos. 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 se agregó el aporte nutricional de Nutra-Iso™, determinándose así el aporte cuantitativo y cualitativo de los nutrientes mencionados a la dieta de la niñez participante. La información nutricional recolectada se consolidó por persona y por comunidad en hoja electrónica Excel, analizándose la cantidad y calidad de la dieta de las participantes mediante estadística descriptiva. Se determinó también cantidades promedio de macro y micronutrientes ingeridos por infante preescolar y a nivel de comunidad. La suficiencia o insuficiencia de nutrientes en la dieta de los participantes también se categorizó en forma tabular. Se aplicó una prueba de t de Student para comparar la ingesta diaria de nutrientes con y sin el aporte nutricional de Nutra-Iso™. Para evaluar las posibles diferencias en consumo de nutrientes en las 11 comunidades, a la ingesta diaria promedio por nutriente de las comunidades se le efectuó una prueba de medias según el método de diferencia mínima significativa de Fisher (alfa = 0.05).

I.4.6.4 Prueba sensorial de aceptabilidad del producto

El grado de aceptabilidad de las características organolépticas de Nutra-Iso™ se evaluó mediante una prueba de aceptabilidad utilizando una escala hedónica facial 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 la niñez participante.

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

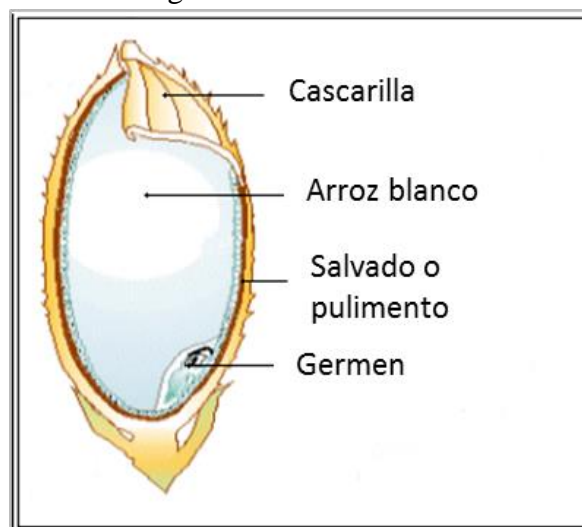
MARCO TEÓRICO

II.1 El Salvado o pulimento de Arroz

El arroz (*Oryza sativa*) es uno de los tres cereales más importantes del mundo, sirviendo de alimento principal para aproximadamente la mitad de la población humana, quienes consumen 100 kg o más al año por persona (Muthayya, et. al., 2014; Van Nguyen y Ferrero, 2006). En los últimos 50 años la producción mundial de arroz trillado se ha incrementado de 137.27 millones de TM en 1960 a 421.82 TM en el año 2010⁵.

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.

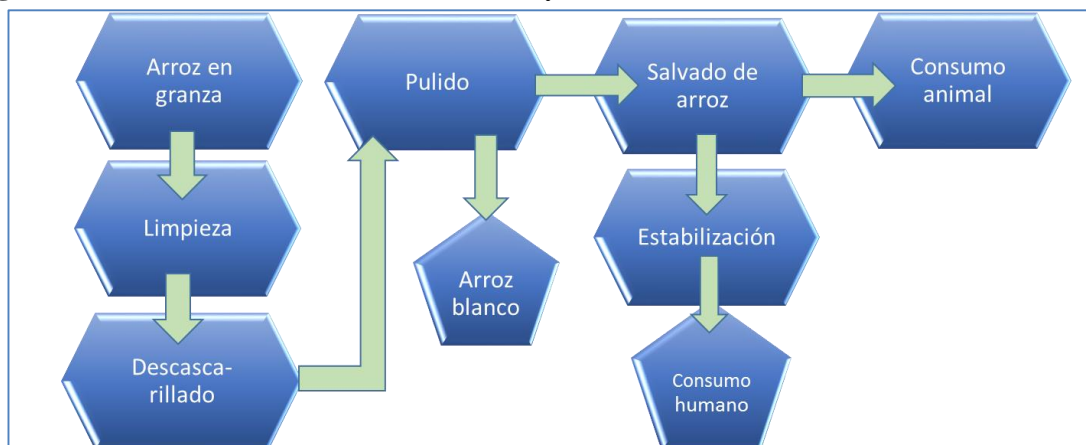


Fuente: <http://onescoopaday.com/Prods/rice-bran-supplement.asp>

⁵ Earth Policy Institute, con información del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos. http://www.earth-policy.org/datacenter/xls/book_fpep_ch1_7.xlsx

El salvado o pulimento de arroz es un sub-producto del beneficiado del arroz, ya que el producto principal del beneficiado del proceso es el arroz blanco (Figura 5). 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. El salvado crudo se destina al consumo animal.

Figura 5. Proceso de beneficiado¹ del arroz y obtención de salvado de arroz.



Fuente: Proyecto FODECYT 12-2012

¹Después de la limpieza y descascarillado, el arroz pardo o integral se somete a un proceso abrasivo en el que se separa el salvado para dar lugar al arroz blanco como producto principal. El salvado de arroz crudo se destina al consumo animal mientras que en forma estabilizada es apto para el consumo humano.

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 nutracéutico (Asia Biobusiness, 2006).

En adición a su potencial nutricional, el salvado de arroz también ha recibido atención como alimento funcional o nutracéutico, 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). En el caso de cancer, estudios conducidos en modelos animales y algunos en humanos han demostrado que el consumo de salvado de arroz puede reducir el riesgo de sufrir cancer colo-rectal o gastrointestinal (Forster, et. al, 2013; Henderson et. al., 2012).

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 patogénicas, 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 Quintessence Nutraceuticals, 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 6).

Fotografía 6. 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 2, tiene un alto contenido energético y proteico con casi 450 kcal y 15 gr de proteína por 100 gramos. Nutra-Iso™ también contiene aproximadamente 22 g de grasa por cada 100 g de producto. Entre los precursores de lípidos que contiene Nutra-Iso™ se incluyen ácidos grasos insaturados de gran valor para la salud humana, incluyendo el ácido linoleico y omega 7 (E. Ryan⁶, comunicación personal). Tiene también una importante concentración de compuestos antioxidantes como vitamina E (α tocoferol), tocotrienoles y gamma oryzanol. Este último tipo de lípido, perteneciente al grupo no saponificable tiene un importante efecto en la reducción de colesterol en modelos animales (Wilson, et. al., 2007) y mejora de patrones de lipoproteínas en personas hipercolesterolémicas (Berger, et. al., 2005)

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 (Borresen

⁶ Profesor asistente, Universidad Estatal de Colorado.
<http://csu-cvmb.colostate.edu/academics/erhs/Pages/elizabeth-ryan-lab.aspx>

y Ryan, 2014), 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.

Cuadro 2. Composición nutricional de Nutra-Iso™ (100 gramos).

NUTRIENTE	NUTRA-ISO™ 100 gramos
Calorías (Kcal)	448.9
MACRONUTRIENTES	
Proteína (g)	12-15
Grasas (g)	27
poli-insaturadas	7.7
mono-insaturadas	8.5
Carbohidratos (g)	55
Fibra dietética(g)	3
VITAMINAS	
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
MINERALES	
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.

Nutra-Iso™ puede ser manufacturado en distintas formulaciones, para servir como un suplemento o complemento 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 infantes preescolares entre 12 y 36 meses de edad, a Nutra-Iso™ se le agregan 7 vitaminas y minerales complementarios como se muestra en el Cuadro 3. Este complemento 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 3. Micronutrientes añadidos a la formulación Nutra-Iso™ para infantes preescolares de 12 a 36 meses de edad.

Micronutriente	Cantidad en 100 g Nutra-Iso™	Requerimiento diario	Por Ración de 30 gramos		
			Cantidad original en Nutra-Iso™	Cantidad añadida	% requerimiento diario Nutra-Iso™ fortificado
Vitaminas					
Vitamina A (mcg)	0.00	300.00	0.00	120.00	40
Vitamina D (mcg)	0.00	5.00	0.00	5.00	100
Vitamina C (mg)	0.00	15.00	0.00	15.00	100
B9-Folato (mcg)	31.38	150.00	9.50	140.50	100
B12	0.00	0.90	0.00	0.90	100
Minerales					
Hierro (mg)	1.03	7.00	0.31	6.69	100
Zinc (mg)	0.73	7.00	0.29	6.71	100

Fuente: Proyecto FODECYT 12-2012

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 4).

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 4. Consumo anual por persona, producción local⁷ e importaciones⁸ 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 2 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).

El hambre oculta es un tipo de desnutrición que se define como una deficiencia de vitaminas o minerales⁹. Entre las deficiencias de micronutrientes más comunes se

⁷ <http://www.indexmundi.com/agriculture/?country=ni&commodity=milled-rice&graph=production>

⁸ <http://www.indexmundi.com/agriculture/?country=pa&commodity=milled-rice&graph=imports>

⁹ http://www.ifpri.org/sites/default/files/ghi/2014/feature_1818.html

encuentran los minerales iodo, hierro y zinc; entre las vitaminas las deficiencias más importantes son de vitamina A, vitamina C, vitamina D y folatos (Tulchinsky, 2010).

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”¹⁰ 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 2009¹¹), 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 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

¹⁰ <http://icefi.org/wp-content/uploads/2012/08/BoletinCostoHambreGuatemala2011.pdf>

¹¹ 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.

de cinco años es diarrea agua y enfermedad respiratoria, ambos padecimientos vinculados con la desnutrición (Pelletier, et.al., 1993).

En los últimos 10 o 15 años ha surgido el paradigma de que los 24 meses de edad representan el umbral para la reversibilidad del daño al cerebro subdesarrollado por causas de la desnutrición crónica y los programas de mitigación de la DCI se han enfocado en los primeros 1000 días de vida de la persona, incluyendo el período de embarazo. Sin embargo, estudios robustos muy recientes han cuestionado dicho paradigma, aún cuando la importancia de los primeros 1000 días de vida sigue siendo de extrema importancia. Crookston, et. al., (2013) determinaron que el crecimiento lineal de preescolares cuya recuperación de la desnutrición crónica se dió después de la infancia temprana, estaba fuertemente asociado a un mejor desempeño escolar y capacidad cognitiva. Una posible explicación para esto es que recientemente se ha demostrado que el cerebro es un órgano increíblemente plástico y adaptable, permaneciendo en capacidad de recuperarse aún después de la ventana de los 1000 días (Perez-Escamilla, 2013)

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 5 muestra los criterios aplicados para los categorizar dicha prevalencia.

Cuadro 5. 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 Alimentos complementarios fortificados y recomendaciones dietéticas diarias para la niñez entre 6 y 36 meses de edad.

Según UNICEF (2006) los alimentos complementarios fortificados (ACF) están definidos como cualquier alimento transicional fortificado de bajo costo (líquido o sólido) utilizado para complementar la lactancia materna y la alimentación del infante y de la niñez (6-36 meses). Fortificación, por su parte, se define como la adición de uno o más nutrientes esenciales para corregir o prevenir deficiencias en la población o grupos poblacionales vulnerables (FAO, 1995).

Según la UNICEF¹², los ACF son utilizados con fines sociales y no se incluyen en este concepto alimentos familiares o alimentos comerciales. Tampoco se incluyen los alimentos especiales para niños o niñas bajo tratamiento hospitalario para desnutrición aguda. Los alimentos complementarios pueden dividirse en (a) *transicionales*, aquellos preparados expresamente para cubrir las necesidades nutricionales del niño o niña, y (b) *familiares*, tipificados como aquellos alimentos que entran a formar parte de la dieta de la familia (UNICEF, 2006). Las recomendaciones dietéticas diarias de nutrientes (INCAP, 2012) para la niñez entre 6 y 36 meses se presentan en el Cuadro 6.

Cuadro 6. Recomendaciones dietéticas diarias de nutrientes para la niñez entre 6 y 36 meses de edad.

NUTRIENTE (por día)	REQUERIMIENTO DIARIO		
	6-11 meses	12-23 meses	24-35 meses
Calorías (Kcal)	660	850	1075
Proteína (g)	11	12	13
Grasas (g)	22	28	36
Carbohidratos (g)	95	100	100
Vitamina A (mcg)	450	300	300
VIT B1/Tiamina (mg)	0.3	0.4	0.4
Vit B2/Riboflavina (mg)	0.4	0.5	0.5
Vitamin/Niacina B3 (mg)	4	6	6
Acido Fólico (mcg)	75	120	120
Vitamina C (mg)	50	15	15
Vitamina D (mcg)	5	5	5
Vitamina E (mg ET)	5	5	5
Hierro ¹ (mg)	9.0	14.0	22.0
Magnesio (mg)	60	80	80
Calcio (mg)	400	500	500
Fósforo (mg)	275	450	450
Zinc ¹ (mg)	6.3	4.6	4.6

¹ Ajustado a una dieta mayormente de fuentes vegetales, con baja biodisponibilidad de hierro y zinc.

Fuente: Recomendaciones Dietéticas Diarias del INCAP, 2012

Según Gibson, et. al., (1998), un ACF diseñado para la niñez de países en vías de desarrollo debería proveer entre el 25% y 50% de las necesidades diarias de proteína y riboflavina; 50-75% de tiamina, calcio y magnesio y el 75-100% de fósforo, zinc y hierro. Lutter y Dewey (2003) mencionan que para la niñez entre 6 y 11 meses de edad, un ACF debe aportar entre 3 y 4.5 g de proteína, 4.6 g de grasa y 176 kcal de energía. Para la niñez entre 12 y 23 meses de edad, el aporte de energía debe ser de 264 kcal, entre 4 y 6.5 g de proteína y 8.2 g de grasa. Según estos mismos autores, el aporte de hierro mediante un

¹² http://www.unicef.org/lac/link_alimentos_complementarios_fortificados.pdf

ACF debe ser igual al 100% de los requerimientos diarios, suplementado con ácido ascórbico en cantidades entre 50 y 140 mg, para mejorar o aumentar la absorción de hierro.

Los ingredientes más comúnmente utilizados para la formulación de ACF son la leche en polvo, aceite, maíz, trigo, soya y azúcar. El aceite y azúcar se añaden para incrementar el contenido energético del alimento (UNICEF, 2006). En términos generales, los programas de distribución de ACF para la niñez en América Latina se basan en leche en polvo, en papilla o atoles; En el caso de éstos últimos, pueden ser una mezcla de vegetales y cereales (UNICEF, 2006). En Guatemala, el ACF por excelencia ha sido la Incaparina, incorporándose también el Vitacereal en los últimos años. Tanto la Incaparina como el Vitacereal tienen como base el maíz y la soya, agregándose también vitaminas y minerales.

II.6 Impactos de la desnutrición crónica infantil

Las consecuencias de la desnutrición crónica durante la infancia pueden manifestarse en diversas formas en la vida de una persona, incluidas la infancia temprana, etapa escolar, adolescencia y vida adulta. La DCI puede: (1) predisponer al individuo a sufrir enfermedades crónicas como diabetes, enfermedad coronaria y obesidad, entre otras (Eckhardt, 2006; Guerrant et. al., 2013;); (2) inducir una inmunocompetencia deprimida (Katona y Katona-Apte, 2008; Chandra, 1997) y, (3) causar retraso o anomalías en el desarrollo cerebral (El Sheriff, et. al., 2012; Kar, et. al., 2008) que conducen a una reducida inteligencia y capacidad cognitiva (Mendez y Adair, 1999; Hoddinott, et. al., 2013), que afectarán la vida productiva del individuo en su vida futura (Hoddinot, et. al., 2011;).

En años recientes ha habido un interés creciente en la asociación entre una deficiencia calórica proteica en la infancia temprana y la incidencia de enfermedades crónicas no transmisibles en la vida adulta. Por ejemplo, Ferreira, et al. (2009) encontraron que en lugares de Brazil donde la desnutrición era un mal endémico, la obesidad e hipertensión arterial era más prevalente en mujeres de baja talla en comparación a mujeres de talla normal. Aún más, en otros estudios los investigadores encontraron que la baja talla de mujeres estaba asociada no solo a las condiciones antes mencionadas sino también a la resistencia a la insulina (Florencio, et. al., 2007).

Como lo menciona Chandra (1997) la desnutrición proteico-calórica conduce a una atrofia linfoide que puede comprometer el sistema inmune de la persona desnutrida. El tamaño y peso del timo se ven reducidos drásticamente; pudiendo darse también una reducción en el número de células linfáticas en el bazo y los nódulos linfáticos, particularmente en las áreas de linfocitos T (Alvarez, 1999).

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.

Investigaciones previas han demostrado que en comparación a personas de talla normal, las personas afectadas en su infancia temprana por desnutrición crónica pueden exhibir problemas psicológicos o mentales más adelante en su adolescencia, incluyendo problemas de comportamiento, depresión, ansiedad y autoestima (Walker, et. al., 2007). Sin embargo estos mismos autores encontraron que estos problemas psicológicos pueden atenuarse con programas de estimulación en la infancia.

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 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 está directamente relacionada con coeficientes intelectuales altos, luego de controlar factores de interferencia como inteligencia maternal, edad, sexo y ambiente socioeconómico.

II.7 Importancia del hierro en la infancia

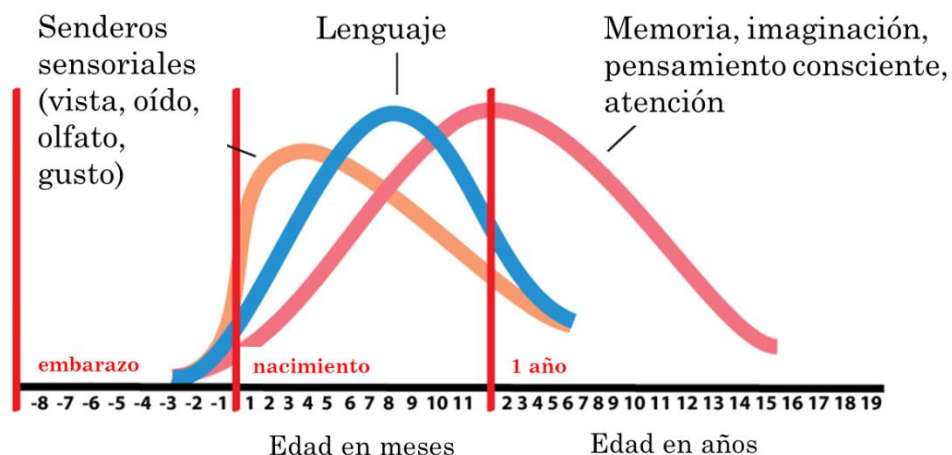
En la nutrición humana, el hierro puede dividirse en hémico y no hémico, cuando se origina de fuentes animales y vegetales, respectivamente (McKinley Health Center, 2010). El hierro hémico procede de la hemoglobina y myoglobina principalmente, mientras que el no-hémico es en forma inorgánica y sales 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 trascendencia 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 6). 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 6. 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.

La falta de hierro es considerada la deficiencia nutricional más prevalente en el mundo (Baker y Greer, 2010), siendo particularmente importante en niños de 6 a 24 meses de edad y mujeres en edad fértil (Stoltzfus y Dreyfuss, 1998). 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; Lozoff, et. al., 2006). 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. Aún más, este estudio determinó que 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 se efectuó los días 22, 23 y 24 de febrero de 2013 pero por atrasos en la adquisición de Nutra-Iso™ el consumo diario se inició el 18 de marzo. Inicialmente se registró un total de 260 niños y niñas comprendidos entre las edades de 12 y 36 meses (Cuadro 7). Hubo tres participantes ligeramente menores a un año, teniendo el menor de ellos 11 meses y 20 días de edad. También se registró a un participante ligeramente mayor de 3 años, siendo éste un varoncito de 36 meses con 28 días de edad.

Cuadro 7. Información general y antropométrica inicial (previo al consumo) de la niñez participante en el proyecto de alimentación complementaria para infantes preescolares residentes en 11 comunidades de Comapa, Jutiapa. Febrero de 2013.

PARTICIPANTES	n=260
Varones	139
Mujeres	121
Edad promedio (meses)	20.66
infantes de 12-23.99 meses	186
infantes de 24 a 36 meses	75
Peso promedio (kg)	9.29±1.40
Longitud/talla promedio (cm)	76.17 ± 5.01
Perímetro cefálico promedio (cm)	45.39 ± 1.75
Índice de masa corporal promedio	15.92 ± 1.21

Fuente: Proyecto FODECYT 12-2012

Como se observa en el cuadro anterior, inicialmente ingresaron 121 mujercitas y 139 varones, para una tasa de 1.15 varones por cada niña. La edad promedio al momento de registro fue de 20.66 meses, equivalente a 1 año con 8 meses de edad. El peso promedio de los participantes al momento del registro era de 9.29 kg (20.44 lb); la longitud o talla promedio fue de 76.17 cm, mientras el índice de masa corporal promedio de los infantes fue de 15.92.

A lo largo del período de la intervención nutricional de 240 días, hubo infantes 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 202 infantes, 94 mujercitas y 108 varones. Las razones para la salida de algunos de los participantes del proyecto fueron: (1) inconsistencia de las madres en llevar al niño o niña

a tomar el complemento en forma diaria, (2) inasistencia de las madres y sus infantes a la toma de medidas antropométricas y seguimiento mensual, (3) traslado temporal o permanente de la familia a otra comunidad, particularmente en los meses de Octubre a Diciembre por trabajo estacional en corte de café y (4) enfermedad que requiriera hospitalización.

III.1.1 Evaluación del estado nutricional de la niñez previo a la intervención con el complemento 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 8.

Cuadro 8. Distribución de infantes y preescolares (n=260) en 5 indicadores de crecimiento según puntajes Z generados por el programa WHO ANTHRO previo al inicio de la ventana de intervención nutricional.

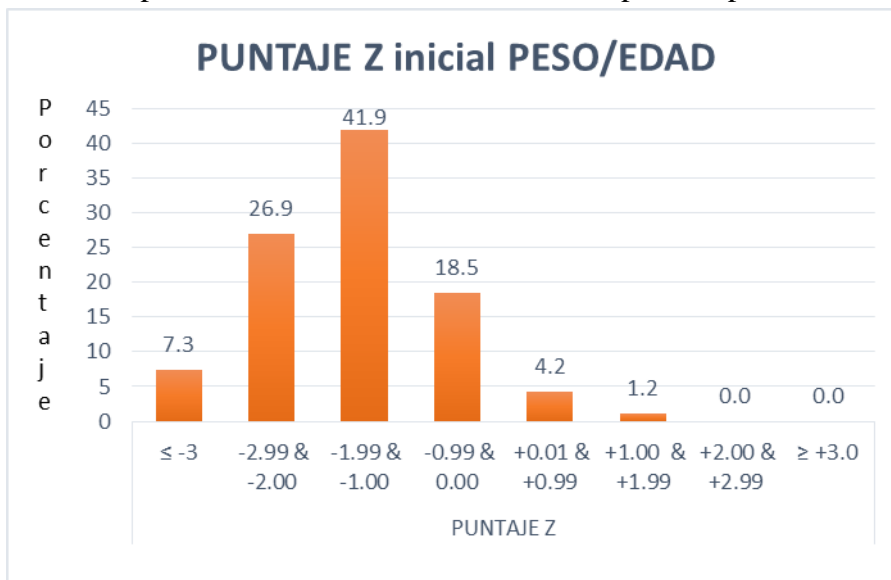
INDICADOR DE CRECIMIENTO	PUNTAJE Z							
	≤ -3	-2.99 & -2.00	-1.99 & -1.00	-0.99 & 0.00	+0.01 & +0.99	+1.00 & +1.99	+2.00 & +2.99	≥ +3.0
PESO/TALLA	2	9	54	112	65	18	0	0
PESO/EDAD	19	70	109	48	11	3	0	0
LONGITUD/EDAD	77	102	68	9	4	0	0	0
PERIMETRO CEFALICO/EDAD	10	55	108	63	20	4	0	0
IMC/EDAD	1	5	35	96	89	31	3	0

Fuente: Proyecto FODECYT 40-2012

Durante la evaluación nutricional al ingreso de los participantes al proyecto se detectó un total de 11 niños sufriendo de desnutrición aguda, 2 de ellos en forma severa y 9 con desnutrición moderada. Todos los niños con desnutrición aguda fueron referidos al Centro de Salud de Comapa para su tratamiento. El 20.77% (54 casos) de los participantes exhibió un puntaje z para peso/talla (ZPT) entre -1.99 y -1.0, mientras que 195 (75%) participantes exhibían un ZPT entre -0.99 y +1.99, considerado un rango normal.

La vulnerabilidad a la desnutrición aguda de la población infantil del estudio se refleja también en los resultados del puntaje z para el indicador peso para edad (ZPE). De acuerdo a este indicador 179 participantes se encontrarían en el rango de desnutrición aguda moderada o severa, en comparación al peso para la edad de las curvas de referencia de la OMS. Sin embargo, en el caso particular de Comapa y dada la talla o longitud pequeña de los participantes, el ZPT es un indicador más preciso para identificar casos de desnutrición aguda. Aún así, el ZPE muestra que la vulnerabilidad e inseguridad nutricional de la población infantil del estudio es bastante alta. La distribución porcentual del indicador ZPE de la totalidad de los infantes participantes se presenta en la Figura 7.

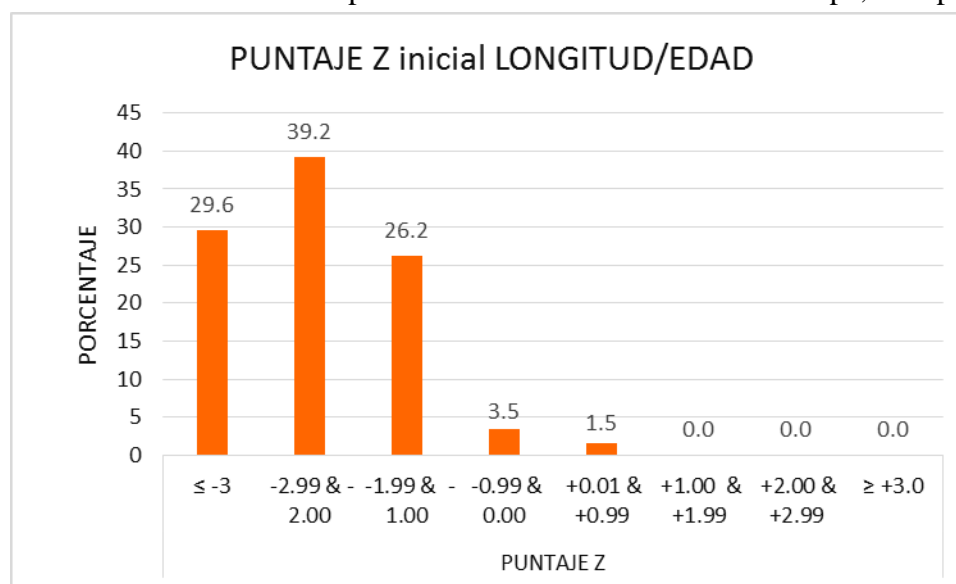
Figura 7. Distribución porcentual previo a la intervención nutricional para el indicador peso para la edad (ZPE) de la población infantil (n=260) participando en el estudio de alimentación complementaria con Nutra-Iso™ en Comapa, Jutiapa, 2013.



Fuente: Proyecto FODECYT 12-2012

La longitud o talla para la edad al inicio del programa mostró que un gran porcentaje (68.8%) de la población infantil del estudio sufría de desnutrición crónica. Como muestra la Figura 8 el 29.62% y 39.23% de los participantes exhibía desnutrición crónica severa y moderada, respectivamente.

Figura 8. Distribución porcentual previo a la intervención nutricional para el indicador de crecimiento longitud o talla para edad (ZTE) de la población infantil (n=260) participando en el estudio de alimentación complementaria con Nutra-Iso™ en Comapa, Jutiapa, 2013.



Fuente: Proyecto FODECYT 12-2012

Al hacer un análisis de la prevalencia de desnutrición crónica al inicio del estudio, en base a la edad del infante, se determinó que existía una mayor prevalencia de desnutrición crónica en los niños comprendidos entre los 24 y 36 meses de edad, en contraste a la niñez entre 12 y 23.99 meses. Como se muestra en el Cuadro 9 la niñez entre los 12 y 24 meses de edad mostraba una prevalencia de DCI severa y moderada de 28.65% y 37.84%, respectivamente. Para la niñez entre los 24 y 36 meses de edad, estos porcentajes se habían incrementado al 32% y 42.66%, para DCI severa y moderada, respectivamente. En términos totales, la DCI se incrementó del 66.49% para la niñez menor de 2 años al 74.67% para aquellos comprendidos entre los 24 y 36 meses de edad. Es más, el 100% de los participantes entre 2 y 3 años de edad exhibieron un ZLE ≤ -1.0 .

Cuadro 9. Distribución porcentual para el indicador longitud/talla para edad de la niñez participante, de acuerdo a dos rangos de edad y previo a iniciar la ventana de intervención nutricional.

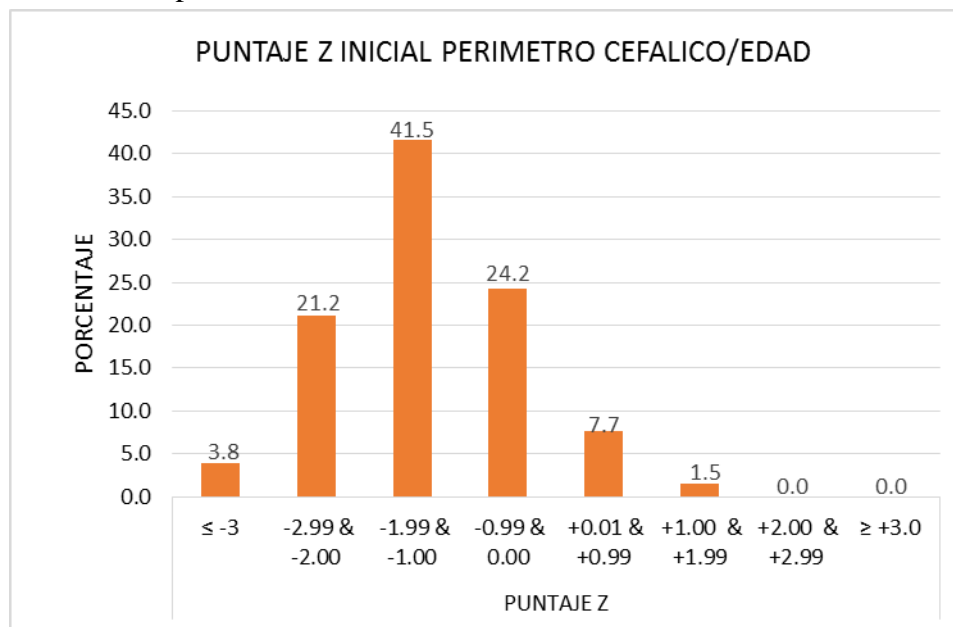
EDAD (meses)	PUNTAJE Z LONGITUD/TALLA PARA EDAD (%)							
	≤ -3	-2.99 & -2.00	-1.99 & -1.00	-0.99 & 0.00	+0.01 & +0.99	+1.00 & +1.99	+2.00 & +2.99	$\geq +3.0$
12-23.99 (n=185)	28.65	37.84	27.03	4.32	2.16	0	0	0
24-36 (n=75)	32.01	42.66	25.33	0	0	0	0	0

Fuente: Proyecto FODECTY 12-2012.

La Figura 9 muestra la distribución porcentual de la niñez participante en el estudio de acuerdo a los resultados del indicador puntaje z para el perímetro cefálico según la edad, ZPCE. En Comapa, previo a iniciarse el consumo de Nutra-Iso™ por el grupo infantil participante, el 3.8% y 21.2% de la niñez exhibía un subdesarrollo cefálico severo y moderado, respectivamente. El 41.5% mostraba un desarrollo cefálico en riesgo (ZPCE entre -1.99 y -1.0) y el 33.4% de la niñez exhibió un crecimiento cerebral dentro de los parámetros normales según la información de referencia de la OMS.

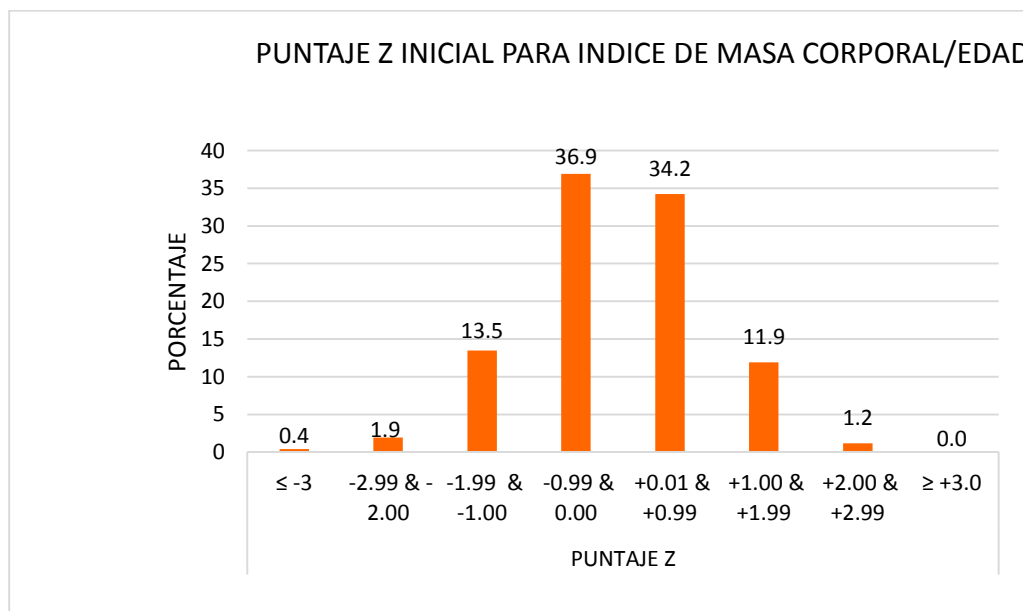
El indicador índice de masa corporal (IMC) para la edad (ZIMCE) mostró que un pequeño grupo de los participantes exhibía un IMC retrasado severamente (0.4%) o moderadamente (1.9%) (Figura 10). Según este mismo indicador, el 13.5% de la población infantil estaba en riesgo de desnutrición, mientras que el 71.1% de los niños tenían un IMC normal para la edad, entre los rangos de -0.99 y +0.99. El 1.2% de los niños mostraba un ligero sobrepeso y no había un solo niño o niña en preobesidad u obesidad.

Figura 9. Distribución porcentual previo a la intervención nutricional para el indicador de perímetro cefálico edad (ZPCE), en la población infantil (n=260) participando en el estudio de alimentación complementaria con Nutra-Iso™.



Fuente: Proyecto FODECYT 12-2012

Figura 10. Distribución porcentual previo a la intervención nutricional (Z inicial) para el indicador índice de masa corporal para la edad, en la población infantil (n=260) participando en el estudio de alimentación complementaria con Nutra-Iso™.



Fuente: Proyecto FODECYT 12-2012.

III.1.2 Desarrollo mensual del peso de la niñez participante

El peso de los infantes participantes en el estudio se obtuvo mensualmente a lo largo de los 8 meses que duró la intervención nutricional con la ración diaria de Nutra-Iso™. El peso promedio de la niñez participante al momento de su ingreso al estudio fue de 9.29 kg. Los varoncitos (n=139) pesaron en promedio 9.54 kg y las mujercitas (n=121) 9.01 kg. El ZPE inicial fue de -1.67 y -1.57 para varones y hembras, respectivamente. El ZPE promedio inicial para el grupo infantil participante fue de -1.62 (Cuadro 10).

Cuadro 10. Medidas resumen para la variable peso e indicador de crecimiento puntaje z peso para la edad (ZPE) previo al inicio de la ventana de intervención en el grupo infantil participante en el estudio de alimentación complementaria con Nutra-Iso™ llevado a cabo en Comapa, Jutiapa. 2013

Sexo	Variable	n	Media	D.E.	Mín	Máx
Femenino	Peso	121	9.01	1.37	4.9	13.8
Femenino	ZPE	121	-1.57	0.99	-5.01	1.66
Masculino	Peso	139	9.54	1.39	5.4	12.5
Masculino	ZPE	139	-1.67	0.97	-4.97	1.08
Grupo	Peso	260	9.26	1.48	1.4	13.8
Grupo	ZPE	260	-1.61	0.98	-5.01	1.66

Fuente: Proyecto FODECYT 12-2012

En lo que respecta al indicador de crecimiento de peso del infante preescolar relativo a su edad (ZPE), se pudo observar una mejora estadísticamente significativa ($p \leq 0.05$) entre el ZPE inicial y los subsiguientes ZPE mensuales, particularmente en los últimos 2 meses de la intervención, como se aprecia en el Cuadro 11.

En los primeros dos meses de la intervención nutricional se observó una mejoría en el indicador peso para edad, habiendo evolucionado de un -1.62 inicial hasta -1.57. Sin embargo, durante los meses de Mayo, Junio y Julio (meses 3,4 y 5 en el Cuadro 11) se observó un retroceso en el ZPE en comparación al ZPE inicial de -1.62, llegando a retroceder hasta -1.73. A partir de Agosto (mes 6), el ZPE promedio (-1.64) vuelve a mejorar paulatinamente, y ya en el mes de Octubre (mes 8 del Cuadro 11) la mejora es estadísticamente significativa ($p \leq 0.05$) en comparación al indicador inicial. El ZPE final en el mes de Noviembre (-1.32) representó una mejoría altamente significativa ($p < 0.001$) en contraste a indicador peso para edad en su puntaje z obtenido para la niñez participante al inicio del estudio.

Cuadro 11. Resultados “todos contra todos” de la prueba t de Student para el indicador peso para la edad(ZPE), en la niñez participante en el estudio de alimentación complementaria con Nutra-Iso™, Comapa, Jutiapa 2013.

Variable	Mes (a)	Mes (b)	Media(a)	Media(b)	Media(a) - Media(b)	T	p-valor
ZPE	{1}	{2}	-1.62	-1.62	-0.01	-0.07	0.9408
ZPE	{1}	{3}	-1.62	-1.57	-0.05	-0.55	0.5816
ZPE	{1}	{4}	-1.62	-1.64	0.02	0.22	0.8271
ZPE	{1}	{5}	-1.62	-1.73	0.1	1.16	0.2469
ZPE	{1}	{6}	-1.62	-1.64	0.02	0.23	0.8216
ZPE	{1}	{7}	-1.62	-1.62	-0.01	-0.07	0.9434
ZPE	{1}	{8}	-1.62	-1.42	-0.2	-2.24	0.0256
ZPE	{1}	{9}	-1.62	-1.32	-0.31	-3.54	0.0004
ZPE	{2}	{3}	-1.62	-1.57	-0.04	-0.47	0.6368
ZPE	{2}	{4}	-1.62	-1.64	0.03	0.29	0.7729
ZPE	{2}	{5}	-1.62	-1.73	0.11	1.23	0.2212
ZPE	{2}	{6}	-1.62	-1.64	0.03	0.29	0.7713
ZPE	{2}	{7}	-1.62	-1.62	-3.20E-04	-3.30E-03	0.9973
ZPE	{2}	{8}	-1.62	-1.42	-0.19	-2.15	0.0322
ZPE	{2}	{9}	-1.62	-1.32	-0.3	-3.45	0.0006
ZPE	{3}	{4}	-1.57	-1.64	0.07	0.75	0.4564
ZPE	{3}	{5}	-1.57	-1.73	0.15	1.65	0.0994
ZPE	{3}	{6}	-1.57	-1.64	0.07	0.72	0.4712
ZPE	{3}	{7}	-1.57	-1.62	0.04	0.43	0.6685
ZPE	{3}	{8}	-1.57	-1.42	-0.15	-1.63	0.1048
ZPE	{3}	{9}	-1.57	-1.32	-0.26	-2.89	0.0041
ZPE	{4}	{5}	-1.64	-1.73	0.08	0.92	0.3559
ZPE	{4}	{6}	-1.64	-1.64	1.80E-03	0.02	0.9849
ZPE	{4}	{7}	-1.64	-1.62	-0.03	-0.27	0.7889
ZPE	{4}	{8}	-1.64	-1.42	-0.22	-2.4	0.0168
ZPE	{4}	{9}	-1.64	-1.32	-0.33	-3.69	0.0003
ZPE	{5}	{6}	-1.73	-1.64	-0.08	-0.85	0.3962
ZPE	{5}	{7}	-1.73	-1.62	-0.11	-1.13	0.2581
ZPE	{5}	{8}	-1.73	-1.42	-0.3	-3.33	0.0011
ZPE	{5}	{9}	-1.73	-1.32	-0.41	-4.68	<0.0001
ZPE	{6}	{7}	-1.64	-1.62	-0.03	-0.27	0.7882
ZPE	{6}	{8}	-1.64	-1.42	-0.22	-2.27	0.0235
ZPE	{6}	{9}	-1.64	-1.32	-0.33	-3.48	0.0006
ZPE	{7}	{8}	-1.62	-1.42	-0.19	-1.97	0.0494
ZPE	{7}	{9}	-1.62	-1.32	-0.3	-3.18	0.0016
ZPE	{8}	{9}	-1.42	-1.32	-0.11	-1.2	0.2308

Fuente: Proyecto FODECYT 12-2012

Este comportamiento irregular en la ganancia mensual de peso por el grupo infantil participante se ve también reflejado en el Cuadro 12. Entre los meses de Mayo y Julio, durante la primera mitad de la ventana de intervención la niñez participante subió en promedio 150 g, equivalente a 0.33 lb. Sin embargo, en el intervalo final de 90 días (de Agosto a Noviembre) la niñez participante aumentó en promedio 0.97 kg, equivalente a 323 g o 0.71 lb al mes.

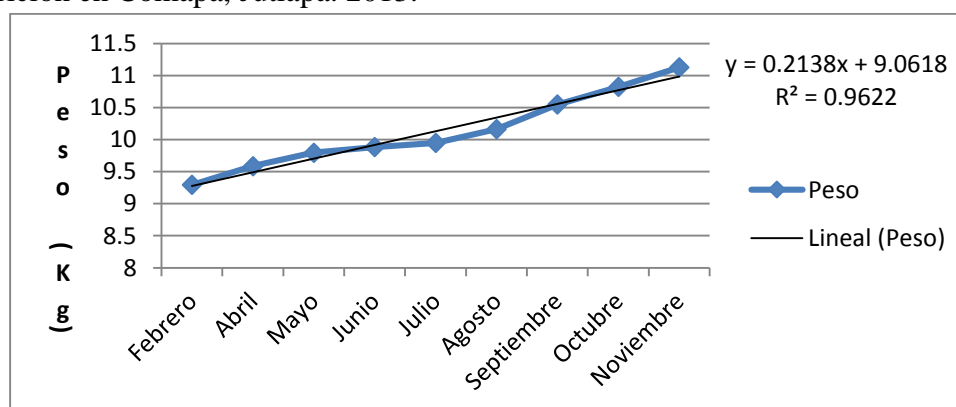
Cuadro 12. Resumen del comportamiento mensual del peso de la niñez participante en el estudio de alimentación complementaria con Nutra-Iso™ llevado a cabo en Comapa, Jutiapa, 2013.

Mes	n	Media (kg)	Diferencia mensual de peso (kg)	Desviación estandar	Mín	Máx
Febrero	260	9.29		1.4	4.9	13.8
Abril	231	9.59	0.3	1.39	5.7	14.2
Mayo	229	9.8	0.21	1.45	5.1	14.4
Junio	222	9.9	0.1	1.41	5.7	14.4
Julio	198	9.95	0.05	1.42	6.6	14.4
Agosto	205	10.16	0.21	1.49	7	15.4
Septiembre	177	10.55	0.39	1.54	7.2	15.5
Octubre	207	10.82	0.27	1.5	7.3	16.1
Noviembre	202	11.13	0.31	1.48	7.8	16.4

Fuente: Proyecto FODECYT 12-2012

Al aplicar un análisis de regresión a la variable peso se puede observar que efectivamente existe una tendencia lineal en el aumento de peso, llegando a obtener una tasa de incremento teórico de 0.2138 Kg por mes, aún con la merma en la ganancia de peso que se observó entre los meses de Mayo y Julio (Figura 11).

Figura 11. Exploración gráfica y análisis de regresión para la variable peso en el estudio de alimentación complementaria con Nutra-Iso™ en niños y niñas vulnerables a la desnutrición en Comapa, Jutiapa. 2013.



Fuente: Proyecto FODECYT 12-2012

III.I.3 Crecimiento de la circunferencia craneana en la niñez participante

La circunferencia craneana o perímetro cefálico es una medida antropométrica para evaluar el desarrollo cerebral. En el caso de la niñez de Comapa, el perímetro cefálico inicial exhibió en promedio 45.4 cm (± 1.75), con un mínimo de 40 y un perímetro máximo de 50.5 cm (Cuadro 13). Entre Febrero y la segunda medición de la circunferencia craneana, el crecimiento promedio fue de 0.7 cm, mientras que entre Julio y la medición final efectuada en Noviembre, la niñez del estudio exhibió un incremento promedio de 0.14 cm en su perímetro cefálico.

Cuadro 13. Perímetros cefálicos mínimos, máximos y promedios de tres mediciones en la niñez participante en el estudio de alimentación complementaria con Nutra-Iso™ en Comapa, Jutiapa. 2013.

Mes	n	Media (cm)	Desviación estandar	Mín (cm)	Máx (cm)
Febrero	259	45.4	1.75	40.0	50.5
Julio	198	46.1	1.68	42.0	51.0
Noviembre	201	46.5	1.60	42.7	51.3

Fuente: Proyecto FODECYT 12-2012

El indicador antropométrico perímetro cefálico de la niñez se comportó de forma variable, como se muestra en el Cuadro 14. Previo al inicio del estudio, el ZPCE promedio en la niñez participante era de -1.31, el cual mejoró a -1.28 a mediados de la ventana intervencional. En la última medición de Noviembre de 2013, luego de 8 meses de consumo de Nutra-Iso™, el ZPCE fue de -1.35, ligeramente inferior al promedio detectado a inicios del estudio.

Cuadro 14. Promedio, mínimos y máximos para el indicador de crecimiento perímetro cefálico para edad en 3 mediciones efectuadas a la niñez participante en el estudio de alimentación complementaria con Nutra-Iso™ en Comapa, Jutiapa. 2013.

Mes	n	Media (ZPC)	Desviación estándar	Mín.	Máx.
Febrero	259	-1.31	1.00	-4.27	1.28
Julio	198	-1.28	0.97	-3.89	2.00
Noviembre	201	-1.35	0.95	-3.55	1.16

Fuente: Proyecto FODECYT 12-2012

Al efectuar una prueba de t de Student para variables independientes a los ZPCE de los tres meses de medición se determinó que no hubo diferencias estadísticamente significativas entre las medias de los puntajes z para el indicador perímetro cefálico para edad (Cuadro 15).

Cuadro 15. Resultado de la prueba t de Student para muestras independientes realizado a los puntajes z del indicador perímetro cefálico para edad en la niñez participante en el estudio de alimentación complementaria con Nutra-Iso™ en Comapa, Jutiapa, 2013.

Medición antropométrica	Grupo 1	Grupo 2	n(1)	n(2)	Media(1)	Media(2)	Media(1) - Media(2)	T	p-valor
Febrero	Feb	Julio	259	198	-1.31	-1.28	-0.03	-0.36	0.7227
Julio	Feb	Nov	259	201	-1.31	-1.35	0.04	0.46	0.6433
Noviembre	Julio	Nov	198	201	-1.28	-1.35	0.08	0.79	0.4303

Fuente: Proyecto FODECYT 12-2012

Al analizar como se distribuyó porcentualmente el indicador ZPCE en la niñez participante en tres mediciones durante el estudio, se observa que no hubo cambios significativos en la prevalencia de subdesarrollo cefálico (Cuadro 16). Inicialmente, un 25.13% de los participantes exhibían un retraso significativo ($ZPCE \leq -2$), el 41.32% se encontraba en riesgo ($ZPCE$ entre -1.99 y -1.00) y el 33.55% de la niñez se ubicaba dentro de los rangos normales de crecimiento craneano ($ZPE \geq -0.99$). Al finalizar el estudio, se observó un pequeño incremento en subdesarrollo cefálico moderado o severo (26.86%) se incrementó el porcentaje de participantes dentro de un rango normal de desarrollo cefálico (35.82%).

Cuadro 16. Distribución porcentual (número de casos entre paréntesis) de la niñez participante en el estudio de alimentación complementaria con Nutra-Iso™, al inicio (Febrero), a mitad (Julio) y al final (Noviembre), de acuerdo al indicador de crecimiento perímetro cefálico para edad en su puntaje z. Comapa, Jutiapa, 2013.

MEDICION ANTROPOMETRICA	PUNTAJE Z PERIMETRO CEFALICO PARA EDAD (PORCENTAJE)					
	≤ -3	-2.99 & -2.00	-1.99 & -1.00	-0.99 & 0.99	+1.00 & +1.99	+2.00 & +2.99
Febrero (n=259)	3.88 (10)	21.25 (55)	41.32 (107)	32.05 (83)	1.5 (4)	0.00
Julio (n=198)	2.53 (5)	19.19 (38)	44.95 (89)	31.31 (62)	1.52 (3)	0.5 (1)
Noviembre (n=201)	4.47 (9)	22.39 (45)	36.32 (73)	35.82 (72)	1 (2)	0.00

Fuente: Proyecto FODECYT 12-2012

III.1.4 Evaluación a lo largo del estudio de la desnutrición crónica en la niñez participante.

Como se mencionó en el inciso III.1.1, la prevalencia de desnutrición crónica en la niñez registrada al inicio del estudio, se situó en 29.62% (77 casos) y 39.23% (101 casos) de desnutrición crónica severa (DCS) y moderada (DCM), respectivamente, para un total combinado de 68.8% de prevalencia de desnutrición crónica en la niñez participante. Al inicio del estudio también se determinó que 69 infantes (26.53%) exhibían un ZTE que los ubicaba en una zona de riesgo al obtener valores z entre -1.99 y -1.0. Solamente el 5% de la niñez participante exhibió valores de puntaje z que los ubicaba en un rango normal de talla para la edad ($ZTE \geq -0.99$).

Como lo muestra el Cuadro 17, luego de 4 meses de haber iniciado el consumo diario de Nutra-Iso™, en el mes de Julio se detectó un total de 79 y 74 infantes exhibiendo DCS y DCM, respectivamente. Al finalizar el programa en Noviembre de 2013, el número de casos de DCS era de 65, mientras que 79 infantes fueron detectados con DCM. En lo que respecta a infantes dentro de los rangos normales de talla ($ZTE \geq -0.99$), la proporción de infantes no varió de los resultados iniciales, al determinarse que 5% de ellos se ubicaban en esta categoría.

Cuadro 17. Distribución del número de infantes participantes en el estudio de alimentación complementaria con Nutra-Iso™, de acuerdo a la categoría nutricional en base al indicador de crecimiento longitud/talla para la edad. Comapa, Jutiapa, 2013.

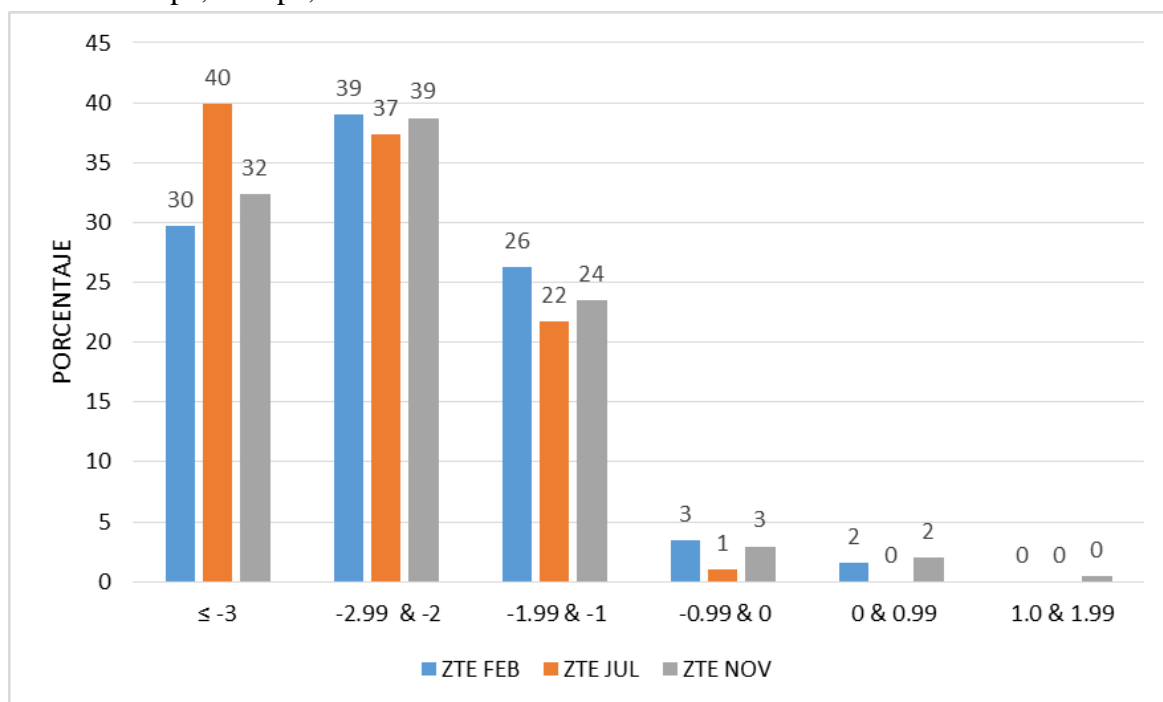
Medición antropométrica	Número de casos por categoría de puntaje Z para talla/edad (ZTE)					
	≤ -3	-2.99 & -2	-1.99 & -1	-0.99 & 0	0 & 0.99	1.0 & 1.99
ZTE FEB (n=260)	77	101	69	9	4	0
ZTE JUL (n=198)	79	74	43	2	0	0
ZTE NOV (n=203)	65	79	48	6	4	1

Fuente: Proyecto FODECYT 12-2012

Al analizar la información en distribución porcentual de los infantes, según el indicador talla para la edad (ZTE) que se muestra en la Figura 12, se aprecia que entre Febrero y Julio hubo un incremento de la DCS de 10%, el cual se redujo al final del estudio a niveles comparables a los observados previo al inicio de la ventana intervencional. La prevalencia de DCM se ubicó en porcentajes muy similares a lo largo de la duración del estudio, habiendo disminuido un 2% a la mitad de la ventana, para ubicarse nuevamente en 39% al finalizar los 8 meses de consumo del complemento alimenticio.

En términos generales, la prevalencia de desnutrición crónica ($ZTE \leq -2$) se situó en niveles equiparables a lo largo del estudio. Al inicio del mismo, la prevalencia de desnutrición crónica fue de 69%; a los cuatro meses de iniciado el consumo diario de Nutra-Iso™, la prevalencia de desnutrición crónica se ubicaba en 77% y al final del estudio, luego de 8 meses, la desnutrición crónica se detectó en el 71% de los infantes.

Figura 12. Distribución porcentual de infantes preescolares según el indicador de crecimiento longitud o talla para edad (ZTE), en mediciones efectuadas al inicio (Febrero), a la mitad (Julio) y al final (Noviembre) de la ventana de intervención nutricional con Nutra-Iso™. Comapa, Jutiapa, 2013.



Fuente: Proyecto FODECYT 12-2012

Al efectuar una prueba t de Student a las medias de ZTE obtenidas en cada una de las tres mediciones antropométricas, se determinó que hubo una diferencia estadísticamente significativa ($p \leq 0.05$) entre el ZTE a inicio del estudio (-2.51) y el ZTE obtenido en la medición antropométrica de Julio 2013 (-2.75). No se detectó diferencia significativa ($p=0.6128$) cuando se contrastó el ZTE de Febrero con el ZTE obtenido en Noviembre al final del estudio (-2.56), luego de 8 meses de consumo.

III.1.5 Evaluación del estado nutricional de la niñez participante utilizando el indicador peso/talla o longitud

A inicios del programa, previo al consumo de Nutra-Iso™ por parte de la niñez participante se pudo observar que de 260 infantes registrados, 11 de ellos sufrían de desnutrición aguda o moderada, 54 estaban en riesgo de sufrirla y 195 infantes se encontraban en un estado nutricional normal, con un ZPT entre -0.99 y +1.0. Como muestra el Cuadro 18, el número de infantes desnutridos ($ZPT \leq -2$) fue disminuyendo en las tres mediciones antropométricas efectuadas. Así como se redujo el número de infantes desnutridos, también aumentó el número de niños con un indicador peso para la talla por encima de +1.0, incluyéndose tres infantes en la categoría de $\geq +2.0$, indicando que por primera vez en el estudio se detectó a infantes con un poco de sobrepeso.

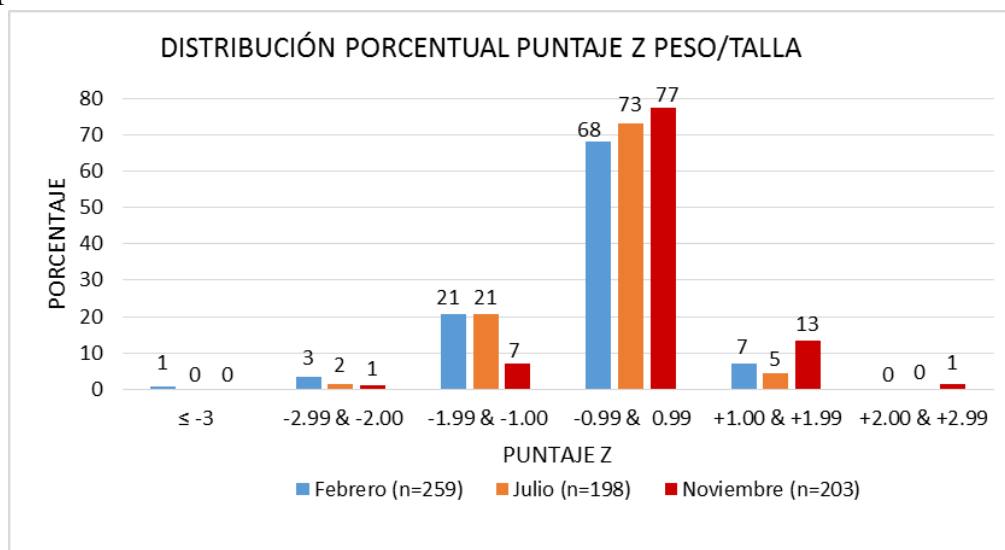
Cuadro 18. Distribución del número de infantes según las categorías nutricionales del indicador peso para la talla o longitud (ZPT), en tres mediciones antropométricas efectuadas a la niñez participante en el estudio de alimentación complementaria llevado a cabo en Comapa, Jutiapa. 2013.

MEDICION ANTROPOMETRICA	PUNTAJE Z PESO/TALLA O LONGITUD PARA EDAD (Número)					
	≤ -3	-2.99 & -2.00	-1.99 & -1.00	-0.99 & 0.99	+1.00 & +1.99	+2.00 & +2.99
Febrero (n=260)	2	9	54	177	18	0
Julio (n=198)	0	3	41	145	9	0
Noviembre (n=203)	0	2	14	157	27	3

Fuente: Proyecto FODECYT 12-2012

Al analizar porcentualmente la información del Cuadro 18, se determina que la distribución de infantes en las distintas categorías nutricionales de acuerdo al ZPT evolucionó favorablemente a lo largo del estudio (Figura 13). Sin embargo, la mayor evolución favorable se observó durante la segunda mitad de la ventana de intervención nutricional. Mientras en Febrero y Julio el 21% de los infantes se encontraban en situación de riesgo (ZPT entre -1.99 y -1.0) en Noviembre este porcentaje se había reducido al 7%. Además, el porcentaje de infantes en una situación nutricional normal se incrementó del 68% (detectado al inicio del estudio) al 77% de los participantes al final del mismo.

Figura 13. Distribución porcentual de infantes en las categorías nutricionales del indicador peso para la talla o longitud (ZPT), en tres mediciones antropométricas efectuadas a la niñez participante en el estudio de alimentación complementaria llevado a cabo en Comapa, Jutiapa. 2013.



Fuente: Proyecto FODECYT 12-2012

El comportamiento del ZPT a lo largo del estudio evidencia que hubo una mejora sustancial entre el estado nutricional de la niñez obtenido a mediados del estudio y el estado nutricional al final de la ventana de intervención nutricional, al contrario de lo ocurrido en los primeros 4 meses de intervención. Durante la primera mitad del proyecto la niñez observó una mejoría mínima de 0.1 ZPT, equivalente a 3.68 puntos percentiles. Sin embargo, en la segunda mitad del estudio entre los meses de Julio y Noviembre de 2013, el ZPT promedio para la niñez participante se ubicó en -0.35 y 0.15 (Cuadro 19), respectivamente, una mejoría de 19.65 puntos percentiles.

Cuadro 19. Valores promedio y resumen de estadística descriptiva para el indicador peso para la talla o longitud en tres mediciones antropométricas a la niñez participante en el estudio de alimentación complementaria con Nutra-Iso™, llevado a cabo en Comapa, Jutiapa. 2013.

Fecha de medición antropométrica	Variable	n	Media	D.E.	Mín	Máx	Mediana
Febrero	z peso/talla	260	-0.45	0.92	-3.14	1.96	-0.41
Julio	z peso/talla	198	-0.35	0.81	-2.94	1.62	-0.29
Noviembre	z peso/talla	202	0.15	0.83	-2.59	2.39	0.2

Fuente: Proyecto FODECYT 12-2012

Al comparar los ZPT de mujercitas y varones (Cuadro 20), se pudo observar una diferencia inicial de .08 puntos z entre los dos sexos, exhibiendo los varones un ZPT de -0.49. Es interesante observar que al final del estudio, luego de 8 meses de consumo, los varones y las mujercitas exhibieron un ZPT virtualmente igual, con ZPT de 0.16 y 0.15, respectivamente. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas en los ZPT, al comparar los indicadores nutricionales de varones y mujercitas.

Cuadro 20. Indicadores promedio peso/tallo o longitud según el sexo del pre-escolar en tres mediciones antropométricas efectuadas a la niñez participante en el estudio de alimentación complementaria con Nutra-Iso™ en Comapa, Jutiapa. 2013.

Fecha de medición antropométrica	Sexo	n	INDICADOR PESO/TALLA O LONGITUD			
			Media	D.E.	Mín	Máx
Febrero	Femenino	121	-0.41	0.86	-2.77	1.96
	Masculino	139	-0.49	0.97	-3.14	1.74
Julio	Femenino	96	-0.34	0.72	-1.83	1.37
	Masculino	102	-0.36	0.89	-2.94	1.62
Noviembre	Femenino	94	0.15	0.8	-2.59	2.39
	Masculino	109	0.16	0.86	-1.93	2.14

Fuente: Proyecto FODECYT 12-2012

El análisis estadístico mediante la prueba t de Student para muestras independientes (Cuadro 21) determinó que no hubo diferencia estadísticamente significativa entre los ZPT promedio del inicio (Febrero) y mediados (Julio) de la ventana de intervención. Sin embargo, al comparar los ZPT promedio obtenidos para la segunda mitad del proyecto se encontró una diferencia estadística altamente significativa ($p \leq 0.0001$) entre los ZPT de Julio y Noviembre, como se observa en el Cuadro 21. También se detectó una diferencia altamente significativa entre el indicador ZPT de Febrero y el ZPT al final del estudio, indicando una mejora sustancial en el estado nutricional de la niñez participante en general.

Cuadro 21. Resumen de la prueba estadística t de Student para los indicadores nutricionales peso para talla promedio de mediciones antropométricas efectuadas al inicio (Febrero), a la mitad (Julio) y al final (Noviembre) del estudio de alimentación complementaria con Nutra-Iso™ en pre-escolares vulnerables en Comapa, Jutiapa. 2013.

Fecha medición antropométrica	Grupo	Grupo 1	Grupo 2	n(1)	n(2)	Media (1)	Media (2)	Media (1) - Media (2)	p homogeneidad varianza	T	p-valor
Febrero	1	{1.00}	{2.00}	260	198	-0.45	-0.35	-0.1	0.0516	-1.22	0.2215
Julio	2	{1.00}	{3.00}	260	203	-0.45	0.15	-0.61	0.1138	-7.35	<0.0001
Noviembre	3	{2.00}	{3.00}	198	203	-0.35	0.15	-0.51	0.718	-6.2	<0.0001

Fuente: Proyecto FODECYT 12-2012

III.1.6 Prevalencia de anemia en la niñez al inicio y al final de los ocho meses de estudio.

Para la estimación inicial de la prevalencia de anemia en la población del estudio se incluyó a todos los infantes registrados inicialmente y sometidos a un análisis de sangre ($n=272$), incluso aquellos que no siguieron en el estudio por las causas descritas previamente. El número de casos de anemia (hematocrito $< 34\%$ ¹³) según el resultado del hematocrito (HCT), previo al consumo del suplemento alimenticio era 75 participantes, mientras que 197 de ellos tuvieron un resultado por encima del 34% (Cuadro 22). De esta manera se puede determinar que la prevalencia de anemia, según los estándares de la OMS, en la población infantil del estudio era del 27.57% antes de iniciarse el consumo del alimento complementario.

Al final del estudio, luego de 8 meses de consumo diario del alimento complementario, se hizo un HCT a 200 infantes (Cuadro 22) determinándose que la prevalencia de anemia se había reducido a un 16% de los participantes, equivalente a 32 casos de 200 muestras de sangre. Esto indica que como resultado del consumo de Nutra-

¹³ El valor de 34% como resultado normal de hematocrito incluye un factor de compensación de +1% derivado de la altura superior a los 4,000 pies (1200 m) sobre el nivel del mar en la que se encuentran la mayoría de las comunidades del estudio.

Iso™ se logró reducir la prevalencia de anemia en un 43% de los niños y niñas participantes, como se observa en la Figura 14.

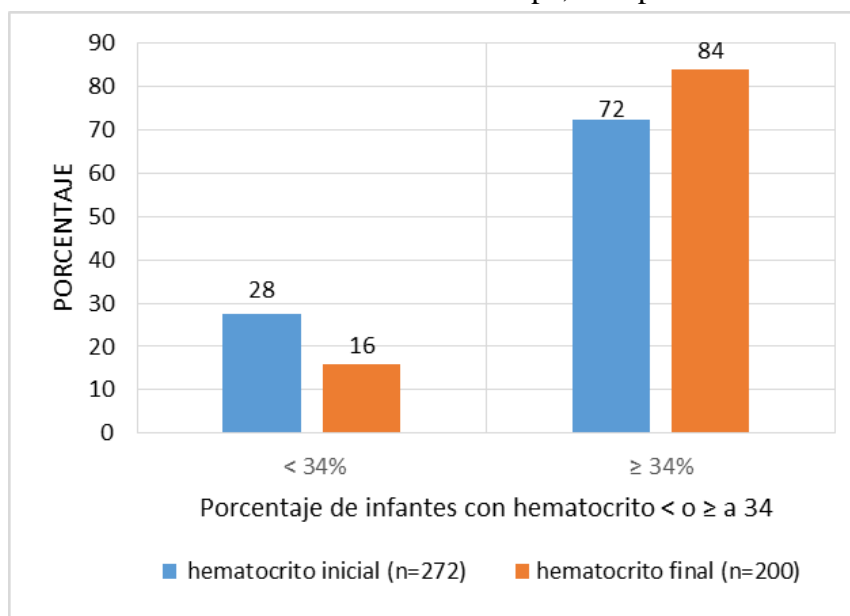
Cuadro 22. Número de infantes con anemia, (HCT < 34%) para diagnosticar el estado anémico, en el estudio de alimentación complementaria con Nutra-Iso™ en niñez vulnerable a la desnutrición en Comapa, Jutiapa. 2013.

Muestra de sangre	Número de casos según resultado de hematocrito	
	< 34% ¹	≥ 34%
inicial (n=272)	75	197
final (n=200)	32	168

¹Valor corregido en +1 por residir a 1,200 msnm.

Fuente: Proyecto FODECYT 12-2012.

Figura 14. Porcentaje de participantes diagnosticados con anemia según micro hematocrito, antes y al final de la ventana de consumo del alimento complementario Nutra-Iso™, en niñez de comunidades localizadas en Comapa, Jutiapa. 2013.



Como se observa en el Cuadro 23, el valor promedio de HCT para la niñez participante en el estudio, antes de iniciar el período de consumo de Nutra-Iso™ fue de 0.3496. Luego de 8 meses de intervención nutricional, al finalizar el estudio el valor promedio del HCT se situó en 0.3583, un incremento de 0.0087.

Cuadro 23. Resumen de estadística descriptiva para los valores de micro hematocrito obtenidos de muestras de sangre capilar en la niñez participante, al inicio y al final del estudio de intervención nutricional llevado a cabo en Comapa, Jutiapa. 2013.

Fecha	Hematocrito	n	Media	D.E.	Mín	Máx
Febrero	Inicial	272	0.3496	0.02596	0.26	0.47
Noviembre	Final	200	0.3583	0.02394	0.27	0.42

Fuente: Proyecto FODECYT 12-2012

Al realizar un análisis estadístico mediante la prueba de t de Student para muestras independientes se determinó que el incremento registrado en los valores de HCT de la niñez del estudio (Cuadro 23), al final de los 8 meses de consumo de Nutra-Iso™ fue altamente significativo ($p=0.0002$).

Cuadro 24. Resultado de la prueba t de Student para muestras independientes, aplicado a los valores de micro hematocrito de las muestras de sangre inicial y final, obtenidas de la niñez participante en el estudio de alimentación complementaria, realizado en Comapa, Jutiapa. 2013.

Variable	Grupo 1	Grupo 2	n(1)	n(2)	Media (1)	Media (2)	Media(2) - Media(1)	p hom. Var. ¹	T	p-valor
Hematocrito	Inicial	Final	272	200	0.3496	0.3583	0.0087	0.2239	-3.7194	0.0002

¹ Prueba para homogeneidad de varianzas

Fuente: Proyecto FODECYT 12-2012

Como una opción para corroborar la información proporcionada por el resultado del HCT e indagar más en el estado de salud de la niñez participante se hizo también un examen al microscopio de frotis de la sangre capilar de los participantes. Como se muestra en el Cuadro 25, en la categoría de HCT < 34 no hubo un solo resultado normal en los frotis periféricos, siendo la totalidad de participantes diagnosticados con distintos gradientes de severidad ferropriva, tanto en la muestra inicial de Febrero como en la muestra final, obtenida en Noviembre.

Aquellos muestras con HCT entre 34 y 36, arrojaron diagnósticos variables al ser examinados los frotis periféricos respectivos. Por ejemplo, en la muestra inicial (pre intervención nutricional) obtenida en Febrero y como se muestra en la Figura 15, el 23% (27 casos) fueron diagnosticados con un resultado normal, mientras que 14% (17 casos) de los participantes tenía evidente anemia por deficiencia de hierro; 60% de los preescolares exhibieron algún grado ferroprivo incipiente o intermedio (clasificados como deficiencia de hierro o hipoferremia, respectivamente). Se detectó un total de 20 casos de probable parasitismo, equivalente al 9.95% de los frotis examinados.

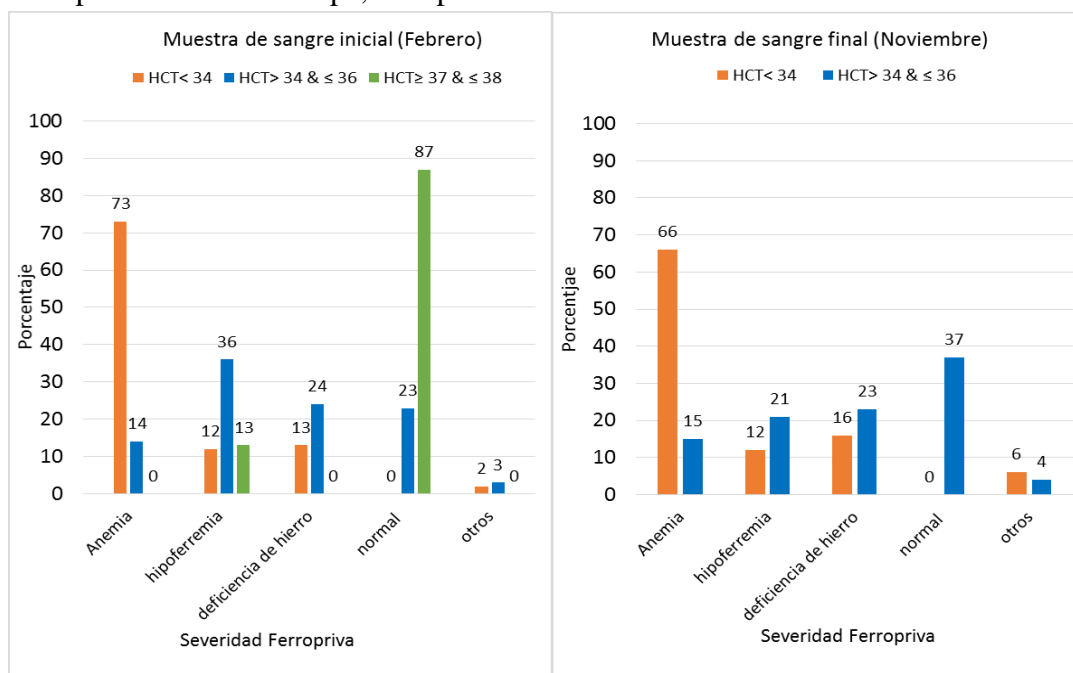
Cuadro 25. Resultados de exámenes de frote periférico a muestras de sangre capilar tomadas de los participantes preescolares al inicio del estudio y al final de la ventana de intervención nutricional. Comapa, Jutiapa. 2013.

FECHA	Valor Hematocrito	n	DIAGNOSTICO POR EXAMEN DE FROTE PERIFÉRICO (número de casos)						
			Anemia	Hipoferremia	Deficiencia de Hierro	Normal	Otros	Deficiencia ácido fólico	Probable Parasitismo
Febrero	< 34	75	55	9	10	0	1	6	9
(hct ¹ Inicial)	> 34 & ≤ 36	118	17	43	28	27	3	16	10
	≥ 37 & ≤ 38	15	0	2	0	13	0	0	2
Noviembre	< 34	32	21	4	5	0	2	5	6
(hct Final)	≥ 34 & ≤ 36	84	13	18	19	31	3	10	10

Fuente: Proyecto FODECYT 12-2012

Las proporciones mencionadas mantuvieron una tendencia similar en los resultados de los frotos periféricos examinados al final del estudio (Figura 15). Como se mencionó, no hubo un solo resultado normal en las muestras con HCT < a 34, mientras que los frotos periféricos de las muestras de sangre con HCT situados entre 34 y 36, tuvieron resultados diversos. El 37% de éstos fueron diagnosticados como normales, el 15% (13 casos) fueron diagnosticados como francamente anémicos, mientras el 44% (37 casos) de los frotos periféricos fueron categorizados como hipoferrémicos o deficientes en hierro, sin llegar a ser anémicos del todo. Durante el examen microscópico final, se detectaron 16 casos de probable parasitismo, equivalente al 13.80% de los frotos analizados.

Figura 15. Distribución porcentual de la severidad de deficiencia de hierro, según el diagnóstico de frote periférico y categorizado por resultado de hematocrito (HCT) en niñez en edad preescolar de Comapa, Jutiapa. 2013.



Fuente: Proyecto FODECYT 12-2012

El Cuadro 25 mostrado anteriormente también presenta información acerca de la prevalencia de la deficiencia de folato detectada durante el examen al microscopio de los frotos periféricos. Al incluir aquellas muestras con valor de hematocrito < 34 y ≤ 36 (n=193), se puede observar que en la muestra inicial de sangre tomada de los participantes la prevalencia de deficiencia de folato fue de 11.39%. En la muestra de sangre obtenida al final del estudio, y analizados los frotos periféricos en las mismas categorías de hematocrito mencionadas anteriormente (no se analizaron frotos periféricos con resultados de HCT mayores a 36), se pudo determinar que la prevalencia (n=116) de deficiencia de folato fue de 13.79%. Por lo tanto, la prevalencia de deficiencia de folatos fue mayor al final del estudio, incrementándose en 2.4% en comparación a la prevalencia previo a la intervención nutricional.

III.1.7 Ingesta diaria de nutrientes

La ingesta diaria de nutrientes fue determinada mediante entrevistas a las madres de la niñez participante mediante la técnica de recordatorios de 24 horas y frecuencias de consumo de alimentos. Además en el caso de las proteínas se aplicó el valor de digestibilidad de acuerdo a las Recomendaciones Dietéticas Diarias del INCAP (2012).

Los alimentos más ingeridos por la niñez eran el frijol y la tortilla de maíz con cal, consumidos en forma diaria o casi diaria por el 97.7% y 95.8% de los participantes (n=196), respectivamente. El 54.3% de las madres reportó dar pan tipo francés a los infantes, mientras el 36.7% de los participantes consumía atoles fortificados como Incaparina, Vitacereal o Bienestarina, con frecuencias de consumo variables entre todos los días hasta 3 o 4 veces por semana. El café era una de las bebidas preferidas para dar de tomar a los pequeños, el 91.3% de las madres reportó que lo incluían en la dieta de los preescolares. Las verduras más frecuentes en la dieta de los niños eran papa y güisquil, mientras que las frutas más recurrentes fueron el banano y la naranja. Tanto las verduras como las frutas no eran de consumo diario. Los alimentos de fuentes animales eran muy escasos, comiendo pollo aproximadamente cada 15 a 30 días. Algunas madres reportaron dar ocasionalmente pescado cocido y en caldo. El consumo de la carne de res era prácticamente inexistente.

Como lo muestra el Cuadro 26, el promedio de calorías ingerido diariamente por la niñez participante era de 402.48 kcal, equivalente al 39% de los requerimientos diarios. Con la adición de los 30 gramos de Nutra-Iso, la media diaria de kcal ingeridas llegó al 53% de las necesidades diarias.

El requerimiento diario de proteína se estableció en 17 g diarios, basados en una dieta mixta con proteína mayormente de fuentes vegetales. Aplicando este umbral, se observa en el Cuadro 26 que en promedio, la niñez consumía aproximadamente el 70% de las necesidades proteicas sin el aporte del complemento alimenticio. Al incluir el aporte proteico de Nutra-Iso™ la niñez lograba ingerir en promedio el 91.8% de las necesidades diarias.

Cuadro 26. Resumen estadístico descriptivo de los macronutrientes consumidos diariamente por la niñez participante en el estudio de alimentación complementaria con Nutra-Iso™, en Comapa, Jutiapa, 2013.

Macronutriente	Req. Diario ¹	Dieta	Media	D.E.	Mín	Máx
Energía (Kcal)	1025	Sin Nutralso	402.48	221.71	164.00	1205.98
		Mas Nutralso	542.48		304.00	1345.98
Proteínas ² (g)	17	Sin Nutralso	12.01	7.43	0.49	39.31
		Mas Nutralso	15.61		4.09	42.91
Carbohidratos (g) ³	170	Sin Nutralso	72.46	41.05	5.03	206.63
		Mas Nutralso	89.97		22.50	224.15
Grasas (g) ⁴	45	Sin Nutralso	6.55	5.10	0.00	25.60
		Mas Nutralso	12.9		6.24	31.84

¹ Resultados de 316 recordatorios de 24 hrs y frecuencias de consumo; 196 recordatorios obtenidos al ingreso de los participantes al estudio y 120 obtenidos de Julio a Noviembre de 2013. El requerimiento diario representa el promedio para las necesidades diarias de niños de 1 a 3 años. ² Requerimiento diario según las recomendaciones dietéticas diarias del INCAP (2012), para una dieta mixta con baja cantidad de proteína de origen animal. ³ Según INCAP (2012), el 65% de las necesidades calóricas diarias deben provenir de carbohidratos y el ⁴ 35% de las necesidades calóricas diarias deben ser obtenidas de lípidos (9 kcal/g).

Fuente: Proyecto FODECYT 12-2012

El consumo de carbohidratos también era en promedio deficiente. Según las recomendaciones del INCAP (2012), entre el 60% y 70% de la energía diaria debe provenir de carbohidratos. A razón de 4 kcal por gramo de carbohidrato, la niñez de 1 a 3 años requiere de aproximadamente 170 g diarios de carbohidratos. En Comapa, la niñez del estudio consumía en promedio 72.46 g diarios equivalente al 42.6% de sus necesidades diarias. Con el aporte de Nutra-Iso™, la ingesta diaria de carbohidratos alcanzó el 53% de sus necesidades diarias, un incremento de más del 10% de los requisitos diarios.

Finalmente, en lo que respecta a lípidos (grasas), las recomendaciones del INCAP estipulan que aproximadamente el 35% de las necesidades diarias deben ser obtenidas de lípidos. A razón de 9 kcal por gramo, la niñez de 1-3 años debe consumir aproximadamente 45 g diarios de fuentes ricas en grasa. Al igual que con el resto de los macronutrientes, el consumo de grasas entre la niñez del estudio era deficitario, cubriendo apenas el 14.5% de las necesidades en promedio. Al añadir Nutra-Iso™ a la ingesta diaria, el consumo de grasas se incrementó al 28.8% de las necesidades diarias, en promedio.

Al efectuar una prueba de t de Student, comparando la ingesta de nutrientes sin el consumo de Nutra-Iso™ con el aporte del complemento alimenticio a la dieta diaria se logró determinar que la cantidad de macronutrientes añadidos a la dieta era estadísticamente significativa (Cuadro 27). Las cantidades medias de los macronutrientes se obtuvieron de un total de 316 recordatorios de 24 horas con su respectiva tabla de frecuencia de consumo de alimentos. Ciento noventa y seis recordatorios fueron generados en entrevistas a las madres durante el ingreso y registro de los participantes al programa, mientras que 120 de los instrumentos de evaluación dietética se obtuvieron durante los últimos 4 meses del

estudio, durante las visitas a obtener los pesos mensuales de los infantes que participaban en el proyecto.

Cuadro 27. Análisis estadístico mediante la prueba t de Student realizada a las medias de macronutrientes ingeridos diariamente por los participantes y según los resultados de los recordatorios de 24 h y tablas de frecuencia de consumo de alimentos. Comapa, Jutiapa, 2013.

Variable	Sin Nutra-Iso (n=316) ¹	Mas Nutra-Iso (n=316)	Media(2)	Media(1)	Media(2) - Media(1)	valor T	p-valor
Energía (Kcal)	1	2	542.51	402.48	140.03	-7.71	<0.0001
proteína (g)	1	2	15.61	12.01	3.6	-5.99	<0.0001
Carbohidratos (g)	1	2	90.54	73.02	17.52	-5.17	<0.0001
Grasas (g)	1	2	12.96	6.72	6.24	-14.82	<0.0001

¹ de un número de 196 recordatorios iniciales obtenidos al momento de registro del participante y 120 recordatorios obtenidos en los últimos 4 meses del estudio.

Fuente: Proyecto FODECYT 12-2012

En términos generales las 140 kcal aportadas por Nutra-Iso™ a la dieta de los preescolares representaba un incremento del 35% de la energía diaria. También el aporte promedio de proteína era sustancial, al incrementarse el consumo diario de dicho macronutriente en 30%. La cantidad de carbohidratos se incrementó en promedio en un 24%, de 73 g a 90.5 g. El aporte más importante entre los macronutrientes fue en las grasas, incrementándose en un 93% la cantidad diaria ingerida. El promedio diario de grasas sin Nutra-Iso™ en la dieta era de 6.72 g, muy por debajo de diario requerido de 45 g.

En lo referente a micronutrientes, el aporte de Nutra-Iso™ a la dieta de la niñez del estudio en Comapa fue aún mayor. Como se aprecia en el Cuadro 28, las vitaminas y minerales era micronutrientes deficitarios en la dieta de los infantes. Al analizar la dieta diaria de los niños, el mayor aporte de micronutrientes lo proveían alimentos fortificados como Incaparina pero no todos los niños tenían acceso a éstos.

En términos generales, sin Nutra-Iso™ la niñez alcanzaba en promedio el 70%, 49%, 44%, 59%, 43% y 43% de los requerimientos diarios de Vitamina A, Vitamina C, Vitamina B12, ácido fólico, hierro y zinc, respectivamente. Con el aporte de Nutra-Iso™ a la dieta diaria de los niños se logró cubrir el 100% de las necesidades de estos nutrientes. Un caso particularmente importante es el de la vitamina D ya que según los resultados del recordatorio de 24 h y frecuencias de consumo, este micronutriente esta básicamente ausente de la dieta la niñez de Comapa. Con el consumo de Nutra-Iso™ se logró cubrir las necesidades de vitamina D en un 100%.

Por la importancia que tienen para el desarrollo y prevención de enfermedades de la niñez en edad preescolar, se debe prestar particular atención a los minerales hierro y zinc. Como se observa en el Cuadro 28, las necesidades diarias promedio de hierro sin el complemento alimenticio eran cubiertas en un 43%, igual porcentaje que las necesidades diarias de zinc.

Cuadro 28. Requerimiento y consumo promedio de micro nutrientes, con y sin el aporte de Nutra-Iso™, en la dieta diaria de la niñez participante en el estudio de alimentación complementaria realizado en Comapa, Jutiapa, 2013.

Micronutriente	Req. diario ²	Dieta (n= 343) ¹	Media	D.E.	Mín	Máx
Vitamina A (mcg)	300	Sin Nutralso	211.63	212.06	0.00	1354.50
		+ Nutralso	331.63		120.00	1474.50
Vitamina C (mcg)	15	Sin Nutralso	7.36	18.64	0.00	181.83
		+ Nutralso	22.36		15.00	196.83
Vitamina D (mcg)	5	Sin Nutralso	0.01	0.05	0.00	0.78
		+ Nutralso	5.01		5.00	5.78
Vitamina B12 (mcg)	0.9	Sin Nutralso	0.40	0.62	0.00	6.01
		+ Nutralso	1.30		0.90	6.91
Ac. Fólico (mcg)	150	Sin Nutralso	88.14	101.92	0.00	505.68
		+ Nutralso	228.64		140.50	646.18
Hierro (mg)	10.8	Sin Nutralso	4.68	4.05	0.00	27.08
		+ Nutralso	11.37		6.69	33.77
Zinc (mg)	3.8	Sin Nutralso	1.64	1.99	0.00	12.44
		+ Nutralso	8.3.5		6.71	19.15

¹ Resultados de 316 recordatorios de 24 hrs y frecuencias de consumo; 196 recordatorios obtenidos al ingreso de los participantes al estudio y 120 obtenidos de Julio a Noviembre de 2013. ² Requerimiento diario según las recomendaciones dietéticas diarias del INCAP (2012), para una dieta con baja o media biodisponibilidad.

Fuente: Proyecto FODECYT 12-2012

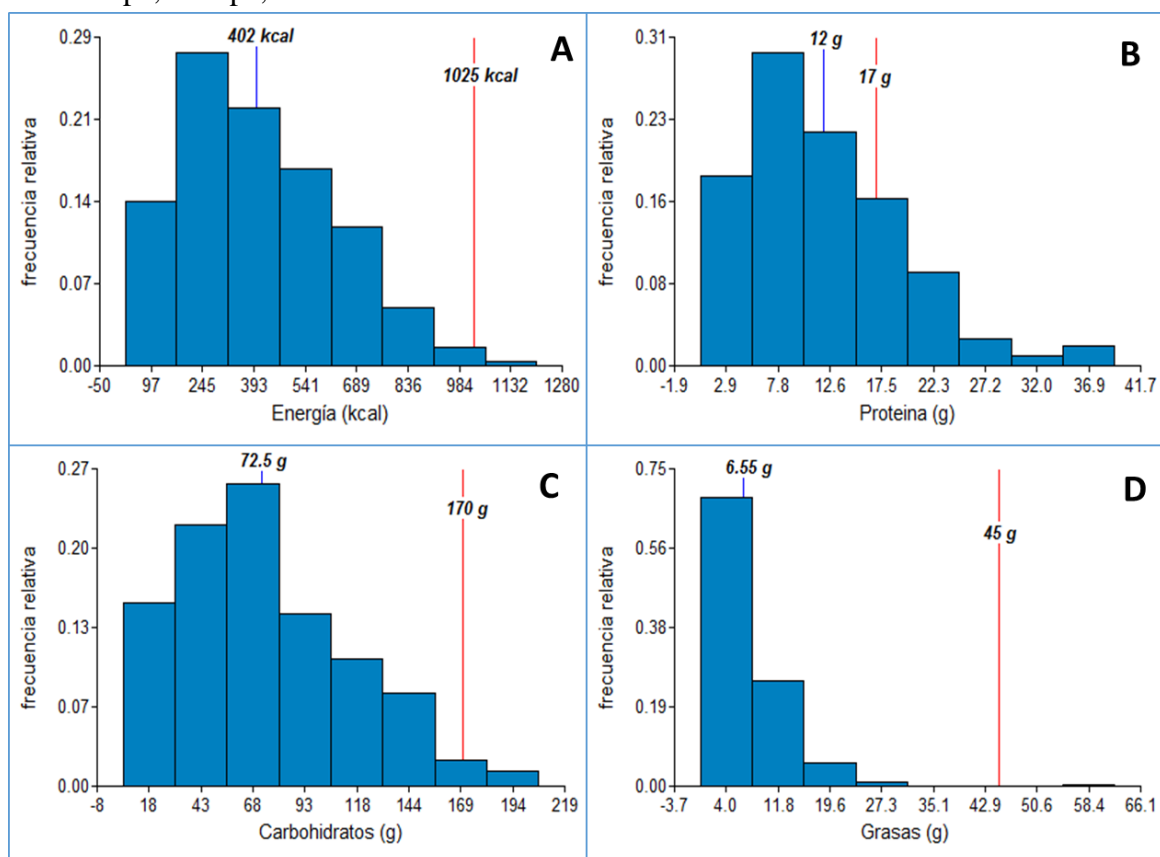
La distribución del consumo de macronutrientes entre la niñez del estudio en Comapa, según el análisis de los recordatorios de 24 horas y las tablas de frecuencia de los alimentos puede verse en las Figuras 16 A-D. En términos de energía (Figura 16 A), el 64 % de los recordatorios reportó un consumo de 467 kcal diarias o menos, con apenas el 6.6% ingiriendo el 75% o más de los requerimientos calóricos diarios. En el caso de la proteína, el requerimiento diario según el INCAP (2012) para niños y niñas que consumen una dieta mixta con poca proteína derivada de fuentes animales se estima en 17g al día. En Comapa el consumo promedio era de 12 g al día. El 58% de los reportes indicaron el consumo diario de 12 g de proteína o menos (Figura 16 B).

Los recordatorios de 24 horas también arrojaron resultados interesantes en el caso de los carbohidratos (Figura 16 C) ya que 97.7% de los recordatorios (y en base a la frecuencia de consumo de alimentos reportada) mostraron que los infantes no consumían el requerimiento diario de 170 g de carbohidratos. Es más, según lo reportado, en el 65% de los casos analizados el consumo de carbohidratos no alcanzaba el 50% de las necesidades diarias (85g).

Finalmente las grasas son el macronutriente más deficitario en la dieta de la niñez del estudio y son muy importante debido a su alto contenido calórico, aportando 9 kcal por

gramo de grasa. Según los recordatorios de 24 h, con los nutrientes ingeridos ajustados mediante las tablas de frecuencia, del total de 316 recordatorios, 300 de ellos indicaban un consumo de grasa menor al 50% de las necesidades diarias (Figura 16 D). Solamente en el caso de un niño se logró tabular un consumo mayor a las necesidades dietéticas diarias.

Figura 16. Histogramas de frecuencia relativa de macronutrientes en la dieta diaria de la niñez participante en el estudio de alimentación complementaria con Nutra-Iso™, efectuado en Comapa, Jutiapa, 2013.



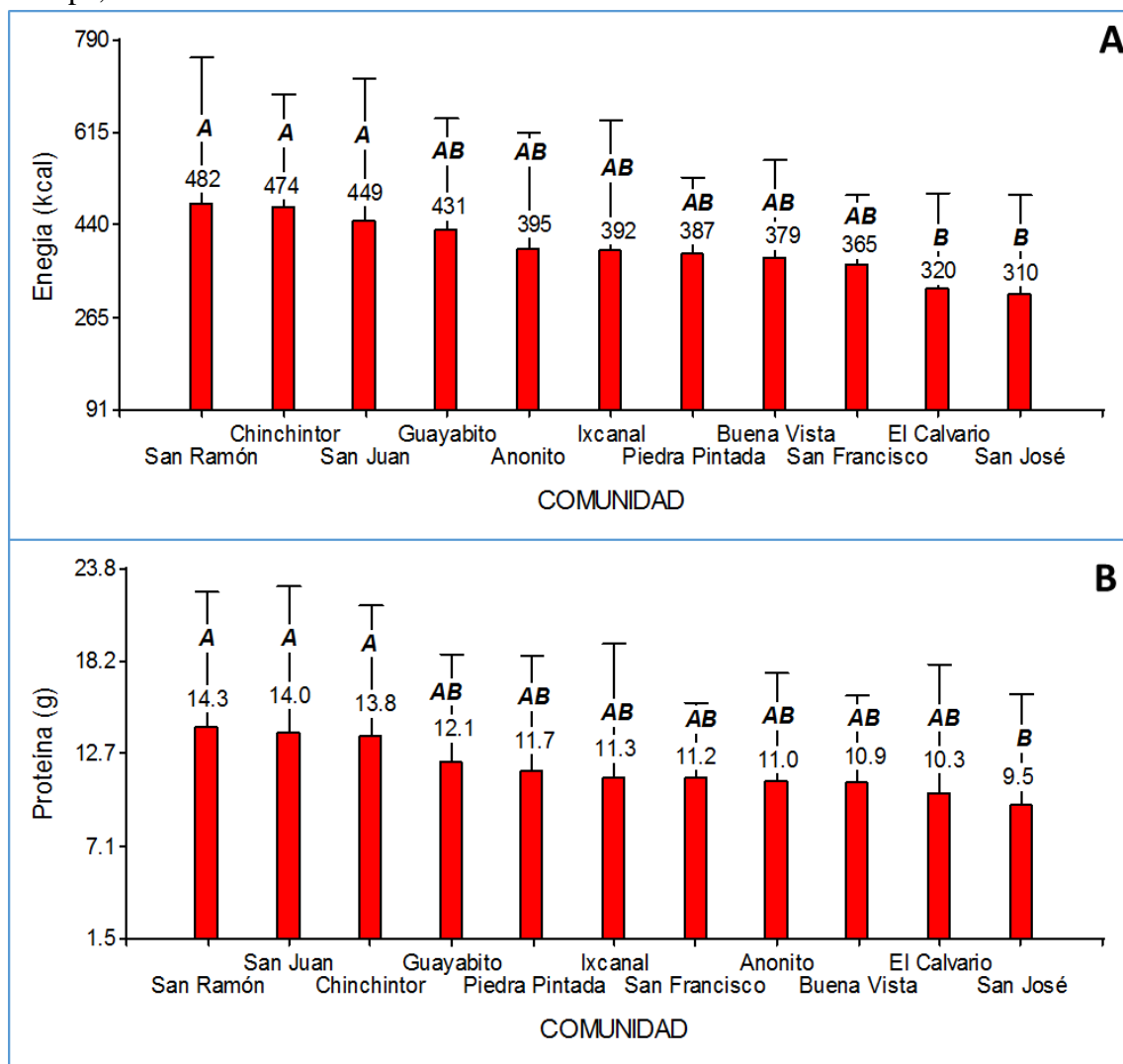
El punto de corte representado por la línea roja indica el requerimiento diario para cada uno de los macronutrientes. La línea azul, con su respectivo texto indicador, representa el consumo promedio de cada macronutriente por la niñez participante en el estudio. Estos resultados se obtuvieron de 316 recordatorios de 24 h y tablas de frecuencia de consumo.

Fuente: Proyecto FODECYT 12-2012

El consumo de macronutrientes por la niñez del estudio también fue analizado por comunidad. Como se observa en la Figura 17 A, el promedio de la ingesta calórica diaria varió de 482 kcal en la aldea San Ramón, hasta 310 kcal en San José, una diferencia de 172 kcal. Al efectuar una prueba de medias aplicando el test de Diferencia Mínima Significativa (DMS) de Fisher a un alfa de 0.05, se determinó que existieron dos grupos estadísticamente distintos en el consumo de energía. La DMS fue igual a 124.67 kcal.

Con respecto al consumo de proteína, la mencionada prueba de medias determinó que también que el consumo de dicho macronutriente en las 11 comunidades evaluadas, al aplicar un DMS de 4.16 g de proteína, podía dividirse en dos grupos estadísticamente distintos.

Figura 17. Resultado de la prueba de medias LSD (Diferencia mínima significativa) de Fisher (alpha 0.05) para las medias de consumo de (A) energía y (b) proteína por comunidad, en el estudio de alimentación complementaria a preescolares en Comapa, Jutiapa, 2013.



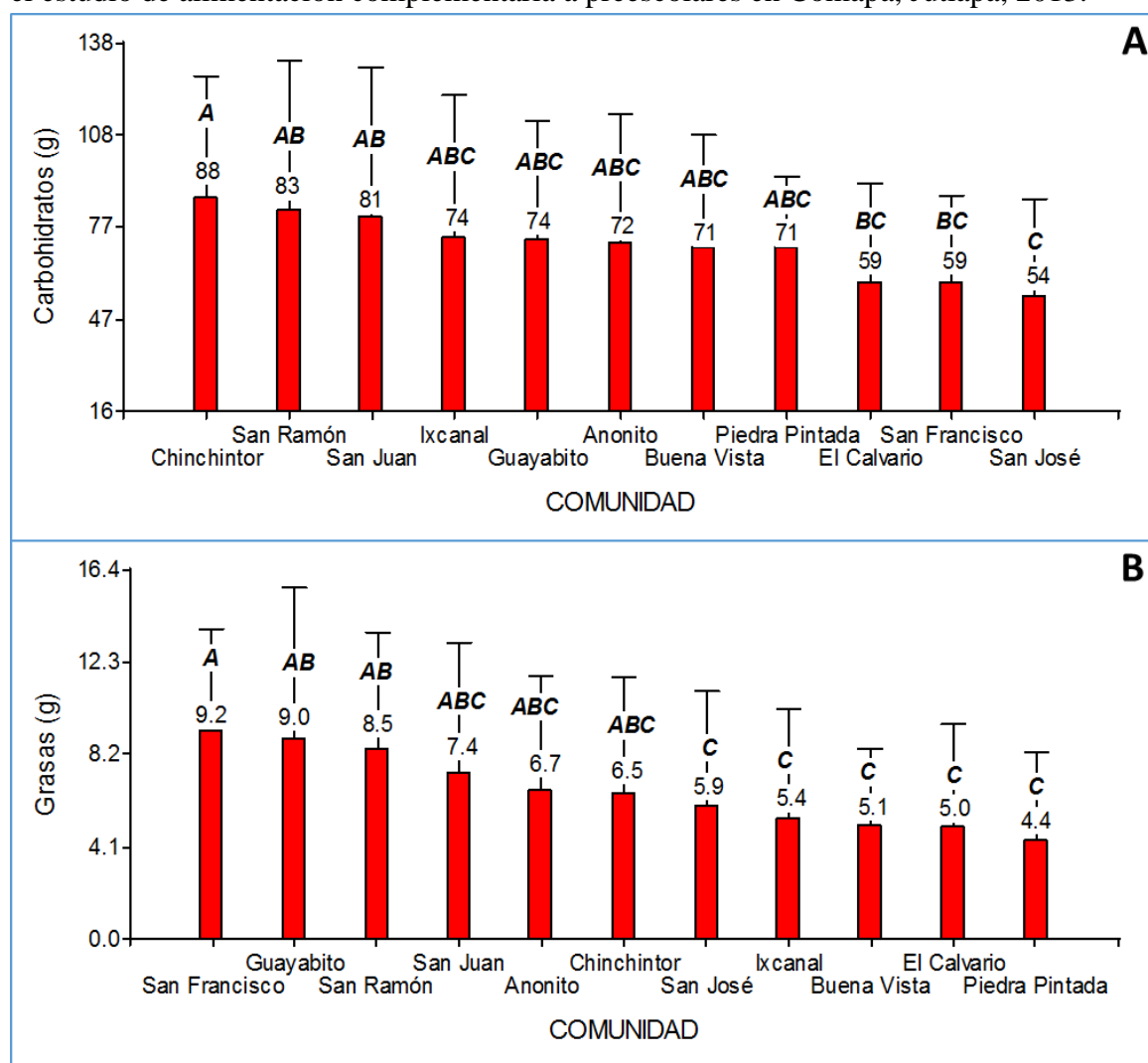
Prueba de medias LSD de Fisher, medias con una letra en común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$). Diferencia mínima significativa (DMS) para Energía = 124.67 kcal; DMS para proteína = 4.16 g.

Los resultados del test de medias DMS de Fisher para el consumo diario de carbohidratos por comunidad fueron un poco más variados. Se detectaron tres grupos estadísticamente diferentes, aplicando una DMS de 23.26 g de carbohidrato (Figura 18 A). La comunidad con el mayor consumo de carbohidratos promedio diario por participante fue

la aldea Chinchintor, seguido las aldeas San Ramón y San Juan. Es interesante notar que estas tres aldeas estuvieron entre las tres comunidades con mayor ingesta calórica, proteínica y de carbohidratos.

Finalmente, con respecto al consumo de grasas, las aldeas con mayor consumo de lípidos fueron San Francisco y Guayabito, con la aldea Chinchintor en tercer lugar. Al aplicar una DMS (test de Fisher, alfa 0.05) de 2.87 g de grasa se detectaron tres grupos estadísticamente distintos, con ocho comunidades agrupadas dentro del grupo C (Figura 18 B).

Figura 18. Resultado de test de medias LSD (Diferencia mínima significativa) de Fisher (alfa 0.05) para las medias de consumo de (A) energía y (b) proteína por comunidad, en el estudio de alimentación complementaria a preescolares en Comapa, Jutiapa, 2013.



Prueba de medias LSD de Fisher, medias con una letra en común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$). Diferencia mínima significativa (DMS) para carbohidratos = 23.26 g; DMS para grasas = 2.87 g.

III.1.8. Prueba de aceptabilidad de Nutra-Iso™

La prueba de aceptabilidad fue aplicada a 100 pre-escolares participantes, preparando para ello Nutra-Iso™ con sabor de banano, fresa y ajonjolí. Los resultados obtenidos en las pruebas de aceptabilidad (Cuadro 29), mediante la escala hedónica facial de 5 puntos. El sabor más aceptado por los preescolares fue el de fresa, con el 69% de los participantes indicando que les gustaba mucho. En el caso de banano y ajonjolí, el 39% y 21% de la niñez indicó que le gustaba mucho. El 40% de los preescolares indicó que el sabor de banano les gustaba un poco, valor muy similar al ajonjolí en la misma categoría, que obtuvo 39%.

Cuadro 29. Resultados de la prueba de aceptabilidad de Nutra-Iso™ aplicada a infantes preescolares en el estudio de alimentación complementaria efectuado en Comapa, Jutiapa, 2013.

Sabor	Aceptabilidad (n=100)				
	me gusta mucho	me gusta un poco	no me gusta ni disgusta	me disgusta un poco	me disgusta mucho
Fresa	63	24	7	4	2
Banano	39	40	14	5	0
Ajonjolí	21	39	25	9	4

Fuente: Proyecto FODECYT 12-2012

En términos generales la bebida nutricionalmente fortificada fue bastante aceptada entre los preescolares participantes. En la parte de disgusto de la escala hedónica los resultados muestran que muy pocos infantes preescolares mostraron rechazo hacia el alimento complementario. Un 6% de los preescolares indicó que el sabor de fresa le disgustaba un poco o mucho, mientras que para el banano y ajonjolí, los valores en este mismo espectro de la escala fueron de 5% y 13%, respectivamente.

III.2 DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El propósito principal del estudio fue determinar el impacto de un complemento alimenticio compuesto de extractos concentrados del salvado de arroz, en el estado nutricional de niños y niñas comprendidos entre los 12 y 36 meses de edad. Para ello se aplicaron indicadores de crecimiento obtenidos de las medidas antropométricas peso, longitud/talla y perímetro cefálico. En adición se incluyó también como variable de estudio la evaluación de niveles de hierro en la sangre y la prevalencia de anemia en la niñez participante.

La evolución nutricional de los preescolares se puede analizar desde la perspectiva del (1) indicador peso para la talla y peso para la edad para el estado nutricional en momentos puntuales, (2) desde la perspectiva de longitud/talla para la edad (en lo referente a la desnutrición crónica) y (3) la deficiencia de hierro.

La DCI se define como un retardo en la longitud o talla de los infantes. Tanto la desnutrición aguda como crónica pueden incidir en el crecimiento cerebral, provocando un retardo en su desarrollo o subdesarrollo irreversible con consecuencias cognitivas, emocionales y motoras. El desarrollo cerebral puede medirse indirectamente utilizando para ello la medida antropométrica del perímetro cefálico.

Al inicio del estudio se plantearon tres hipótesis, dos de ellas relacionadas con el crecimiento del niño y una tercera para dilucidar el impacto del producto nutricional en la concentración de hierro en la sangre y la prevalencia de anemia en la población infantil del estudio.

La primera hipótesis planteaba que el consumo de Nutra-Iso™ a lo largo de 8 meses por la niñez participante tendría un impacto positivo en el estado nutricional del niño a ser determinado principalmente aplicando el indicador de crecimiento peso para la talla en su puntaje z o ZPT. El ZPT determina el estado nutricional del niño o niña para un momento determinado y es indicado para determinar desnutrición u obesidad (Hodgson, 2005). En términos generales, la niñez participante exhibía un estado nutricional saludable al inicio del estudio, siendo la media para el indicador ZPT equivalente a -0.45, lo que colocaba a la niñez dentro del rango normal de nutrición. Sin embargo, al hacer una evaluación caso por caso se determinó que al momento de su ingreso al estudio, 2 preescolares estaban afectados por desnutrición aguda severa y nueve de ellos sufrían de desnutrición aguda moderada. Ninguno de los casos evidenció síntomas de kwashiorkor o marasmo, solamente una delgadez extrema en los casos de desnutrición aguda severa, quienes fueron referidos al centro de salud para su asistencia médica inmediata. A lo largo de los 8 meses de estudio se determinó que el estado nutricional de la niñez participante fue exhibiendo una mejoría,

casi imperceptible en los primeros cuatro meses, pero altamente significativa en los últimos meses de la ventana de consumo. En Julio, a 4 meses de iniciado el consumo de Nutra-Iso™, la niñez exhibió una mejoría de 0.10 puntos z en comparación al resultado inicial para el mismo indicador (-0.45), lo que representaba un incremento de 3.67 puntos percentiles. Es más, el análisis estadístico mediante la prueba de t de Student para muestras independientes determinó que no hubo diferencia estadísticamente significativa entre los ZPT mencionados, después de 4 meses de consumo del producto. La situación varió considerablemente durante la segunda mitad de la ventana de intervención. Entre los meses de Julio y Noviembre se observó un incremento de 0.50 puntos Z, terminando la niñez participante con una media ZPT de 0.15. Este incremento en el ZPT promedio significa que del percentil 36.31 en el que se encontraba la niñez del estudio en Julio del 2013, la población infantil había mejorado hasta colocarse en Noviembre en el percentil 55.96, un incremento de 19.65 puntos percentiles. Al efectuar la prueba de t de Student para muestras independientes se determinó que este incremento fue altamente significativo ($p < 0.0001$). Altamente significativo fue también la mejoría en ZPT del inicio del estudio (Febrero 2013) en contraste con el ZPT exhibido al final del mismo (Noviembre 2013).

En concordancia con la mejoría en los ZPT promedios de la niñez participante, se observó también un aumento de casos hacia el lado positivo de la escala z en el indicador ZPT. Al inicio del estudio el 4% de la niñez estaba francamente desnutrida agudamente (moderada o severa) y el 21% de la misma en una situación de riesgo. Al final del estudio se detectó 1 casos de desnutrición aguda moderada y el 7% de los participantes en una situación nutricional de riesgo (ZPT entre -1.99 y -1.0). El porcentaje de niños con un ZPT normal se incrementó del 68% en Febrero al 77% en Noviembre, detectándose al final también un incremento del 7% en casos de preescolares con $ZPT \geq +1.0$. El único caso de desnutrición aguda moderada detectado al final del estudio era un varoncito que a lo largo del estudio exhibió una nutrición normal. Es probable por lo tanto que este caso de desnutrición aguda detectado al final del estudio se haya debido a una enfermedad u otra causa externa que haya pasado desapercibida.

Por los resultados obtenidos, se acepta la hipótesis planteada, al determinarse que durante la ventana de intervención alimentaria con Nutra-Iso™, la situación nutricional de la niñez participante mejoró significativamente.

La variable peso fue la más robusta del estudio, ya que se contó con 9 lecturas, tomándose la primera al registro de la niñez en el estudio y la última al final de la ventana de intervención, después de 8 meses de consumo. Al convertir estos valores antropométricos a puntaje z se determinó que al inicio del estudio la población infantil de interés exhibía un ZPE promedio de -1.62, ubicándose en el percentil 5.26 con respecto a las curvas de referencia de la OMS. Al desglosar a la población infantil participante en categorías de acuerdo al puntaje z individual para el indicador ZPE, se observó que un 7.3% de los participantes se encontraban en la categoría de desnutrición aguda severa, un 26.9 en desnutrición aguda moderada y 42% en riesgo de desnutrición ($ZPE \geq -1.99$ o < -1.0).

El indicador antropométrico ZPE es una representación general del estado del individuo en comparación a las curvas de referencia mundial de la OMS, pero no es necesariamente una aproximación precisa del estado nutricional de la persona, ya que no toma en cuenta la talla o longitud del niño o niña. De esa manera pues, un infante de talla pequeña podrá arrojar un ZPE por debajo de la norma mundial, pero aún tener un estado nutricional saludable, ya que su bajo ZPE se deberá a su porte pequeño y no a desnutrición. Al igual que en el comportamiento del indicador ZPT a lo largo de los 8 meses del estudio, en el ZPE hubo también una respuesta marcadamente distinta entre los primeros 4 meses y la segunda mitad de la ventana de intervención nutricional. En los primeros dos meses de la intervención nutricional se observó una ligera mejoría en el ZPE, habiendo evolucionado de un -1.62 inicial hasta -1.57. Sin embargo, durante los meses de Mayo, Junio y Julio se observó un retroceso en el ZPE, llegando a bajar hasta -1.73. A partir de Agosto (mes 6), el ZPE promedio vuelve a mejorar paulatinamente (-1.62), y ya en el mes de Octubre la mejora es estadísticamente significativa ($p \leq 0.05$) en comparación al indicador inicial, con la niñez exhibiendo un ZPE promedio de -1.42. El ZPE final en el mes de Noviembre (-1.32) representó una mejoría altamente significativa ($p \leq 0.001$) en contraste al ZPE promedio obtenido para la niñez participante al inicio del estudio.

Al examinar la ganancia de peso mensual se observa que entre los meses de Mayo y Julio la niñez participante subió en promedio 150 g al mes, mientras que en el intervalo de Agosto a Diciembre, la ganancia de peso mensual fue en promedio de 323 g. Estos datos claramente reflejan una diferencia importante en el crecimiento de la niñez en las dos etapas del proyecto. Según las curvas de crecimiento de la OMS, el promedio de ganancia de peso en el segundo año y tercer año de vida ronda los 200 g mensuales por lo que es claramente visible que en la primera mitad del estudio la niñez exhibió ganancias de peso por debajo de la ganancia promedio esperada, mientras que en la segunda mitad de la ventana de intervención la niñez superó con creces la ganancia mensual de peso esperada.

La desnutrición crónica infantil, que se manifiesta como un retardo en el crecimiento, tiene repercusiones sobre la salud física, desarrollo fisiológico y cognitivo del niño o niña comprometida. Es por esta razón que en este estudio también se incluyó el ZPCE, indicador de crecimiento del perímetro cefálico. La estrecha correlación entre la circunferencia craneana o perímetro cefálico y el desarrollo cerebral ha sido claramente establecido previamente (Brandt, 1981; Bartholomeusz, et. al., 2002). La niñez participante en el estudio exhibió un ZPCE promedio de -1.31 en la evaluación inicial, situándolos en términos generales en la categoría de un retardo leve en el crecimiento cerebral. De la totalidad de mediciones efectuadas ($n=259$) se determinó que 3.88% y 21.25% exhibían un retraso severo y moderado, respectivamente. El 41% de los participantes mostraba un ligero retardo y 33.55% de la niñez se encontraba en las categorías de crecimiento cerebral normal. No se detectó caso alguno de crecimiento extraordinario, que pudiera estar asociado a macrocefalia. En el caso del crecimiento del cerebro, el ZPCE obtenido a la mitad del estudio indicó una ligera mejora en el desarrollo cerebral al situarse -1.28 (percentil 10.03). Sin embargo, al final del estudio este indicador de crecimiento cerebral volvió a exhibir un

ligero retroceso al final del estudio, situándose en -1.35 (percentil 8.85), una diferencia de 0.66 puntos percentiles, con respecto a la estimación inicial promedio del ZPCE. A lo largo del estudio no hubo entonces, mayor variación en la tasa de desarrollo cerebral de la niñez participante lo cual quedó comprobado al efectuar la prueba estadística *t* de Student, ya que no se detectó diferencia significativa entre el ZPCE al inicio, a la mitad, o al final del período de consumo de Nutra-Iso™. En la última década, el conocimiento de cómo factores extrínsecos pueden impactar al desarrollo cerebral en los primeros años de vida ha crecido significativamente. Estos factores externos incluyen la deficiencia calórica-proteica (El Sheriff et. al., 2012; Kar, et. al., 2008; Hoddinot, et. al., 2013), la deficiencia de hierro (Georgieff, et. al., 2007) y el complejo microbiano entérico que coloniza el tracto intestinal en los infantes y que ha sido denominado el “eje cerebro-microbiota intestinal” (Cryan y O’Mahony, 2011). Como se discutirá más adelante, la deficiencia de hierro y probable parasitismo fueron eventos comunes en la niñez del estudio, haciendo probable que la poca respuesta observada en el crecimiento craneano de la niñez participante pudiera haberse debido a esta serie de factores que en su conjunto obstaculizaran o redujeran el impacto de una intervención nutricional.

La desnutrición aguda y crónica coexisten de forma frecuente en las poblaciones infantiles vulnerables, quienes pueden ver su crecimiento retardado por patrones de desnutrición aguda recurrente (Black and Checkley, 2012). En el caso de la niñez del estudio en Comapa la evaluación inicial detectó que el 69% de los participantes sufrían de desnutrición crónica en su manifestación severa o moderada. El 26% de ellos se encontraban en riesgo con un ZTE entre -1.99 y -1.0 y solamente el 5% se hallaba en el rango normal de crecimiento ($ZTE \geq -0.99$). A diferencia de los protocolos para tratar desnutrición aguda, existe poca evidencia que los procedimientos para tratar o revertir la DCI sean realmente efectivos (Bergeron y Castleman, 2012). En el caso del estudio aquí reportado, la población infantil participante exhibió una muy alta prevalencia de DCI lo que supuso un gran reto para la intervención nutricional. La evolución del crecimiento de los infantes puede dividirse en dos etapas: Una inicial de Marzo a Julio, en la que hubo un retroceso en el indicador ZTE, y una segunda etapa de Agosto a Noviembre en la que la población infantil empezó a recuperarse para situarse finalmente casi en el mismo puntaje ZTE que al inicio del estudio. En los primeros 4 meses del estudio, la niñez diagnosticada con DCI severa se incrementó de 30% a 40% y la DCI moderada mejoró ligeramente, de 39% a 37%. Al final del estudio la DCI severa se redujo nuevamente al 32% y la DCI moderada se mantuvo en 39% de los participantes, el mismo porcentaje que al inicio del estudio. Puede verse entonces que hubo dos comportamientos claramente definidos durante la ventana de intervención nutricional de 8 meses.

La DCI es un problema complejo y es bien sabido que es resultado de una integración de factores que interactúan entre sí para detrimento de la persona. Entre los factores principales pueden mencionarse (1) ingesta inadecuada de alimentos, (2) enfermedades, (3) ambientes insalubres, (4) servicios de salud deficientes, (5) acceso limitado a alimentos de buena calidad y (6) deficiencias en el cuidado del niño y (7)

deficiente aseo personal de las madres (Rivera et. al., 2011). Estos factores por lo general se evidencia más en lugares de mucha pobreza y Comapa es un municipio con altos índices de pobreza y pobreza extrema, afectando al 89% y 43% de la población, respectivamente (SEGEPLAN, 2010). Los resultados del indicador de crecimiento ZTE indicaron una clara diferencia entre el patrón de crecimiento durante los primeros 4 meses, en contraste a la segunda mitad de la ventana de intervención. Durante la primera mitad del estudio no se observó una mejoría en el crecimiento de la niñez; de hecho, se observó una disminución en el indicador ZTE, el cual en Febrero y Julio se ubicó en -2.71 y -2.75, respectivamente. Entre los meses de Agosto y Noviembre se logró un repunte en el crecimiento de la niñez al mejorar el ZTE promedio de -2.75 a -2.56 ($p=0.0715$). Claramente existieron diferencias marcadas entre la primera y segunda etapa del estudio. A continuación se discute algunas posibles explicaciones para esta dicotomía en el crecimiento de la niñez durante los 8 meses de la ventana de intervención nutricional.

Al inicio del estudio se hizo un reconocimiento entre la población participante, referente a la posible infestación parasitaria. La gran mayoría de los niños no habían sido tratados y todos aquellos menores de dos años (71% de los participantes) nunca habían sido tratados, ya que los protocolos del Ministerio de Salud dictan el tratamiento antihelmíntico a partir de los dos años. En el mes de marzo se iniciaron gestiones para conseguir una donación de Albendazol, la que se hizo efectiva en el mes de Abril, siendo donada la totalidad de Albendazol por la organización Orphan's Heart International, con sede en Florida, Estados Unidos. Después de consultarlo con las autoridades del Centro de Salud de Comapa se procedió, a finales de Abril de 2013 a tratar a todos los participantes del estudio (que no hubiesen sido tratados en los 6 previos meses) con albendazol (Zentel al 4%, frascos de 10 ml conteniendo cada uno 400 mg de albendazol, GlaxoSmithKline), con una dosis única de 200 mg para aquellos infantes entre uno y dos años, y una dosis de 400 mg para los participantes mayores de dos años. Desparasitar a los participantes fue una decisión acertada, ya que el análisis por médico hematólogo de los frotos de sangre periférica indicó el probable parasitismo entre la población participante, además de algunos casos de infestación helmíntica francamente evidentes en la población infantil del estudio. La presencia de parasitismo helmíntico durante la primera mitad de la ventana de intervención nutricional puede ser uno de los factores importantes para que se haya observado un mayor retardo en el indicador ZTE en esta etapa del estudio. Estudios previos han mostrado una fuerte asociación entre parásitos helmínticos y diversas manifestaciones de fallos de crecimiento, incluyendo retardo en talla (Stephenson, et. al., 2000). Estas infecciones parasíticas también han sido ligadas a problemas fisiológicos como inflamación intestinal, síndrome de malabsorción y anemia en niños de corta edad (Stephenson, et. al., 2000; Cabada, et. al., 2015).

Otro factor que probablemente incidió en la falla del crecimiento en los primeros 4 meses del estudio es el incremento en las enfermedades entéricas y respiratorias entre la niñez participante. Aún cuando no era un objetivo directo del estudio, durante la toma de peso mensual se preguntaba a las madres acerca del estado de salud de sus niños. Las

respuestas más comunes fueron (1) que estaban “soplados”, (2) tenían diarrea y (3) tos. El término “soplado” lo utilizan localmente para referirse al timpanismo, resultado de la acumulación de gases intestinales y por ende un abdomen distendido. El término diarrea lo aplicaban las madres a evacuaciones que no fueran típicas de lo que ellas consideraran normal, siendo por lo general deposiciones más blandas o sueltas y un incremento en el número de deposiciones. Se llevó un recuento de los reportes verbales de las madres que ellas tipificaban como “diarrea” y se encontró un incremento de aproximadamente 3 a 3.5 veces los casos de diarrea en Junio y Julio, en comparación a Mayo (resultados no mostrados). En los meses de Mayo, Junio y Julio las madres reportaron una incidencia de diarrea del 7.11%, 24.56% y 25.22% de la población infantil participante, respectivamente. Aún cuando esta no es evidencia concreta de un incremento diagnosticado de diarrea en la población infantil, si existen evidencia documental que reporta el incremento de diarreas de origen bacterial en la población infantil de áreas vulnerables de regiones tropicales, particularmente al inicio de la estación lluviosa, durante la época de temperaturas cálidas (Hernández Cortez, et. al., 2011; OPS, 1995; Acción contra el hambre, 2010).

Una tercera causa probable para la disminución observada durante los primeros 4 meses en el ritmo de crecimiento de la niñez participante, puede haber sido un síndrome de malabsorción. Este padecimiento, definido como una absorción mucosa deficiente de nutrientes en el intestino (Fernández Bañares y Esteve Comas, 2012) se caracteriza por deposiciones pastosas, abundantes, espumosas, junto a distensión abdominal, desnutrición y falla en el crecimiento (Fernández Bañares y Esteve Comas, 2012; Daza, 2009; Cassorla, et. al, 2000). En el caso de la niñez del estudio, de acuerdo a los resultados del estudio y a las observaciones de las madres, estos signos y síntomas conformarían un cuadro clínico presente en muchos participantes. Es probable por lo tanto, que el síndrome de malabsorción fuera un padecimiento común entre la niñez participante. Dicha dolencia impediría el aprovechamiento completo de los nutrientes incorporados a la dieta en la intervención nutricional.

A diferencia de los primeros 4 meses del estudio, entre los meses de Agosto y Noviembre se detectó un mejoramiento en la tasa de crecimiento de la niñez participante, hasta situarse el ZTE en -2.56, al finalizar el estudio en el mes de Noviembre, un puntaje muy similar al detectado al inicio del estudio (-2.51), sin que llegara a detectarse diferencia estadística alguna entre el ZTE inicial y final. Por lo tanto, la hipótesis planteada para este componente del estudio debe rechazarse.

La explicación para la mejoría observada en la tasa de crecimiento de los niños durante la segunda mitad del estudio, podría deberse entonces a lo siguiente: (1) Eliminación de parásitos helmínticos en la niñez participante que aumentarían la asimilación de Nutra-Iso™ y otros alimentos, (2) una probable reducción en la incidencia de enfermedad intestinal y diarrea y, (3) posible reducción en la severidad del síndrome de malabsorción y mejoramiento de la salud del tracto intestinal.

El tratamiento con albendazol de todos los participantes que según sus madres no hubiesen recibido un tratamiento antihelmíntico en los previos 6 meses puede haber sido

una razón importante para mejorar la tasa de absorción de los nutrientes en el tracto intestinal y por ende un mejor aprovechamiento del complemento alimenticio de interés.

La incidencia de enfermedad intestinal o diarrea disminuyó hacia finales del estudio, entre los meses de Agosto y Noviembre, en comparación a la situación de Junio y Julio, según lo reportado por las madres de los participantes. La toma de peso mensual se realizó a finales de la tercera semana del mes por lo que los reportes de diarrea hacen referencia a los 30 días anteriores a la toma de peso mensual. En Agosto, los reportes verbales de diarrea alcanzaron al 10.57% de la niñez participante, en contraste al 25% reportado en los 2 meses anteriores. Para los tres meses finales del estudio, Septiembre, Octubre y Noviembre, la incidencia de diarrea en la niñez del estudio, de acuerdo a lo reportado por las madres, fue de 5.28%, 8.81% y 11.89%, respectivamente. Es posible que este pequeño incremento de diarrea reportado en el mes de Noviembre tuviera como causa el incremento de infección por rotavirus, asociado al incremento de diarrea en los meses fríos y secos del año (Hernández Cortez, et. al, 2001; Seguro Social de Costa Rica, 2005).

Una tercera posible razón para explicar la mejoría observada en la niñez durante la segunda mitad de los ocho meses de intervención nutricional podría enfocarse al efecto de Nutra-Iso™ en una mejorada salud intestinal de los participantes, tal vez mediante una posible proliferación de probióticos y desinflamación intestinal, lo que podría conllevar a una mayor absorción de nutrientes en el tracto intestinal. En los últimos años han sido reportados una serie de estudios científicos investigando las propiedades prebióticas del salvado de arroz. Por ejemplo, Tuan, et. al., (2014) demostraron que derivados del salvado de arroz promueven el crecimiento de los organismos probióticos *Lactobacillus* y *Bifidobacterium*. Experimentos en modelos animales, han mostrado que el salvado de arroz puede mitigar infecciones de *Salmonella enterica*, lo cual a su vez disminuyó significativamente la inflamación intestinal en los ratones evaluados (Kumar, et. al., 2012). Aun otros reportes indican que el consumo de salvado de arroz incrementa la producción de inmunoglobulina A en la mucosa intestinal, incrementando también a la vez los números de *Lactobacillus* en el tracto intestinal (Henderson, et. al., 2012a). De esta manera, se considera que el salvado de arroz o sus derivados pueden influir en la sanidad del tracto intestinal mediante un fortalecimiento de las membranas de la mucosa, una modulación en la respuesta inmune a nivel de mucosa y también antagonizando organismos patógenos mediante competencia directa, agentes microbiales beneficiosos o la creación de ambientes antagónicos al establecimiento de patógenos. Es interesante notar que en el caso de la niñez participante en Comapa, muchas de las madres reportaran síntomas asociados a problemas comúnmente con la sanidad del tracto gastrointestinal, incluyendo distensión abdominal y diarrea. Como se mencionó anteriormente, la distensión abdominal o “sopladitos” era la preocupación principal entre las madres de los participantes. Una hipótesis que surge entonces es que el consumo de Nutra-Iso™ podría haber iniciado un proceso de cambio en la composición de la microbiota gastrointestinal de la niñez participante, observándose los primeros resultados de esto en la segunda mitad de la ventana de consumo. Esta es una posibilidad que habrá que investigar en el futuro, y de ser

válida, ofrecería grandes esperanzas en el combate a la desnutrición crónica infantil y el mejoramiento de la salud de las poblaciones más vulnerables a las enfermedades y desnutrición.

La prevalencia de anemia en la niñez del estudio era de 28% al inicio del estudio, la que se logró reducir al 16% de los participantes al final de la ventana de intervención. Esto representó por lo tanto una reducción del 42.85% en la prevalencia de anemia. La prueba t de Student para muestras independientes efectuada a los resultados de micro hematocrito demostró que hubo una diferencia estadísticamente significativa ($p < 0.001$) entre los valores de hematocritos obtenidos al inicio y al final de estudio por lo que la hipótesis planteada para este componente del estudio se acepta.

El análisis al microscopio de frotos de sangre periférica obtenidos de los participantes arroja resultados interesantes. A sugerencia del médico hematólogo que colaboró con el estudio, se decidió incluir también para análisis de deficiencia de hierro mediante examen al microscopio, todos aquellos frotos que estuvieran ≥ 34 y ≤ 36 . Se incluyó también en las láminas a ser examinadas al microscopio del inicio del estudio, una pequeña muestra de frotos cuyo hematocrito haya arrojado un valor por encima de 37% de células empacadas. Es interesante notar que en aquellas muestras con HCT entre 34% y 36% y que por lo tanto fueron reportados como normales, el 14% de ellas fueron diagnosticadas como franca anemia ferropénica al ser examinados los frotos periféricos. El 60% de los frotos periféricos con hematocrito entre los valores de 34% y 36% exhibieron muestras de sangre con hipoferremia o deficiencia de hierro. Cualquiera de estos dos diagnósticos requiere un tratamiento de suplementación con hierro. En el caso de los frotos periféricos examinados de aquellas muestras de sangre con un hematocrito ≥ 37 , 13 de ellos salieron normales y solamente 2 de ellos con deficiencia de hierro, sin llegar a ser anemia ferropénica. Estos resultados indican que probablemente el punto de corte para hematocrito, aceptado por la OMS para los programas nacionales de salud es un punto de corte muy bajo, escapando de la detección un número de casos significativo que deberían ser tratados para deficiencia de hierro. Los resultados obtenidos en Noviembre, en la muestra de sangre obtenida al final de estudio, confirman los resultados obtenidos en el análisis de frotos periféricos en la muestra inicial.

Al igual que en el análisis a inicios del estudio, al final del período de consumo se tomaron las muestras de sangre con hematocrito < 34 y aquellas muestras con hematocrito entre 34 y 36% de células empacadas. El umbral de 34% mostró que todas las muestras, el 100% de ellas mostraban algún grado de deficiencia de hierro, con el 66% francamente anémicos. Los resultados del análisis de frotos periféricos de las muestras de sangre con hematocrito entre 34% y 36% mostraron que de 84 frotos, habían 31 frotos normales (37%), 37 (44%) frotos con deficiencia de hierro o hipoferremia, y 13 casos de niños o niñas francamente anémicas (15%). Estos resultados indican que la detección de deficiencia de hierro mediante la prueba del hematocrito es insatisfactoria al aplicar un umbral de 34%, ya que un gran número de niños con deficiencia de hierro quedan sin ser detectados.

Durante el análisis al microscopio de las láminas con sangre periférica también se determinó que en Febrero, a inicios del estudio, había 21 casos de posible parasitismo, equivalente al 10% de la niñez del estudio. Al finalizar el estudio, este porcentaje había subido a 14% de acuerdo a los resultados de los frotos periféricos (FP). Este porcentaje final de probable parasitismo detectado en los FP, ligeramente más alto al detectado en los inicios del estudio puede explicarse como una probable reinfección, ya que desde la desparasitación inicial habían transcurrido 7 meses, tiempo suficiente para una nueva exposición y adquisición de parásitos. Además, la niñez estaba probablemente aún más expuesta a la reinfección, ya que los niños eran más móviles e independientes en comparación a cuando se inició el estudio.

La deficiencia proteico-calórica como causa de la desnutrición infantil ha sido ampliamente validada en estudios previos tanto a nivel internacional (Laus, et. al., 2011) y en Guatemala (Scrimshaw y Viteri, 2010). Los recordatorios de 24 horas en conjunto con las tablas de frecuencia de consumo de alimentos determinaron que en Comapa, la mayoría de la niñez que participó en el estudio no llenaba los requisitos de nutrientes diarios. La niñez participante consumía diariamente, en promedio, el 39% de las necesidades energéticas y el 70% de las necesidades proteicas. El aporte calórico provenía principalmente de los carbohidratos y proteína, ya que el consumo bajo de grasas (6.72 g diarios en promedio) representaban aproximadamente el 15% de la energía diaria. El 45% de los preescolares participantes consumían aproximadamente 10 g diarios de proteína, en su gran mayoría de origen vegetal (aportada por tortilla de maíz y frijol cocido). Reportes previos indican que la proteína de maíz puede aportar un 30% de la ingesta diaria de proteína y hasta un 40% del consumo calórico de niños del área rural de Guatemala (FAO, 1993). En cuanto a frijol, estudios previos indican que puede aportar aproximadamente el 15% de la ingesta proteica diaria en el área rural del país, convirtiéndose en la segunda fuente de proteína, después de la tortilla de maíz (Serrano y Goñi, 2004). Los principales alimentos consumidos por la niñez del estudio eran el frijol y tortilla, consumidos casi diariamente por el 97.7% y el 95.8% de los practicantes, según lo reportado por sus madres. El 54% de la niñez consumía pan (dulce o tipo francés) en forma diaria o 3 a 4 veces por semana y con una frecuencia similar se ubicó el consumo de atoles nutritivos en 54.3% de los casos.

El consumo de café por infantes en Guatemala es bastante común y en Comapa se reportó su consumo en el 91% de los participantes. En estudios realizados en Guatemala (Dewey, et. al. 1997) en los que se evaluó el consumo de café en niñez de 1 a 2 años se determinó que al suprimir el consumo de café, aquellos niños que consumían más de 100 ml al día, exhibieron ganancias de talla y peso significativas. El consumo de café por el ser humano puede tener efectos significativos en la absorción de hierro, particularmente del tipo no hémico. Hurrell, et. al., (1999) demostraron que el consumo de bebidas con sustancias fenólicas podía interferir en la absorción de hierro, en cantidades del 60% al 90% del mineral presente en raciones de pan fortificado con hierro y en un 35% en raciones compuestas de carne y vegetales (Hallberg y Rossander, 1982). Otros estudios realizados

en Guatemala por Dewey, et. al., (1997a), determinaron que el consumo de café en infantes podría interferir con la utilización del hierro suplido en forma suplementaria.

El consumo calórico entre la niñez de las 11 comunidades de Comapa era bastante deficiente al situarse entre 482 kcal y 310 kcal en promedio. Estos resultados son relativamente similares a los obtenidos por Kuklina, et. al. (2004) quienes reportaron un consumo diario promedio de 373 kcal en infantes con un promedio de 12 meses de edad. La niñez del estudio de Kuklina et. al., era población ladina, habitantes del corredor seco en el departamento de El Progreso lugar donde se había realizado el estudio longitudinal del INCAP entre 1969 y 1977 (Martorell, et. al., 1995). Es interesante resaltar el hecho que la población infantil de ambos estudios estuviera compuesta de habitantes en el corredor seco de Guatemala y pertenecientes a la etnia ladina.

El consumo de proteína también tuvo resultados similares en ambos estudios. En el caso del estudio de Kuklina, la media de consumo diario fue de 9.85 gramos mientras que en Comapa, la niñez entre 1 y 3 años de edad consumía en promedio 12 gr de proteína, pero el 45% de la misma no sobrepasaba los 10 gramos diarios.

El consumo de micronutrientes también era deficiente entre la población infantil de Comapa que participó en el estudio. Aún en el caso de la vitamina A, se determinó que los preescolares cubrían aproximadamente el 70% de sus necesidades diarias. Para el resto de las 7 vitaminas y minerales incluidas en el estudio, con excepción del ácido fólico, el consumo de alimentos no llegaba a aportar el 50% de las necesidades diarias. Al ser la dieta de los preescolares mayormente vegetariana, el consumo de vitamina D era prácticamente inexistente entre la población infantil del estudio.

El aporte de Nutra-Iso™ a la cantidad diaria de nutrientes consumidos por la niñez fue altamente significativa y el impacto en la niñez de esta adición nutricional pudo observarse en la mejoría significativa del indicador peso para la talla, el incremento en los valores de hematocrito y la reducción en la prevalencia de anemia por deficiencia de hierro. En el caso específico de la DCI, son muchos los factores adversos a los que se enfrenta la niñez de Comapa para su desarrollo, incluyendo enfermedades infecciosas, crónicas, ambientes insalubres, falta de acceso a alimentos, servicios de salud y por supuesto, una ingesta insuficiente e inadecuada de alimentos. Las amenazas anteriores, junto al posible desarrollo de un síndrome de mala absorción a corta edad, acompañado de infecciones parasitarias o bacteriales hacen entonces imperativo, iniciar cualquier proyecto de remediación de desnutrición crónica lo antes posible en la vida del infante, después de haber terminado el período de lactancia materna exclusiva. Es posible que el impacto de un producto nutricional denso con propiedades prebióticas y bioactivas como Nutra-Iso™ será más significativo si se inicia su suministro entre los 6 y 8 meses de edad, en lugar de suministrarlo a niños mayores de un año, quienes a tan corta edad empiezan ya a manifestar síntomas y signos de desnutrición crónica y enfermedades parasitarias e infecciosas.

Dado el vínculo estrecho entre la insalubridad del entorno, la incidencia de enfermedades crónicas o infecciosas y la ingesta inadecuada de alimentos nutritivos, habrá que investigar en el futuro, el aporte nutricional de Nutra-Iso y su impacto en el crecimiento de la niñez, así como su impacto en la colonización y establecimiento de la microbiota intestinal, el desarrollo de tejido y mucosa intestinal saludable que aumentarían la tasa de asimilación de los nutrientes ingeridos.

PARTE IV

IV. 1 CONCLUSIONES

En base al objetivo general planteado se puede concluir que Nutra-Iso™, en forma de bebida nutricional, tuvo un impacto favorable en la nutrición de la niñez en términos del peso para la longitud o talla del niño o niña, mas no así en la desnutrición crónica (talla o longitud para la edad). Nutra-Iso también tuvo un impacto significativo en reducción de la prevalencia de anemia y un incremento significativo en los volúmenes de glóbulos rojos en la sangre.

IV.1.1. El estado nutricional de la niñez de 1 a 3 años en comunidades rurales de Comapa es precario, como lo evidenció la siguiente información de base: (1) 4.2% de ellos se encontraban desnutridos aguda o moderadamente, mientras el 20.8% se encontraba en riesgo de sufrir este tipo de desnutrición; (2) el 68.8% se encontraban moderada o severamente crónicamente desnutridos y (3) la prevalencia de anemia según el examen de hematocrito era del 28%.

IV.1.2. El impacto de Nutra-Iso en la ganancia de peso mensual en la niñez preescolar fue favorable en la segunda mitad de la ventana de intervención (Agosto a Noviembre), siendo estadísticamente significativa en Octubre y Noviembre.

IV.1.3. No se detectó un impacto significativo en el crecimiento de la circunferencia craneana en la duración del estudio.

IV.1.4. No se observó mitigación en la prevalencia de desnutrición crónica infantil durante el estudio. Al inicio del mismo la prevalencia de DCI era de 68.8% al inicio del programa, 77% en el mes de Julio y 71% al finalizar la ventana de intervención.

IV.1.5. El consumo diario de Nutra-Iso™ mejoró significativamente la nutrición de la niñez participante, al mejorar 23.32 puntos percentiles para ubicarse al final del estudio en el percentil 55.96 de la escala de referencia de la OMS.

IV.1.6. La prevalencia de anemia en la niñez al inicio del estudio, previo a la intervención nutricional era de 28%; al finalizar el período de consumo, la prevalencia de anemia se redujo al 16% de la población infantil participante.

IV.1.7. El aporte de macronutrientes y micronutrientes a la dieta de la niñez del estudio fue estadísticamente significativo, incrementándose en 35%, 30%, 24% y 93% el consumo diario de energía, proteína, carbohidratos y grasas, respectivamente. En cuanto a micronutrientes la niñez obtenía entre el 43% y 70% de la cantidad diaria de vitaminas y minerales, con excepción de vitamina D la cual era prácticamente inexistente en la dieta diaria. Con el aporte de Nutra-Iso se logró cubrir en un 100% las cantidades requeridas diariamente de los 7 micronutrientes evaluados.

IV.1.8. Nutra-Iso en forma de bebida fue ampliamente aceptado por la niñez del estudio, el 70% de los participantes indicaron que el sabor de fresa les gustaba mucho, mientras que al 17% les gustó al menos un poco. Al 7% de los encuestados les pareció indiferente y al 6% les disgustó un poco o no les gustó la bebida nutricional.

IV.2 RECOMENDACIONES

Este proyecto de investigación permitió determinar que Nutra-Iso™, producto nutricional derivado de extractos de salvado de arroz tiene un impacto positivo en el tratamiento de desnutrición aguda y en la disminución de la prevalencia de anemia en una población infantil entre 1 y 3 años de edad. La población infantil que participó en este estudio correspondía a una etnia ladina del corredor seco en el oriente de Guatemala, por lo que se recomienda evaluar el impacto nutricional de Nutra-Iso™ en otras poblaciones pertenecientes a etnias indígenas.

IV.2.1. La población infantil de Comapa se encuentra en un estado de vulnerabilidad nutricional muy alto, por lo que se recomienda implementar una estrategia integral que incluya distintas medidas para reducir esta amenaza a la niñez local. Entre estas medidas debe incluirse la capacitación a madres en cuidado del niño, manejo de agua y manipulación de alimentos. También debe mejorarse la dieta y proveer alimentos adecuados para el infante y preescolares. Se recomienda que los servicios de salud velen por que los programas de vacunación, desparasitación se implementen con vigor y eficiencia. Se recomienda a su vez evaluar el impacto que un probable síndrome de malabsorción o enteropatía tropical pueda estar teniendo en el crecimiento y desarrollo de la población infantil de Comapa. Se recomienda también continuar con la distribución de alimentos fortificados, dirigidos a la niñez entre 6 y 24 meses de edad.

IV.2.2. Se recomienda a las autoridades de salud y de la Secretaría de Seguridad Alimentaria y Nutrición a llevar un estricto control del desarrollo y crecimiento de la niñez del municipio, incluyendo los indicadores de crecimiento peso para la talla y peso para la edad.

IV.2.3. El indicador de crecimiento cerebral, perímetro cefálico para la edad no es utilizado al presente en el monitoreo del crecimiento infantil en los programas de salud de Guatemala. Se recomienda incorporar este indicador como parte del seguimiento nutricional de los infantes, particularmente durante la ventana de los 1,000 días, período en los que se manifiesta el 80% del crecimiento encefálico.

IV.2.4. La prevalencia de desnutrición crónica es muy alta en Comapa, alcanzando aproximadamente el 70% de la población infantil. Se recomienda implementar un plan

vigoroso para la mitigación de la desnutrición crónica, que incluya supervisar el sano desarrollo de la niñez, poniendo especial atención a la nutrición y cuidado del niño, acceso a servicios de salud eficientes, lactancia materna exclusiva durante los primeros 6 meses de vida, acceso a alimentos nutritivos y una dieta adecuada a partir de los 6 meses, particularmente durante la transición de la lactancia exclusiva a alimentos sólidos externos.

IV.2.5. En poblaciones empobrecidas y altamente vulnerables a la inseguridad alimentaria y nutricional como lo son las aldeas rurales del municipio de Comapa en Jutiapa, es imperativo implementar programas que garanticen la seguridad alimentaria y una nutrición adecuada a la niñez en riesgo.

IV.2.6. La prevalencia de anemia es bastante alta entre la población infantil de Comapa. Dada la importancia del hierro para el desarrollo cerebral durante los primeros dos años de vida, se recomienda incluir la prueba del micro hematocrito al menos una o dos veces al año en la población crónicamente desnutrida o en familias en extrema pobreza con poco acceso a alimentos. A su vez se recomienda suplementar con hierro a todos aquellos infantes mayores de 6 meses cuyo resultado de hematocrito sea \leq a 36.

IV.2.7. Dado que la dieta diaria de la niñez entre los 1 y 3 años de edad es extremadamente deficiente en las comunidades rurales de Comapa, se sugiere maximizar los esfuerzos para implementar programas de alimentación complementaria con productos nutricionales fortificados como Nutra-Iso™ y así incrementar la ingesta diaria de macro y micronutrientes. A su vez recomienda educar a las madres y mujeres en edad fértil a no proporcionar café a la niñez, ya que los compuestos polifenólicos interfieren con la absorción de hierro, particularmente el hierro no hémico, proveniente de fuentes vegetales que son la base de la dieta en la región.

IV.2.8. Se recomienda que en programas de alimentación complementaria a infantes con Nutra-Iso™ se incorporen el sabor a fresa y banano ya que éstos gustaron a los participantes en el estudio. Ofrecer productos con sabores agradables al paladar de los niños y niñas beneficiarias incrementará la efectividad de los programas de alimentación complementaria.

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. **Álvarez, V. M. S.** (1999). Inmunocompetencia en la malnutrición protéico-energética. *Rev Cubana Aliment Nutr, La Habana*, 13(2), 129-36.
4. **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.
5. **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.
6. **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.
7. **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.
8. **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.
9. **Beard, J.** (2003). Iron deficiency alters brain development and functioning. *The Journal of nutrition*, 133(5), 1468S-1472S.
10. **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.
11. **Berger, A., Rein, D., Schäfer, A., Monnard, I., Gremaud, G., Lambelet, P., & Bertoli, C.** (2005). Similar cholesterol-lowering properties of rice bran oil, with

- varied γ -oryzanol, in mildly hypercholesterolemic men. *European Journal of Nutrition*, 44(3), 163-173.
12. **Bergeron, G., & Castleman, T.** (2012). Program responses to acute and chronic malnutrition: divergences and convergences. *Advances in Nutrition: An International Review Journal*, 3(2), 242-249.
 13. **Black, R. E., & Checkley, W.** (2012). Revisiting the relationship of weight and height in early childhood. *Advances in Nutrition: An International Review Journal*, 3(2), 250-254
 14. **Blaquez, M. J.** (2000). Ventajas de la lactancia maternal. *Revista Medicina Naturista*. 1:44-49.
 15. **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.
 16. **Brandt, I.** (1981). Head circumference and brain development. Growth retardation during intrauterine malnutrition and catch-up growth mechanisms (author's transl)]. *Klinische Wochenschrift*, 59(17), 995-1007.
 17. **Cabada, M. M., Goodrich, M. R., Graham, B., Villanueva-Meyer, P. G., Deichsel, E. L., Lopez, M., & White Jr, C.** (2015). Prevalence of intestinal helminths, anemia, and malnutrition in Paucartambo, Peru. *Revista Panamericana de Salud Pública*, 37(2), 69-75
 18. **Cassorla G., Fernando, Gaete V., Ximena, & Román R., Rossana.** (2000). Talla baja en pediatría. *Revista chilena de pediatría*, 71(3), 223-227.
http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0370-41062000000300009&lng=es&tlng=es. 10.4067/S0370-41062000000300009.
 19. **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
 20. **Chandra, R. K.** (1997). Nutrition and the immune system: an introduction. *The American journal of clinical nutrition*, 66(2), 460S-463S
 21. **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.
 22. **Crookston, B. T., Schott, W., Cueto, S., Dearden, K. A., Engle, P., Georgiadis, A., & Behrman, J. R.** (2013). Postinfancy growth, schooling, and cognitive achievement: Young Lives. *The American journal of clinical nutrition*, 98(6), 1555-1563
 23. **Cryan, J. F., & O'Mahony, S. M.** (2011). The microbiome-gut-brain axis: from bowel to behavior. *Neurogastroenterology & Motility*, 23(3), 187-192.
 24. **Da Cunha, D. T., Botelho, A., Braz, R., Ribeiro de Brito, R., de Oliveira Pineli, L. D. L., & Stedefeldt, E.** (2013). Métodos para aplicar las pruebas de

- aceptación para la alimentación escolar: validación de la tarjeta lúdica. *Revista chilena de nutrición*, 40(4), 357-363.
25. **Daza, W.** (2009). Síndrome de malabsorción en pediatría: enfoque práctico y terapéutico. Programa de Educación Continua en Pediatría-PRECOP. Curso Continuo de Actualización en Pediatría –CCAP. Colombia. CCAP volumen 8, módulo 4. p 28-37.
https://scp.com.co/precop/precop_files/modulo_8_vin_4/Sindrome_malabsorcion_pediatria.pdf.
 26. **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
 27. **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>
 28. **Dewey, K. G., Romero-Abal, M. E., Serrano, J. Q., Bulux, J., Peerson, J. M., Engle, P., & Solomons, N. W.** (1997). A randomized intervention study of the effects of discontinuing coffee intake on growth and morbidity of iron-deficient Guatemalan toddlers. *The Journal of nutrition*, 127(2), 306-313
 29. **Dewey, K. G., Romero-Abal, M. E., De Serrano, J. Q., Bulux, J., Peerson, J. M., Eagle, P., & Solomons, N. W.** (19). Effects of discontinuing coffee intake on iron status of iron-deficient Guatemalan toddlers: a randomized intervention study. *The American journal of clinical nutrition*, 66(1), 168-176
 30. **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>
 31. **Douglas-Escobar, M., Elliott, E., & Neu, J.** (2013). Effect of intestinal microbial ecology on the developing brain. *JAMA pediatrics*, 167(4), 374-379
 32. **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>
 33. **Eckhardt, C. L.** (2006). Micronutrient malnutrition, obesity, and chronic disease in countries undergoing the nutrition transition: potential links and program/policy implications (pp. 1-25). International food policy research institute (IFPRI). Food consumption and nutrition division (FCND).
<http://ageconsearch.umn.edu/bitstream/55889/2/fcndp213.pdf>

34. **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.
35. **FAO.** (1993). Comparación del valor nutritivo del maíz común y del maíz con proteínas de calidad. Capítul 6 en: El maíz en la nutrición humana. Roma, Italia. <http://www.fao.org/docrep/t0395s/T0395S00.htm#Contents>
36. **FAO.** (1995). Micronutrient fortification of food: technology and quality control. Food and Agriculture Organization. FAO technical consultation of food fortification. <http://www.fao.org/docrep/w2840e/w2840e0b.htm>
37. **Fernandez Bañares, F. y Esteve Comas, M.** (2012). Diarrea Crónica. Capitulo 7 en: Gastroenterología y Hepatología: Problemas Comunes en la Práctica Clínica. Miguel A. Montoro y Juan Carlos García Pagán, eds. Jarpyo Editores, S.A. Barcelona, España, 1025p.
38. **Ferreira, H. S., Moura, F. A., Cabral Júnior, C. R., Florêncio, T. M., Vieira, R. C., & de Assunção, M. L.** (2009). Short stature of mothers from an area endemic for undernutrition is associated with obesity, hypertension and stunted children: a population-based study in the semi-arid region of Alagoas, Northeast Brazil. *British journal of nutrition*, 101(08), 1239-1245.
39. **Florêncio, T. T., Ferreira, H. S., Cavalcante, J. C., Stux, G. R., & Sawaya, A. L.** (2007). Short stature, abdominal obesity, insulin resistance and alterations in lipid profile in very low-income women living in Maceió, north-eastern Brazil. *European Journal of Cardiovascular Prevention & rehabilitation*, 14(2), 346-348.
40. **Forster, G. M., Raina, K., Kumar, A., Kumar, S., Agarwal, R., Chen, M. H., & Ryan, E. P.** (2013). Rice varietal differences in bioactive bran components for inhibition of colorectal cancer cell growth. *Food chemistry*, 141(2), 1545-1552.
41. **GAIN.** (2009). Guatemala: Rice Situation and Outlook. Global Agricultural Information Network. Prepared by Robert Hoff and 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)
42. **Georgieff, M.K.** (2007) Nutrition and the developing brain: nutrient priorities and measurement. *Am J Clin Nutr* 85(suppl):614S–20S.
43. **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.
44. **Gibson, R. S., Ferguson, E. L., & Lehrfeld, J.** (1998). Complementary foods for infant feeding in developing countries: their nutrient adequacy and improvement. *European Journal of Clinical Nutrition*, 52(10), 764-770.
45. **Girón, E. M.** (2007). Manual de Antropometría Física. Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá, INCAP. Guatemala. 46p.

46. **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.
47. **Guerrant, R. L., DeBoer, M. D., Moore, S. R., Scharf, R. J., & Lima, A. A.** (2013). The impoverished gut—a triple burden of diarrhoea, stunting and chronic disease. *Nature Reviews Gastroenterology and Hepatology*, 10(4), 220-229
48. **Hallberg, L., & Rossander, L.** (1982). Effect of different drinks on the absorption of non-heme iron from composite meals. *Human nutrition. Applied nutrition*, 36(2), 116-123.
49. **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
50. **Helms R.M., Burks, A.W.** (1996). Hypoallergenicity of rice protein. *Cereal Foods World*. 41:839-842.
51. **Henderson, A. J., Kumar, A., Barnett, B., Dow, S. W., & Ryan, E. P.** (2012a). Consumption of rice bran increases mucosal immunoglobulin A concentrations and numbers of intestinal *Lactobacillus* spp. *Journal of medicinal food*, 15(5), 469-475
52. **Henderson, A. J., Ollila, C. A., Kumar, A., Borresen, E. C., Raina, K., Agarwal, R., & Ryan, E. P.** (2012). Chemopreventive properties of dietary rice bran: Current status and future prospects. *Advances in Nutrition: An International Review Journal*, 3(5), 643-653.
53. **Hernandez-Cortez, C., Aguilera-Arreola, M.G., & Castro Escarpuli, G.** (2011). Situación de las enfermedades gastrointestinales en México. *Enfermedades Infecciosas y Microbiología*, 31(4), 137-151
54. **Hoddinot, J., Maluccio, J., Berhman, J.R., Martorell, R., Melgar, P., Quisumbing, A. & Yount, K.M.** (2011)The consequences of early child growth failure over the life course. International Food Policy Research Institute. Poverty, Health and Nutrition Division. 37p. <http://core.ac.uk/download/pdf/6314946.pdf>
55. **Hoddinott, J., Alderman, H., Behrman, J. R., Haddad, L., & Horton, S.** (2013). The economic rationale for investing in stunting reduction. *Maternal & Child Nutrition*, 9(S2), 69-82.
56. **Hodgson, M.** (2005). Evaluación del estado nutricional. *Manual de pediatría, Pontificia Universidad Católica de Chile*. <http://escuela.med.puc.cl/paginas/publicaciones/manualped/evalestadnutric.html>
57. **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/

58. **Houwen, B.** (2000). Blood film preparation and staining procedures. *Laboratory hematology*, 6(1), 1-7.
59. **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.
60. **Hurrell, R. F., Reddy, M., & Cook, J. D.** (1999). Inhibition of non-haem iron absorption in man by polyphenolic-containing beverages. *British Journal of Nutrition*, 81(04), 289-295
61. **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
62. **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>
63. **INCAP.** (2006). Manual de instrumentos de evaluación dietética. Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá –INCAP-. Publicación INCAP/MDE 156. Guatemala, Centro América. 140p.
64. **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
65. **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.
66. **INE** (2013). Mapas de pobreza rural en Guatemala, 2011. Instituto Nacional de Estadística y Banco Mundial. Guatemala
67. **Jones, P. J.** (2002). Clinical nutrition: 7. Functional foods — more than just nutrition. *CMAJ* 166(12), 1555-1563.
68. **Juliano, B. O.** (1985). Rice bran. In Rice: Chemistry and Technology; American Association of Cereal Chemists: St. Paul, MN, 1985.
69. **Katona, P., & Katona-Apte, J.** (2008). The interaction between nutrition and infection. *Clinical Infectious Diseases*, 46(10), 1582-1588.
70. **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.
71. **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.

72. **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.
73. **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.
74. **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>
75. **Kuklina, E. V., Ramakrishnan, U., Stein, A. D., Barnhart, H. H., & Martorell, R.** (2004). Growth and diet quality are associated with the attainment of walking in rural Guatemalan infants. *The Journal of nutrition*, 134(12), 3296-3300.
76. **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.
77. **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.
78. **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.*
79. **Laus, M. F., Duarte Manhas Ferreira Vales, L., Braga Costa, T. M., & Sousa Almeida, S.** (2011). Early postnatal protein-calorie malnutrition and cognition: a review of human and animal studies. *International journal of environmental research and public health*, 8(2), 590-612.
80. **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.
81. **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.
82. **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.
83. **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.

84. **Lutter, C. K., & Dewey, K. G.** (2003). Proposed nutrient composition for fortified complementary foods. *The Journal of nutrition*, 133(9), 3011S-3020S.
85. **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.
86. **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.
87. **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.
88. **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>
89. **Martorell, R., Habicht, J. P., & Rivera, J. A.** (1995). History and Design of the INCAP Longitudinal Study (1969-77). *The Journal of nutrition*, 125(4), 1027
90. **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
91. **Mendez, M. A., & Adair, L. S.** (1999). Severity and timing of stunting in the first two years of life affect performance on cognitive tests in late childhood. *The Journal of nutrition*, 129(8), 1555-1562
92. **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.
93. **Muthayya, S., Sugimoto, J. D., Montgomery, S., & Maberly, G. F.** (2014). An overview of global rice production, supply, trade, and consumption. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1324(1), 7-14.
94. **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.
95. **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

96. **OPS.** 1995. La epidemiología y etiología de la diarrea. *Rev. Soc. Bol. Ped.* 34(1):27-33.
<http://www.ops.org.bo/textocompleto/rnsbp95340107.pdf>
97. **OPS-OMS.** (2003) Principios de orientación para alimentación complementaria del niño amamantado. Organización Panamericana de la Salud. Organización Mundial de la Salud. Unidad de Nutrición, Salud de la Familia y Comunidad. Washington D.C. 37p.
98. **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.
99. **Ostlund, Jr., R. E.** (2002). Phytosterols in human nutrition, *Annual Review of Nutrition.* 22(1), 533-549.
100. **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.
101. **Pelletier, D. L.** (1994). The potentiating effects of malnutrition on child mortality: epidemiologic evidence and policy implications. *Nutrition reviews,* 52(12), 409-415.
102. **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.
103. **Pennington, C. R.** (1998). Disease-associated malnutrition in the year 2000. *Postgraduate medical journal,* 74(868), 65-71
104. **Pérez-Escamilla, R.** (2013). Post-1000 days growth trajectories and child cognitive development in low-and middle-income countries. *The American journal of clinical nutrition,* 98(6), 1375-1376
105. **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.
106. **Prabhakar, J. V. y Venkatesh, K.V.L.** (1986). A simple chemical method for stabilization of rice bran. *JAOCS.* 63(5), 644-646.
107. **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.
108. **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
109. **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.

110. **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.
111. **Rivera, J. A., Martorell, R., González, W., Lutter, C., Cossío, T. G. D., Flores-Ayala, R. & Delgado, H.** (2011). Prevención de la desnutrición de la madre y el niño: el componente de nutrición de la Iniciativa Salud Mesoamérica 2015. *salud pública de méxico*, 53, s303-s311.
112. **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.
113. **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.
114. **Saunders, R. M.** (1990). The properties of rice bran as a food stuff. *Cereal Foods World* 35(7), 632-662
115. **Scrimshaw, N. S., & Viteri, F. E.** (2010). INCAP studies of kwashiorkor and marasmus. *Food & Nutrition Bulletin*, 31(1), 34-41.
116. **SEGEPLAN** (2010). 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.
117. **Seguro Social de Costa Rica** (2005). Tratamiento de diarrea aguda en niños y adultos. Criterios técnicos y recomendaciones basadas en evidencia para la construcción de guías de práctica clínica para el primer y segundo nivel de atención. Departamento de Farmacoepidemiología. Costa Rica. 39p.
118. **Serrano, J., & Goñi, I.** (2004). Papel del frijol negro *p] haseolus vulgaris* en el estado nutricional de la población guatemalteca. *Arch. latinoam. nutr*, 54(1), 36-44.
119. **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
120. **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

121. **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.
122. **Stephenson, L. S., Latham, M. C., & Ottesen, E. A.** (2000). Malnutrition and parasitic helminth infections. *Parasitology*, 121(S1), S23-S38
123. **Stoltzfus, R. J., & Dreyfuss, M. L.** (1998). *Guidelines for the use of iron supplements to prevent and treat iron deficiency anemia.* International Nutritional Anemia Consultative Group. International Life Sciences Institute. Ilsi Press. 39p.
124. **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
125. **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.
126. **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.
127. **Tao, J., Rao, R. y Liuuzo, J.** (1993). Microwave heating for rice bran stabilization. *J. Microw. Power Electromagn. Energy*, 28:156-164.
128. **Tuan, H. V., Son, P. H., Hien, N. T., & Lai, N. T.** (2014). Effective investigation of rice bran extracts to activities of probiotics bacteria. *TAP CHI SINH HOC*, 35(3se), 195-199. <http://vjs.ac.vn/index.php/vjbio/article/view/3880>.
129. **Tulchinsky, T.H.** (2010). Micronutrient deficiency conditions: global health issues. *Public Health Reviews* 2010;32:243-255
130. **Udani, P.M.** (1992). Brain and various facets of child development. *Indian J Pediatr* 1992, 59:165-186.
131. **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
132. **UNICEF.** (2006). Análisis de situación de los alimentos complementarios fortificados para la niñez entre 6 y 36 meses de edad en la región de America Latina y el Caribe. UNICEF, Oficina regional para América Latina y el Caribe. Panamá.183p. [http://www.unicef.org/honduras/Analisis_de_Situacion_ACF_final\(6\).pdf](http://www.unicef.org/honduras/Analisis_de_Situacion_ACF_final(6).pdf)
133. **Van Nguyen, N., & Ferrero, A.** (2006). Meeting the challenges of global rice production. *Paddy and Water Environment*, 4(1), 1-9.
134. **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.

135. **Walker, S. P., Chang, S. M., Powell, C. A., Simonoff, E., & Grantham-McGregor, S. M.** (2007). Early childhood stunting is associated with poor psychological functioning in late adolescence and effects are reduced by psychosocial stimulation. *The Journal of nutrition*, 137(11), 2464-2469
136. **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.
137. **Wang, T., Hicks, K. B. y Moreau, R.**(2002). Antioxidant Activity of Phytosterols, Oryzanol, and Other Phytosterol Conjugates. *JAOCS* 79(12), 1201-1206.
138. **Wayne, D.**(2005). Bioestadística. Base para el análisis de las ciencias de la salud. 4a edición. Editorial Limusa. 755p
139. **Wellstart International** (2014). Lactation Management. Self-study modules. Level 1. Naylor, A. J. y Wester, R.A. eds. Fourth edition. Wellstart International, Shelburne, Vermont
140. **Wilson, T. A., Nicolosi, R. J., Woolfrey, B., & Kritchevsky, D.** (2007). Rice bran oil and oryzanol reduce plasma lipid and lipoprotein cholesterol concentrations and aortic cholesterol ester accumulation to a greater extent than ferulic acid in hypercholesterolemic hamsters. *The Journal of nutritional biochemistry*, 18(2), 105-112.
141. **WHO (1998)**. Complementary Feeding of Young Children in Developing Countries: A Review of Current Scientific Knowledge. World Health Organization, Ginebra.
142. **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
143. **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.
144. **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/>
145. **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
146. **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 12-2012.



Fuente: Proyecto FODECYT 12-2012

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



Fuente: Proyecto FODECYT 12-2012

Fotografía IV.4.1.3. Ejercicio de estandarización antropométrica con las nutricionistas y técnicos antropometristas del proyecto 12-2012.



Fuente: Proyecto FODECYT 12-2012

Fotografía IV.4.1.4. Taller de capacitación a las coordinadoras de comunidad en higiene personal, cuidado del infante, manipulación de alimentos, potabilización de agua y limpieza de ambientes.



Fuente: Proyecto FODECYT 12-2012

Fotografía IV.4.1.5. Preparación de suplemento nutricional para la ración diaria. Aldea San Juan.



Fuente: Proyecto FODECYT 12-2012

Fotografía IV.4.1.6. Distribución de insumos (agua potable en garrafón, azúcar, Nutra-iso™) a las comunidades durante la ejecución del proyecto 40-2012.



Fuente: Proyecto FODECYT 12-2012

Fotografía IV.4.1.7. Chequeo de salud de niña en las actividades de registro e ingreso de participantes al estudio.



Fuente: Proyecto FODECYT 12-2012

Fotografía IV.4.1.8. Evaluación nutricional de preescolares durante las actividades de ingreso y registro al estudio.



Fuente: Proyecto FODECYT 12-2012

Fotografía IV.4.1.9. Desparasitación de pre-escolar con albendazole.



Fuente: Proyecto FODECYT 12-2012

Fotografía IV.4.1.10. Láminas de frotos periféricos de las muestras iniciales de sangre tomadas durante el ingreso al estudio y previo a su fijación con solución de Wright.



Fuente: Proyecto FODECYT 12-2012

Fotografía IV.4.1.11 Toma completa de medidas antropométricas (peso, talla y perímetro cefálico) en el mes de Julio, 2013.



Fuente: Proyecto FODECYT 12-2012

Fotografía IV.4.1.12 Evaluación nutricional y entrevista final de las madres y los preescolares participantes, Noviembre 2013.



Fuente: Proyecto FODECYT 12-2012

Fotografía IV.4.1.13. Madres y preescolares participantes durante la toma final de medidas antropométricas y muestra de sangre, para finalizar la ventana de intervención nutricional.



Fuente: Proyecto FODECYT 12-2012

Fotografía IV.4.1.14. Determinación del porcentaje de células rojas empacadas utilizando la regla lectora de micro hematocrito, durante la actividad final del proyecto en Noviembre 2013.



Fuente: Proyecto FODECYT 12-2012

Fotografía IV.4.1.15. Toma final de talla de niña participante en el proyecto, Noviembre 2013



Fuente: Proyecto FODECYT 12-2012

Fotografía IV.4.1.16. Toma de perímetro cefálico durante la medición antropométrica final en Noviembre 2013.



Fuente: Proyecto FODECYT 12-2012

IV.4.2 Carta de Consentimiento Informado

CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO Y COMPROMISO DE PARTICIPACION

Yo _____ Guatemala, _____ de _____ de 2013. con cedula de vecindad y/o DPI _____ habitante de la comunidad _____ del municipio de Comapa, departamento de Jutiapa, acepto que he sido informada(o) a mi satisfacción acerca de los objetivos pertinentes al proyecto de investigación nutricional FODECYT 12-2012, titulado **“Evaluación del impacto nutricional de un alimento complementario elaborado a base de extracto concentrado de salvado de arroz estabilizado, en infantes pre-escolares en riesgo de desnutrición crónica”** y me comprometo a participar y a la vez, autorizar la participación de mi hijo (a) _____ (infante participante) en el estudio mencionado anteriormente. Me comprometo a colaborar en las siguientes actividades:

1. Que se realice un examen clínico de salud y nutricional al infante participante
2. Que el infante participante sea pesado mensualmente y se le tomen medidas de talla y circunferencia craneal tres veces en la duración del estudio. Dichas medidas serán tomadas, por miembros del equipo de investigación.
3. Velar porque el infante participante consuma el alimento complementario diariamente a lo largo de un período de 8 meses (240 días).
4. Que al infante participante se le realice una punción de sangre periférica para una prueba de hemoglobina (en sangre) al inicio y al final del estudio.
5. De ser necesario, que el infante participante será desparasitado al inicio del estudio por el equipo de investigación.
6. Participar en la encuesta socioeconómica familiar y encuesta nutricional del participante que se llevarán a cabo durante el estudio.

Nota. Si se determina en algún momento del estudio que 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 usted de acuerdo en que ingrese el menor al estudio?SI

NO

Firma o Huella de la madre o encargado del infante participante:

HOJA DE REGISTRO

PROYECTO FODECYT 012-2012

Nombre del Participante: _____ Fecha de Nacimiento: _____

No. Expediente Centro de Salud: _____

Nombre de la Madre o
Persona Encargada: _____ 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

NOMBRE _____

CODIGO

FECHA DE NACIMIENTO: _____

EVALUACION Y VIGILANCIA DEL ESTADO NUTRICIONAL DEL INFANTE																	
No. Visita	FECHA			EDAD		PESO Kg			LONGITUD			TALLA cm			CIRCUNFERENCIA CRANEAL cm		
	Día	Mes	Año	Años	Meses												
Basal								*			*			*			*
M1								*			*			*			*
M2								*			*			*			*
M3								*			*			*			*
M4								*			*			*			*
M5								*			*			*			*

OBSERVACIONES:

IV.4.5. Boleta de prueba de aceptabilidad Nutra-Iso formulación infantil

BOLETA DE PRUEBA DE ACEPTABILIDAD	
Proyecto FODECYT 12-2012	<i>Página 1 de 1</i>

NOMBRE Y APELLIDOS DEL PARTICIPANTE:

EDAD: _____ **COMUNIDAD:** _____

FECHA: _____

INSTRUCCIONES PARA EL INVESTIGADOR:

Brinde a cada niño una por una las muestras del producto en los tres sabores para observar su aceptación y/o preferencia.

De al niño(a) agua entre cada degustación.

Observe al niño cuando pruebe cada muestra, inmediatamente encierre en un círculo la carita que mejor represente la aceptación de cada muestra.

Sabor Banano



Le disgusta bastante



Le disgusta ligeramente



Ni le gusta ni disgusta



Le gusta ligeramente



Le gusta bastante

Sabor Ajonjolí



Le disgusta bastante



Le disgusta ligeramente



Ni le gusta ni disgusta



Le gusta ligeramente



Le gusta bastante

Sabor Fresa



Le disgusta bastante



Le disgusta ligeramente



Ni le gusta ni disgusta



Le gusta ligeramente



Le gusta bastante

OBSERVACIONES

Fuente: Elizabeth Hernández. UNAD Bogotá, Colombia. 2005

PARTE V



V.1 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

ACTIVIDADES PRELIMINARES				PERIODO DE CONSUMO NUTRA-ISO™ INFANTIL								ACTIVIDADES FINALES					
1	1, 2	3	4	4, 5	6, 7	TOMA MENSUAL DE MEDIDA ANTROPOMÉTRICA (8)								9	10	11	
Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	
					peso, talla y perímetro cefálico	peso, talla y perímetro cefálico	peso	peso	peso, talla y perímetro cefálico	peso	peso	peso	peso	peso, talla y perímetro cefálico			
2012			2013												2014		
MES Y AÑO																	

(1) Visitas iniciales a Comapa y contacto con colaboradoras locales y técnicos de campo; (2) Contratación e incorporación al proyecto de técnicos de campo; (3) Entrevistas y selección de coordinadoras en cada comunidad; (4) Capacitación de las coordinadoras en manejo de agua, manipulación de alimentos, higiene y preparación del suplemento alimenticio; (5) Capacitación equipo de campo en técnicas antropométricas; (6) Estandarización de la técnica antropométrica; (7) evaluación médico-nutricional y registro inicial de infantes preescolares participantes; (8) periodo de 8 meses de consumo de Nutra-ISO™ fórmula infantil; (9) Tabulación y consolidación de datos de campo, (10) análisis estadístico de datos de campo e (11) interpretación de resultados obtenidos

V.2 INFORME FINANCIERO

AD-R-0013

<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;">  <div style="text-align: center;"> FICHA DE EJECUCIÓN PRESUPUESTARIA LINEA: FODECYT </div>  </div>							
Nombre del Proyecto:		"Evaluación del impacto nutricional de un alimento complementario elaborado a base de extracto concentrado de salvado de arroz estabilizado, en infantes pre-escolares en riesgo de desnutrición crónica"					
Numero del Proyecto:		012-2012					
Investigador Principal y/o Responsable del Proyecto:		DR. GUILLERMO EDUARDO SÁNCHEZ HERNÁNDEZ					
Monto Autorizado:		Q341,450.00		<i>Orden de Inicio (y/o Fecha primer pago).</i> 01/08/2012			
Plazo en meses		12 meses					
Fecha de Inicio y Finalización:		01/08/2012 al 31/07/2013		PRÓRROGA	DEL 01/8/2013 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 5,000.00		Q 48,538.75	Q 50,600.00	Q 2,938.75
1		SERVICIOS NO PERSONALES					
	121	Divulgación e información	Q 2,000.00				Q 2,000.00
	122	Impresión, encuadernación y reproducción	Q 5,000.00				Q 5,000.00
	133	Viáticos en el interior	Q 20,000.00	Q 5,000.00		Q 10,848.00	Q 4,152.00
	141	Transporte de personas	Q 12,000.00	Q 12,000.00			Q -
	181	Estudios, investigaciones y proyectos de factibilidad	Q 130,250.00	Q 5,000.00		Q 121,375.00	Q 3,875.00
	189	Otros estudios y/o servicios: evaluación externa de impacto	Q 8,000.00				Q 8,000.00
	189	Otros estudios y/o servicios	Q 38,000.00	Q 20,000.00		Q 18,000.00	Q -
2		MATERIALES Y SUMINISTROS					
	211	Alimentos para personas	Q 90,000.00	Q 2,538.75	Q 268.00	Q 87,729.25	Q -
	241	Papel de escritorio	Q 500.00			Q 205.10	Q 294.90
	243	Productos de papel o cartón	Q 2,000.00	Q 757.80			Q 1,242.20
	244	Productos de artes gráficas			Q 190.40	Q 190.40	Q -
	261	Elementos y compuestos químicos			Q 55.90	Q 55.90	Q -
	262	Combustibles y lubricantes	Q 18,000.00			Q 14,675.40	Q 3,324.60
	266	Productos medicinales y farmacéuticos			Q 53.50	Q 53.50	Q -
	267	Tintes, pinturas y colorantes	Q 1,000.00			Q 859.00	Q 141.00
	268	Productos plasticos, nylon, vinil, PVC			Q 190.00	Q 190.00	Q -
	291	Útiles de oficina	Q 500.00			Q 57.23	Q 442.77
	292	Útiles de limpieza y productos sanitarios	Q 2,200.00			Q 281.45	Q 1,918.55
	295	Útiles menores, médico-quirúrgicos y de laboratorio	Q 7,000.00	Q 5,820.00		Q 996.00	Q 184.00
3		PROPIEDAD, PLANTA, EQUIPO E INTANGIBLES					
	323	Equipo médico-sanitario y de laboratorio			Q 1,820.00	Q 1,820.00	Q -
		GASTOS DE ADMÓN. (10%)					
			Q 341,450.00	Q 51,116.55	Q 51,116.55	Q 307,936.23	Q 33,513.77
MONTO AUTORIZADO			Q 341,450.00			-	Disponibilidad Q 33,513.77
(-) EJECUTADO			Q 307,936.23				
SUBTOTAL			Q 33,513.77				
(-) CAJA CHICA							
TOTAL POR EJECUTAR			Q 33,513.77				