



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO

INSTITUTO DE CIENCIAS DE LA SALUD

**“Efecto de la suplementación con nutrientes esenciales
en la velocidad de crecimiento y composición corporal en
niños con retardo en el crecimiento del estado de
Hidalgo”**

Tesis que para obtener el grado de:

**MAESTRÍA EN CIENCIAS BIOMÉDICAS Y DE LA
SALUD**

Presenta:

SYLVIA ROSALES CHIMAL

Director(a) de Tesis

DRA. GUADALUPE LÓPEZ RODRÍGUEZ

Co-Director de tesis

DR. MARCOS MARCELO GALVÁN GARCÍA

San Agustín Tlaxiaca, Hidalgo. Agosto de 2018



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO
 Instituto de Ciencias de la Salud
 School of Health Sciences
 Área Académica de Medicina
 Department of Medicine
 Maestría en Ciencias Biomédicas y de la Salud

6/julio/2018
 AAM/MCBS/076/2018

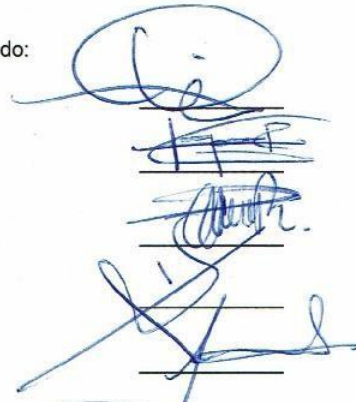
Asunto: Asignación de Jurado de Examen

Sylvia Rosales Chimal
Alumna de la Maestría en Ciencias Biomédicas y de la Salud

Por este conducto le comunico el jurado que le fue asignado a su Tesis titulada "Efecto de la suplementación con nutrientes esenciales en la velocidad de crecimiento y composición corporal de niños con retardo en el crecimiento del estado de Hidalgo" con el cual obtendrá el **Grado de Maestra en Ciencias Biomédicas y de la Salud**; después de revisar la tesis mencionada y haber realizado las correcciones acordadas, han decidido autorizar la impresión de la misma.

A continuación, se anotan las firmas de conformidad de los integrantes del jurado:

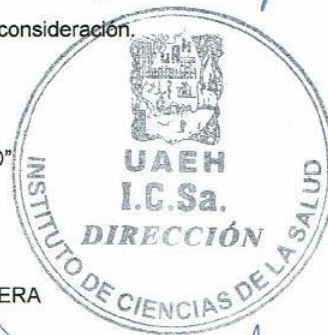
- PRESIDENTE DR. MARCOS GALVÁN GARCÍA
- PRIMER VOCAL DRA. GUADALUPE LÓPEZ RODRÍGUEZ
- SECRETARIO DRA. DIANA PATRICIA OLIVO RAMÍREZ
- SUPLENTE DR. MARCO AURELIO GONZÁLEZ UNZAGA
- SUPLENTE M en C. TRINIDAD LORENA FERNÁNDEZ CORTÉS



Sin otro asunto en particular, reitero a usted la seguridad de mi atenta consideración.

Atentamente
 "AMOR, ORDEN Y PROGRESO"

M.C. ESP. ADRIAN MOYA ESCALERA
 DIRECTOR



DRA. LYDIA LÓPEZ PONTIGO
 COORDINADORA DE POSGRADO ICESA

DR. MANUEL SÁNCHEZ GUTIÉRREZ
 COORDINADOR DEL PROGRAMA



Instituto de Ciencias de la Salud
 Exhacienda la Concepción s/n Camino a Tilcuautila.
 San Agustín Tlaxiaca, Hgo. C.P. 42160
 Teléfono: 52 (771) 71 720 00 Ext. 4308
 mtria_bio_sal@uaeh.edu.mx

www.uaeh.edu.mx

Dedicatorias y agradecimientos

Para hacer posible la siguiente investigación fue necesario el apoyo de diversas instituciones, instancias y académicos.

A mi directora de Tesis, la Dra., Guadalupe López Rodríguez, por su generosidad al brindarme la oportunidad de recurrir a su capacidad y experiencia científica en un marco de confianza, afecto y amistad, fundamentales para la realización de este trabajo; por mostrarme como es capaz una mujer que se dedica a la ciencia a ser madre, compañera y todos los roles que ella ha decidido tomar y ser siempre ejemplo de rectitud dedicación y amor.

A todo el comité de evaluación de tesis, gracias por todas las aportaciones en la elaboración de este trabajo, qué más allá de los aspectos académicos han podido formar parte de mi formación como profesionista comprometida con la nutrición de los niños de este país.

Al grupo de pasantes de la licenciatura en Nutrición del departamento de Nutrición molecular por todo el apoyo técnico en campo, pero sobretodo, por su acompañamiento, risas y buenos momentos Jocelyn, Karina, Cony, Laura, Valeria, Carmina, Diego, Eduardo y Uziel; sé que pronto nos encontraremos en el ámbito laboral y será gratificante compartir con profesionales tan capaces y comprometidos con la salud como ustedes.

A mis mejores amigos y compañeros de vida, que a pesar de la distancia siempre han estado conmigo, por sus consejos, risas, confianza: Josué, Enrique, Maricruz, Kary y Eri, no hay nada mejor que tener buenos amigos que estén ahí para hacerte fuerte y compartir. Porque no sólo comparten conmigo sus vivencias y su amistad, porque son excelentes profesionales, padres, amigos.

A Sylvia mi compañera y mi mejor amiga, eres la mujer que me ha enseñado que la libertad también es dejar ir y dejar ser; gracias por mostrarme siempre vale más ser noble y buena; eres mi ejemplo. Te amo.

Mi mejor amigo, gracias por estar, por hacerme sentir segura y por demostrarme que el camino de la ciencia es el correcto. Admiro tu parte profesional, humana y hasta artística; eres un hombre y compañero de vida, te quiero y me siento muy orgullosa de lo que has logrado tu solo, pero con nosotras.

A mi compañero estos años, gracias por hacer equipo conmigo, por tus expresiones de amor constante, por toda tu paciencia y comprensión. Gracias por todos esos días y por los días que

vienen, por enseñarme que es bonito querer y dejarse querer, por compartir mi pensamiento subversivo para cambiar las cosas y hacer revolución. *“Aún sigo creyendo que me salvarás la vida”*... Lázaro Martínez W.

A mis padres, hermanos gracias son mi ejemplo y guía.

Agradezco en particular:

A cada director, directora, personal académico y administrativo de las escuelas que nos permitieron llevar a cabo todas las actividades propuestas desde la investigación, siempre con la mejor actitud y compromiso por la niñez del municipio de Huehuetla Hidalgo.

A las madres de familia que permitieron al equipo de investigación llevar a cabo un seguimiento cercano y continuo, y sobre todo por la confianza para trabajar y compartir cerca de sus hijos.

Y de manera especial a cada uno de los niños que participaron, que siempre tuvieron a bien recibirnos en sus espacios escolares y/o domésticos, que a pesar del cansancio y el largo camino para llegar a su comunidad, siempre mantuvieron el ánimo y la buena actitud con la investigación. Ustedes siempre serán el pilar fundamental del trabajo.

A todos ellos que nos recordaron siempre que este trabajo traspasa las fronteras de lo académico y científico, que es humanitario y siempre gratificante.

“Sólo el amor engendra maravilla. Sólo el amor convierte en milagro el barro”

Silvio Rodríguez.

Reconocimientos

Durante el desarrollo de estos estudios, se contó con una beca de manutención otorgada por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT), número de beca 608477.

A la empresa ITACATE® por la donación del suplemento Vitalac® e insumos que permitieron la realización en campo de la investigación, siempre en apoyo de la nutrición de la niñez hidalguense.

Al sistema DIF del municipio de Huehuetla, Hidalgo y en especial a la directora, la Dra. Perla Yanet Zavala Flores, por la confianza y apertura total a los espacios para y con las madres de familia y niños de las distintas comunidades del municipio.

ÍNDICE GENERAL	
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
ÍNDICE DE TABLAS	x
ABREVIATURAS	xii
RESUMEN	12
ABSTRACT	13
I. INTRODUCCION	14
II. ANTECEDENTES	16
2.1 Generalidades del crecimiento y desarrollo humano	16
2.2 Fases del crecimiento	16
2.3 Crecimiento del niño del nacimiento a los 5 años de edad	18
2.4 Velocidad de crecimiento	19
2.5 Definición de crecimiento saludable	20
2.5.1 Evaluación antropométrica del crecimiento	21
2.5.2 Factores ambientales que influyen en el crecimiento y desarrollo infantil	22
2.6 Retardo en el crecimiento	25
2.7 Epidemiología del retardo en el crecimiento	26
2.7.1 Prevalencia de retardo en el crecimiento a nivel mundial	26
2.7.2 Prevalencia de retardo en el crecimiento en América Latina	29
2.7.3 Prevalencia de retardo en el crecimiento a nivel nacional	30
2.7.4 Prevalencia de retardo en el crecimiento en el estado de Hidalgo	32
2.8 Modelo teórico de la multicausalidad de la desnutrición crónica	34
2.8.1 Causas nutricionales del retardo del crecimiento	35
2.9 Fisiopatología del retardo en el crecimiento	36
2.9.1 Síntesis de proteína: masa muscular y tejido óseo	37
2.9.2 Síntesis de lípidos: tejido adiposo	38
2.10 Intervenciones para la prevención del retardo en el crecimiento	38

2.10.1 Intervenciones específicas	38
2.10.2 Tratamiento con suplementos: Nutrientes esenciales	39
2.10.3 Efecto de proteínas, lípidos y micronutrientes en el retardo en el crecimiento	41
2.10.4 Estrategia NutreH	43
2.11 Relación del retardo en el crecimiento con el sobrepeso y obesidad	45
III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	48
IV. JUSTIFICACIÓN	50
V. HIPÓTESIS	51
VI. OBJETIVOS	52
6.1 Objetivo General:	52
6.2 Objetivos Específicos	52
VII. MATERIAL Y MÉTODOS	53
7.1 Tipo de estudio	53
7.2 Población de estudio	53
7.3 Tamaño de la muestra	55
7.3.1 Cálculo con base en la prevalencia de retardo en el crecimiento	55
7.4 Técnicas y procedimientos de la intervención	56
7.5 Diseño de la intervención	61
7.6 Análisis estadístico	65
7.7 Aspectos éticos	66
VIII. RESULTADOS	67
8.1 Características de la población de estudio	67
8.2 Características antropométricas de niños evaluados en el censo de Huehuetla, Hidalgo.	68
8.3 Estado de nutrición de niños evaluados en el censo de Huehuetla, Hidalgo	69
8.4 Características generales de la población de intervención	70
8.4.1 Recomendación de ingesta calórica y de nutrimentos	73
8.5 Evaluación del estado nutricional de la población de intervención	74

8.6 Cambios en indicadores antropométricos en el grupo de intervención	76
8.7 Curva de crecimiento en el grupo de intervención	79
8.8 Recuperación de crecimiento lineal	84
8.9 Velocidad de crecimiento por día de acuerdo con puntaje Z del indicador T/E	88
8.10 Velocidad de crecimiento por mes de acuerdo con puntaje z del indicador T/E	88
8.11 Aceleración del crecimiento de acuerdo con puntaje z del indicador T/E	89
8.12 Matriz de correlación de edad, adherencia, delta de puntaje Z T/E y velocidad de crecimiento por grupo de intervención.	90
8.13 Análisis de regresión de la velocidad media de crecimiento longitudinal.	91
IX. DISCUSIÓN	94
X. CONCLUSIONES	101
XI. RECOMENDACIONES	102
XII. REFERENCIAS	103
ANEXOS	111
Anexo A. Carta de aprobación por parte del Comité de Ética del ICSa	112
Anexo B. Carta de consentimiento informado	113
Anexo 1. Cuestionario 1. Nivel socioeconómico	116
Anexo 2. Registro de morbilidad (EDA e IRA)	117
Anexo 3. Control antropométrico	118
Anexo 4. Recordatorio de 24 horas	119
Anexo 5. Registro diario de suplementación	120
Anexo 6. Curvas de crecimiento de niños de intervención (grupo suplementado)	121
Anexo 7. Curvas de crecimiento de niños de intervención (grupo de comparación)	128

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Fases del crecimiento humano	18
Figura 2. Mapa conceptual propuesto por la OMS sobre el retraso en el crecimiento infantil: contexto, causas y consecuencias.	24
Figura 3. Marco analítico de las causas y consecuencias de la desnutrición.	34
Figura 4. Diseño de la intervención.	64
Figura 5. Localidades a las que pertenecen los niños evaluados en el censo de peso y talla, Huehuetla. Hidalgo.	67
Figura 6. Curva de crecimiento de niños (grupo suplementado con 74.2% de adherencia al tratamiento) en comparación con la curva de crecimiento normal (puntaje Z 0) y de -2 puntaje Z establecidos por la OMS.	80
Figura 7. Curva de crecimiento niños (grupo de comparación) en referencia con la curva de crecimiento normal (puntaje Z 0) y de -2 puntaje Z establecidos por la OMS.	81
Figura 8. Curva de crecimiento de niñas (grupo suplementado con 71.4% de adherencia al tratamiento) en comparación con la curva de crecimiento normal y de -2 puntaje Z establecidos por la OMS.	82
Figura 9. Curva de crecimiento de niñas (grupo de comparación) en referencia con la curva de crecimiento normal y de -2 puntaje Z establecidos por la OMS.	83

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación de retardo en el crecimiento, bajo peso y emaciación basándose en la puntuación Z propuesto por la OMS, 2006.	22
Tabla 2. Desnutrición crónica en el mundo 2010-2016.	27
Tabla 3. Países con el mayor número de niños menores de 5 años con retardo en el crecimiento moderado o grave.	28
Tabla 4. Reducción del porcentaje de niños menores de 5 años con retardo en el crecimiento por regiones a nivel mundial.	28
Tabla 5. Porcentaje de menores 5 años con emaciación moderada o grave en los 10 países más afectados.	29
Tabla 6. Evolución de la prevalencia de la subalimentación en América Latina y el Caribe (1990-2013).	30
Tabla 7. Países de América Latina con mayor prevalencia de desnutrición crónica.	30
Tabla 8. Prevalencia nacional de talla baja, emaciación y sobrepeso en México, ENSANUT 2006 a 2012.	31
Tabla 9. Prevalencia nacional de talla baja en menores de 5 años, por región de residencia.	31
Tabla 10. Prevalencia de talla baja por región y zona de residencia.	32
Tabla 11. Comparativo de la prevalencia de bajo peso, talla baja, emaciación y sobrepeso en población menor de 5 años, por tipo de localidad. Hidalgo, México 2006-2012.	33
Tabla 12. Clasificación de nutrientes en relación a su efecto en el crecimiento.	36
Tabla 13. Descripción de nutrientes a suplementar en cada uno de los grupos de intervención.	63
Tabla 14. Características por sexo y localidad de niños evaluados en el censo de peso y talla, Huehuetla, Hidalgo.	68
Tabla 15. Características antropométricas de niños evaluados en el censo de peso y talla; de Huehuetla, Hidalgo.	69
Tabla 16. Evaluación del estado nutricional de niños evaluados en el censo de peso y talla Huehuetla, Hidalgo.	70
Tabla 17. Indicadores nutricionales de los niños suplementados y del grupo de comparación del municipio de Huehuetla, Hidalgo.	72
Tabla 18. Recomendación de ingesta calórica y porcentajes de adecuación de energía y nutrimentos en los niños de Huehuetla, Hidalgo; de acuerdo a edad y sexo.	73

Tabla 19. Evaluación del estado nutricional basal y final de la intervención en niños de Huehuetla, Hidalgo.	75
Tabla 20. Indicadores antropométricos y bioquímicos de la población de intervención, Huehuetla, Hidalgo.	77
Tabla 21. Delta en los indicadores antropométricos, en tejido magro y graso en niños intervenidos de Huehuetla, Hidalgo.	78
Tabla 22. Delta puntaje Z T/E en niños intervenidos de Huehuetla, Hidalgo.	79
Tabla 23. Criterios de recuperación de crecimiento lineal en niños con retardo en el crecimiento de Huehuetla, Hidalgo.	86
Tabla 24. Criterios de recuperación de crecimiento lineal en niñas con retardo en el crecimiento de Huehuetla, Hidalgo.	86
Tabla 25. Criterios de recuperación de crecimiento lineal de niños y niñas con retardo en el crecimiento de Huehuetla, Hidalgo.	87
Tabla 26. Velocidad de crecimiento por día en niños intervenidos de Huehuetla, Hidalgo.	88
Tabla 27. Velocidad de crecimiento por mes en niños intervenidos de Huehuetla, Hidalgo.	89
Tabla 28. Aceleración del crecimiento en niños intervenidos de Huehuetla, Hidalgo.	90
Tabla 29. Matriz de correlación de indicadores antropométricos y velocidad de crecimiento de los niños de intervención.	91
Tabla 30. Análisis de regresión de la velocidad media de crecimiento longitudinal de los niños de intervención	92
Tabla 31. Modelo de ecuaciones generales del puntaje Z de T/E de los niños de intervención	92
Tabla 32. Modelo de ecuaciones generales para el puntaje Z T/E en el grupo de intervención	93

ABREVIATURAS

ACR: Aminoácidos de Cadena Ramificada

ADN: Ácido Desoxirribonucleico

APC-cdc: Complejo Iniciador de Anafase

ARNm: Ácido Ribonucleico Mensajero

ARNr: Ácido Ribonucleico Ribosomal

ATP: Adenosín Trifosfato

ATPasa: Adenosín Trifosfatasa

BAT: Brown Adipose Tissue (tejido adiposo marrón)

C/EB: Potenciador de proteína alfa

CC: Circunferencia de cintura

Cdh1: Cadherina 1

Cdk: Quinasas dependientes de ciclinas

CEPAL: Comisión Económica para América Latina y el Caribe

CKI: Proteínas inhibidoras de quinasas dependientes de ciclinas

cm: Centímetros

CMB: Circunferencia Media de Brazo

CONAFE: Consejo Nacional de Fomento Educativo

CONEVAL: Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social

DE: Desviación Estándar

E2F: Factor de transcripción

E3: Enzima ubiquitín ligasa

EDA: Enfermedad diarreica aguda

ENSANUT: Encuesta Nacional de Salud

EsIAN: Estrategia Integral de Atención a la Nutrición

FAK: Quinasa de adhesión focal

FAO: Food and Agriculture Organization of the United Nations (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura)

FAS: Sintetasa de ácidos grasos

GAP: GTPasa de la activación de proteínas

GDP: Guanosín difosfato

GH: Growth hormone (Hormona del crecimiento)

GTP: Guanosín trifosfato

GTPasa: Guanosín trifosfatasa

HAD: Height Age Diference (Diferencia de talla para la edad)

Hb: Hemoglobina

HCO: Hidratos de carbono

ICP: The Infancy-Childhood-Puberty Model of Growth (Modelo de crecimiento en la infancia, niñez y pubertad)

IgA: Inmunoglobulina A

IGF II: Factor de crecimiento insulínico II

IGF: Factor de crecimiento insulínico

IM: Índice metabólico

IMC/E: Índice de masa corporal para la edad

IMC: Índice de masa corporal

INK: Inhibidor de ciclasa

IRA: Infección respiratoria aguda

K: Potasio

kg: Kilogramo

MAPK: Proteína quinasa activadora de mitogénos

mg: Miligramo

mm: Milímetro

MPF: Factor de maduración

mTOR: Mammalian Target of Rapamycin (proteína serina-treonina)

mTORC1: Proteína reguladora de mTOR

MyC: Gen promotor de transcripción

N: Nitrógeno

Na: Sodio

OMS: Organización Mundial de la Salud

P/T: Peso para la talla

PCT: Pliegue cutáneo tricípital

PFA: Respuesta en fase aguda

PMA: Programa Mundial de Alimentos

PPAR γ : Receptor del proliferador activado de peroxisoma gama

QPM: Proteínas de alta calidad

RB: Retinoblastoma

RC: Retardo en el crecimiento

SD: Standar Desviation (desviación estándar)

SQ-LNS: Lipoprotein Nutrient Supplementation

SUN: Scaling Up Nutrition

T/E: Talla para la edad

UNICEF: United Nations International Children's Emergency Fund (Fondo Internacional de Emergencia de las Naciones Unidas para la Infancia)

VIH: Virus de Inmunodeficiencia Humana

WAT: White Adipose Tissue (tejido adiposo blanco)

WHO: World Health Organization (Organización Mundial de la Salud)

Zn: Zinc

RESUMEN

Objetivo: Evaluar los efectos de la suplementación con nutrientes esenciales en la velocidad de crecimiento y modificación de la composición corporal de niños con retardo en el crecimiento del estado de Hidalgo. **Material y métodos:** Durante 24 semanas se intervino a un grupo de niños menores de 5 años beneficiarios del programa alimentario PROSPERA con puntaje Z de talla para la edad (T/E) de -1 a -3.5, residentes de la sierra alta de Hidalgo, México. Se formaron 2 grupos de estudio: el grupo de comparación no recibió ningún suplemento extra al programa federal (PROSPERA); al grupo suplementado se le proporcionó diariamente un producto listo para el consumo (VITALAC®) con 265 Kcal, 10 g de proteína, 0.6 g de ácidos grasos omega 3, 3.5 mg de hierro y 4.4 mg de zinc. Durante 6 meses se evaluó el peso, talla, altura de rodilla, circunferencia media de brazo, pliegue cutáneo tricípital, circunferencia de cintura, masa grasa, masa magra, hemoglobina capilar además de la evaluación dietética. La composición corporal se evaluó al inicio y al final del tratamiento con un equipo InBody 230®. Los puntajes Z de T/E se calcularon utilizando el programa WHO Anthro versión 3.2.2 y se calculó la velocidad de crecimiento utilizando deltas de puntajes Z de T/E. El efecto de la suplementación fue determinado con un modelo lineal generalizado y regresión lineal ajustada por el consumo del suplemento en gramos, utilizando el programa SPSS versión 21. **Resultados:** Al final del estudio los niños del grupo suplementado presentaron un incremento de 0.108 ± 0.15 puntajes Z T/E, aceleraron su velocidad de crecimiento $9.18 \times 10^{-4} \pm 12 \times 10^{-4}$ puntajes Z T/E al día, incrementaron la altura de rodilla 1.5 ± 0.60 cm e incrementaron hemoglobina capilar 0.95 g/dL; a diferencia de los niños del grupo de comparación que disminuyeron -0.096 ± 0.15 puntajes Z T/E, presentaron desaceleración de velocidad de crecimiento $-4.68 \times 10^{-4} \pm 9.1 \times 10^{-4}$ puntajes Z T/E, incrementaron la altura de rodilla 0.73 ± 0.41 cm y disminuyeron hemoglobina capilar 0.13 g/dL, presentando además 0.563 ± 0.41 kg mayor masa grasa ($P < 0.05$) **Conclusiones:** La suplementación durante 24 semanas en niños con retardo en el crecimiento, incrementa la velocidad de crecimiento y aumenta la altura de rodilla, sin incrementar la cantidad de tejido adiposo en relación al grupo de comparación.

Palabras clave: Desnutrición crónica, preescolares, retardo en el crecimiento, suplementación, composición corporal.

ABSTRACT

Objective: To evaluate the effects of supplementation with essential nutrients on the speed of growth and modification of the body composition of children with growth retardation in the state of Hidalgo. **Material and methods:** During 24 weeks, a group of children under 5 years of age beneficiaries of the PROSPERA feeding program with Z-score of height for age (HAZ) from -1 to -3.5, residents of the high sierra of Hidalgo, Mexico were intervened. Two study groups were formed: the comparison group did not receive any extra supplement to the federal program (PROSPERA); The supplemented group was provided daily with a ready-to-eat product (VITALAC ®) with 265 Kcal, 10 g of protein, 0.6 g of omega 3 fatty acids, 3.5 mg of iron and 4.4 mg of zinc. For 6 months the weight, height, knee height, middle arm circumference, triceps skinfold, waist circumference, fat mass, lean mass, capillary hemoglobin as well as the dietary evaluation were evaluated. The body composition was evaluated at the beginning and at the end of the treatment with an InBody 230® device. The HAZ were calculated using the WHO Anthro version 3.2.2 program and the growth rate was calculated using deltas of HAZ. The effect of the supplementation was determined with a generalized linear model and linear regression adjusted for the consumption of the supplement in grams, using the SPSS program version 21. **Results:** At the end of the study the children of the supplemented group presented an increase of 0.108 ± 0.15 HAZ, accelerated their growth rate $9.18 \times 10^{-4} \pm 12 \times 10^{-4}$ HAZ per day, increased knee height 1.5 ± 0.60 cm and increased capillary hemoglobin 0.95 g / dL; unlike the children in the comparison group who decreased -0.096 ± 0.15 ZT / E scores, they showed growth rate slowdown $-4.68 \times 10^{-4} \pm 9.1 \times 10^{-4}$ HAZ, they increased knee height 0.73 ± 0.41 cm and decreased capillary hemoglobin 0.13 g / dL, also presenting 0.563 ± 0.41 kg greater fat mass ($P < 0.05$) **Conclusions:** Supplementation during 24 weeks in children with growth retardation, increases the speed of growth and increases knee height , without increasing the amount of adipose tissue in relation to the comparison group.

Key words: Chronic malnutrition, preschool children, stunting, supplementation, body composition

I. INTRODUCCION

En humanos los incrementos en la talla corporal por crecimiento en la longitud de los huesos, acompañado de cambios en el tejido muscular, adiposo y el tamaño de los órganos se producen por la multiplicación y aumento del tamaño celular (1). El crecimiento en relación a la estatura del ser humano depende de factores genéticos y ambientales (2); sí la información genética es adecuada y el medio ambiente es propicio se darán las condiciones óptimas para obtener el crecimiento y desarrollo de acuerdo al potencial genético familiar. (3)

Durante el crecimiento existen períodos de hiperplasia celular, que corresponden a los períodos rápidos de crecimiento, también llamados períodos críticos; las fases del crecimiento comprenden procesos regulados por proteínas, factores de crecimiento, etapas de madurez y receptores. Se reconocen 3 fases interrelacionadas de crecimiento: fetal, infancia y la pubertad. (4)

El estado de salud de un individuo depende de muchos factores; uno de los más importantes es el estado de nutrición, el cual está relacionado directamente con la ingesta en exceso o deficiente de macro y micronutrientes. La desnutrición es el resultado de la deficiencia en la ingesta, esta patología se clasifica de acuerdo a su temporalidad en aguda o crónica; el retardo en el crecimiento es en parte consecuencia de la desnutrición crónica y se caracteriza porque el individuo presenta una estatura menor al estándar poblacional para su edad. (5)

El retardo en el crecimiento es una condición que resulta de factores ambientales en la niñez temprana y mientras se mantiene esta condición más se limita la recuperación en el crecimiento en la última etapa de la niñez y la adolescencia (6). En el mundo 165 millones de niños menores de 5 años presentan retardo en el crecimiento (7); en América latina el 12% de los niños en este grupo de edad presentan esta patología (8) y en México el 13.6% de acuerdo a los últimos datos de la ENSANUT (9).

Los factores que con mayor frecuencia están implicados en el retardo en el crecimiento posnatal son las deficiencias nutricionales, altas tasas de infecciones y practicas subóptimas de alimentación; la falla en el crecimiento en parte es causa del déficit de energía, proteínas, hierro, zinc, fósforo y vitaminas D, A y C (10). Las estrategias alimentarias y de suplementación para el retardo en el crecimiento (RC) se enfocan en cubrir los requerimientos mínimos para fomentar el crecimiento (11), diversos estudios realizados en poblaciones indígenas han demostrado que al mejorar el estado de nutrición e incrementar la velocidad de crecimiento longitudinal, también se

ve favorecida la formación acelerada de masa grasa en etapas posteriores de la vida (12-14). Sin embargo, aún no hay suficiente información que muestre que los efectos de la suplementación para la recuperación del crecimiento longitudinal en el RC, sea la causa de la modificación de la composición corporal que favorece el incremento de sobrepeso y obesidad en la población en etapas posteriores.

II. ANTECEDENTES

2.1 Generalidades del crecimiento y desarrollo humano

El tamaño de un órgano dependerá de la masa total de las células (número y tamaño). La cantidad de células dependerá del número de veces que se divida y del cese de actividad metabólica (15), el crecimiento celular está determinado por tres procesos: adición, división y muerte celular (16); tanto el crecimiento como la división celular involucran procesos diferentes, pero están fuertemente relacionados y son sumamente importantes para la generación y especialización del organismo. (17)

La diferencia en el tamaño de organismos de la misma especie depende del número de células (potencial proliferativo) y no de su tamaño (el tamaño de las células es relativamente constante); las células del mismo tejido logran este tamaño uniforme y al mismo tiempo son capaces de cambiar su tamaño por el orden de magnitud durante la diferenciación celular y en respuesta a estímulos fisiológicos, es decir, el tamaño celular responde a procesos adaptativos y no a restricciones físicas. (2)

Las células que se mantienen en la fase G_1 crecen sin restricciones, utilizando grandes cantidades de energía, nucleótidos, metabolitos, proteínas y lípidos; a través de vías metabólicas que aseguran que sean suficientes en cada momento específico del ciclo celular. (17)

2.2 Fases del crecimiento

Los conceptos actuales con respecto a la biología del crecimiento humano se basan principalmente en los datos recopilados sobre la altura y el peso en estudios auxológicos en individuos medidos durante la infancia y adolescencia a intervalos trimestrales, anuales o semestrales (3); se describe como un proceso continuo caracterizado por la velocidad cambiante con la edad, en casi todos los casos lleva a un aumento en el tamaño (longitud, peso y volumen) y progresa activamente desde la fertilización del óvulo hasta el período de madurez sexual donde millones de células están presentes en un estado de organización avanzada; posteriormente el crecimiento es menor y, de hecho, puede volverse negativo en la medida en que se pierda masa celular. (18)

El crecimiento a través del tiempo se ha expresado en términos matemáticos, cuando el peso se traza frente a la edad, se obtiene una curva en forma de "S" o logística, donde el punto medio de la curva más pronunciada se asocia con características sexuales secundarias; el crecimiento puede expresarse en términos de porcentaje o incremento por unidad de tiempo en relación a la masa

existente (18), de acuerdo a los cálculos de Tanner (4) la ecuación para la altura (h) de un niño desde los 3 años hasta la etapa preadolescente se puede expresar:

$$h = \alpha + bt + c \log t$$

Donde α , b y c son constantes y t es el tiempo

Weinbach estudió el peso como media de crecimiento y modelar la curva de incremento longitudinal a partir de este indicador; observó que después del nacimiento la trayectoria de la curva se eleva a los dos años de edad y luego disminuye durante un largo período que se extiende hasta la pubertad; por último después de la pubertad vuelve a subir; por lo tanto, estos cambios representan aceleración o desaceleración. Sugirió que la tasa de crecimiento en cualquier momento de la vida del organismo es proporcional al “peso efectivo” para el crecimiento, es decir, que cuando el crecimiento acelera, se considera “peso efectivo” al peso real más un factor extra llamado “impulso de crecimiento”, esta teoría incluyendo el tiempo, el tamaño y energía, conduciéndolas a funciones exponenciales pudo demostrar que sus ecuaciones ajustaban a los datos de cambios de peso con la edad en estudios con chimpancés durante la vida postnatal y para el feto durante la vida intrauterina. (19)

La composición corporal, morfología, actividad mental y función metabólica del embrión, lactante, niño, adolescente y adulto es diferente; se han estudiado y analizado mediante los cambios en tejidos en relación al tiempo (18). Se reconocen tres fases interrelacionadas de crecimiento (fetal, infancia y la pubertad), durante los primeros 21 meses de vida se presenta el mantenimiento del crecimiento, el cual es interrumpido por episodios cortos de crecimiento, lo que representa un 90 a 95% de crecimiento en la infancia saludable. (3)

El modelo de Karlberg correlaciona las características y configuración de la curva con los procesos continuos y factores que actúan en distintos períodos para que teóricamente se puedan detectar alteraciones a través de la ausencia o retardo del componente de la curva dependiente de dichos factores. (20) (Figura 1)

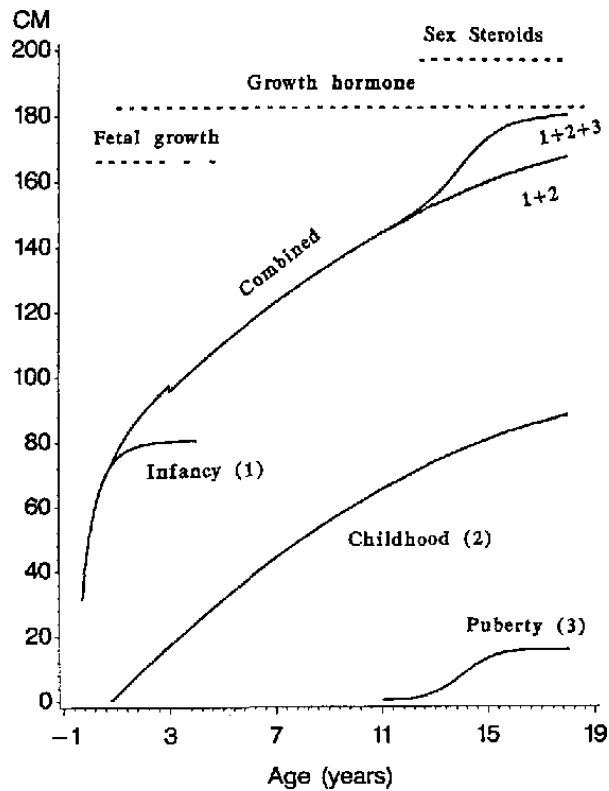


Figura 1. Fases del crecimiento humano

Tomado de: Karlberg J. On the construction of the infancy-childhood-puberty growth standard. *Acta Paediatric Scand Suppl.* 1989; 356:26-37.

2.3 Crecimiento del niño del nacimiento a los 5 años de edad

El crecimiento humano se ha observado como un proceso continuo y su velocidad se relaciona directamente con la edad; a partir de un estudio de niños sanos medidos durante los primeros 21 meses de vida, se demostró que es un proceso episódico, con largos momentos de mantenimiento (entre 2 y 63 días), también llamados brotes de crecimiento (21). La estatura se define de manera importante por factores hereditarios, con más de 200 genes identificados en estudios de asociación, los cuales solo explican el 10% de la variación de la estatura que alcanzará el individuo en la vida adulta. Los niños de diferentes áreas geográficas tienen un crecimiento de vida fetal y postnatal similar, siempre y cuando las madres tengan un estado nutricional y de salud óptimo, aunado a factores ambientales, higiénicos y sanitarios. (22)

El crecimiento tiene lugar en la placa de crecimiento epifisario del hueso, que es parte del ciclo de la formación de matriz y calcificación del cartílago a través de una serie de eventos celulares denominado osificación endocondral; el crecimiento óseo es un proceso de modelado, donde las

células son continuamente reabsorbidas y sustituidas; el modelado más activo se lleva a cabo durante la infancia y adolescencia, lo que permite aumentar el diámetro, modificar su forma y desarrollar la cavidad ósea, este proceso se lleva cabo durante toda la vida, aunque en la edad adulta se denomina remodelación. La tasa de crecimiento tiene un importante determinante genético, pero están involucrados muchos otros factores; hormonales, nutricionales, influencias mecánicas y la activación celular anormal. (23)

La regulación hormonal de los tejidos esqueléticos se lleva a cabo gracias a factores de producción en el hueso y cartílago que se encuentran en la matriz de tejido duro, en donde los mediadores locales son las citoquinas y los factores de crecimiento, que son péptidos solubles producidas por las células, los cuales pueden actuar de forma autocrina, paracrina o endocrina, en diversos experimentos se ha demostrado que las citoquinas afectan tejidos óseos. (23)

2.4 Velocidad de crecimiento

La velocidad de crecimiento se define como la estatura de un individuo alcanzada en relación al tiempo de vida; actualmente, solo hay un modelo que puede describir el crecimiento total y dividir el crecimiento en sus diferentes fases; este modelo se conoce como el modelo: *The Infancy-Childhood-Puberty Model of Growth* (ICP) que fue desarrollado por Karlberg et al en la década de 1980 (24). El modelo separa el crecimiento en tres fases, infancia- segunda infancia-pubertad, cada una de las cuales está regulada de manera diferente (20). Sin embargo, las medidas utilizadas para describir el inicio del crecimiento infantil, el momento de la pubertad y la estatura adulta se calcularon a partir de tablas de velocidad de altura para niños individuales, y no están preparadas para el cálculo computarizado detallado. (24)

La velocidad del crecimiento está regulada por mecanismos sistémicos, principalmente hormonales, nutricionales, genéticos y ambientales. Antes se consideraba que únicamente la hormona del crecimiento (GH) era la encargada del crecimiento lineal de los seres humanos, y que, por lo tanto, ésta determinaba la estatura o a baja estatura. Sin embargo, estudios actuales han demostrado que el eje factor del crecimiento insulínico (GH-IGHF-1) es solo una parte de los diversos complejos que controlan la condrogénesis de la placa del crecimiento, en consecuencia, el crecimiento depende también de múltiples hormonas, factores paracrinos, moléculas de la matriz extracelular y las proteínas intracelulares en la placa de condrocitos. (25)

Durante el primer año de vida de un ser humano se manifiesta un crecimiento rápido de 23 a 25 cm, durante el segundo año podría crecer hasta 12 cm y posteriormente el crecimiento es más lento, pero continuo, con aproximadamente 6 cm por año; para finalmente presentar el último período de crecimiento rápido durante la pubertad. (25)

La velocidad de crecimiento puede ser descrita por medio de un análisis matemático en curvas de crecimiento a partir del modelo ICP el cual supone que la curva de crecimiento representa el efecto de fases continuas; y que es posible calcular matemáticamente los componentes biológicamente interpretables para construir estándares de referencia. El primer componente está conformado por la fase fetal y la primera infancia e inicia en la segunda mitad de la gestación hasta los 3 años de edad; regulado por señalización de nutrientes y factores hormonales como la insulina y factores tisulares de crecimiento sin depender directamente de GH. El segundo componente corresponde a la fase prepuberal que inicia en el primer año hasta terminar el período de crecimiento, se expresa por un incremento de la velocidad de crecimiento que se observa habitualmente entre el sexto y el duodécimo mes y está regulado directamente por la GH. El componente final corresponde a la pubertad y depende de la GH y esteroides sexuales. (26)

2.5 Definición de crecimiento saludable

El concepto de crecimiento saludable se refiere al incremento longitudinal y desarrollo normal en relación con los estándares de crecimiento infantil de la OMS (27) y se describe como el potencial para alcanzar dichos patrones (28). Los estándares de crecimiento que favorecen la longitud sobre el peso y la edad se correlaciona con efectos en la salud y el potencial de productividad a corto y largo plazo (27, 29); el desarrollo del niño consiste en el progreso de habilidades motoras, cognitivas, de lenguaje y la función socio-emocional, de acuerdo a la evaluación del crecimiento global, estas habilidades están estrechamente relacionadas con el potencial de crecimiento longitudinal. (30)

Entre 1997 y 2003, la OMS llevó a cabo un estudio multicéntrico sobre el patrón de crecimiento (EMPC) con el fin de determinar un nuevo conjunto de curvas destinadas a evaluar el crecimiento y el desarrollo motor de los lactantes y niños de 0 a 5 años. En el marco del EMPC se obtuvieron datos básicos sobre el crecimiento e información conexas de unos 8 500 niños de muy distintos orígenes étnicos y entornos culturales (Brasil, Estados Unidos de América, Ghana, India, Noruega y Omán). Las nuevas curvas de crecimiento proporcionan una referencia internacional única que corresponde a la mejor descripción del crecimiento fisiológico de todos los niños menores de cinco

años. También establecen la alimentación con leche materna como modelo normativo de crecimiento y desarrollo. (31)

Lograr y mantener una salud infantil óptima es un desafío para padres, cuidadores, pediatras, nutricionistas, especialistas en salud pública y para todos aquellos que cuidan la salud y el bienestar de la generación futura: un niño sano no es solo un niño sin enfermedades clínicamente aparentes, sino un niño con un desarrollo físico adecuado, tanto en términos de tamaño alcanzado como de habilidades motoras adquiridas, y con una adecuada capacidad neurológica, psicológica y emocional, por lo tanto, el crecimiento y el desarrollo óptimos abarcan todo el bienestar: físico, psicológico y social. Además, a medida que somos cada vez más conscientes de la relación entre la salud actual y el estado nutricional y su impacto en el riesgo inmediato y futuro de la enfermedad, debemos definir a un niño sano como uno que será un adulto sano y con baja morbilidad por enfermedades crónicas, capaz de mantener trabajo físico y rendimiento reproductivo adecuado. (32)

2.5.1 Evaluación antropométrica del crecimiento

Los tres índices antropométricos más utilizados en la evaluación nutricional de los niños son el peso para la talla (P/T), la talla para edad (T/E) y el peso para la edad (P/E); estos índices se expresan como puntuaciones Z, que permiten comparar un niño o un grupo de niños con una población de referencia (33). Actualmente, el estándar de crecimiento de la OMS es el más utilizado y recomendado (34). En primer lugar, el estándar se desarrolló mediante la evaluación del crecimiento y el desarrollo en los niños con el potencial de lograr su pleno crecimiento genético; los niños fueron seleccionados de un conjunto de diversos de países, lo que permitió la variabilidad genética, étnica y cultural reforzando el uso universal; el estado de crecimiento y nutrición también se ha medido mediante la evaluación de la composición corporal, la evaluación de los signos clínicos de deficiencia, la medición de compuestos bioquímicos y la evaluación de la dieta. (35)

La base de datos mundial de la OMS sobre el crecimiento y la malnutrición infantil utiliza un punto de corte de <-2 puntajes Z para clasificar el bajo peso para la edad y el bajo peso para la longitud, los puntos de corte <-3 puntajes Z, se utilizan para definir formas graves de las mismas categorías de desnutrición (Tabla 1).

El retardo en el crecimiento refleja los efectos adversos acumulados de factores ambientales y la restricción a largo plazo del potencial de crecimiento de un niño y el desperdicio de factores ambientales pobres y agudos; el bajo peso es un indicador compuesto que indica que un niño puede tener pérdida de peso aguda, retardo del crecimiento, o ambos. (36)

Tabla 1. Clasificación de retardo en el crecimiento, bajo peso y emaciación basándose en la puntuación Z propuesto por la OMS, 2006.

Clasificación	Puntuación Z
Adecuado	-1 < +2
Leve	-2 < -1
Moderado	-3 < -2
Severo	<-3

Adaptado de: WHO, The new WHO child growth standards. 2006.

2.5.2 Factores ambientales que influyen en el crecimiento y desarrollo infantil

Varios factores ambientales afectan el crecimiento y el desarrollo infantil, los factores clave descritos en el modelo conceptual de la OMS (37) (Figura 2) incluyen los componentes inmediatos del hogar y la familia, la nutrición, especialmente la lactancia materna y la alimentación complementaria, la morbilidad y los factores contextuales de la comunidad y la sociedad; la restricción del crecimiento fetal es un factor importante en el crecimiento posterior y se estima que contribuye a alrededor del 20% en el crecimiento de la infancia (29, 30, 32), se ha asociado además con un bajo índice de masa corporal y deficiencias de micronutrientes como hierro, vitamina A y zinc (30, 33). Las infecciones maternas durante el embarazo, como el VIH y la malaria, también están involucrados en la restricción del crecimiento intrauterino (35), en las poblaciones de niveles socioeconómicos bajos, la lactancia materna subóptima por retardo en el inicio de la lactancia materna, la lactancia materna no exclusiva o el cese prematuro de ésta, se asocia con un mayor riesgo de morbilidad que aumenta la probabilidad de retardo en el crecimiento. (30, 36)

La mayor incidencia de retardo en el crecimiento ocurre durante el período de alimentación complementaria entre los 6 y los 24 meses de edad (32, 38), la alimentación complementaria inadecuada es el resultado de limitaciones en la calidad y cantidad de la dieta (39) malas prácticas de alimentación (39, 40) y la contaminación de los alimentos, incluyendo la preparación de alimentos y prácticas de alimentación poco higiénicas (Figura 2); los niños en esta etapa son

vulnerables a múltiples infecciones que influyen negativamente en el crecimiento (33); primero al disminuir la ingesta dietética a través de la disminución del apetito y el deterioro de la absorción intestinal que conduce a la pérdida de nutrientes, en segundo lugar, las infecciones conducen a un aumento del metabolismo como resultado de la respuesta de fase aguda (5, 41); todas las infecciones comunes de la niñez contribuyen al retardo del crecimiento (42, 43), sin embargo, la asociación entre la diarrea y el crecimiento atrofiado es más consistente y mayor en comparación con las otras enfermedades (44). Black y colaboradores estimaron que las probabilidades de retardo del crecimiento a los 24 meses de edad aumentaron en un 5% con cada episodio de diarrea (45), mientras que Checkley y colaboradores estimaron que el 25% de la carga de retardo del crecimiento podría atribuirse a cinco o más episodios de diarrea que ocurrieran antes de la edad de 2 años. (46)

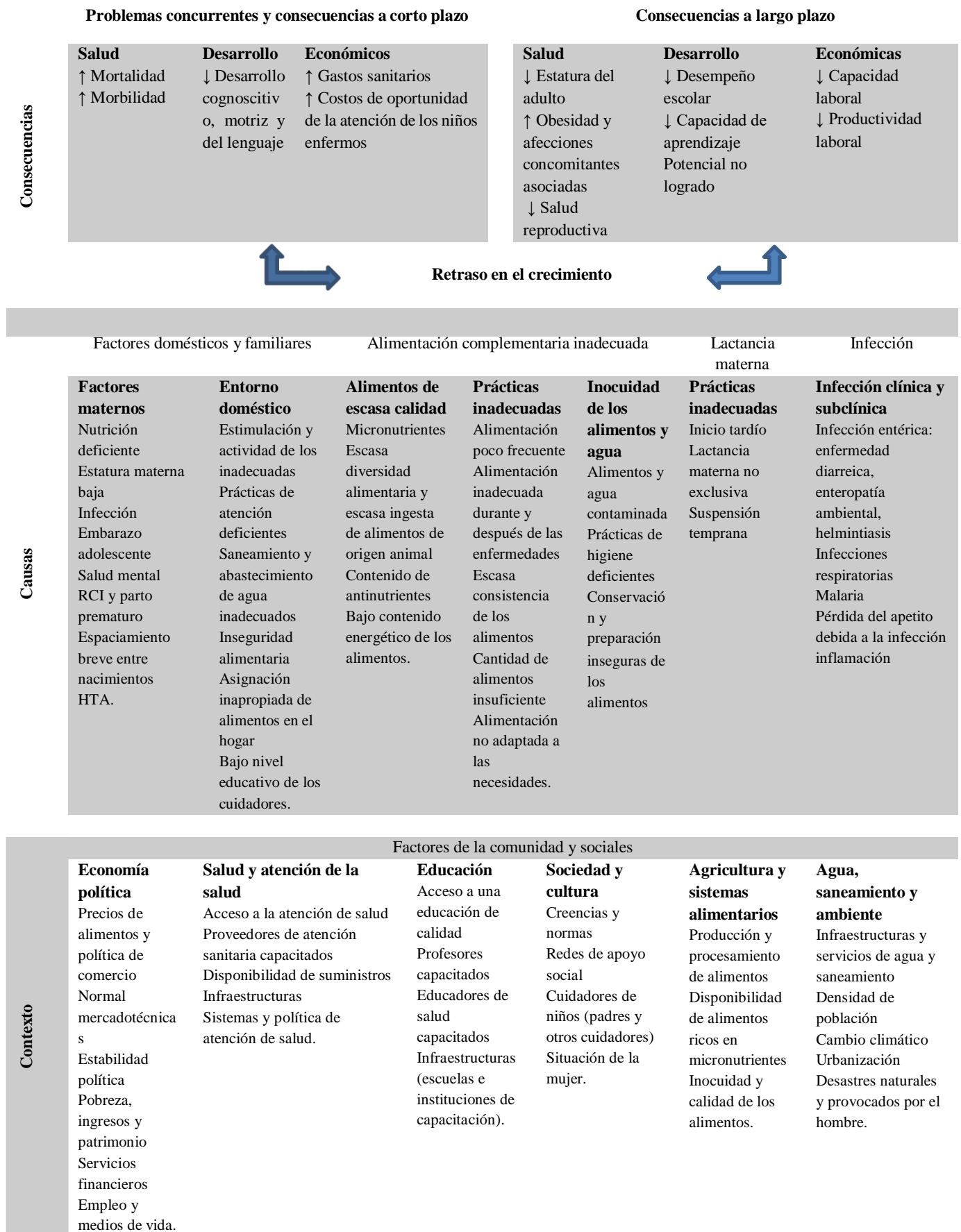


Figura 2. Mapa conceptual propuesto por la OMS sobre el retraso en el crecimiento infantil: contexto, causas y consecuencias.

Adaptado de: UNICEF. Strategy for improved nutrition of children and women in developing countries. United Nations Children's Fund. 1990(0019-5456 (Print)).

En el entorno familiar inmediato, varios factores psicosociales y económicos pueden afectar el crecimiento saludable; la educación de los cuidadores, especialmente materna, se ha asociado con una mejor nutrición y crecimiento (38, 39) posiblemente a través de mejores prácticas dietéticas y alimentarias. (40). En el desarrollo, se ha demostrado que las madres que muestran más sensibilidad y respuesta positiva a sus hijos tienen un apego más seguro y una mayor capacidad cognitiva entre sus hijos. (41), también se han observado funciones cognitivas significativamente más altas en niños pequeños con estimulación cognitiva. (41); por último, la pobreza de los hogares que conduce a la inseguridad alimentaria en los hogares, el acceso limitado a dietas ricas en nutrientes, vivienda inadecuada, la falta de higiene y saneamiento, entre otros, proporcionan un ambiente familiar que contribuye al crecimiento no saludable. (38)

2.6 Retardo en el crecimiento

El crecimiento lineal en humanos comenzó a describirse en 1950, en ese momento se descubrió el eje de la hormona del crecimiento (GH) factor de crecimiento similar a la insulina (IGF-I), sistema central que regula el crecimiento infantil, al cual se le atribuyó la causalidad del retardo en el crecimiento. Sin embargo, investigaciones recientes han revelado que el eje GH-IGF es solo uno de los muchos sistemas reguladores que controlan la condrogénesis en la placa del crecimiento; en consecuencia, el retardo en el crecimiento depende además de múltiples hormonas, factores paracrinos, moléculas de matriz extracelular y proteínas intracelulares que regulan los condrocitos de la placa de crecimiento. (5)

El retardo en el crecimiento es causado por la disfunción de la placa de crecimiento que puede resultar de un defecto primario, es decir, un trastorno intrínseco de la placa de crecimiento, o un defecto secundario, en el que la placa de crecimiento se ve afectada por un trastorno en cualquier sitio del organismo. La evidencia existente en modelos animales no excluye la posibilidad de que los mecanismos sistémicos contribuyan a la desaceleración del crecimiento fisiológico, pero sí indica que los mecanismos locales desempeñan un papel central en el proceso. Por lo tanto, la desaceleración del crecimiento parece ser principalmente una propiedad intrínseca de los órganos del crecimiento; no obstante, sigue siendo posible que tales mecanismos locales puedan depender de una señal sistémica (42); la disminución de la ingesta nutricional en sí no es responsable de la desaceleración del crecimiento, pero participa en mediación local, ya que la disponibilidad nutricional regula el crecimiento celular en parte a través de la vía de señalización de la rapamicina (mTOR) a nivel molecular. (47)

El retardo en el crecimiento infantil es el mejor indicador del bienestar general de los niños y un reflejo preciso de las desigualdades sociales; es la forma más prevalente de desnutrición infantil; esto se refleja en millones de niños en todo el mundo que no solo no logran su potencial de crecimiento lineal debido a precarias condiciones de salud y nutrición, que también sufren el severo daño físico y cognitivo irreversible que acompaña el crecimiento atrofiado. El RC a menudo no se reconoce en las comunidades donde la talla baja es tan común que se considera normal. La dificultad para identificar visualmente a estos niños y la falta de evaluación rutinaria del crecimiento lineal en los servicios de salud explican por qué se ha tardado tanto en reconocer la magnitud de esta patología. (48)

El retardo en el crecimiento se identifica evaluando la longitud o altura de un niño e interpretando las medidas comparándolas con un conjunto aceptable de valores estándar; el acuerdo internacional es que aquellos niños con -2 a puntajes Z de T/E desde la mediana de la OMS para la misma edad y sexo, de la misma manera los niños que se consideran severamente atrofiados son aquellos que presentan -3 puntaje Z. (35)

Posterior al nacimiento, el puntajes Z de T/E entre los niños de poblaciones desfavorecidas continúa disminuyendo posterior los 24 meses de edad (49), sin embargo, con base en datos longitudinales del estudio *Consortium for Health Orientated Research in Transitioning Societies* (COHORTS) realizado en Brasil, Guatemala, India, Filipinas y Sudáfrica realizado en 2013 se han podido identificar momentos oportunos que pudieran favorecer la intervención en etapas previas a la pubertad y así corregir y evitar esta atrofia del crecimiento longitudinal. (50)

2.7 Epidemiología del retardo en el crecimiento

2.7.1 Prevalencia de retardo en el crecimiento a nivel mundial

La inseguridad alimentaria se conoce como la incapacidad de adquirir alimentos suficientes para satisfacer sus necesidades dietéticas mínimas, la FAO define el hambre como sinónimo de desnutrición crónica. De acuerdo a las estimaciones más recientes se calcula que unos 795 millones de personas en el mundo, es decir, 1 de cada nueve, están subalimentadas (8). En la tabla 2 se muestra las prevalencias de desnutrición crónica en el mundo del año 2010 a 2016.

Tabla 2. Desnutrición crónica en el mundo 2010-2016.

	Número de millones de personas subalimentadas y prevalencia (%) de la subalimentación			
	2010-2012		2014-2016 ¹	
	n	%	n	%
Mundial	820,7	11,8	794,6	10,9
Regiones Desarrolladas	15,7	<5,0	14,7	<5,0
Regiones en Desarrollo	805,0	14,1	779,9	12,9
África	218,5	20,7	232,5	20,0
América Latina y el Caribe	38,3	6,4	34,3	5,5
Asia	546,9	13,5	511,7	12,1
Oceanía	1,3	13,5	1,4	14,2

Adaptado de: FAO. Panorama de la Inseguridad Alimentaria en América Latina y el Caribe 2015.

A nivel mundial, el 26% de niños menores de 5 años padecen retardo en el crecimiento; en África y Asia del Sur alrededor del 40% de los niños lo presentan. Las prevalencias han disminuido a lo largo de las 2 últimas décadas, con una tasa anual de reducción del 2.1%; los mayores descensos se han observado en el Este de Asia y el Pacífico con el 70% desde 1990, América Latina y el Caribe tuvo una reducción de casi la mitad en el mismo período. (7)

La diferenciación de la prevalencia de este tipo de desnutrición a nivel regional implica datos importantes de la población, por mencionar algunas, se encuentra el género, la economía doméstica y el área de residencia. A nivel mundial, más de un tercio de los niños de las zonas rurales tienen dos veces más probabilidad de presentar problemas de crecimiento en comparación de niños que viven en zonas urbanas. (7)

¹ Los datos relativos al período 2014-2016 son estimaciones provisionales.

Tabla 3. Países con el mayor número de niños menores de 5 años con retardo en el crecimiento moderado o grave.

	País	Año	Prevalencia (%)	% Mundial 2011	Número de niños con retraso del crecimiento
1	India	2005-2006	48	38	61,723
2	Nigeria	2008	41	7	11,049
3	Pakistán	2011	44	6	9,663
4	China	2010	10	5	8,059
5	Indonesia	2010	36	5	7,547
6	Blangadesh	2011	41	4	5,958
7	Etiopía	2011	44	3	5,291
8	República Democrática del Congo	2010	43	3	5,228
9	Filipinas	2008	32	2	3,602
10	Republica Unida de Tanzania	2010	42	2	3,475
11	Egipto	2008	29	2	2,628
12	Kenia	2008-2009	35	1	2,403
13	Uganda	2011	33	1	2,219
14	Sudan	2010	35	1	1,744

Adaptado de: UNICEF. Improving Child Nutrition: The Achievable Imperative for Global Progress 2013.

Tabla 4. Reducción del porcentaje de niños menores de 5 años con retardo en el crecimiento por regiones a nivel mundial.

Región	1990	2011	Disminución (%)
Asia del Sur	61	39	36
Este y Sureste de África	52	40	23
Oeste y África Central	44	39	11
Este de Asia y el Pacífico	42	12	71
Oriente Medio y Norte de África	31	20	35
Europa central y Oriental de la comunidad de Estados Independientes	27	12	57
América Latina y el Caribe	22	12	48
Mundial	40	26	36

Adaptado de: UNICEF. Improving Child Nutrition: The Achievable Imperative for Global Progress 2013.

La desnutrición aguda se representa como emaciación moderada o grave, los niños que la sufren enfrentan un riesgo significativamente mayor de muerte. A nivel mundial en 2011, 52 millones de menores de 5 años presentaron este tipo de desnutrición. La prevalencia más alta de emaciación es

en el sur de Asia, donde 1 de cada 6 niños presenta este padecimiento. La población infantil de la India presenta la mayor pérdida de masa corporal con más de 25 millones de niños con emaciación; mientras que en África son cada 1 de cada 10 niños la presenta; actualmente de los 80 países con datos disponibles 23 representan los índices más altos de desnutrición. (50)

Tabla 5. Porcentaje de menores 5 años con emaciación moderada o grave en los 10 países más afectados.

Clasificación por prevalencia 2007-2011	País	Año	Prevalencia % moderado o severo	% severo	Número de niños con emaciación, 2011. En miles
1	Sur de Sudan	2010	23	10	338
2	India	2005-2006	20	6	25,461
3	Timor Oriental	2009-2010	19	7	38
4	Sudan	2010	16	5	817
5	Blangadesh	2011	16	4	2,251
6	Chad	2010	16	6	320
7	Pakistán	2011	15	6	3,339
8	Sri Lanka	2006-2007	15	3	277
9	Nigeria	2008	14	7	3,783
10	Indonesia	2010	13	6	2,820

Adaptado de: UNICEF. Improving Child Nutrition: The Achievable Imperative for Global Progress 2013.

2.7.2 Prevalencia de retardo en el crecimiento en América Latina

Según las estimaciones de FAO, en la región latinoamericana hay 47 millones de personas subalimentadas en el último período informado, lo que significa un descenso de 14.7 a 7.9% de la proporción que padece hambre. Siendo los países más afectados Haití (49,8%), Guatemala (30,5%), Paraguay (22,3), Nicaragua (21,7%) y Bolivia (21,3). (8). Los datos se presentan en la tabla 6.

Tabla 6. Evolución de la prevalencia de la subalimentación en América Latina y el Caribe (1990-2013).

	1990-1992	2000-2002	2011-2013
América Latina y el Caribe	14.7%	11.7%	7.9%
Caribe	27.6%	21.3%	13.3%
América Latina	13.8%	11.0%	7.1%

Adaptado de: FAO. Panorama de la Inseguridad Alimentaria en América Latina y el Caribe 2015.

De acuerdo al informe de UNICEF, América Latina es en promedio, la región menos afectada por desnutrición crónica en menores de 5 años con 12%. Sin embargo, hay países que presentan elevadas tasas como Guatemala que es el quinto país del mundo con una mayor tasa de prevalencia de desnutrición crónica, de 2007 a 2011 con 48%. Esto significa que en este país 1,052,000 de menores de 5 años con este padecimiento; ocupando el puesto 25 en el continente en números absolutos, le sigue Colombia (puesto 37), Perú (38), Venezuela (43), Bolivia (47) y El Salvador (53). (51)

Tabla 7. Países de América Latina con mayor prevalencia de desnutrición crónica.

	Emaciados	RC	Con insuficiencia ponderal		Sobrepeso/obesidad
	2006-2012		1990-1995	2006-2012	
Colombia	0.9	12.7	6.3	3.4	4.8
Perú	0.6	18.1	8.8	3.4	6.9
Venezuela	4.1	13.4	6.7	2.9	6.4
Bolivia	1.4	27.2	9.7	4.5	8.7
El Salvador	1.6	20.6	7.2	6.6	5.7

RC= Retardo en el crecimiento

Adaptado de: UNICEF. Datos y cifras clave sobre nutrición. Improving Child Nutrition: The achievable imperative for global progress. 2011.

2.7.3 Prevalencia de retardo en el crecimiento a nivel nacional

De acuerdo a la ENSANUT la prevalencia nacional de bajo peso se estima en 302 279 (2.8%) menores de cinco años de edad, 1 467 757 (13.6%) baja talla y 171 982 (1.6%) emaciación, el RC pasó de 26.9% en 1988 a 13.6% en el 2012, con una disminución absoluta de 13.3 puntos porcentuales y una disminución relativa de casi la mitad (49.4%).

En la tabla 8 se muestra la prevalencia a nivel nacional de talla baja emaciación y sobrepeso en la población de edad preescolar, se muestra la disminución de talla baja de 1.9 puntos porcentuales, mientras que el incremento de sobrepeso ha sido de 1.4 puntos porcentuales. En la tabla 9 se muestra la prevalencia de talla baja por región de residencia del país (norte, centro, CDMX y sur) es evidente que la mayor concentración de talla baja sigue siendo el sur, con estados como Chiapas, Oaxaca y Michoacán, en donde se observa que el 19.2% de estos niños presentan este tipo de desnutrición. Posteriormente en la tabla 10 se presenta la prevalencia por zona demográfica (rural y urbano) en cada una de las regiones evaluadas, en donde la tendencia del retardo en el crecimiento siempre se muestra en la zona rural de cada región. (9)

Tabla 8. Prevalencia nacional de talla baja, emaciación y sobrepeso en México, ENSANUT 2006 a 2012.

	ENSANUT 2006	ENSANUT 2012
Talla baja	15.5%	13.6
Emaciación	200%	1.6
Sobrepeso	8.3%	9.7%

Adaptado de: Ensanut. Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2012. Resultados Nacionales. 2a. ed. 2012.

Tabla 9. Prevalencia nacional de talla baja en menores de 5 años, por región de residencia.

Región	ENSANUT 2006	ENSANUT 2012
	(%)	
Norte	8.3	8.9
Centro	14.2	11.4
Ciudad de México	12.8	12.3
Sur	20.0	19.2
Nacional	15.5	13.6

Adaptado de: ENSANUT. Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2012. Resultados Nacionales. 2a. ed. 2012.

Tabla 10. Prevalencia de talla baja por región y zona de residencia.

	ENSANUT 2006 (%)	ENSANUT 2012 (%)
Norte		
Rural	8.3	9.8
Urbana	8.3	8.8
Centro		
Rural	20.7	14.7
Urbana	11.9	9.9
Ciudad de México		
Urbana	12.8	12.3
Sur		
Rural	29.9	27.5
Urbana	16.9	13.5
Nacional		
Rural	24.0	20.9
Urbana	12.4	11.1

Adaptado de: ENSANUTt. Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2012. Resultados Nacionales. 2a. ed. 2012.

2.7.4 Prevalencia de retardo en el crecimiento en el estado de Hidalgo

Para el estado de Hidalgo, durante el año 2012 se reportó que el 12.9% de los niños menores de 5 años presentó baja talla, 2.7% bajo peso y el 1.1% emaciación. La prevalencia de talla baja es similar a la media nacional (13.6%) en 2012, al diferenciar por zona de residencia, la zona rural presenta una prevalencia mayor a la zona urbana debido a las condiciones ambientales que rodean al individuo (Tabla 11).

Tabla 11. Comparativo de la prevalencia de bajo peso, talla baja, emaciación y sobrepeso en población menor de 5 años, por tipo de localidad. Hidalgo, México 2006-2012.

Categoría/Condición	ENSANUT 2006			ENSANUT 2012		
	Muestra	Expansión		Muestra	Expansión	
		n	N (miles)		%	n
Estatal						
Bajo peso	10	10.9	5.2	11	7.1	2.7
Baja talla	46	42.6	20.2	54	33.5	12.9
Emaciación	4	4.7	2.2	4	2.9	1.1
Sobrepeso	18	11.5	5.4	24	21.2	8.2
Urbana						
Bajo peso	2	2.9	2.4	6	4.0	3.1
Baja talla	19	17.4	14.6	18	12.2	9.6
Emaciación	2	3.2	2.7	1	0.8	0.6
Sobrepeso y obesidad	10	7.1	6.0	11	10.0	7.9
Rural						
Bajo peso	8	8.0	8.7	5	3.2	2.4
Baja talla	27	25.2	27.3	36	21.4	16.0
Emaciación	2	1.5	1.6	3	2.1	1.6
Sobrepeso y obesidad	8	4.4	4.7	13	11.3	8.4

Adaptado de: Ensanut. Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2012. Resultados Nacionales. 2a. ed. 2012.

2.8 Modelo teórico de la multicausalidad de la desnutrición crónica

Para poder determinar la multicausalidad de la desnutrición crónica y la deficiencia de micronutrientes se han desarrollado diversos marcos analíticos, la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) y el Programa Mundial de Alimentos (PMA) en el Estudio Costo del Hambre enuncia como causas básicas: las dimensiones medioambientales, socioculturales y político-institucionales que intervienen en la productividad y las causas biomédicas de las poblaciones, impactando directamente en la cantidad, calidad de la ingesta y capacidad de absorción de nutrientes. Las consecuencias de la desnutrición con la asociación de mayor probabilidad de morbilidad y mortalidad son menor desarrollo neurológico que en su conjunto afectan la productividad e incrementan los costos de atención en salud y educación; las consecuencias a largo plazo que genera la desnutrición crónica es el sobrepeso y el desarrollo de enfermedades crónicas no transmisibles. (52)

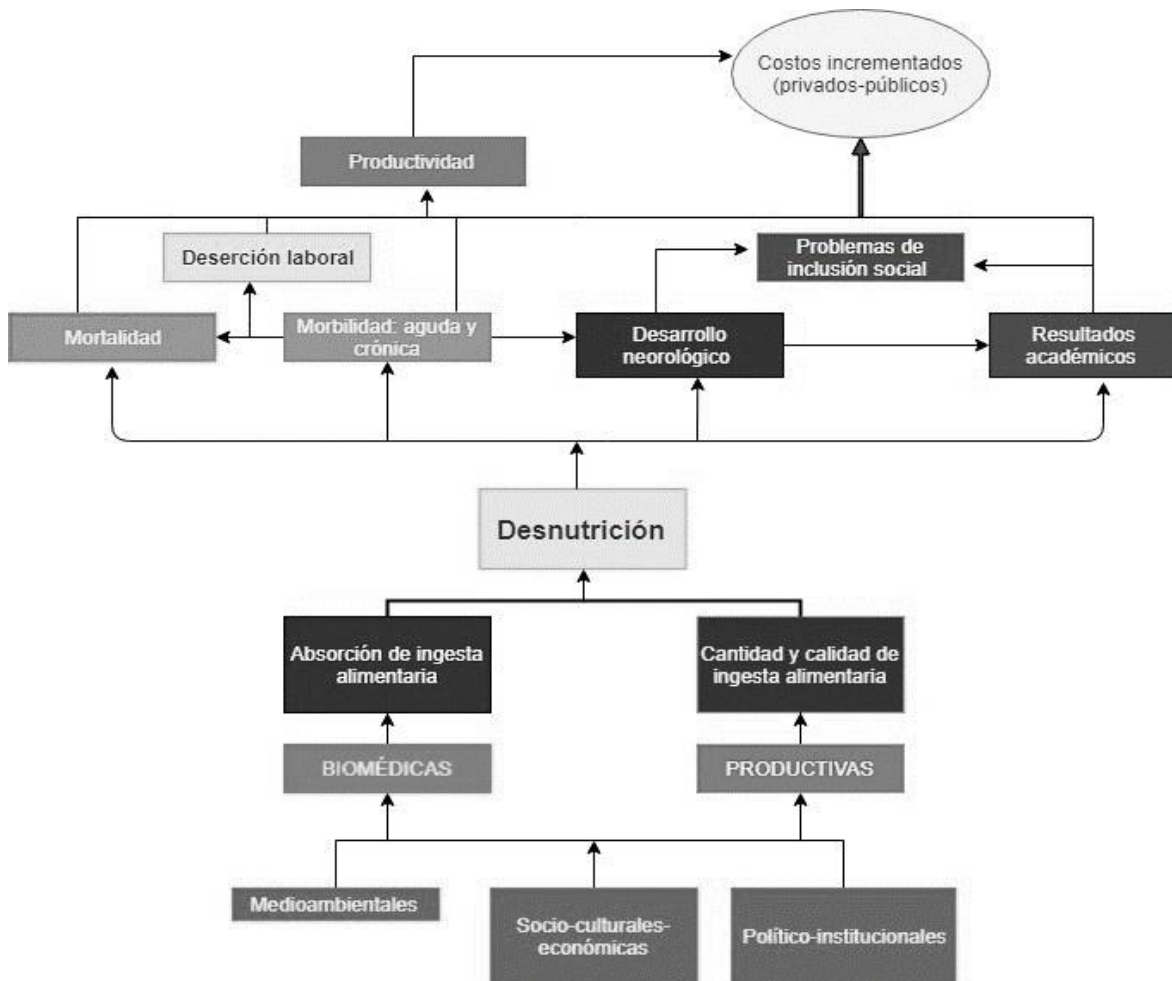


Figura 3. Marco analítico de las causas y consecuencias de la desnutrición.

Adaptado de: Martínez, Fernández. El costo del hambre: Impacto social y económico de la desnutrición infantil en el Estado Plurinacional de Bolivia, Ecuador, Paraguay y Perú. CEPAL. 2009.

2.8.1 Causas nutricionales del retardo del crecimiento

Los factores que con mayor frecuencia están implicados en el retardo del crecimiento posnatal son las deficiencias nutricionales de energía, proteína o micronutrientes como hierro, zinc y vitaminas D, A o C; así como las prácticas subóptimas de alimentación y altas tasas de infecciones. (11)

Los principales nutrientes se pueden clasificar en dos tipos según su impacto en el crecimiento; para los nutrientes de tipo 1 que se encuentran en diversas concentraciones en el tejido óseo y muscular; cuando se agotan las reservas corporales, las vías metabólicas se ponen en peligro y producen síntomas clínicos, sin embargo, el crecimiento raramente se ve afectado. Los nutrientes de tipo 2 están implicados en las funciones fisiológicas esenciales, los niveles de tejido óseo y muscular son fijos y no existe una reserva para el cuerpo a la que recurrir, en lapsos de prolongada deficiencia los síntomas clínicos tienden a no emerger, pero el retardo del crecimiento ocurre rápidamente. La respuesta a una deficiencia constante de cualquiera de estos nutrientes es el retardo en el crecimiento progresivo; en la mayoría de los casos, no es posible aclarar si alguno de estos nutrientes, o la combinación ha sido responsable del deterioro del crecimiento, para algunos de los nutrientes, la evidencia sobre un rol causal independiente es más sólida. (32) En la tabla 12 se muestra la clasificación de nutrientes por su localización y efecto al disminuir la ingesta de ellos.

Varios estudios han demostrado una relación causal entre la deficiencia de zinc y el retardo del crecimiento. Algunos estudios de suplementación con zinc controlados han demostrado el efecto limitante del crecimiento de la deficiencia de zinc entre los niños en edad preescolar, así como en niños mayores y adolescentes. (10)

Tabla 12. Clasificación de nutrientes en relación a su efecto en el crecimiento.

Efecto:	Localización	Tipo 1:	Tipo 2:
celular de los nutrientes		Inicialmente crecimiento normal. Disminución de concentración tisular. Signos específicos de deficiencia	Retardo en el crecimiento. Disminución de concentración tisular. Ausencia de signos específicos de deficiencia
Con un compartimiento		Yodo, hierro, cobre, calcio, tiamina, riboflavina, ácido ascórbico, retinol, tocoferol, cobalamina, vitamina K	Energía
Sin un compartimiento		Selenio	Zinc, nitrógeno, esqueleto de carbono de aminoácidos esenciales, lisina, treonina, potasio, fósforo, azufre, magnesio
Defecto específico en el retardo en el crecimiento		Manganeso, vitamina D	

Adaptado de: Branca F, Ferrari M. Impact of Micronutrient Deficiencies on Growth: The Stunting Syndrome. *Annals of Nutrition and Metabolism*. 2002.

2.9 Fisiopatología del retardo en el crecimiento

Cuando la velocidad de síntesis o formación de nutrimentos es menor que la degradación, se refleja en la disminución de la masa corporal, es decir hay una pérdida del peso corporal, esta condición no puede mantenerse por tiempo prolongado, ya que podrían verse involucradas funciones orgánicas. Cuando se presenta desnutrición se dañan funciones celulares de manera progresiva, primero en el depósito de nutrientes y posteriormente en la reproducción, el crecimiento, la respuesta al estrés, el metabolismo energético, los mecanismos de comunicación y regulación intra e intercelular, regulación de la temperatura. Lo que lleva aun estado de catabolismo que al no resolverse conducirá a la muerte del individuo. (53)

Las alteraciones bioquímicas se manifiestan cuando hay un estado de inanición prolongado, hay una interrupción en el metabolismo de ciertos nutrientes, con la finalidad de mantener la energía,

(durante las primeras horas) primero utilizando las reservas hepáticas (glucógeno), que en promedio aportan 900 Kcal. (54)

2.9.1 Síntesis de proteína: masa muscular y tejido óseo

La desnutrición crónica como una de las causas del retardo en el crecimiento atrofia la mucosa intestinal y pancreática, disminuyendo la producción de enzimas digestivas, sin embargo, no pierde la capacidad para hidrolizar proteínas. Durante el “recambio” proteico el organismo no es capaz de retener nitrógeno (N), lo que disminuye la velocidad de síntesis proteica dos tercios en comparación con niños normales; las repercusiones de la disminución de síntesis proteica están directamente relacionadas con la reducción preferencial de síntesis del tejido muscular, como respuesta de protección a la deficiencia dietética de aminoácidos esenciales. La disminución de la retención de N también se relaciona con la respuesta disminuida a las lesiones e infecciones. (55)

La deficiencia de nutrientes específicos afecta la respuesta de la fase aguda (PFA) reduciendo la producción de citoquinas o modulando la respuesta de los tejidos efectores de tejido muscular y óseo; en respuesta a ello el organismo busca mecanismos para economizar N; mediante la oxidación de aminoácidos esenciales o la disminución de la actividad del ciclo de la urea; los aminoácidos de cadena ramificada (ACR) presentan mayores descensos, estudios refieren que la deficiencia de ACR como la leucina afecta la síntesis proteica en el músculo. (55) Investigaciones realizadas desde hace 10 años, han demostrado que el hueso es un importante órgano endocrino, en el que interviene la leptina, insulina y osteocalcina, todos juegan un papel importante en el desarrollo óseo y metabólico, en el estudio realizado con dietas con diferentes requerimientos de proteínas han demostrado que el estado de nutrición de la madre, no solo afecta la absorción de nutrientes del feto, sino que además predispone la maduración ósea del mismo, el estudio de acumulación ósea de Saskatchewan y en estudios finlandeses muestran que el retraso de la maduración puede aumentar el riesgo de fractura de cadera a través de alteraciones en la acumulación de densidad ósea y crecimiento desproporcionado, demostrando que los bebés con retardo en el crecimiento son capaces de presentar recuperación de crecimiento acelerado cuando la ingesta proteica alcanza los requerimientos necesarios para la edad, siempre y cuando estos sean durante los primeros 1000 días de vida; los estudios hasta el momento concluyen que la dieta materna influye en la masa ósea a través de la programación de respuestas óseas en relación la ingesta proteica (56)

2.9.2 Síntesis de lípidos: tejido adiposo

El bajo peso al nacer es una condicionante que genera alteración en la adiposidad del organismo, estudios en animales han demostrado que una baja ingesta de proteína durante la etapa fetal se asocia con el incremento de la expresión del gen potenciador de proteína de unión CCAAT alfa (C/EBP α) y Receptor del proliferador activado de peroxisoma gama (PPAR γ), lo que promueve una mayor tasa de proliferación de preadipocitos, lo que significa una limitación en la hipertrofia celular de este tejido. El aumento de lo adipocitos en etapas posteriores se asocia con el aumento de factores que promueven la lipogénesis, es decir SREBP_{1c}, FAS y leptina (57). El tejido adiposo blanco (TAB) neonatal se caracteriza por el aumento de tejido adiposo marrón (TAM) como respuesta adaptativa de la termogénesis en la desnutrición crónica por medio de las alteraciones de la inervación simpática del TAB. (58)

La restricción dietética del fosfato altera la maduración de condrocitos, pero actualmente también se asocia con el aumento de tejido adiposo. El estudio en animales con restricción dietética de este microelemento dio lugar a la disminución de la expresión de osteocalcina y osteoblastos, pero aumento la expresión de PPAR y CEBP α , reguladores clave de la diferenciación adipogénica. (59)

2.10 Intervenciones para la prevención del retardo en el crecimiento

2.10.1 Intervenciones específicas

Intervenciones específicas son aquellas que tienen un efecto directo en los determinantes de nutrición y desarrollo de los menores de 5 años, con énfasis en los primeros 24 meses de vida; están relacionados con el adecuado consumo de alimentos e ingesta de nutrientes, cuidados y prácticas parentales, además del control de enfermedades infecciosas (11); una de las principales estrategias es la suplementación con micronutrientes, considerada estrategia SUN (Scaling Up Nutrition), en donde los micronutrientes necesarios a suplementar son: hierro, ácido fólico, calcio, yodo, vitamina a y zinc; otra de las estrategias es la fortificación de alimentos de consumo masivo para prevenir el déficit de micronutrientes; de acuerdo a lo establecido por la OMS permiten mejorar la nutrición de la población sin necesidad de modificar sus hábitos alimentarios. (14). Estas dos estrechamente relacionadas con estrategias de educación y promoción de la salud, se incorpora la promoción de una nutrición-alimentación que cumpla con la normatividad para evitar cualquier patología de origen alimentario. (14)

2.10.2 Tratamiento con suplementos: Nutrientes esenciales

Hierro

En 2001 se realizó una intervención en 177 niños de Benín de 3 a 5 años, que fueron suplementados con 60 mg de sulfato ferroso y previo a la desparasitación con albendazol, durante 3 meses. Los resultados reportaron que, a pesar de los efectos positivos en la concentración de hemoglobina, el crecimiento lineal de los niños después de 10 meses no tuvo el mismo efecto; la suplementación con hierro y albendazol logró el aumento de 6.2 ± 1.0 cm en comparación con el grupo control que fue de 6.0 ± 2.5 cm, lo que supone que la baja velocidad de crecimiento de los niños, no solo está relacionada con la disminución de la morbilidad de infecciones, es necesario tomar en cuenta las múltiples deficiencias alimenticias, los investigadores sugieren investigaciones sobre el consumo calórico en relación al ambiente pobre de los niños con retardo en el crecimiento. (60)

Zinc

La intervención en niños preescolares de 2009 en niños iraníes, suplementados con 5 mg de sulfato de zinc durante 6 meses, demostró que es efectivo como tratamiento del RC en niños pequeños de edad preescolar, y que además tiene mayor efecto en los varones, ya que al seguimiento de 6 meses posteriores a la intervención los niños tuvieron un crecimiento lineal medio de 11.7 cm en comparación con las niñas que tuvieron un aumento medio de 9.64 cm. Lo que supone dicha investigación, es que los efectos de la suplementación de zinc, además de ser efectiva en niños menores de 5 años, requiere una cierta temporalidad para promover el crecimiento. (61)

En México, se evaluó el efecto de la suplementación con zinc y hierro, se administró por 12 meses a niños de 18 meses de edad, con 20 mg de Zn elemental y 20 mg de sulfato ferroso; el resultado de dicha investigación tuvo efectos importantes en los niveles de hemoglobina y en la disminución de la morbilidad de diarrea, sin embargo, no tuvo efectos significativos sobre la velocidad de crecimiento o la composición corporal, el grupo suplementado aumentó 9.6 ± 0.37 cm y el placebo de 9.2 ± 0.34 cm (62). Resultados similares reportó una investigación en niños peruanos en riesgo de desmedro con déficit de zinc, los resultados de la fortificación y suplementación con zinc, no tuvieron una diferencia significativamente diferente al grupo control. (63)

En 2011 se realizó un metaanálisis de la suplementación con zinc y se comparó con estudios de fortificación y combinación con nutrientes como cobre y hierro, y concluyeron que una dosis de 10 mg de Zn durante por los menos 24 semanas, podría asegurar un crecimiento lineal de hasta 3.7 mm (64). Sin embargo un metaanálisis realizado en 2015 sobre ensayos controlados aleatorios para

evaluar el efecto de la ingesta de zinc en el crecimiento de niños con RC de 1 a 8 años, concluyó que no hay efectos significativos en la suplementación de 2 a 12 meses (con una mediana de 10 mg de Zn al día) sobre la ganancia de peso y talla para la edad (65). Estas diferentes posturas sobre el efecto de zinc en el crecimiento lineal se deben principalmente a las diferencias entre las poblaciones de estudio, al incluir en los estudios niños con retardo en el crecimiento desde la etapa fetal y las deficiencias múltiples de micronutrientes limitan el efecto de la suplementación única de zinc.

Multivitamínicos

En 1999 se llevó a cabo una intervención en niños de 6 a 24 meses de edad para analizar la eficacia de la suplementación semanal y diaria con un multivitamínico para reducir la anemia, mejorar las concentraciones de zinc, vitamina A y fomentar el crecimiento lineal; se suplementó con sulfato de hierro, sulfato de zinc, retinol y vitamina C en tomas diarias o semanales, lo que resultó de esta intervención es que los dos tratamientos mejoraron de manera similar las concentraciones de hemoglobina, zinc y retinol; lo más relevante fue la diferencia del aumento del crecimiento lineal de los niños con desmedro suplementados, al compararlos con el grupo placebo, ya que el primer grupo al seguimiento de 3 meses posteriores al estudio, tuvieron un crecimiento en promedio de 5.5 cm en comparación con el placebo que fue de 4.6 cm. (66)

Intervenciones en niños menores a 3 años, suponen efectos más notorios y sostenidos, tal es el caso de la investigación llevada a cabo en el estado de Morelos, México en 2001, en niños de 8 a 24 meses de edad, suplementados durante 12.2 meses con colecalciferol, tocoferol, vitamina K, nicotinamida, biotina, piridoxina, ácido fólico, ácido pantoténico, yodo, cobre, manganeso, selenio, vitamina A, ácido ascórbico, riboflavina, vitamina B12, hierro y zinc; los niños menores de 1 año suplementados fueron en promedio 0.7 cm más altos que el grupo placebo con una ganancia de 7.9 mm en los 3 períodos de suplementación a diferencia de los mayores de 12 meses que fueron en promedio 2 mm más altos que los niños del grupo placebo de su misma edad, además demostraron que mientras más se prolongaba la suplementación en los niños más pequeños, mejor sería el crecimiento lineal (67). Dicha hipótesis se confirma al observar los resultados poco significativos de la suplementación durante 6 y 24 semanas con las vitaminas y minerales recomendadas para ese grupo de edad. (68, 69)

2.10.3 Efecto de proteínas, lípidos y micronutrientes en el retardo en el crecimiento

Los episodios de enfermedades infecciosas en menores de 5 años, se han asociado con la disminución de la velocidad de crecimiento, para comprobar dicha hipótesis, en 1992, se realizó en Jamaica una intervención durante 24 meses en niños de 18 meses de con una suplementación que proporcionó 750 kcal, 20 g de proteínas de leche, aminoácidos esenciales, calcio, hierro, zinc, retinol, colecalciferol, tiamina, riboflavina, niacina, folato. Dicho estudio proporciona pruebas amplias de que la suplementación de este tipo reduce los efectos nocivos de la morbilidad en el crecimiento, sobretodo en la anorexia y apatía. Utilizando las estimaciones de los efectos a largo plazo la reducción acumulada en el crecimiento (en peso y talla) después de un año sería de 89 g y 1.4 mm sin suplementación respectivamente, se propuso además un aumento del 2% del consumo de energía (en proteínas) de los niños en esta edad, para promover la recuperación de crecimiento lineal (70). En esa misma lógica la suplementación con probióticos en niños de Nueva Deli, con 50 ml de lactobacilos logró el aumento de 3.21 cm a diferencia del grupo control con 1.74 cm después de 6 meses de intervención, dicho resultado se fundamenta en el control de infecciones diarreicas y aumento de la digestibilidad de los nutrientes a partir del consumo de probióticos. (71)

A partir del supuesto que asociaba la desnutrición con el retardo del desarrollo mental. Se realizó un estudio longitudinal para evaluar el efecto del consumo de proteínas con el crecimiento y desarrollo de niños en Guatemala del Instituto de Nutrición de Centro América; se proporcionó a los niños un “atole” con 11.5 g de proteína en 136 Kcal por 180 ml durante el primer año de vida consumido durante 3 años; tiempo en el cual los niños mostraron un aumento en la ingesta de energía y proteínas del 10 y 40% respectivamente, lo que reflejo un aumento biológicamente significativo en el crecimiento lineal, estos niños crecieron 2.5 cm más que los niños sin suplemento con el “atole” y los niños que sólo consumieron un mix de vitaminas aumentaron 0.5 cm más que los niños controles, sin embargo los que no consumieron atole fueron 12 cm más bajos que los niños de comparación, es decir, que la intervención redujo el 25% del déficit del crecimiento.

La intervención no pudo mejorar la dieta de los niños para cubrir sus necesidades nutricionales, aunque el “atole” contribuyo con cantidades de muchos nutrientes como aminoácidos fue deficiente en energía y nutrientes otros como hierro y zinc, los cuales pueden ser una limitante del crecimiento (72); el desarrollo mental no se vio favorecido con esta única intervención, lo que supuso la investigación en ese momento fue que el crecimiento lineal y el desarrollo mental son relativamente independientes y que se requiere cierta temporalidad para que pueda favorecerse el desarrollo motor

del niño con retardo en el crecimiento. En 1992 en Jamaica, además de la suplementación se incorporaron actividades de estimulación, el resultado asoció la ganancia de altura a lo largo de la suplementación con aminoácidos y vitaminas con la edad mental y referentes de locomoción, los niños con diagnóstico de -3.1 DE al primer año llegaron a -2.0 DE y al segundo año fue de -1. Al compararlos con el grupo suplementado con diagnóstico basal de -2.9 al primer año fue de -1.8 y al segundo -1.6. (73)

A principios del año 2000 y con los antecedentes de las hipótesis del déficit de aminoácidos se propuso que se fortalecieran además con ácidos grasos y algún mix de vitaminas y minerales. En una intervención realizada en niños de 3 a 6 años de edad de Gambia suplementados durante 12 meses con diferentes suplementaciones a diferentes concentraciones de ácidos grasos y proteínas, alcanzaron una velocidad de crecimiento de 6.3 mm al mes (primer trimestre de suplementación) en comparación con los que no estaban fortificados de 5.2 mm, lo que es sumamente importante ya que investigaciones previas, afirmaban que la recuperación después de 3 años de edad, sería sumamente complicada (74). Aunado al consumo proteico, en el año 2008 se propuso incorporar además inmunoglobulinas de origen bovino en niños de Guatemala durante 12 meses los niños fueron suplementados con un producto a base de maíz, con suero bovino, vitaminas y minerales.

El resultado a los 8 meses de observación fue el aumento de 8 cm en niños de 6 meses, lo que significa que se obtuvo el 75% del crecimiento lineal esperado para niños de esa edad. Estudios previos en animales reportan una mejora del 100% con dicha fortificación, la diferencia en el resultado con humanos se basa en la falta de adherencia al tratamiento (75). En el año 2015 además de la suplementación de alta densidad energética y proteínas, se investigó el efecto de diferentes dosis de zinc, como fortalecimiento de un alimento utilizado para desnutrición crónica en África, conocida como Lipoprotein Nutrient Supplementation (SQ-LNS,) el cual aporta 118 kcal, y fue administrado en niños de 9 meses de edad de Burkina Faso; este tratamiento tuvo diferencias significativas en el crecimiento lineal comparado con el grupo control, no tanto así en las 4 diferentes dosis de zinc (lo que supone el estudio es la falta de adherencia debido al tipo de presentación del suplemento de zinc), además tuvo un efecto sostenido 9 meses después de la intervención, con una diferencia de 9 mm, lo que se pudo concluir que la suplementación con proteínas, ácidos grasos esenciales, vitaminas y minerales; aunado al tratamiento antihelmítico, tiene efecto sostenido a largo plazo en el aumento del crecimiento longitudinal y reduce la prevalencia de enfermedades diarreicas y anemia (76).

El efecto del suplemento SQ-LNS ha sido evaluado también con otros suplementos con diferentes tipos de proteínas, sin embargo, se ha hecho evidente que la proteína de leche que contiene dicho suplemento tiene un efecto más favorable para los niños con desnutrición crónica, ya que mantiene sus efectos en el crecimiento lineal, y en la disminución de la morbilidad de enfermedades diarreicas. (77)

Un estudio aleatorio nutricional con suplementos nutricionales basados en leche y una mezcla de maíz y soya, en la incidencia del retardo del crecimiento lineal en niños de 6 a 18 meses en zonas rurales de Malawi durante el año 2103 (77); comparó la eficacia de cuatro esquemas de intervención tres grupos recibieron: 71 g al día de un complemento a base de micronutrientes específicos, 54 g al día de LNS en micronutrientes fortificados base de proteína de leche y otro grupo con 54 g al día de micronutrientes fortificados con proteína a base de soya. La hipótesis fue que la suplementación dietética con proteínas de leche y micronutrientes promovería el crecimiento lineal y reduciría las complicaciones de la desnutrición crónica; los participantes tuvieron aumento de manera lineal de 13.2 cm al año de suplementación, así como una menor incidencia de atrofia severa en relación al grupo control; tuvo una validez interna debido al amplio criterio de inclusión del estudio, los resultados muestran que después de los 6 meses de edad, las infancias tienden a tener menos respuesta a la suplementación de cualquier tipo, en específico de los alimentos a base de aminoácidos esenciales y muestran que el crecimiento lineal aumenta ligeramente más que aquellos a base de soya (es importante también tomar en cuenta que la soya contiene inhibidores de enzimas, fitatos y lectinas. (78, 79)

Los datos, significan que para que una intervención en relación a la ingesta de proteínas debe ser de manera continua y mantenida aún después de los primeros 1000 días del nacimiento, así mismo las dosis de la suplementación deben ajustarse de acuerdo a la edad de los niños, ya que las necesidades tanto calóricas como proteicas aumentan de manera significativa.

2.10.4 Estrategia NutreH

La estrategia de Atención a la Nutrición Infantil en Municipios de Estado de Hidalgo (Estrategia NutreH), surgió para atender el problema de desnutrición crónica y anemia en preescolares y escolares de escuelas indígenas y Consejo Nacional de Fomento Educativo (CONAFE) de los 14 municipios identificados como prioritarios en Hidalgo: Tianguistengo, Tlanchinol, San Bartolo Tutotepec, Yahualica, Tepehuacán de Guerrero, Calnali, Huazalingo, Huejutla de Reyes,

Xochiatipan, Atlapexco, Jalcotán, Huehuetla, San Felipe Orizatlán y Huautla. La población objetivo de la estrategia fueron preescolares y escolares del ciclo escolar 2010-2013.

En la estrategia NUTREH fueron incorporados 22 mil niños preescolares y escolares, y para evaluar su efectividad se dio seguimiento a una muestra de 1190 niños durante el ciclo escolar 2014-2015, se cuantificó el nivel de hemoglobina en sangre para detectar anemia y el estado de nutrición con mediciones antropométricas. La estrategia tuvo 3 acciones de suplementación y alimentación:

- a) Niños beneficiarios de desayunos frío.
- b) Niños beneficiarios de desayunos fríos y un suplemento alimentario denominado Vitanut®.
- c) Niños beneficiarios de desayuno caliente.

En relación al estado nutricional al iniciar el año 2013, la prevalencia de talla baja en los preescolares fue del 41.6% y al finalizar la intervención fue de 15%. El grupo de niños que recibieron el suplemento alimentario al inicio presento una prevalencia de retardo en el crecimiento de 42.5% y al finalizar fue de 15.7%; en contraste a ello la prevalencia de sobrepeso y obesidad en los niños intervenidos incremento hasta 7 puntos porcentuales, de 8.9% a 15.8%. Finalmente, la prevalencia de anemia disminuyó entre el período 2014-2015 10.8 puntos porcentuales en niños de edad preescolar. (80) al finalizar dicho proyecto es evidente la disminución de la prevalencia de talla baja 26.8 puntos porcentuales, sin embargo en contraste el aumento de sobrepeso y obesidad en la misma población fue de 6.9 puntos porcentuales; esta estrategia es referente de los efectos de la suplementación en niños preescolares indígenas de Hidalgo con retardo en el crecimiento.

2.11 Relación del retardo en el crecimiento con el sobrepeso y obesidad

A mediados de 1950 la documentación en torno a las subpoblaciones de niños hispanoamericanos con RC y obesidad eran limitadas, sin embargo, en 1987 Martorell y colaboradores formularon hipótesis que proponían que las limitaciones en el crecimiento longitudinal durante la etapa fetal y la infancia tenían efectos adversos a largo plazo a nivel metabólico y fisiológico (81). Para 1992 Barker y colaboradores demostraron que los adultos con bajo peso al nacer tenían una mayor tendencia a almacenar grasa abdominal. (82)

A principios de 1990 se publicó información sobre la distribución de la relación entre RC y el estado de sobrepeso en una variedad de entornos y antecedentes genéticos; los resultados publicados por Popkin y colaboradores en 1996 reportaron una asociación significativa entre el RC y el estado de sobrepeso con ratios de riesgo ajustados a los ingresos de sobrepeso para un niño con RC en el crecimiento entre 1.7 y 7.8; concluyeron que los cambios en depósitos de tejido adiposo solo eran evidentes en aquellas poblaciones con una transición de pobreza a mayor ingreso económico, con la aparición de la transición nutricional con cambios rápidos en la composición de los patrones de dieta y actividad, las subsiguientes alteraciones en la composición corporal sugirió que esta relación podría conducir a una considerable obesidad en las próximas décadas. (83)

Estudios en el total de la población latinoamericana llevado a cabo en 2007 se enfocó en explorar la asociación de desnutrición y obesidad conducente a una doble carga nutricional, se analizaron datos transversales de niños de 0 a 5 años de 79 encuestas representativas a nivel nacional, compiladas por la Base de Datos Mundial de Crecimiento y Desnutrición Infantil de la OMS, se reportó una relación inversa ($r=-3$) entre las tasas de prevalencia de sobrepeso y RC. (84)

Estudios posteriores sugirieron que este fenómeno no solo se debía a la transición económica y nutricional en países en vías de desarrollo, incluyeron además evidencias biológicas, Barker y colaboradores describieron cómo el organismo en desnutrición prolongada disminuye su tasa de crecimiento longitudinal y altera la producción de insulina y de hormona del crecimiento en etapas posteriores favoreciendo la formación de grasa abdominal y provocando alteraciones hormonales, asociados con el síndrome X (82, 85). Evidencia de ello fue el estudio realizado en 2006 en población brasileña para evaluar los cambios en el metabolismo de glucosa e insulina en niños con RC en la evolución de enfermedades crónicas en la edad adulta. Este estudio demostró que había una función disminuida de células β pancreáticas y una mayor sensibilidad a la insulina en niños con retardo en el crecimiento (83%) y 92% en niños con talla normal. (86).

México es un país en transición epidemiológica y nutricional, con una prevalencia cada vez mayor de sobrepeso y obesidad en las regiones que también padecen desnutrición. Los resultados de la Encuesta Nacional de Nutrición en 2003 indicaron que casi el 20% de los niños mexicanos de 5 a 11 años estaban clasificados en este estado nutricional; hasta ese momento se conocía muy poco sobre la prevalencia de sobrepeso y obesidad en edad preescolar, si bien se conocían las altas prevalencias de retardo en el crecimiento (20%) secundario a la desnutrición y que era más alto en subgrupos específicos, incluidas las poblaciones rurales (31.6%) e indígenas (44.3%) (87). Fue hasta el 2007 cuando se documentó por primera vez la prevalencia de sobrepeso u obesidad concurrente al RC en niños rurales de México de 2 a 6 años; con el objetivo de reportar la prevalencia e identificar las características demográficas, domésticas y socioeconómicas que podrían ayudar a clasificar a las familias en riesgo de tener un niño con retardo en el crecimiento y sobrepeso en esta población de bajos ingresos. La prevalencia de sobrepeso u obesidad fue igual o superior al 20% en todos los niños, al igual que la prevalencia de retardo en el crecimiento, la prevalencia de sobrepeso u obesidad y RC concurrentes fue aproximadamente del 5% en niños no indígenas, y más del 10% en niños indígenas de 24 a 60 meses. El análisis logístico multinomial reveló que los factores asociados con el RC coexistente y el sobrepeso/obesidad eran el menor nivel socioeconómico, menor edad materna, educación, inteligencia (vocabulario) y estado social percibido, menor altura materna, edad materna joven y sobrepeso de la madre. Se concluyó que en la población preescolar mexicana el sobrepeso y obesidad simultánea con RC era ya un problema grave de salud pública en zonas de bajo ingreso. (88)

En el año 2012 se estudió esta relación más allá de los aspectos socioeconómicos y ambientales, Varela y colaboradores se encargaron de describir los diferentes tipos de doble carga nutricional y centraron su atención en grupos indígenas mayas de Yucatán México, se reportó que la mitad de las madres se clasificaban como individuos de doble carga por la evaluación antropométrica de -2 puntaje Z y que este porcentaje aumentaba hasta el 74.1% cuando se utilizaba el criterio por percentiles. En 2012 se formuló la hipótesis que esta doble carga en esta misma población se debía a la reducción del gasto de energía en reposo y en actividad, así que Wilson y colaboradores se encargaron de evaluar y describir el gasto de energía en niños con RC mayas; se realizaron mediciones de altura, peso y análisis de impedancia bioeléctrica (BIA), la composición corporal se estimó a partir de BIA, el gasto energético se midió durante una semana usando el Actiheart (frecuencia cardíaca combinada y acelerómetro). Con un análisis de regresión lineal se reportó que el RC por debajo del percentil 5 afectó al 35% de los niños físicamente activos; se concluyó que los niños con una estatura más baja y menos masa corporal magra tienen un menor gasto total de

energía y que las interacciones complejas entre el tamaño corporal, la composición corporal y la actividad metabólica parecen elevar el riesgo de obesidad en la vida posterior en estos niños mayas.
(89)

III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La desnutrición crónica, entendiéndola como causa del retardo en el crecimiento (RC), es multicausal, el modelo teórico propuesto por UNICEF, CEPAL y OMS menciona como causas básicas: las dimensiones ambiental, sociocultural y política; las cuales impactan directamente en la cantidad y calidad del consumo alimentario. (52) Todos estos fenómenos tienen un efecto negativo en el desarrollo durante la vida intrauterina, lactancia y primeros años de vida, además incrementan el riesgo a padecer enfermedades metabólicas en la etapa adulta. En niños preescolares de zonas rurales es en parte resultado de la pobreza alimentaria, que conlleva a la ingesta deficiente de todos los nutrimentos. (14)

En general, las estrategias alimentarias y de suplementación para el retardo en el crecimiento se enfocan en cubrir los requerimientos mínimos para elevar la velocidad de crecimiento (11). Sin embargo, estas estrategias parecen incrementar el riesgo de sobrepeso/obesidad, condición que se puede generar a partir de la interacción de elementos individuales y ambientales; En América Latina se ha descrito que la disminución de la prevalencia del retardo en el crecimiento se acompaña de un aumento en la prevalencia de sobrepeso y de obesidad, y que este riesgo elevado para los niños con retardo en el crecimiento es aún mayor en población indígena. (84, 90)

Hasta el momento, no existe suficiente evidencia que muestre que los efectos de la suplementación con nutrientes utilizados en la recuperación de crecimiento longitudinal en niños de zonas rurales, sea causa de la modificación de la composición corporal que favorece la incidencia de sobrepeso u obesidad.

Por lo anterior es necesario conocer los efectos de la suplementación con proteínas de alto valor biológico, ácidos grasos esenciales, vitaminas y minerales sobre el crecimiento longitudinal y los cambios simultáneos en la composición corporal en niños con retardo en el crecimiento.

Las preguntas de investigación son:

1. ¿En qué magnitud la suplementación con macronutrientes y micronutrientes esenciales modifica las prevalencias de retardo en el crecimiento y la velocidad de crecimiento en niños suplementados durante 24 semanas?
2. ¿En qué magnitud la suplementación con macronutrientes y micronutrientes esenciales modifica los indicadores antropométricos de talla, CMB, CC, PCT y altura de rodilla en niños con retardo en el crecimiento suplementados durante 24 semanas?
3. ¿En qué magnitud la suplementación con macronutrientes y micronutrientes esenciales modifica la Hemoglobina capilar en niños con retardo en el crecimiento suplementados durante 24 semanas?
4. ¿En qué magnitud la suplementación con macronutrientes y micronutrientes esenciales modifica la composición corporal de niños con retardo en el crecimiento suplementados durante 24 semanas?

IV. JUSTIFICACIÓN

Los cambios metabólicos de los niños con desnutrición crónica, no sólo se reflejan en la disminución del crecimiento longitudinal, también afectan la formación de masa grasa y muscular, la vulnerabilidad del organismo a diversas infecciones, disminuye el desarrollo cognitivo e incrementa la probabilidad de padecer enfermedades metabólicas en la etapa adulta.

Por esta razón la OMS/OPS en mayo del 2012, adoptó la resolución WHA 65.5 que respalda el Plan Integral de Implementación de Nutrición Materno-infantil, que incluye entre sus objetivos mundiales para 2025: 40% de reducción en retardo en el crecimiento infantil y 0% de aumento en el sobrepeso infantil. En dicha resolución los países miembros de la Asamblea se comprometieron a fortalecer y desarrollar políticas nutricionales que aborden integralmente la doble carga de la desnutrición e incluir acciones nutricionales en la política general de salud y desarrollo de sus países, siendo una de ellas la suplementación directa (91); estrategia que ha disminuido los efectos adversos del retardo en el crecimiento. Para valorar el efecto de la formulación, administración y dosificación, se debe evaluar el impacto que tiene en el estado nutricional, en la velocidad de crecimiento y en la formación diferenciada de tejido magro y graso en una temporalidad definida; con una población específica y con un grupo de comparación para evaluar sus efectos.

Lo que permitirá que a futuro se puedan formular suplementos con nutrientes que tengan un efecto positivo en niños de edad preescolar y posterior; que no solo cubran sus necesidades calóricas, si no que promueva la formación de tejido muscular y óseo, sin que se favorezca la adiposidad.

V. HIPÓTESIS

La suplementación con macronutrientes y micronutrientes esenciales disminuye las prevalencias de retardo en el crecimiento e incrementa la velocidad de crecimiento en niños suplementados durante 24 semanas.

La suplementación con macronutrientes y micronutrientes esenciales incrementa la talla, CMB, CC, PCT y altura de rodilla en niños con retardo en el crecimiento suplementados durante 24 semanas.

La suplementación con macronutrientes y micronutrientes esenciales incrementa la concentración de hemoglobina capilar en niños con retardo en el crecimiento suplementados durante 24 semanas.

La suplementación con macronutrientes y micronutrientes esenciales modifica la composición corporal de niños con retardo en el crecimiento suplementados durante 24 semanas, favoreciendo el aumento del compartimento graso en comparación del magro.

VI. OBJETIVOS

6.1 Objetivo General:

Evaluar los efectos de la suplementación con nutrientes esenciales en la velocidad de crecimiento y modificación de la composición corporal de niños con retardo en el crecimiento del estado de Hidalgo.

6.2 Objetivos Específicos

1. Evaluar el estado nutricional de la población seleccionada para identificar a los niños con retardo en el crecimiento por medio de indicadores antropométricos, bioquímicos y dietéticos.
2. Analizar el crecimiento, la ganancia de masa grasa y magra en los niños con suplementación y el grupo de comparación.
3. Comparar el efecto a las 24 semanas de intervención, en el estado nutricional, el crecimiento, modificación de los compartimentos graso y magro, concentración de hemoglobina capilar en los niños con suplementación y el grupo de comparación.

VII. MATERIAL Y METODOS

7.1 Tipo de estudio

Se realizó un ensayo comunitario controlado no aleatorizado.

7.2 Población de estudio

Se incluyeron niños menores 5 años de edad con retardo en el crecimiento, que se ubicaron en un valor de -1 a -3.5 puntaje Z del indicador talla para la edad (T/E), de acuerdo con lo establecido por la OMS, de 11 localidades marginadas o indígenas y habitantes del municipio de Huehuetla, estado de Hidalgo, México.

Criterios de inclusión

1. Niños menores de 5 años de edad que al momento de realizar el diagnóstico inicial presentaron retardo en el crecimiento (< 1 puntajes Z T/E).
2. Todos aquellos niños cuyos padres o tutores firmaron el consentimiento de participación del estudio.
3. Los niños con residencia permanentemente en la localidad y que tenían planeado estar disponibles durante el período de estudio.

Criterios de exclusión

Todos aquellos niños con:

1. Enfermedad infecto-contagiosa de origen viral: sarampión, rubéola, varicela, herpes, hepatitis, VIH.
2. Algún tipo de discapacidad física o intelectual.
3. Enfermedades crónicas con requerimiento de atención médica frecuente: diabetes, insuficiencia renal, cardiopatías, etc.
4. Antecedentes de alergia alimentaria a los cacahuates o lactosa.
5. Alteraciones de la coagulación e hipotiroidismo.

Criterios de eliminación

1. Todos aquellos niños con enfermedades graves que requirieron hospitalización y se ausentaron del proyecto por más de 2 semanas.
2. Abandono del proyecto por cualquier causa del niño o la madre.

7.3 Tamaño de la muestra

7.3.1 Cálculo con base en la prevalencia de retardo en el crecimiento

Se calculó el tamaño de muestra utilizando una fórmula para comparar proporciones. Se estimó que al final del período de suplementación la frecuencia de desmedro en el grupo de niños con intervención se reduciría a 30%, con base en estudios de suplementación en poblaciones rurales. (67)

Se utilizó la fórmula siguiente:

$$n = ((p_1(1-p_1) + p_2(1-p_2) / (p_1-p_2)^2) * f(\alpha, \beta))$$

en donde:

n= es el tamaño de muestra para cada grupo

p1: es la proporción de niños menores de 3 años con retardo es en crecimiento (30%)

p2: es la diferencia de la proporción esperada después de la intervención (10%)

α : Nivel de significancia (5%)

β : Poder de prueba (90%)

f: valor calculado a partir de α y β (10.5)

$$n = ((.3 (1-.3) + .1 (1-.1) / (.3 -.1)^2) * (10.5))$$

Obteniendo un tamaño de muestra de **38 niños por grupo de estudio.**

7.4 Técnicas y procedimientos de la intervención

1. Asignación no aleatoria de grupos de intervención

De acuerdo al diseño cuasi-experimental de este ensayo comunitario, se asignó la intervención en comunidades, y no en individuos. Se eligieron 11 comunidades del municipio de Huehuetla Hidalgo, beneficiarias del programa PROSPERA para realizar la medición censal e identificar a la población con retardo en el crecimiento. Posterior al censo de peso y talla se asignaron las comunidades en dos grupos. El grupo experimental fue denominado “suplementado” debido a que las comunidades asignadas recibieron además del apoyo del programa alimentario, el suplemento VITALAC® en su versión de 50 gr, y estuvo conformado por 41 niños de las comunidades: San Antonio, Barrio Aztlán, San Clemente, San Gregorio, Huehuetla y Santa Inés. El grupo de comparación no recibió ningún alimento extra al proporcionado por su programa alimentario (PROSPERA), y estuvo conformado por 43 niños de las comunidades Acuatla, San Ambrosio, San Esteban, Juntas Chicas y San Lorenzo.

2. Estrato socioeconómico

La información del estrato socioeconómico de las familias se obtuvo por medio de un cuestionario validado por el CONEVAL (Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social) (92) (Anexo 1). El cuestionario se aplicó únicamente al inicio de la intervención.

3. Indicadores patológicos y de morbilidad

En cada uno de los niños se realizó un registro quincenal de la frecuencia e intensidad de las infecciones respiratorias (IRAS) y de las enfermedades diarreicas agudas (EDAS), así como de la atención recibida. Posterior a la capacitación de la madre y/o cuidador, se entregó un formato de reporte de llenado diario para EDA e IRAS, solicitándole que además incluyera la atención recibida. Dicho formato se recopilaba en las casas de los niños por el encuestador de campo cada 2 semanas (Anexo 2).

4. Evaluación antropométrica

Se evaluó mediante técnicas antropométricas (93) con el personal capacitado y estandarizado con una frecuencia posterior de la primera medición de cada 4 semanas. Los datos obtenidos se registraron en el formato de control antropométrico (94) Se midió peso, talla, circunferencia de

cintura (CC), altura de rodilla, circunferencia media de brazo (CMB), pliegue cutáneo tricípital (PCT) y porcentaje de masa magra y grasa. Se utilizó equipo estandarizado y calibrado, (Anexo 2).

Se evaluó la CC con una cinta métrica no distensible de fijación automática (SECA®, modelo 201) escala de 0 a 150 cm y con precisión de 1mm, realizando la medición por sobre el reborde de la cresta ilíaca, pasando por el ombligo. Los datos se compararon con patrones de referencias con un indicador de riesgo \geq percentil 75 para edad y sexo. (95)

Se midió la altura de rodilla con un antropómetro de huesos largos marca Lafayette® de 60 cm, esta medición corresponde a la distancia entre el talón y la parte más alta de la articulación de la rodilla, por la parte externa. La CMB se midió con una cinta métrica no distensible de fijación automática (SECA®, modelo 201) escala de 0 a 150 cm y con precisión de 1 mm, se realizó en el brazo derecho descubierto por el máximo perímetro del brazo a nivel del punto medio de la marca acromial-radial con el codo extendido y los músculos relajados.

El PCT se midió utilizando un plicómetro marca LANGE®, apertura de 70 mm y precisión de 1 mm, se identificó el pliegue de la piel sobre la cara posterior del brazo a nivel del músculo tríceps, identificando el punto medio existente entre la saliente ósea del acromion y el olecranon a lo largo de la lateral del brazo no dominante, se dejó caer el brazo y se midió el pliegue tricípital en el punto medio del brazo.

Los compartimentos de grasa, músculo y agua se determinaron al inicio de la intervención y al final de las 24 semanas, con un analizador de composición corporal por el método de análisis de impedancia bioeléctrica (BIA, por sus siglas en inglés), marca INBODY 230®, siguiendo los procedimientos que indica el fabricante. Se consideró en riesgo a los niños que presentaron un porcentaje de grasa ≥ 25 y ≥ 30 en niñas.

El peso se midió con una báscula portátil marca TANITA® modelo Bf-689 con capacidad de 150 kg y precisión de 100g. La talla se midió con un estadiómetro portátil marca SECA® modelo 213, con precisión de 1 mm y con capacidad de 2.20 metros. Con las mediciones de peso y talla se determinó los puntajes Z del IMC; el IMC se calculó utilizando la fórmula de: peso (kg)/talla (m)²; el bajo peso se definió con un valor de puntaje Z para el indicador de IMC < -2 , de -2 a 1 con peso normal, 1 a 2 con sobrepeso y > 2 con obesidad. (35) El peso y la talla se midieron cada 4 semanas.

Para evaluar crecimiento se utilizó el indicador talla/edad (T/E), un valor < -3 puntaje Z se consideró talla baja severa, < -2 Z talla baja, -2 a 2 Z talla normal y > 3 Z talla muy alta. Los puntajes Z se

calcularon en el programa OMS Anthro y OMS AnthroPlus. Todas las mediciones se registraron en el formato de antropometría (Anexo 3). El retardo en el crecimiento se diagnosticó en niños con un puntaje Z de T/E < -1.5.

5. Evaluación dietética

Para evaluar el consumo de energía, proteínas, lípidos, vitaminas y minerales se aplicó un recordatorio de 24 horas (R24). Personal calificado y previamente capacitado (nutriólogos), realizaron la entrevista estructurada a la madre del niño(a) seleccionado, o bien a la persona responsable de su alimentación, citándolas en las escuelas participantes. La aplicación de los R24 fue de manera convencional preguntando en castellano o en su lengua materna (utilizando un traductor) lo consumido por los niños en el día previo a la entrevista, se preguntaron horarios y porciones de cada alimento (96). Para incrementar la precisión en la cantidad consumida, su aplicación se apoyó con un manual de fotografías de alimentos equivalentes utilizado en estudios anteriores (97) anotando las porciones de alimentos por pieza (pequeña, mediana, grande, y muy grande) o bien por equivalentes (0.5, 1, 1.5 y 2 equivalentes) tomando como referencia el Sistema Mexicano de Alimentos Equivalentes. Además, se mostró al entrevistado(a) un set de medidas o utensilios que consistía en 1) cuchara cafetera, 2) cuchara sopera, 3) plato pastelero, 4) plato sobero, 5) plato extendido, 6) vaso y 7) taza, que permitía dimensionar las porciones de las fotografías, así como registrar el volumen de los alimentos no contenidos en el listado o en el manual fotográfico de alimentos equivalentes. La información recabada se capturó en un software interactivo y especializado para el análisis de Recordatorios de 24 horas (ASA24) en su versión para niños (Kids 2016). Este programa, fue diseñado y validado por el Instituto Nacional del Cáncer en Estados Unidos y arroja información específica para el cálculo del índice de alimentación saludable (HEI-2010). (98)

6. Evaluación del crecimiento lineal

El crecimiento de recuperación según la recomendación de la OMS se basa en la evaluación de dos criterios que comparan la altura del niño con los criterios de la población de referencia de la OMS (50, 99), el criterio absoluto y el relativo.

El criterio absoluto o HAD (*Height-for Age Diference*) se expresa en cm, se define como la disminución del déficit absoluto de la altura entre el individuo o la población y el promedio de referencia de la población sana en relación con el tiempo y la recuperación ocurre si la diferencia de altura por edad disminuye. (100):

HAD= Talla de la población de referencia en cm – talla de la población de estudio en cm

El criterio de recuperación de HAD es la diferencia o delta del HAD final menos el HAD inicial:

HAD de recuperación= HAD final – HAD inicial

El criterio relativo o puntajes Z T/E se mide en desviaciones estándar de la distribución de referencia de T/E y evalúa el déficit a cualquier edad en relación con la distribución de altura de la población sana de referencia a esa edad, este criterio fue calculado con los programas OMS Anthro y OMS AnthroPlus; el criterio de recuperación puntaje Z T/E es la diferencia o delta del puntaje Z T/E final – puntaje Z T/E inicial:

Puntaje Z T/E de recuperación = puntaje Z T/E final – puntaje Z T/E inicial

7. Evaluación de la velocidad de crecimiento

En general, la velocidad de crecimiento es el cambio del valor en cm o puntaje Z sobre un período de tiempo (101). En este caso el cálculo de velocidad de crecimiento fue:

Velocidad de crecimiento= Δ puntaje Z /tiempo

En donde delta (Δ) es la diferencia de puntaje Z T/E y el tiempo se refiere a los días de evaluación entre las mediciones.

Se realizó el cálculo de velocidad de crecimiento a las 4, 8, 16, 20 y 24 semanas de evaluación, para posteriormente definir la aceleración de la velocidad de crecimiento:

Aceleración= velocidad de crecimiento (f) – velocidad de crecimiento (i)/tiempo

En donde velocidad de crecimiento (f) se refiere a la velocidad final y velocidad de crecimiento (i) se refiere a la velocidad de crecimiento inicial, la aceleración se refiere a la diferencia de la velocidad final menos la velocidad inicial sobre el tiempo al cuadrado, en este caso entre las semanas de evaluación.

8. Evaluación bioquímica de anemia.

Para diagnosticar anemia se tomó una muestra de sangre capilar del dedo anular para determinar la concentración de hemoglobina utilizando un fotómetro portátil (HemoCue®) según las recomendaciones del fabricante. Se clasificó la anemia con los puntos de cohorte que propone la OMS, para niños de 6-59 meses Hb <110 g/L y de ≤ 11.5 g/dL en los niños de 5-11 años (102); no

se realizó el ajuste del valor de Hb debido a que todas las localidades donde se realizó el estudio tenían altitudes inferiores a los 1000 metros sobre el nivel del mar (msnm). Esta medición se llevó a cabo en dos momentos de la intervención, una al principio para diagnosticar en nivel de Hb basal y una última para evaluar los efectos de la suplementación (103). Los resultados y se registraron en el formato correspondiente al control antropométrico (Anexo 3).

9. Evaluación del apego a la suplementación

La adherencia a la suplementación se realizó únicamente en los niños del grupo suplementado, debido a que no se interfirió con la dinámica normalizada de la suplementación proporcionada en el grupo de comparación.

Se midió en relación con los gramos consumidos de suplemento por cada niño. Posterior a la medición basal y en cada seguimiento de indicadores antropométricos, el equipo de investigación realizó una reunión con el personal administrativo y madres de familia de cada institución, se entregaron 15 dosis de suplemento, un recipiente y una cuchara por cada niño en suplementación, se informó que tanto personal de la escuela como la madre de familia serían responsables de que cada niño consumiera del suplemento. De lunes a viernes fue entregado por el personal de la escuela un sobre a cada niño para consumirlo durante el recreo en el comedor de la escuela, el empaque vacío o con sobrante fue resguardado en la bolsa membretada con el nombre del niño en la dirección; para los fines de semana y días de descanso general fue entregado el sobre a la madre de familia para que ella diera directamente el sobre con suplemento a su hijo. Todos los días lunes el personal de la escuela y madres entregaban en la dirección los sobres vacíos y con sobrante, para que finalmente cada 2 semanas el equipo de investigación recogiera los sobres consumidos y entregará la siguiente dosis de 15 días. Antes de cada entrega, el paquete con 15 sobres llenos fue pesado y registrado en el formato de adherencia (Anexo 5), posterior a los 15 días de suplementación se registraba el peso total de los sobres vacíos entregados al equipo de investigación; el formato de adherencia además contenía el lapso de suplementación, nombre de la persona encargada de dar el sobre de suplemento y las causas de la falta de consumo. El cálculo de la adherencia diaria de consumo se realizó con la diferencia en gramos entregada menos los gramos recibidos por cada niño y dividido entre el número de días de suplementación por visita quincenal.

7.5 Diseño de la intervención

1. Se estableció como población objetivo a todos los niños ≤ 5 años pertenecientes a las comunidades indígenas y más marginadas del municipio de Huehuetla, Hidalgo (de acuerdo con los registros y estadísticas brindadas por el municipio y el sistema DIF); se tomaron en cuenta a todos los niños inscritos en nivel preescolar de planteles educativos en su modalidad general, indígena y CONAFE, beneficiarios del programa alimentario PROSPERA.
2. En colaboración a las actividades del sistema DIF municipal, se realizó la medición de peso y talla de 483 niños inscritos en planteles de nivel preescolar de las comunidades de Acuautila, Barrio Aztlán, Huehuetla, Juntas Chicas, San Ambrosio, San Antonio, San Clemente, San Esteban, San Gregorio, San Lorenzo y Santa Inés.
3. Posterior a las mediciones se realizó el cálculo de puntaje Z de los indicadores P/E y T/E con el programa OMS Anthro y OMS Anthro Plus para la evaluación del estado de nutrición de acuerdo a lo establecido por la OMS (49). Se identificaron a 107 niños con un puntaje $Z \leq -1.0$ de T/E, es decir con retardo en el crecimiento.
4. De acuerdo a la identificación de casos de retardo en el crecimiento, se realizó la invitación a las madres de familia y al personal académico y administrativo de los planteles educativos para formar parte de la investigación. Se leyó y explicó la carta de consentimiento informado y todos los procedimientos a los que sus hijos o alumnos serían sometidos, para posteriormente invitarlos a firmarlo siempre y cuando estuvieran de acuerdo que sus hijos formarán parte de la investigación. Del total de madres invitadas 85 firmaron y aceptaron que sus hijos participarán.
5. Se realizó la asignación no aleatoria para formar los grupos de intervención, el primero fue denominado “grupo de suplementación”, al cual se le proporcionó el producto VITALAC® (Breedlove Foods, Inc); las características de cada suplemento se encuentran en la tabla 13. El grupo de comparación no tuvo ningún tipo de intervención alimentaria extra al programa PROSPERA (NUTRISANO®)². Inicialmente el grupo de suplementación estuvo conformado por 42 niños y el grupo de comparación por 43 niños.

² Suplemento formulado por el Instituto de salud Pública de la Secretaría de Salud, dirigido únicamente a la población rural; como parte del programa de inclusión social PROSPERA, dentro de la estrategia Integral de Atención a la Nutrición (EsIAN)

6. El mes de inicio de la investigación coincidió con la campaña de desparasitación semestral dentro de las actividades de los planteles educativos con apoyo del centro de salud de cada comunidad, todos los niños fueron desparasitados sin importar el grupo de asignación de la intervención.
7. Posterior a la asignación y a la firma de consentimiento informado, se realizó la primera medición que consistió en la evaluación sociodemográfica, evaluación antropométrica, dietética y análisis de composición corporal y la medición de hemoglobina capilar en g/dL.
8. En los planteles educativo se llevó a cabo una reunión de capacitación, para explicar la forma del seguimiento en relación con la adherencia y entrega del producto para los niños. Se entregaron el formato de adherencia y los primeros 15 sobres de suplemento por cada niño, en ese momento una madre de familia decidió cambiar a su hijo de grupo de investigación, pero permitió la evaluación y seguimiento; al final de la primera medición los grupos se conformaron de 44 para el grupo de comparación y 41 para el grupo suplementado.
9. Se realizaron 5 seguimientos posteriores a la medición basal, los cuales consistieron en la medición de los indicadores antropométricos en ambos grupos, y en el grupo suplementado se evaluó además la adherencia al tratamiento diario en visitas quincenales en el plantel educativo y en cada casa si fuera el caso de ausencia escolar.
10. Durante el último seguimiento se realizaron además de las mediciones antropométricas de peso, talla, CC, CMB, PCT y AR, mediciones por segunda vez de la composición corporal y de hemoglobina capilar.
11. Por cada medición de indicadores se calcularon los puntajes Z de T/E y P/E de acuerdo a lo establecido por la OMS, en los programas OMS Anthro y OMS Anthroplus, se calculó la adherencia en gramos diarios de acuerdo a los registros quincenales.
12. Todos los datos obtenidos fueron sometidos a pruebas estadísticas con el programa SPSS V. 21, para calcular los resultados de la investigación.

En la figura 4 se describe el diseño de la intervención.

Tabla 13. Descripción de nutrientes a suplementar en cada uno de los grupos de intervención.

Características	Vitalac® (50 gr)	Nutrisano (40 gr)
Calorías (Kcal)	265	194
Proteína (g)	10	5.8
Grasa Total (g)	10.25	6.6
Omega 3 (g)	0.65	---
Omega 6 (g)		---
Carbohidratos (g)	33.25	27.9
Fibra (g)	2.5	---
Azúcares (g)		---
Histidina (mg)	16.6	---
Isoleucina (mg)	41.6	---
Leucina (mg)	82.4	---
Lisina (mg)	57.6	---
Treonina (mg)	38	---
Triptófano (mg)	12.6	---
Valina (mg)	45.4	---
Vitamina A µg	200	400
Vitamina C (mg)	30	50.0
Vitamina D µg	4.5	---
Vitamina E (mg)	3	6.0
Vitamina K (µg)	4	---
Tiamina (mg)	0.3	0.8
Riboflavina (mg)	0.4	---
Niacina (mg)	4	---
Piridoxina (mg)	0.28	---
Folato (µg)	80	50
B12	0.5	0.7
Ác. Pantoténico (mg)	1.6	---
Biotina (µg)	12	---
Calcio (mg)	90	---
Cobre (µg)	0.18	---
Yodo (µg)	80	---
Hierro (mg)	5	10
Magnesio (mg)	14	---
Fósforo (mg)	90	---
Selenio (µg)	9	---
Zinc (mg)	4.4	10
Potasio (mg)	0.14	---
Sodio (mg)	< 58	24.5
% Adecuación para niños < 5 años.		
Energía	23	14.91
Proteínas	77	11.87

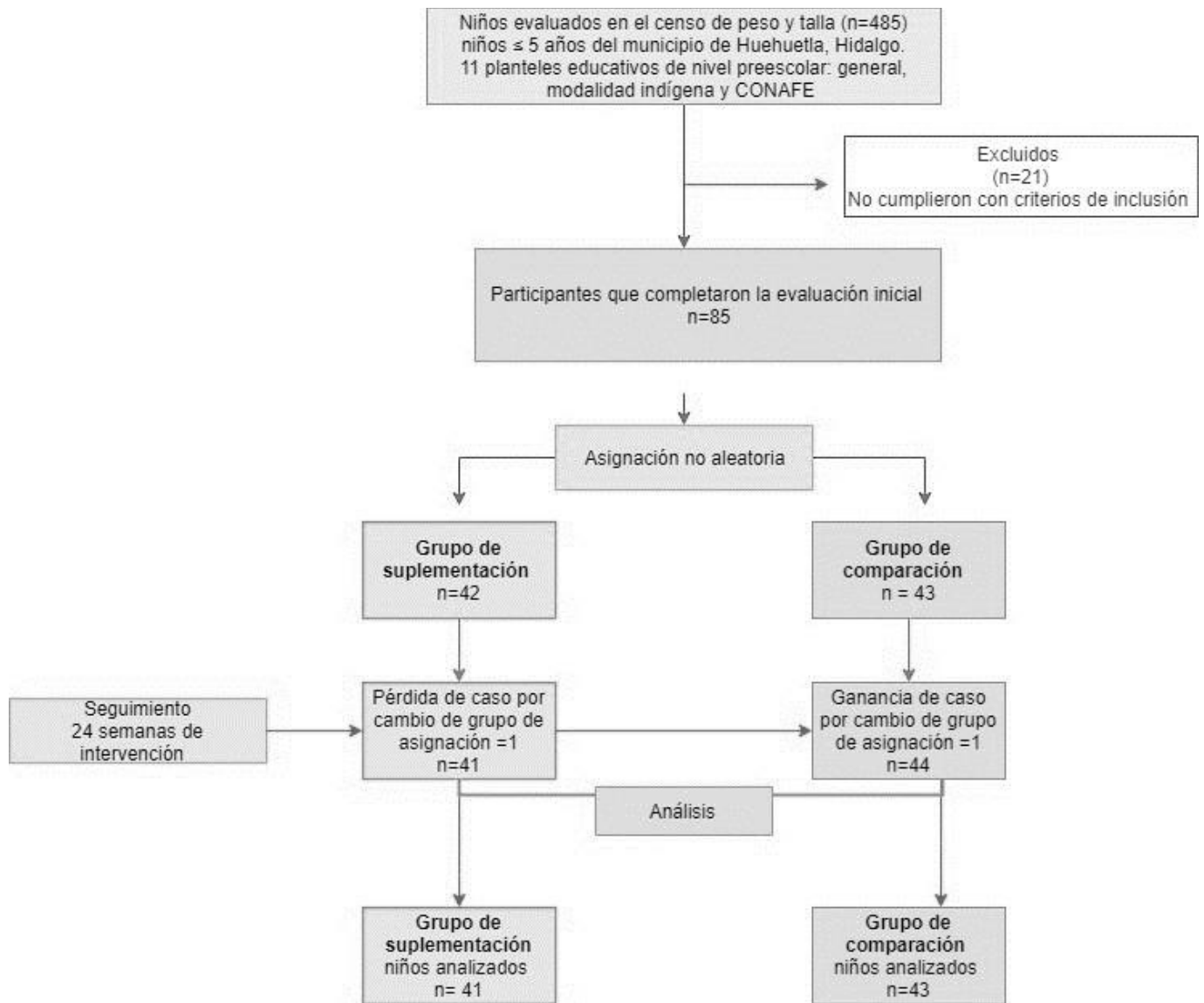


Figura 4. Diseño de la intervención.

7.6 Análisis estadístico

Los datos de esta investigación fueron codificados y procesados en el programa SPSS versión 21; para verificar que los datos presentaron una distribución normal se realizó la prueba de Shapiro-Wilk; para todas las características generales de cada grupo se utilizaron medidas de tendencia central y de dispersión (media aritmética y desviación estándar); para comprobar las diferencias entre las medias de los dos grupos con distribución normal y varianzas homogéneas se aplicó la prueba de hipótesis T- Student y cuando los datos no siguieron una distribución normal se utilizó el test de U de Mann-Whitney; para las diferencias entre la proporción de los grupos se aplicó la prueba de Chi- Cuadrada; para establecer la asociación entre dos variables se utilizó la correlación de Spearman al no cumplirse el supuesto de la distribución normal; la relación entre la variable de adherencia en gramos y la variable dependiente (velocidad media en puntaje Z /día) se utilizó la prueba de regresión lineal simple y finalmente para predecir el cambio de puntaje Z ajustado por la adherencia en gramos del suplemento se realizó un modelo de ecuaciones generales. Se aceptaron los valores de probabilidad menor a 0.05 como significativos.

7.7 Aspectos éticos

El Comité de Ética e Investigación del Instituto de Ciencias de la Salud de la UAEH autorizó el proyecto “Efecto de la suplementación con nutrientes esenciales en la velocidad de crecimiento y ganancia de grasa en niños preescolares mexicanos con retardo en el crecimiento” folio 051 (Anexo A). Se tomaron en cuenta los aspectos éticos establecidos en el capítulo I, artículos 13 al 27 y capítulo III, los artículos 34 al 39 del Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud (104), y la declaración de Helsinky (105). La clasificación del riesgo del estudio es mínima de acuerdo a lo establecido en el reglamento de la ley general de salud en materia de investigación de acuerdo al inciso II artículo 17.(104)

Se contó con la aprobación de las autoridades educativas y del municipio de Huehuetla, así como con el consentimiento informado de los padres de familia (Anexo A). Se comunicó a los padres de familia de los escolares en qué consistiría el estudio, la confidencialidad de los datos, el beneficio y los riesgos que implicaba su participación y la de su hijo, y si estaban de acuerdo en su participación y la del niño. Los sujetos estuvieron en todo momento en posibilidad de rehusarse a continuar con el estudio sin tener que dar explicación.

Los niños del grupo de comparación fueron suplementados con VITALAC ® por un periodo de 2 meses una vez que el estudio concluyó, con el fin de contribuir en su crecimiento, tal como se hizo en el grupo de intervención.

VIII. RESULTADOS

8.1 Características de la población de estudio

La identificación de los niños con retardo en el crecimiento se realizó con un censo de peso y talla en la población escolarizada menor de 5 años del municipio de Huehuetla, Hidalgo (figura 5). Los niños pertenecían a localidades indígenas o de alta marginación, se evaluaron a 483 niños, estudiantes inscritos en 12 planteles de nivel preescolar del municipio (3 planteles generales, 7 planteles de modalidad indígena y 2 CONAFE).

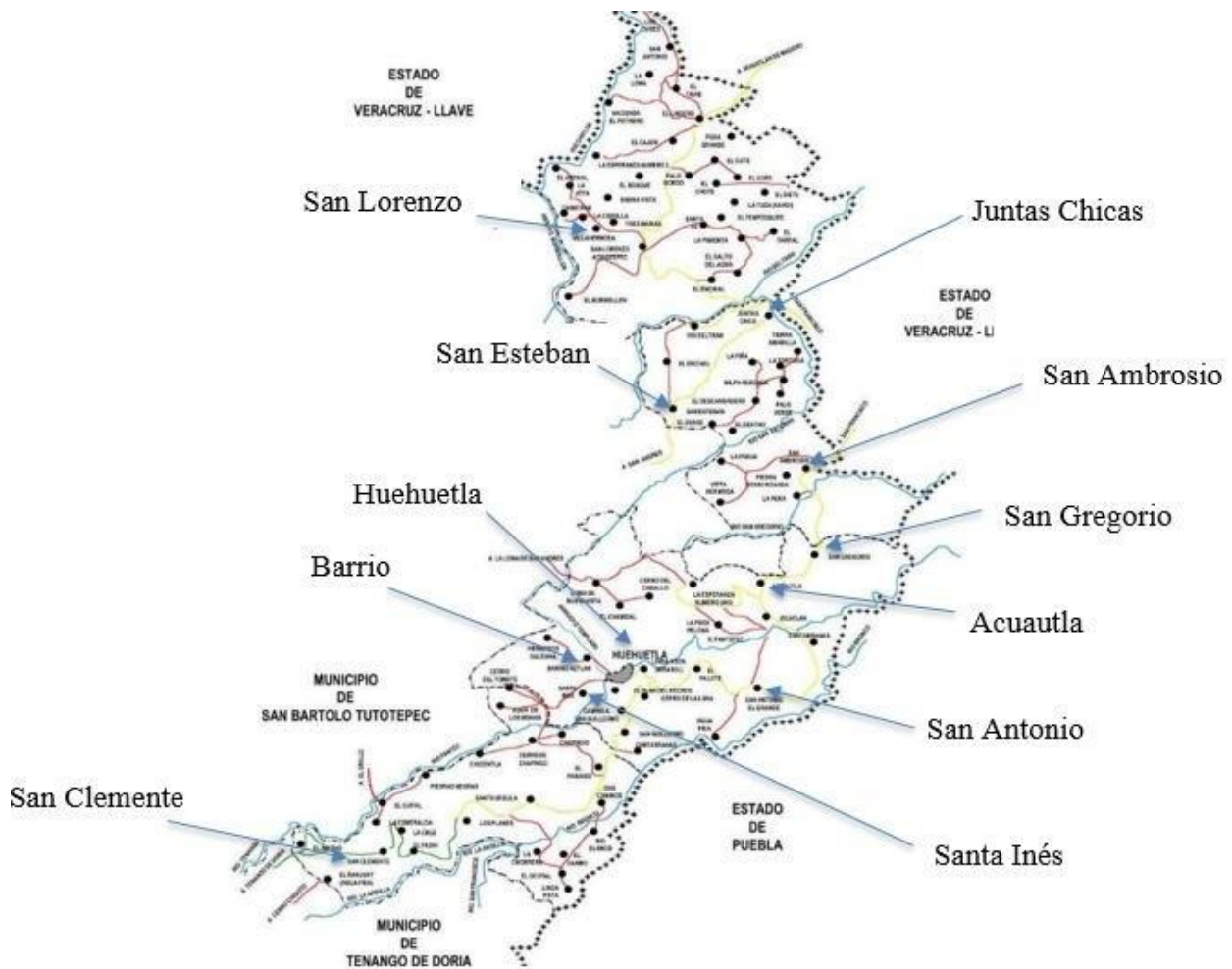


Figura 5. Localidades a las que pertenecen los niños evaluados en el censo de peso y talla, Huehuetla, Hidalgo.

En la Tabla 14 se presentan las características generales de la población evaluada, el 53.6% fueron niños (259) y el 46.4 % (224) niñas, en la tabla se incluye el total de niños por localidad; las comunidades con mayor número de niños evaluados fueron San Lorenzo (zona norte de Huehuetla) y San Antonio (zona centro de Huehuetla), comunidades con la mayor extensión territorial y mayor densidad poblacional.

Tabla 14. Características por sexo y localidad de niños evaluados en el censo de peso y talla, Huehuetla, Hidalgo.

	Población (n=483)	
	N	%
Sexo		
Masculino	259	53.6
Femenino	224	46.4
Localidad		
Acuautla	23	4.8
Barrio Aztlán	26	5.4
Huehuetla	44	9.1
Juntas Chicas	33	6.8
San Ambrosio	36	7.5
San Antonio	70	14.5
San Clemente	54	11.2
San Esteban	65	13.5
San Gregorio	43	8.9
San Lorenzo	72	14.9
Santa Inés	17	3.5

8.2 Características antropométricas de niños evaluados en el censo de peso y talla; de Huehuetla, Hidalgo.

En la Tabla 15 se presentan los indicadores antropométricos del total de niños evaluados en el censo de peso y talla; la edad promedio fue de 62.4 ± 10.1 meses, el peso de 17.9 ± 3.2 kg, talla de 106.5 ± 6.4 cm, T/E -0.89 ± 0.85 puntaje Z para el indicador IMC/E de 0.244 ± 1.0 puntaje Z. No se presentaron diferencias en los porcentajes de grasa corporal por sexo, todos los niños presentaron un valor promedio de 22.7%. Los promedios de z de T/E y P/E fueron negativos, el primer indicador cercano a -1.0 z; en contraste el z de IMC fue positivo.

Tabla 15. Características antropométricas de niños evaluados en el censo de peso y talla; de Huehuetla, Hidalgo.

	Niños n= 259	Niñas n= 224	Total n= 483
	Valores \pmDE		
Edad (meses)	62.4 \pm 101.1	61.63 \pm 9.7	62.04 \pm 9.9
Peso (kg)	18.27 \pm 3.3	17.64 \pm 3.1	17.98 \pm 3.26
Talla (cm)	107.05 \pm 6.2	105.80 \pm 6.6	106.4 \pm 6.49
Masa grasa (%)	22.7 \pm 4.8	22.6 \pm 4.3	22.69 \pm 4.5
P/E (puntaje Z)	-0.307 \pm 1.07	-0.392 \pm 0.86	-0.346 \pm 0.98
T/E (puntaje Z)	-0.866 \pm 0.90	-0.919 \pm 0.79	-0.89 \pm 0.85
IMC (puntaje Z)	0.317 \pm 1.12	0.160 \pm 0.96	0.244 \pm 1.05

DE=Desviación Estándar, P/E= peso para la talla, T/E= talla para la edad, IMC= índice de masa corporal.

8.3 Estado de nutrición de niños evaluados en el censo de peso y talla de, Huehuetla, Hidalgo

En la Tabla 16, se muestra la evaluación nutricional de los niños del censo de peso y talla, clasificada por sexo. El puntaje Z de IMC y el puntaje Z T/E se utilizaron para identificar los casos de desnutrición aguda y crónica respectivamente. De acuerdo a la evaluación de IMC/E el 0.2% del total de los niños presentó emaciación, el 1.7% bajo peso, el 79.3 % peso normal y el 18.9% tenía un exceso de peso. De acuerdo al indicador T/E el 22% presentó talla deficiente o retardo en el crecimiento, siendo mayor en las niñas (23.7%).

Los resultados de la evaluación antropométrica en los niños de las 11 localidades evaluadas permitieron identificar a 106 niños con talla insuficiente o retardo en el crecimiento, los cuales fueron considerados para participar en este estudio. Solamente 85 padres o tutores dieron su consentimiento para que sus hijos participaran en la investigación. Estos niños fueron asignados aleatoriamente al grupo de comparación o al grupo suplementado.

Tabla 16. Evaluación del estado nutricional de niños evaluados en el censo de peso y talla Huehuetla, Hidalgo.

	Niños n= 259	Niñas n= 224	Total N=483
	n (%)		
IMC/ Edad (puntaje Z)	0.317 ± 1.12	0.160 ± 0.96	0.317 ± 1.12
Emaciado	0 (0)	1 (0.4)	1 (0.2)
Bajo Peso	3 (1.2)	5 (2.2)	8 (1.7)
Normal	203 (78.4)	180 (80.4)	383 (79)
Riesgo de sobrepeso	31 (12.0)	27 (12.1)	58 (12.0)
Sobrepeso	15 (5.8)	9 (4.0)	24 (5.0)
Obesidad	7 (2.7)	2 (0.9)	9 (1.9)
T/E (puntaje Z)	-0.866 ± 0.90	-0.919 ± 0.79	-0.89 ± 0.85
Talla alta	5 (1.9)	1 (0.4)	6 (1.2)
Normal	200 (77.2)	170 (75.9)	370 (76.8)
Retardo en el crecimiento	54 (20.9)	53 (23.7)	107 (22.0)

Emaciado ≤ -2 puntaje Z, BP= Bajo peso -1.99 a -1.5 zscore, Normal -1.49 a .99 zscore, RSP=Riesgo de Sobrepeso 1 a 1.99, SP= Sobrepeso 2 a 2.99 zscore, Talla normal 2 a -0.99 zscore, Retardo en el crecimiento -1.0 a - ≤ 2.0 puntaje Z.

8.4 Características generales de la población de intervención

En la Tabla 17 se describen las características generales de la población en la que se realizó la intervención (41 niños de grupo suplementado y 44 del grupo de comparación), inicialmente el grupo suplementado estaba conformado por 42 niños y el grupo de comparación por 43 niños, sin embargo, antes de iniciar el tratamiento la madre de un menor se retractó del consumo, pero no abandonó la investigación, por lo que fue incluido en el grupo de comparación.

La edad promedio de los niños al inicio de la intervención fue de 59.7 ± 9.0 meses para el grupo suplementado y 60.5 ± 10.7 meses para el grupo de comparación; las características

antropométricas de peso y talla fueron 15.6 ± 1.8 kg y 101.0 ± 4.2 cm para el grupo suplementado, 15.2 ± 2.0 kg y 100.1 ± 5.5 cm para el grupo de comparación, respectivamente. El puntaje Z de T/E del grupo suplementado fue -1.8 ± 0.18 y -2.09 ± 0.61 para el de comparación; el puntaje Z de IMC fue de -0.44 ± 0.79 para los niños suplementados y -0.14 ± 0.94 para el grupo de comparación.

Al inicio de la intervención la masa grasa en el grupo suplementado fue de 3.4 ± 0.85 kg (21.3 ± 4.4 %) y del grupo de comparación fue de 3.2 ± 0.7 kg (21.3 ± 4.5 %), la masa magra en el grupo suplementado fue de 5.2 ± 0.85 kg y en el grupo de comparación fue de 5.0 ± 1.09 kg; los otros indicadores antropométricos evaluados (circunferencia de cintura, circunferencia de cadera, circunferencia media de brazo, pliegue cutáneo tricípital y altura de rodilla) (tabla 17).

De acuerdo con el recordatorio de 24 horas, la ingesta de energía total fue de 944.6 ± 360.2 Kcal/día en el grupo suplementado y 968 ± 387.7 Kcal/día del grupo de comparación sin mostrar diferencias significativas. El consumo diario de hierro en los dos grupos fue menor al recomendado para su edad y sexo, el grupo suplementado ingirió 5.84 ± 2.7 mg y el grupo de comparación 6.65 ± 3.8 mg.

La concentración de hemoglobina capilar en el grupo de comparación fue de 10.9 ± 1.2 g/dL y de 11.0 ± 1.08 g/dL en el grupo suplementado; destacan las altas prevalencias de anemia en los niños que participaron en el estudio, las cuales superan el 50% en el grupo suplementado y el 60% en el de comparación, donde se incluye la anemia leve y moderada.

De acuerdo a la medición basal ambos grupos no mostraron diferencias significativas en ningún indicador, con valores de P mayores a 0.05.

Tabla 17. Indicadores nutricionales de los niños suplementados y del grupo de comparación del municipio de Huehuetla, Hidalgo.

	Suplementados (n=41)	Comparación (n=44)	P
Valores \pm DE			
Edad (meses)	59.7 \pm 9.0	60.5 \pm 10.7	0.155
Antropométricos			
Peso (kg)	15.6 \pm 1.8	15.2 \pm 2.0	0.331
Talla (cm)	101.0 \pm 4.2	100.1 \pm 5.5	0.917
T/E (puntaje Z)	-1.8 \pm 0.18	-2.09 \pm 0.61	0.331
IMC (puntaje Z)	-0.444 \pm 0.79	-0.141 \pm 0.94	0.613
Grasa corporal (%)	21.34 \pm 4.4	21.39 \pm 4.5	0.960
Masa magra (kg)	5.2 \pm 0.85	5.0 \pm 1.09	0.407
Masa grasa (kg)	3.36 \pm 0.85	3.25 \pm 0.7	0.505
CC (cm)	51.8 \pm 3.3	51.4 \pm 2.9	0.536
CMB (cm)	15.7 \pm 1.2	15.5 \pm 1.18	0.580
PCT (mm)	9.5 \pm 1.6	9.5 \pm 1.7	0.786
AR (cm)	29.1 \pm 1.6	28.5 \pm 1.9	0.147
Dietéticos			
Kcal/24 horas	944.63 \pm 360.2	968 \pm 387.7	0.772
Carbohidratos (g)	127.7 \pm 53.5	136.29 \pm 75.7	0.989
Proteínas (g)	32.1 \pm 15.7	38.84 \pm 21.26	0.199
Lípidos (%/Kcal)	31.2 \pm 6.7	27.5 \pm 8.2	0.009
Hierro (mg)	5.84 \pm 2.7	6.65 \pm 3.8	0.472
Hb (g/dL)	10.9 \pm 1.2	11.0 \pm 1.08	0.776
Sin Anemia n (%)	20 (48.8 %)	17 (39.5 %)	0.346
A. Leve n (%)	8 (19.5 %)	12 (27.9 %)	0.399
A. Moderada n (%)	13 (31.7 %)	14 (32.5%)	0.815

DE=Desviación Estándar, T/E=puntaje Z estatura para la edad, IMC= puntaje Z Índice de Masa corporal para la edad, CC= circunferencia de cintura en cm, CMB= Circunferencia Media de Brazo en cm, PCT= Pliegue Cutáneo Tricipital en mm, AR.= Altura de rodilla en cm, Hb= Hemoglobina en g/dL. Sin anemia= 11 g/dL (menores de 59 meses) y 11.5 g/dL (de 60 meses en adelante); Anemia leve 10 a 10.9 g/dL (menores de 59 meses) y 11 a 11.4 g/dL (de 60 meses en adelante); Anemia moderada 7 a 9 g/dL (menores de 59 meses) y 8 a 19.9 g/dL (de 60 meses en adelante).

8.4.1 Recomendación de ingesta calórica y porcentaje de adecuación de energía y nutrimentos

En la Tabla 18 se presentan los porcentajes de adecuación de la ingesta de energía, hidratos de carbono, proteínas, lípidos y hierro de los niños evaluados. El grupo suplementado tuvo una ingesta del 75.1 ± 0.30 % de energía y el de comparación del 78.6 ± 0.32 %, en comparación con las recomendaciones de la OMS por grupo de edad y sexo, el porcentaje de adecuación para proteínas fue del 61.8 ± 0.60 % para el grupo suplementado y 62.0 ± 0.42 % para el grupo de comparación, el porcentaje de la ingesta de hierro para el grupo suplementado fue del 64.1 ± 0.41 % y del 55.4 ± 0.34 % para el grupo de comparación.

Tabla 18. Recomendación de ingesta calórica y porcentajes de adecuación de energía y nutrimentos en los niños de Huehuetla, Hidalgo; de acuerdo a edad y sexo.

	Suplementados (n=41)	Comparación (n= 44)	P
Valores \pm DE			
Dietéticos			
*Recomendación (Kcal)	1273.1 \pm 146.83	1257.7 \pm 175.7	
Ingesta (Kcal)	944.6 \pm 360.2	968.0 \pm 387.7	0.721
Porcentaje de adecuación			
Energía (%)	75.1 \pm 0.30	78.6 \pm 0.32	0.498
Carbohidratos (%)	125.6 \pm 0.41	124.9 \pm 0.58	0.941
Proteínas (%)	61.8 \pm 0.60	62.0 \pm 0.42	0.963
Lípidos (%)	113.5 \pm 0.25	113.6 \pm 0.31	0.937
Hierro (%)	64.1 \pm 0.41	55.4 \pm 0.34	0.297

DE= Desviación estándar, * Recomendación de ingesta establecida por la OMS para el grupo de edad de 2 a 5 años.

8.5 Evaluación del estado nutricional de la población de intervención

En la Tabla 19 se presentan los diagnósticos nutricionales de todos los niños incluidos en el estudio, de acuerdo al puntaje Z para IMC y T/E en la medición inicial (basal) y en la medición posterior a 24 semanas de seguimiento (final).

De acuerdo con el puntaje Z de IMC inicial, los niños del grupo suplementado presentaron 0% de emaciación, 2.4% bajo peso, 90.2% peso normal, 4.9% riesgo de sobrepeso y 2.4% sobrepeso; en el grupo de comparación en este mismo indicador, 4.7% presentó emaciación, el 86 % peso normal, el 7% riesgo de sobrepeso y el 2.3% sobrepeso. Posterior a las 24 semanas de intervención, del grupo suplementado 0% presentó emaciación, 0% bajo peso, 85.4% peso normal, 12.2% riesgo de sobrepeso y el 2.4% sobrepeso; del grupo de comparación 0% presentó emaciación, 2.3 bajo peso, 79.5% peso normal, 15.9% riesgo de sobrepeso y el 2.3 % sobrepeso.

Al inicio de la intervención, el estado de nutrición de acuerdo al puntaje Z T/E, el 17.1 % del grupo suplementado presentó riesgo de talla baja y el 82.9 % RC; el grupo de comparación para este mismo indicador el 11.4 % presentó riesgo de talla baja y el 88.6 % RC. Posterior a las 24 semanas de intervención, en el grupo suplementado el 2.4% tenía de talla normal, 31.7% riesgo de talla baja, 65.9% RC; del grupo de comparación el 0% presentó de talla normal, 2.3 % de riesgo de talla baja y el 97.7% RC (Tabla 19).

Tabla 19. Evaluación del estado nutricional basal y final de la intervención en niños de Huehuetla, Hidalgo.

	Medición basal		P	Medición final		P
	Suplementado n (%)	Comparación n (%)		Suplementado n (%)	Comparación n (%)	
IMC/ edad (puntaje Z)	-0.44 ± 0.79	-0.141 ± 0.78	0.613	0.22 ± 0.78	0.18 ± 0.83	0.849
Emaciado	0 (0)	2 (4.7)	0.167	0 (0)	0 (0)	0.745
Bajo peso	1 (2.4)	0 (0)	0.297	0 (0)	1 (2.3)	0.332
Normal	37 (90.2)	37 (86.0)	0.398	35 (85.4)	35 (79.5)	0.482
Riesgo de Sobrepeso	2 (4.9)	4 (7.0)	0.449	5 (12.2)	7 (15.9)	0.623
Sobrepeso	1 (2.4)	1 (2.3)	0.960	1 (2.4)	1 (2.3)	0.297
T/E (puntaje Z)	-1.81 ± 0.42	-2.09 ± 0.61	0.331	-1.71 ± 0.44	-2.19 ± 0.59	0.007
Normal	0 (0)	0 (0)	0.745	1 (2.4)	0 (0)	0.297
Riesgo de RC	7 (17.1)	5 (11.4)	0.450	13 (31.7)	1 (2.3)	0.000
Retardo en el crecimiento	34 (82.9)	39 (88.6)	0.571	27 (65.9)	43 (97.7)	0.000

Emaciado ≤ -2 puntaje Z, BP= Bajo peso -1.99 a -1.5 zscore, Normal -1.49 a .99 zscore, RSP=Riesgo de Sobrepeso 1 a 1.99, SP= Sobrepeso 2 a 2.99 zscore, Talla normal 2 a -0.99 zscore, Retardo en el crecimiento (RC) -1.0 a $-\leq 2.0$ puntaje Z.

8.6 Cambios en indicadores antropométricos en el grupo de intervención

En la Tabla 20 se presentan las medias de los indicadores antropométricos al inicio y al final de la intervención en el grupo suplementado y de comparación; el peso, la circunferencia de cintura, circunferencia de cadera, pliegue cutáneo tricipital no muestran diferencias significativas.

La talla del grupo suplementado al inicio de la intervención fue de 101 ± 4.2 cm y después de 24 semanas (final del tratamiento) de 104 ± 4.2 cm, del grupo de comparación la talla inicial fue de 100.0 ± 5.6 cm y la final de 101.95 ± 5.3 cm. La altura de rodilla inicial del grupo suplementado fue de 29.1 ± 1.6 cm y final de 30.64 ± 1.6 cm, el grupo comparación la altura de rodilla inicial fue de 28.4 ± 1.9 cm y final de 29.22 ± 1.8 cm.

La masa grasa inicial del grupo suplementado fue 3.36 ± 0.85 kg (21.34 ± 2.9 %) y al final fue de 3.75 ± 1.09 kg (21.84 ± 4.6 %). La masa grasa inicial del grupo de comparación basal era de 3.25 ± 0.77 kg (21.3 ± 4.5 %) y al final de 3.81 ± 0.93 % kg (23.45 ± 4.7 %). La masa magra inicial del grupo suplementado fue de 5.21 ± 0.85 kg y la final de 5.64 ± 0.91 kg; la masa magra inicial del grupo de comparación fue de 5.03 ± 1.09 kg y la final fue de 5.31 ± 1.08 kg.

La concentración de hemoglobina capilar al final del estudio fue de 11.85 ± 0.82 g/dL en el grupo suplementado y 10.90 ± 0.93 g/dL en el grupo de comparación, el 24.4 % de los niños del grupo suplementado y el 61.4% de los niños del grupo de comparación siguieron presentando anemia leve y moderada después de 24 semana.

Tabla 20. Indicadores antropométricos y bioquímicos de la población de intervención, Huehuetla, Hidalgo.

	Medición basal		P	Medición final		P
	Suplementado	Comparación		Suplementado	Comparación	
	Media ± DE			Media ± DE		
Peso (kg)	15.6 ± 1.79	15.21 ± 2.03	0.311	17.0 ± 2.0	16.3 ± 2.14	0.102
Talla (cm)	101.0 ± 4.2	100.0 ± 5.6	0.565	104.05 ± 4.2	101.9 ± 5.3	0.093
CC (cm)	51.8 ± 3.3	51.4 ± 2.9	0.536	53.1 ± 3.9	51.88 ± 3.01	0.114
CMB (cm)	15.7 ± 1.2	15.5 ± 1.1	0.580	15.8 ± 1.1	15.2 ± 1.2	0.047
PCT (mm)	9.5 ± 1.64	9.5 ± 1.7	0.786	10.34 ± 1.7	9.7 ± 1.7	0.198
AR (cm)	29.1 ± 1.6	28.4 ± 1.9	0.147	30.64 ± 1.6	29.22 ± 1.8	0.001
Masa Grasa (%)	21.3 ± 2.9	21.39 ± 4.5	0.996	21.84 ± 4.6	23.45 ± 4.7	0.116
Masa magra (kg)	5.2 ± 0.85	5.03 ± 1.09	0.407	5.64 ± 0.91	5.31 ± 1.08	0.134
Masa grasa (kg)	3.36 ± 0.85	3.25 ± 0.77	0.505	3.75 ± 1.09	3.81 ± 0.93	0.788
Dx de Anemia n (%)						
Hb (g/dL)	10.9 ± 1.26	11.03 ± 1.08	0.776	11.85 ± 0.82	10.90 ± 0.93	0.000
Sin anemia	20 (48.7)	17 (38.6)	0.346	31 (75.6)	16 (38.6)	0.001
Anemia leve	8 (19.5)	12 (27.3)	0.399	8 (19.5)	8 (18.1)	0.875
Anemia moderada	13 (31.7 %)	15 (34.1)	0.815	2 (4.8)	19 (43.1)	0.000

DE= Desviación Estándar, CC= circunferencia de cintura en cm, CMB= circunferencia media de brazo en cm, PCT= pliegue cutáneo tricipital en cm, AR= altura de rodilla en cm.

En la tabla 21 se muestran de las diferencias de los indicadores antropométricos medidos, desde la inicial hasta la final. La diferencia de puntaje Z de T/E del grupo suplementado fue de 0.108 ± 0.15 y del grupo de comparación -0.096 ± 0.15 . La diferencia de la altura de rodilla del grupo suplementado fue de 1.5 ± 0.60 cm y en el grupo de comparación fue de 0.73 ± 0.41 cm.

La diferencia de talla en el grupo suplemento fue de 3.04 ± 0.76 cm y en el de comparación fue de 1.95 ± 0.63 . La diferencia de masa grasa en el grupo suplementado fue de 0.397 ± 0.60 kg ($0.49 \pm 3.1\%$) y en el de comparación de 0.563 ± 0.41 kg ($2.05 \pm 2.4\%$). La diferencia de masa magra en el grupo suplementado fue de 0.429 ± 0.77 kg y del grupo de comparación fue 0.277 ± 0.25

Tabla 21. Delta en los indicadores antropométricos, en tejido magro y graso en niños intervenidos de Huehuetla, Hidalgo.

	Suplementado	Comparación	P
	(n=41)	(n=43)	
	Valores \pm DE		
T/E (puntaje Z)	0.108 ± 0.15	-0.096 ± 0.15	0.000
AR (cm)	1.5 ± 0.60	0.73 ± 0.41	0.000
Talla (cm)	3.04 ± 0.76	1.95 ± 0.63	0.000
Masa grasa (%)	0.495 ± 3.1	2.05 ± 2.4	0.005
Masa magra (kg)	0.429 ± 0.77	0.277 ± 0.25	0.000
Masa grasa (kg)	0.397 ± 0.60	0.563 ± 0.41	0.048

DE= Desviación Estándar. Los valores representan las medias de los deltas de cada indicador (valor final – valor inicial), T/E= talla para la edad en puntaje Z, AR= altura de rodilla.

En la tabla 22 se muestran las deltas del indicador T/E del grupo suplementado y del grupo de comparación en cada una de las mediciones realizadas (cada 4 semanas), la diferencia en puntaje Z en las primeras 4 deltas las diferencias del grupo suplementado son positivas, es decir que se mantuvo un incremento durante cada mes de suplementación; a diferencia en el grupo de comparación las deltas se mostraron negativas, es decir, que el puntaje Z de T/E disminuyó en este grupo. Se muestra además la delta final en cada grupo, en el grupo suplementado fue de $0.108 \pm 0.15 \Delta$ T/E y del grupo de comparación fue de $-0.0961 \pm 0.15 \Delta$ T/E, con una diferencia estadísticamente significativa

Tabla 22. Delta puntaje Z T/E en niños intervenidos de Huehuetla, Hidalgo.

Delta	Suplementado	Comparación	P
	(n=41)	(n=43)	
	(Puntaje Z T/E)		
Δ S4	0.04171 \pm 0.10	-0.0118 \pm 0.08	0.011
Δ S8	0.0112 \pm 0.09	0.0104 \pm 0.09	0.971
Δ S12	0.0207 \pm 0.08	-0.0109 \pm 0.08	0.016
Δ S16	0.0365 \pm 0.07	-0.0638 \pm 0.05	0.000
Δ S20	-0.0022 \pm 0.07	-0.02 \pm 0.07	0.047
Δ S24	0.108 \pm 0.15	-0.0961 \pm 0.15	0.000

S= semana.

8.7 Curva de crecimiento en el grupo de intervención

En las siguientes figuras (de la 6 a la 9), se muestra la curva de crecimiento de los grupos de intervención por sexo, las gráficas incluyen el puntaje Z de T/E de cada grupo y la diferencia en cm de la medición basal y al final de las 24 semanas de intervención. Se incluyen también las curvas de referencia establecidas por la OMS del puntaje Z 0, -2 y -3, con las diferencias en cm, que representan el crecimiento en datos crudos de la población de sana de referencia. Las curvas de crecimiento de cada uno de los niños de la investigación se encuentran en el Anexo 6.

En la figura 6 se presenta la curva de crecimiento de los niños del sexo masculino suplementados, los cuales tuvieron un 74.2% de adherencia al tratamiento, su puntaje Z de T/E inicial fue de -1.92 ± 0.39 y al final del tratamiento fue de -1.79 ± 0.49 puntaje Z de T/E, con una diferencia en cm de 2.97 ± 0.64 cm. La diferencia en cm del puntaje Z 0 del patrón de crecimiento de la OMS para este grupo de edad es de 2.9 cm, y de 2.7 cm para el puntaje Z -2. El crecimiento de los niños suplementados fue mayor al patrón de crecimiento OMS del puntaje Z -2 y 0.

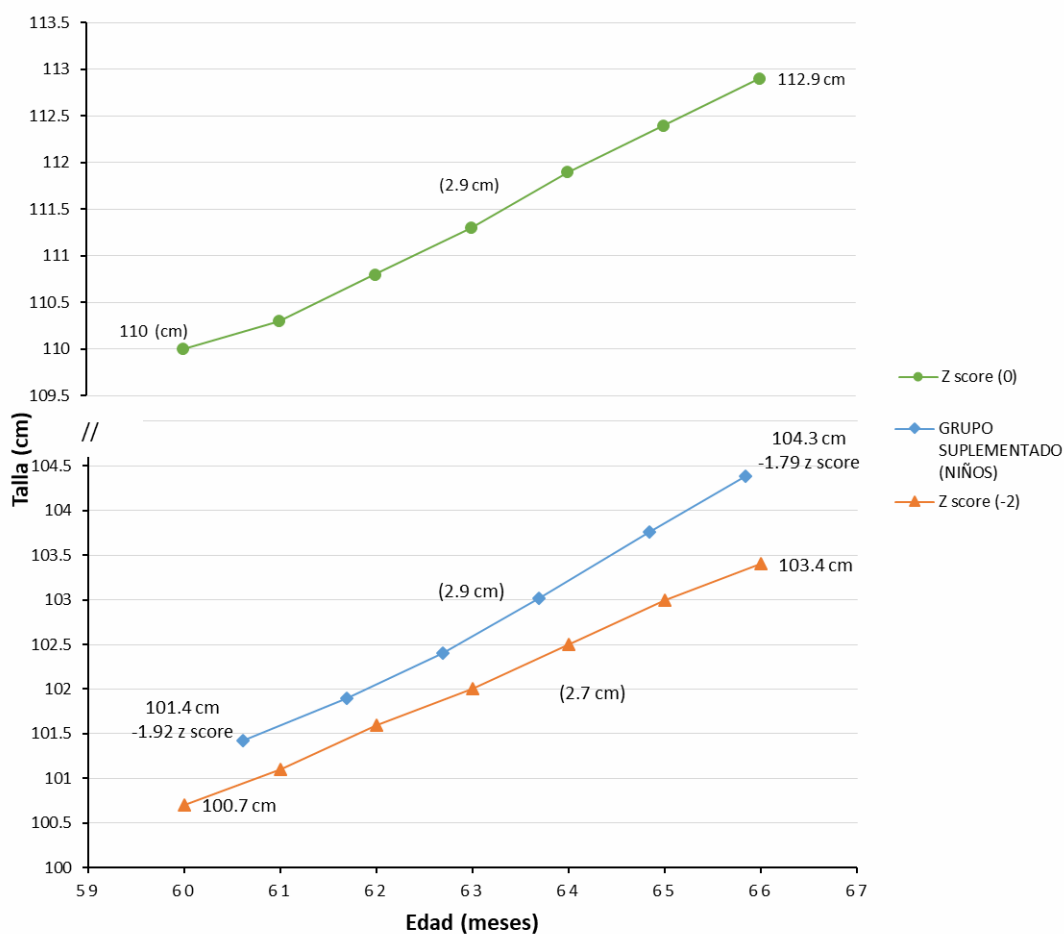


Figura 6. Curva de crecimiento de niños (grupo suplementado con 74.2% de adherencia al tratamiento) en comparación con la curva de crecimiento normal (puntaje Z 0) y de -2 puntaje Z establecidos por la OMS. Se muestra la diferencia de talla en cm (2.97) y puntaje Z inicial y a los 6 meses de intervención.

En la figura 7 se muestra la curva de crecimiento de los niños del grupo de comparación, los cuales presentaron en la medición basal un puntaje Z de T/E de -2.14 ± 0.49 y al final de las 24 semanas presentaron -2.27 ± 0.50 puntaje Z de T/E, con un aumento de 1.7 ± 0.65 cm. Se muestra además las curvas de comparación de 0 puntaje Z y de -2 puntaje Z para el grupo de edad y sexo, la ganancia en cm según el patrón de referencia -2 puntaje Z debió ser de 2.3 cm y de 0 puntaje Z de 2.6 cm.

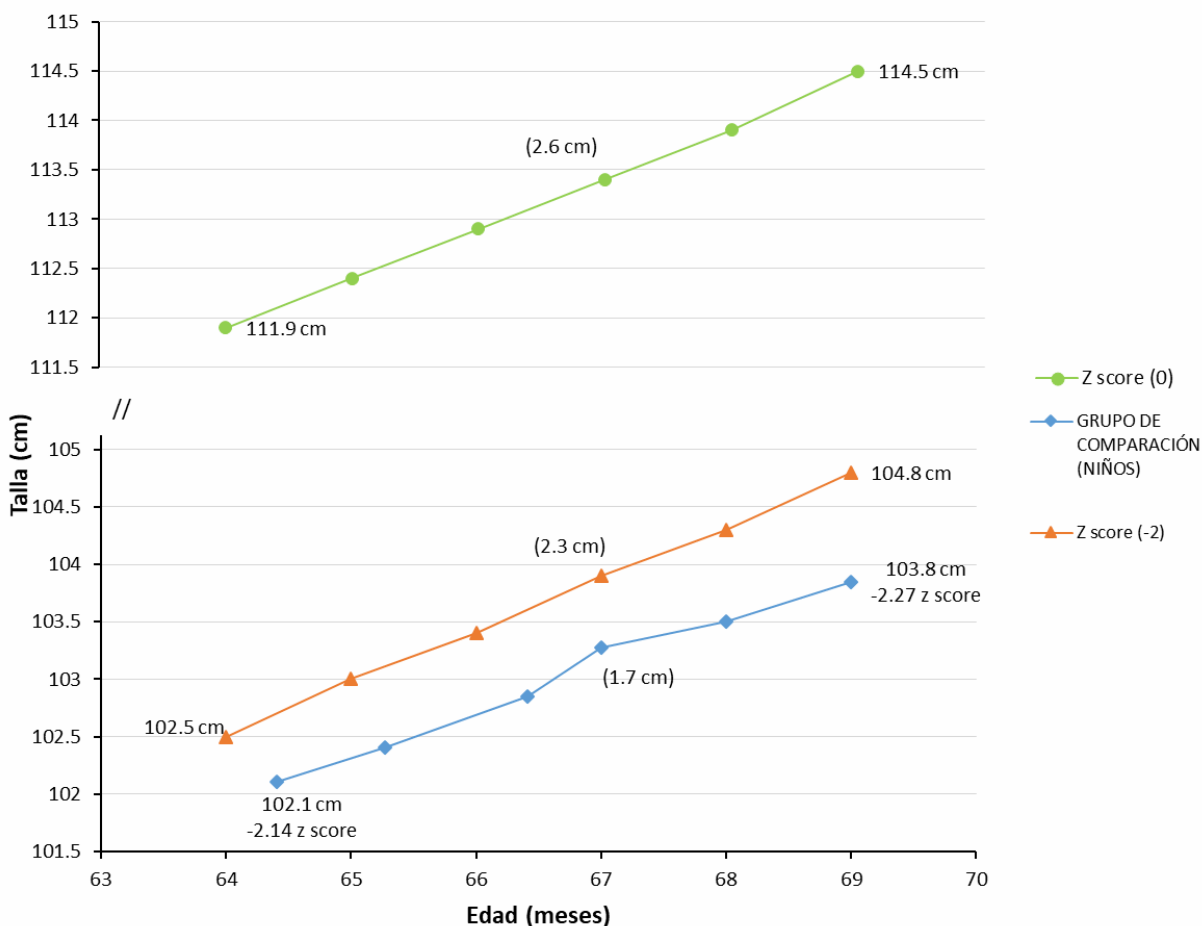


Figura 7. Curva de crecimiento niños (grupo de comparación) en referencia con la curva de crecimiento normal (puntaje Z 0) y de -2 puntaje Z establecidos por la OMS. Se muestra la diferencia de talla en cm (1.74) y puntaje Z inicial y a los 6 meses de intervención.

En la figura 8 se muestra la curva de crecimiento de las niñas suplementados, los cuales registraron un 71.4% de adherencia al tratamiento, su puntaje Z de T/E inicial fue de -1.75 ± 0.43 y al final fue de -1.65 ± 0.46 , con una ganancia durante las 24 semanas de suplementación de 3.1 ± 0.82 cm. Se muestra además las referencias de 0 puntaje Z de T/E y de -2 puntaje Z para el grupo de edad y sexo según la OMS; la ganancia en cm según el patrón de referencia es de 2.8 y 2.4 cm respectivamente.

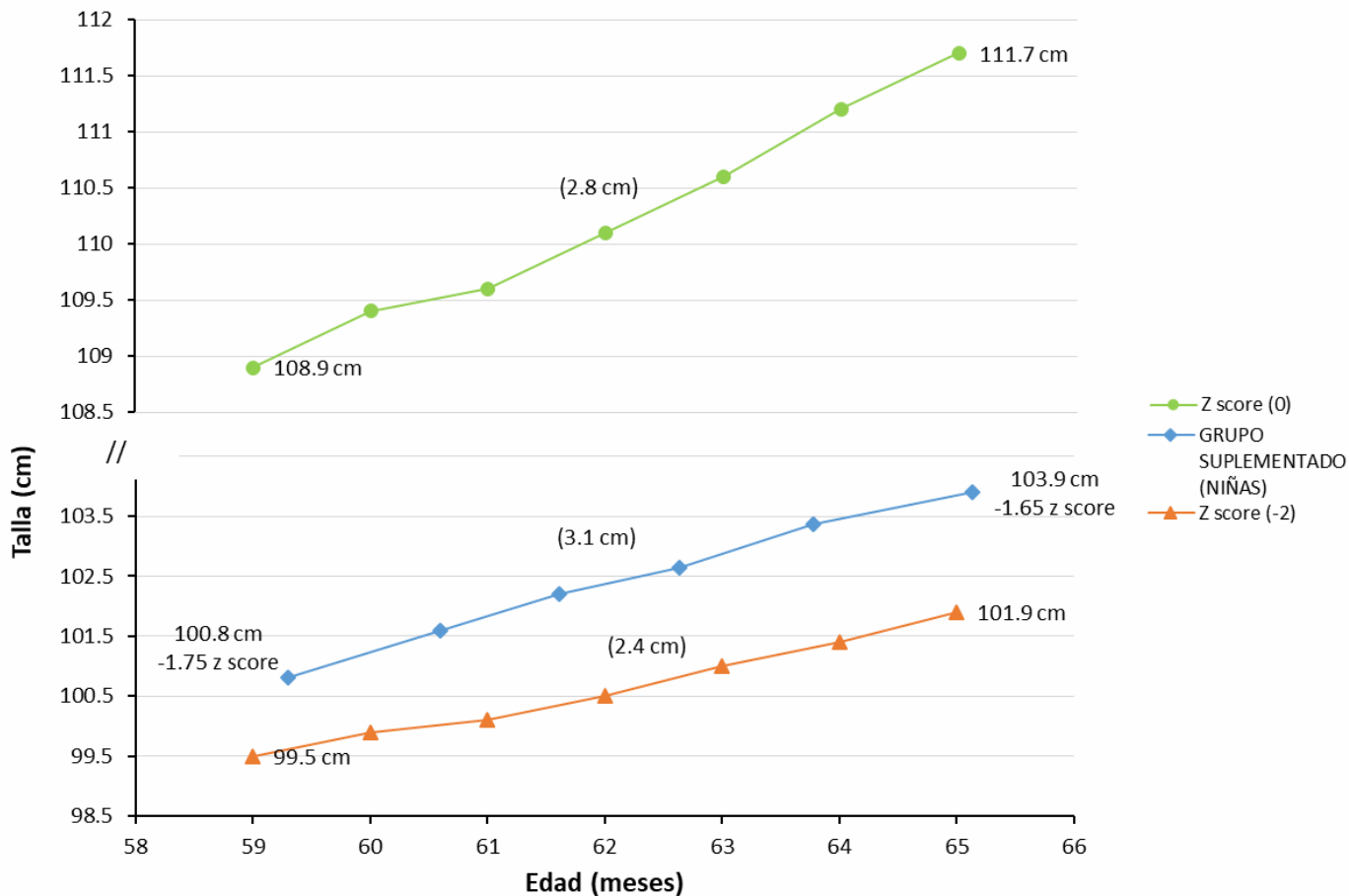


Figura 8. Curva de crecimiento de niñas (grupo suplementado con 71.4% de adherencia al tratamiento) en comparación con la curva de crecimiento normal y de -2 puntaje Z establecidos por la OMS. Se muestra la diferencia de talla en cm (3.1) y puntaje Z inicial y a los 6 meses de intervención.

En la figura 9 se muestra la curva de crecimiento de las niñas del grupo de comparación, las cuales presentaron en la medición basal un puntaje Z de T/E de -2.05 ± 0.72 y al final de las 24 semanas fue de -2.11 ± 0.67 puntaje Z de T/E, con un aumento de 2.1 ± 0.53 cm. Se muestra además las curvas de referencia de 0 puntaje Z y de -2 puntaje Z para el grupo de edad y sexo, la ganancia esperada en cm que deben presentar los niños de acuerdo a la OMS debe ser de 2.4 cm y de 2.8 cm respectivamente.

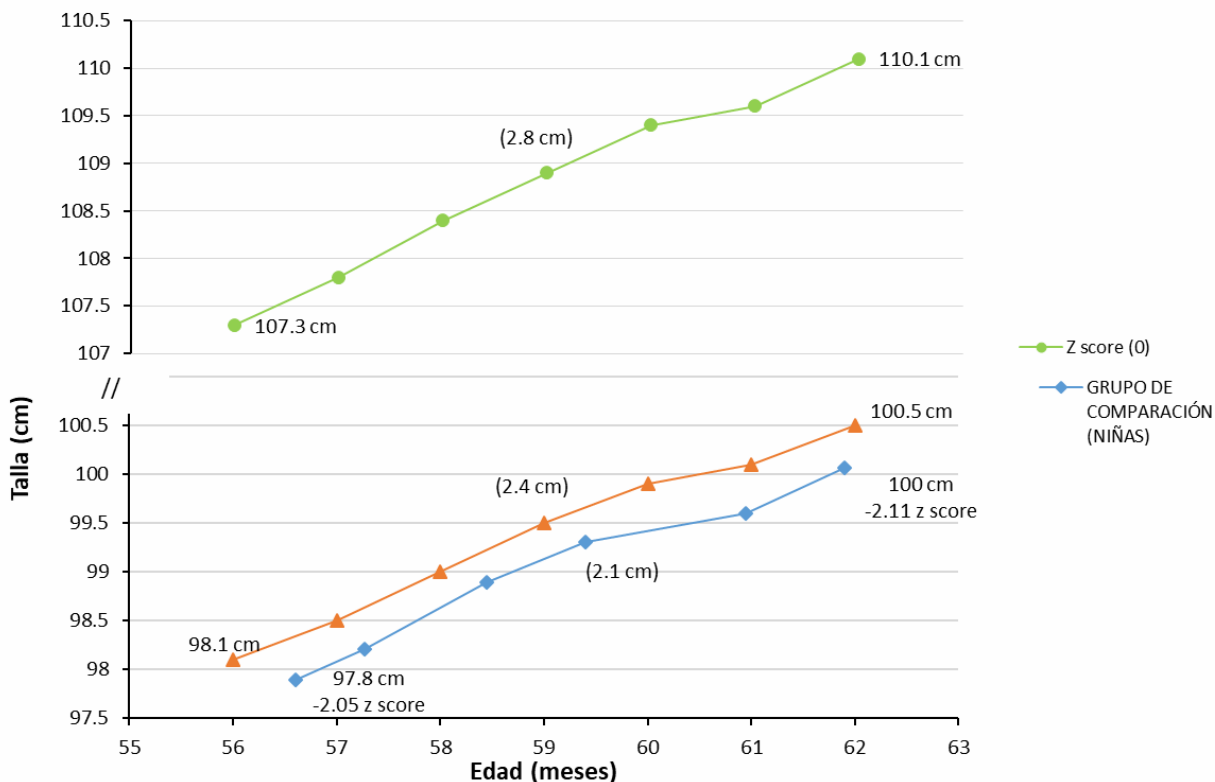


Figura 9. Curva de crecimiento de niñas (grupo de comparación) en referencia con la curva de crecimiento normal y de -2 puntaje Z establecidos por la OMS. Se muestra la diferencia de talla en cm (2.1) y puntaje Z inicial y a los 6 meses de intervención.

8.8 Recuperación de crecimiento lineal

En la tabla 23 se presentan los criterios de recuperación propuestos por la OMS (100) en HAD y puntaje Z de niños del grupo suplementado y de comparación, al inicio de la investigación el criterio de HAD fue de 8.89 ± 1.94 cm en el grupo suplementado, en el grupo de comparación fue de 9.53 ± 3.06 cm; al final de la investigación el criterio en HAD para el grupo suplementado fue de 8.61 ± 1.97 cm y en el grupo de comparación fue de 10.87 ± 2.7 cm; en el caso del criterio de puntaje Z T/E al inicio en el grupo suplementado fue de -1.97 ± 0.38 puntaje Z y en el de comparación fue de -2.14 ± 0.50 puntaje Z, al final de la investigación en el grupo suplementado fue de -1.84 ± 0.37 puntaje Z y en el de comparación -2.27 ± 0.52 puntaje Z, en ambos criterios al final presentaron diferencias estadísticamente significativas. La diferencia de HAD al final de la investigación del grupo de niños suplementados fue de -0.28 ± 0.50 cm y en el grupo de comparación fue de 1.33 ± 1.3 cm; mientras que la diferencia de puntaje Z en el grupo de niños de suplementados fue de 0.123 ± 0.11 y en el de grupo de comparación fue de -0.128 ± 0.15 puntaje Z.

En el caso de las niñas se presentan en la tabla 24 al inicio de la investigación las niñas del grupo suplementado presentaron un HAD de 7.9 ± 2.14 cm y en el de niñas del grupo de comparación fue de 9.2 ± 3.06 cm, el puntaje Z inicial del grupo de niñas suplementado y de comparación fue de -1.73 ± 0.42 y -2.05 ± 0.50 respectivamente; al final de la investigación el HAD de niñas del grupo suplementado fue de 7.75 ± 2.43 cm y del grupo de comparación fue de 9.90 ± 3.4 cm; mientras que del criterio de puntaje Z de niñas de grupo suplementado fue de -1.63 ± 0.46 y en grupo de comparación fue de -2.11 ± 0.67 , en ambos criterios al final de la investigación presentaron diferencias estadísticamente significativas.

La diferencia de HAD al final de la investigación del grupo de niñas suplementadas y de comparación fue -0.151 ± 0.89 cm y 0.663 ± 0.74 cm respectivamente; mientras que la diferencia de puntaje Z en el grupo de niñas suplementadas fue de 0.101 ± 0.17 y en el de niñas del grupo de comparación fue de -0.064 ± 0.14 .

En la tabla 25 se presentan los criterios de recuperación en HAD y puntaje Z T/E tanto de niños y niñas por grupo de intervención, al inicio el HAD del grupo suplementado fue de 8.25 ± 2.10 cm y del grupo de comparación fue de 9.38 ± 3.29 , el puntaje Z fue de -1.81 ± 0.42 y el puntaje Z de niños suplementados y de comparación fue de -1.81 ± 0.42 y -2.09 ± 0.61 respectivamente; al final de la intervención el HAD fue de 8.05 ± 2.29 cm en el grupo suplementado y 10.39 ± 3.1 cm en el de comparación, y el puntaje Z del grupo suplementado y de comparación fue de -1.71 ± 0.44 y -2.19 ± 0.60 respectivamente; la diferencia de HAD en el grupo suplementado fue de -0.197 ± 0.77 cm y 0.993 ± 1.15 cm en el grupo de comparación ; en relación a la diferencia de puntaje Z en el grupo suplementado y de comparación fue de 0.108 ± 0.15 y -0.096 ± 0.15 respectivamente, en ambos criterios la diferencia fue estadísticamente significativa al final de la investigación.

Tabla 23. Criterios de recuperación de crecimiento lineal en niños con retardo en el crecimiento de Huehuetla, Hidalgo.

	Medición basal		P	Medición final		P	Criterio de recuperación (Δ)		P
	Suplementado	Comparación		Suplementado	Comparación		Suplementado	Comparación	
	(n=15)	(n=21)		(n=15)	(n=21)		(n=15)	(n=21)	
	Media \pm DE			Media \pm DE			Media \pm DE		
HAD (cm)	8.89 \pm 1.94	9.53 \pm 3.06	0.479	8.61 \pm 1.97	10.87 \pm 2.7	0.011	-0.28 \pm 0.50	1.33 \pm 1.3	0.000
T/E (puntaje Z)	-1.97 \pm 0.38	-2.14 \pm 0.50	0.292	-1.84 \pm 0.37	-2.27 \pm 0.52	0.010	0.123 \pm 0.11	-0.128 \pm 0.15	0.000

DE=Desviación Estándar, HAD= Height of Age Diference (diferencia del indicador talla para la edad) en cm, T/E = Zscore de talla para la edad, Criterio de recuperación se expresa como el delta de HAD en cm y de T/E en puntaje Z.

Tabla 24. Criterios de recuperación de crecimiento lineal en niñas con retardo en el crecimiento de Huehuetla, Hidalgo.

	Medición basal		P	Medición final		P	Criterio de recuperación Δ		P
	Suplementado	Comparación		Suplementado	Comparación		Suplementado	Comparación	
	(n=27)	(n=22)		(n=27)	(n=22)		(n=27)	(n=22)	
	Media \pm DS			Media \pm DS			Media \pm DS		
HAD (cm)	7.9 \pm 2.14	9.2 \pm 3.06	0.111	7.75 \pm 2.43	9.90 \pm 3.4	0.014	-0.151 \pm 0.89	0.663 \pm 0.74	0.001
T/E (puntaje Z)	-1.73 \pm 0.42	-2.05 \pm 0.50	0.061	-1.63 \pm 0.46	-2.11 \pm 0.67	0.005	0.101 \pm 0.17	-0.064 \pm 0.14	0.001

DE=Desviación Estándar, HAD= Height of Age Diference (Diferencia del indicador talla para la edad) en cm, T/E = Zscore de talla para la edad, Criterio de recuperación se expresa como el delta de HAD en cm y de T/E en puntaje Z.

Tabla 25. Criterios de recuperación de crecimiento lineal de niños y niñas con retardo en el crecimiento de Huehuetla, Hidalgo.

	Medición basal		P	Medición final		P	Criterio de recuperación Δ		P
	Suplementado	Comparación		Suplementado	Comparación		Suplementado	Comparación	
	(n=41)	(n=43)		(n=41)	(n=43)		(n=41)	(n=43)	
	Media \pm DE			Media \pm DE			Media \pm DE		
HAD (cm)	8.25 \pm 2.10	9.38 \pm 3.29	0.064	8.05 \pm 2.29	10.39 \pm 3.1	0.000	-0.197 \pm 0.77	0.993 \pm 1.15	0.000
T/E (puntaje Z)	-1.81 \pm 0.42	-2.09 \pm 0.61	0.190	-1.71 \pm 0.44	-2.19 \pm 0.60	0.005	0.108 \pm 0.15	-0.096 \pm 0.15	0.000

DE=Desviación Estándar, HAD= Height of Age Difference (diferencia del indicador talla para la edad) en cm, T/E = Zscore de talla para la edad, Criterio de recuperación se expresa como el delta de HAD en cm y de T/E en puntaje Z.

8.9 Velocidad de crecimiento por día de acuerdo con puntaje z del indicador de talla para la edad

En la tabla 26 se muestra la velocidad de crecimiento en puntaje Z de T/E en el grupo de intervención. La velocidad de crecimiento a la semana 4 de intervención fue de $11.5 \times 10^{-4} \pm 0.003$ puntaje Z TE/día en el grupo suplementado y $-1.2 \times 10^{-4} \pm 0.003$ puntaje Z TE/día para el grupo de comparación. De la semana 12 a la 18 la diferencia en la velocidad de crecimiento del grupo suplementado y comparación fue estadísticamente distinta, con $10.0 \times 10^{-4} \pm 0.002$ puntaje Z TE/día del grupo suplementado y $-14.8 \times 10^{-4} \pm 0.001$ puntaje Z TE/día en el grupo de comparación, la media de velocidad alcanzada a lo largo de 24 semanas fue $9.18 \times 10^{-4} \pm 12 \times 10^{-4}$ puntaje Z TE/día del grupo suplementado y $-4.68 \times 10^{-4} \pm 9.1 \times 10^{-4}$ puntaje Z TE/día para el grupo de comparación.

Tabla 26. Velocidad de crecimiento por día en niños intervenidos de Huehuetla, Hidalgo.

Semana	Suplementado (n=41)		Comparación (n=43)		P
	(Δ puntaje Z TE /día)				
4	$11.5 \times 10^{-4} \pm$	0.003	$-1.2 \times 10^{-4} \pm$	0.003	0.070
8	$11.3 \times 10^{-4} \pm$	0.004	$2.0 \times 10^{-4} \pm$	0.002	0.311
12	$8.7 \times 10^{-4} \pm$	0.002	$-3.5 \times 10^{-4} \pm$	0.002	0.055
18	$10.0 \times 10^{-4} \pm$	0.002	$-14.8 \times 10^{-4} \pm$	0.001	0.000
24	$4.2 \times 10^{-4} \pm$	0.002	$-3.7 \times 10^{-4} \pm$	0.002	0.038
Total	$9.18 \times 10^{-4} \pm$	12×10^{-4}	$-4.68 \times 10^{-4} \pm$	9.1×10^{-4}	0.000

Δ puntaje Z TE/día= diferencia de puntaje Z de talla para la edad final menos el puntaje Z de talla para la edad inicial entre el número de días entre cada evaluación.

8.10 Velocidad de crecimiento por mes de acuerdo con puntaje z del indicador de talla para la edad

En la tabla 27 se muestra la velocidad de crecimiento en puntaje Z de T/E en el grupo de intervención. La velocidad de crecimiento al segundo mes de evaluación fue 0.0346 ± 0.095 Δ puntaje Z TE /mes en el grupo suplementado y -0.0038 ± 0.097 Δ puntaje Z TE /mes en el grupo de comparación. Del mes 4 al 6 la diferencia en la velocidad de crecimiento del grupo suplementado y de comparación fue estadísticamente distinta, con 0.0128 ± 0.082 puntaje Z

T/E al mes del grupo suplementado y -0.0113 ± 0.064 puntaje Z T/E al mes en el grupo de comparación, la velocidad media al mes a lo largo de 6 meses fue 0.0275 ± 0.037 puntaje Z T/E al mes del grupo suplementado y -0.0126 ± 0.027 puntaje Z T/E al mes para el grupo de comparación.

Tabla 27. Velocidad de crecimiento por mes en niños intervenidos de Huehuetla, Hidalgo.

Mes	Suplementado	Comparación	P
	(n=41)	(n=43)	
	$(\Delta \text{ puntaje Z TE /mes})$		
2	0.0346 ± 0.095	-0.0038 ± 0.097	0.070
3	0.0339 ± 0.148	0.0073 ± 0.086	0.311
4	0.0263 ± 0.089	-0.0105 ± 0.084	0.055
5	0.0302 ± 0.063	-0.0446 ± 0.034	0.000
6	0.0128 ± 0.082	-0.0113 ± 0.064	0.038
Media	0.0275 ± 0.037	-0.0126 ± 0.027	0.000

Δ puntaje Z TE/mes= diferencia de puntaje Z de talla para la edad final menos el puntaje Z de talla para la edad inicial entre el número de días al mes entre cada evaluación.

8.11 Aceleración del crecimiento de acuerdo con puntaje z del indicador de talla para la edad

En la tabla 28 se muestra la aceleración del crecimiento durante las 24 semanas de intervención en cada grupo de estudio, para la semana 4, el grupo suplementado y de comparación mostraron una aceleración positiva con $11.4 \times 10^{-4} \pm 0.004$ Δ puntaje Z TE /día (grupo suplementado) y $2.1 \times 10^{-4} \pm 0.002$ Δ puntaje Z TE /día (grupo de comparación). Posterior a la semana 4, la aceleración del grupo suplementado se mantuvo positiva y la del grupo de comparación negativa, con un promedio final de $7.7 \times 10^{-4} \pm 1.3 \times 10^{-4}$ Δ velocidad /día para el grupo suplementado y $-4.5 \times 10^{-4} \pm 3.1 \times 10^{-4}$ Δ velocidad /día para el grupo de comparación.

Tabla 28. Aceleración del crecimiento en niños intervenidos de Huehuetla, Hidalgo.

Semana	Suplementado	Comparación	P
	(n=41)	(n=43)	
	Aceleración de crecimiento		
	(Δ puntaje Z TE /día)		
8	$11.4 \times 10^{-4} \pm 0.004$	$2.1 \times 10^{-4} \pm 0.002$	0.049
12	$8.6 \times 10^{-4} \pm 0.008$	$-1.7 \times 10^{-5} \pm 0.002$	0.047
18	$8.52 \times 10^{-4} \pm 0.008$	$-15.3 \times 10^{-4} \pm 0.001$	0.000
24	$2.2 \times 10^{-4} \pm 0.002$	$-4.9 \times 10^{-4} \pm 0.002$	0.048
Total	$7.7 \times 10^{-4} \pm 1.3 \times 10^{-4}$	$-4.5 \times 10^{-4} \pm 3.1 \times 10^{-4}$	0.000

Δ puntaje Z TE/día= diferencia de puntaje Z de talla para la edad final menos el puntaje Z de talla para la edad inicial entre el número de días entre cada evaluación.

8.12 Matriz de correlación de edad, adherencia, delta de puntaje Z T/E y velocidad de crecimiento por grupo de intervención.

Con la finalidad de construir los modelos y emplear el modelo de ecuaciones generales, se realizó un análisis de correlación de Pearson para determinar las relaciones de las puntuaciones de las variables con la velocidad media puntaje Z T/E al día (tabla 29)

Tabla 29. Matriz de correlación de indicadores antropométricos y velocidad de crecimiento de los niños de intervención.

	Variables (n=85)			
	Edad (meses)	Adherencia (gr)	Δ puntaje Z T/E	Velocidad
Suplementado (n=41)				
Edad (meses)	1			
Adherencia (gr)	0.155	1		
Δ puntaje Z T/E	-0.117	0.444**	1	
Velocidad	-0.035	0.417**	0.877**	1
Comparación (n=43)				
Edad (meses)	1			
Adherencia (gr)	----	----		
Δ puntaje Z T/E	0.029	----	1	
Velocidad	-0.033	----	0.959**	1

Δ puntaje Z TE/mes= diferencia de puntaje Z de talla para la edad final menos el puntaje Z de talla para la edad inicial entre el número de días al mes entre cada evaluación. **Correlación significativa al 0.001.

8.13 Análisis de regresión de la velocidad media de crecimiento longitudinal.

Se realizó un modelo de regresión lineal con la finalidad de determinar cuáles variables independientes correlacionadas significativamente con la variable dependiente en el grupo suplementado (velocidad de crecimiento) eran capaces de predecirla, en este caso las variables significativas para calcular el modelo fue la adherencia en gramos con una correlación positiva de 0.444 y la diferencia de puntaje Z de T/E (0.877); sin embargo, solo se seleccionó la adherencia en gramos debido a que la velocidad está calculada a partir de la diferencia de puntaje Z T/E. En la tabla 30 se muestra el resultado de dicha regresión lineal, en donde la velocidad de crecimiento media en puntaje Z T/E al día queda explicada en un 33.9% ajustando por la adherencia en gramos del producto de suplementación, con una β de 0.589 (Tabla 30)

Tabla 30. Análisis de regresión de la velocidad media de crecimiento longitudinal de los niños de intervención

Modelo	R	R ²	R ² corregida	β	Error típico de la estimación	P
1	0.589	0.347	0.339	0.589	0.00103	0.000

8.14 Modelo de ecuaciones generalizada (GEE) para estimar el puntaje z del indicador talla para la edad por adherencia

En la tabla 31 se muestra el modelo de ecuaciones de estimaciones generalizada en donde el valor β de 0.360 ($p=0-002$) estima el valor de puntaje Z T/E ajustado por sexo.

Tabla 31. Modelo de ecuaciones generales del puntaje Z de T/E de los niños de intervención

Variable	B	Intervalos		P
		Inferior	Superior	
Grupo suplementado	0.360	0.136	0.583	0.002
Grupo de comparación	0.0	---	---	---
Sexo	0.186	-0.406	0.34	0.98

Modelo ajustado por grupo de intervención y sexo.

En la tabla 32 se muestra el modelo de ecuaciones de estimaciones generalizada en donde el valor β de 0.454 ($p= 0.042$) estima el valor de puntaje Z T/E, ajustado por sexo, edad y adherencia al consumo del suplemento en gramos.

Tabla 32. Modelo de ecuaciones generales para el puntaje Z T/E en el grupo de intervención

Variable	β	Intervalos		P
		Inferior	Superior	
Grupo Suplementado	0.454	0.017	0.890	0.042
Grupo de comparación	0.0			
Sexo	0.130	-0.106	0.367	0.280
Edad	-0.002	-0.011	0.006	0.552
Adherencia en gramos	-0.120	-0.635	0.396	0.649

Modelo ajustado por adherencia en gramos durante 24 semanas de suplementación.

IX. DISCUSIÓN

La prevalencia de retardo en el crecimiento encontrada en los niños de 11 localidades marginadas del municipio de Huehuetla Hidalgo fue del 22%, lo que lo convierte en un problema de salud pública según lo que establece la OMS (106). El 27.5% de los niños menores de 5 años que viven en áreas rurales en México tienen retardo en el crecimiento (9); y de acuerdo con los datos de ENSANUT-Hidalgo 2012, la prevalencia de talla baja en menores de 5 años en localidades rurales fue del 16% (9), esto indica que los niños menores de 5 años de comunidades indígenas marginadas del municipio de Huehuetla tienen 6 puntos porcentuales por encima del promedio estatal, cifras similares a estados como Oaxaca (23.7%) y Veracruz (21.3%), considerados con más altos índices de desnutrición en México (9) y a países como Haití (22%) donde alrededor de 1.3 millones de personas padecen además inseguridad alimentaria. (106)

Los niños menores de 5 años suplementados durante 24 semanas, lograron disminuir 17.1 puntos porcentuales la prevalencia de talla deficiente en contraste con los niños de comparación, en los cuales incrementó 8.4 puntos porcentuales la prevalencia de talla deficiente y el retardo en el crecimiento; aumento similar fue reportado en un estudio de cohorte en población infantil de Chiapas publicado en 2016, el cual evaluó los cambios en el estado nutricional de niños menores de 5 años con retardo en el crecimiento beneficiarios de PROSPERA, los resultados mostraron que a pesar de ser beneficiarios del programa alimentario durante 9 años y observar cambios positivos en las condiciones de vida familiar, los niños aún tenían una alta prevalencia de retardo en el crecimiento (40.1%) y el 27.9% no se habían recuperado (107); es evidente que a pesar de que el programa PROSPERA es considerado por el Banco Mundial como el principal programa contra la pobreza del gobierno federal mexicano con el objetivo de romper el ciclo intergeneracional de la pobreza y desnutrición (108) este no ha impactado de manera positiva en la recuperación de la desnutrición crónica de los niños beneficiarios.

En la evaluación dietética realizada al inicio de la intervención, se registró un déficit promedio del 25% de energía en todos los niños de este proyecto. La FAO establece que para la suplementación en niños en recuperación nutricional no se debe exceder el 30% de la recomendación por grupo de edad (109), el producto ingerido por los niños del grupo suplementado contenía 265 Kcal, que representa el 23% de la ingesta recomendada; mientras que el producto aportado por el programa alimentario NUTRISANO con 194 Kcal cubrió el 15% de la recomendación de la ingesta de energía del grupo de comparación. Se identificó además que el déficit de proteínas para los niños del proyecto fue del 38%, el suplemento aportó 10 g de proteínas, lo que significó el 40% del aporte recomendado para el grupo de edad, en comparación el producto NUTRISANO aporta 5.8 g de proteína, es decir el 30% de la recomendación (110). La suplementación con macronutrientes y micronutrientes propuesto desde el 2003 por el Banco Mundial, utilizada en niños de Malawi (SQ-LNS) aporta el 30% de energía recomendada para el grupo de edad, este suplemento fue capaz de lograr un incremento de 6.3mm/mes en niños preescolares. (74)

En los niños evaluados la adherencia a la suplementación fue del 75%, lo que significó que el consumo no fue diario, sino de por lo menos 5 días a la semana; el consumo de 50 gramos de proteínas y 3.25 gramos de ácidos grasos omega 3 favoreció el crecimiento lineal de los niños en 3.05 ± 0.76 cm y en 0.108 ± 0.15 puntaje Z de T/E. Resultados similares fueron publicados en un metaanálisis de Gunaratna y colaboradores (2016), que examinó el impacto del consumo de suplementos con fortificación en proteínas de alto valor biológico en menores de 5 años de Etiopía, India y Ghana, se demostró que el consumo incrementa en 9% la de tasa de ganancia de altura (111).

Estos resultados difieren de un estudio publicado en el mismo año en niños de Malawi en donde se evaluó el efecto de diferentes fuentes de proteínas (leche de vaca y soya) en el crecimiento, posterior a 12 meses de intervención los niños tuvieron un incremento de 0.23 puntaje Z de T/E en el grupo con leche de vaca y 0.28 puntaje Z de T/E en el grupo de soya, sin encontrar diferencias significativas entre grupos ni con el grupo control (112); las causas del no efecto pueden estar relacionadas con el desplazamiento de la ingesta habitual de alimentos por el suplemento, la ingesta de energía inadecuada, requerimientos de proteína

mayores a lo establecido para su edad y sexo, cantidad de proteína suplementada insuficiente, disfunción intestinal subyacente, las infecciones o inflamación sistémica (113).

La mayoría de las investigaciones que han permitido cuantificar la ingesta de proteína necesaria para fomentar el crecimiento longitudinal en humanos se realizan en espacios controlados, principalmente hospitales de recuperación nutricional (113); en comunidad abierta hay pocos estudios que evalúen la cantidad de proteína suplementada y sus efectos, por ello esta investigación se centró en la evaluación de ingesta de energía y nutrimentos y controló la adherencia al tratamiento, de acuerdo a lo sugerido por la FAO en 2013 respecto a cuantificar la proteína suplementaria como alternativa para evaluar el papel de la restricción proteica en el crecimiento longitudinal de los niños con retardo en el crecimiento. (114)

La OMS ha definido la recuperación del crecimiento utilizando dos criterios de evaluación, ambos comparan la altura del niño con una población de referencia, el primer criterio es la recuperación absoluta Height for Age Difference (HAD) que se define como la disminución del déficit absoluto de la altura de la población de estudio en comparación con una población sana, la recuperación ocurre si la diferencia de altura por edad disminuye (100). El segundo criterio se le conoce como recuperación relativa, se refiere al déficit de puntaje Z T/E en relación con una población de referencia (50, 99). La recuperación absoluta del grupo suplementado y de comparación fue de -0.197 ± 0.77 cm y 0.993 ± 1.15 cm respectivamente, la recuperación relativa en el grupo suplementado fue de 0.108 ± 0.15 puntaje Z y en el grupo de comparación fue de -0.096 ± 0.15 puntaje Z (tabla 25). Ambos criterios propuestos por la OMS se evaluaron en un estudio de cohorte realizado en la ciudad de Johannesburgo, en el cual analizaron 1586 niños nacidos en 1990, para ser evaluados a los 2 y 5 años posteriores, a los dos años de edad el 19.3% de los niños presentaron retardo en el crecimiento; a los 5 años posteriores, la recuperación de crecimiento relativo y absoluto fue del 93% y el 63% en los niños que presentaron a los 2 años retardo en el crecimiento, la recuperación absoluta y relativa fue del 19%. (115). A diferencia de los niños de Johannesburgo quienes tienen mejores oportunidades de recuperación nutricional debido a que pertenecen a una comunidad urbana la población de este estudio es rural y marginada, a pesar de ello, el 100% del grupo suplementado cumplió con ambos criterios de recuperación (absoluto y relativo) en contraste el grupo de comparación no cumplió con ninguno de los dos criterios. El resultado obtenido

en el grupo suplementado es reconocido por la OMS como la recuperación del crecimiento óptima para los programas de intervención. (100)

El grupo suplementado triplicó la velocidad de crecimiento (tabla 26) y casi duplicó la aceleración de la velocidad de crecimiento en comparación con el grupo de comparación (tabla 28). La OMS indica que cada predictor de recuperación del crecimiento dependen de los objetivos de la investigación dentro de la misma población de estudio o en comparación con la población de referencia (116); la gran mayoría de estudios se han enfocado en reportar una sola forma de recuperación, y se prefiere el crecimiento en relación a la altura del niño (117).

Teivaanmäki y colaboradores en el 2005 compararon la evolución de las puntuaciones de puntaje Z de T/E para niños sin retardo en el crecimiento, moderados y severamente atrofiados, encontraron que los puntaje Z de T/E mejoraron a un ritmo más acelerado para los severamente atrofiados (118), su hallazgo ayudó a describir la tendencia de la recuperación de crecimiento que fue retomada en la reciente propuesta que hace el Banco Mundial en el 2018 y que estadísticamente tiene menos sesgos en la evaluación de la recuperación nutricional, el modelo de crecimiento latente que propone el Banco Mundial estima las desviaciones estándar o puntajes Z del indicador T/E para cada niño así como la velocidad de crecimiento en un periodo de al menos 6 meses (119).

Dicho modelo de crecimiento se aplicó en la presente investigación, en la cual además se ajustó por la adherencia a la suplementación en gramos, en donde el 33.9 % de la varianza de la velocidad media de crecimiento y el incremento de puntaje Z de T/E con una β 0.454 son explicados por la suplementación. El valor de β de este trabajo puede ser comparados con un estudio publicado en 2018, en el cual se presentan datos obtenidos de la iniciativa Young Lives (YL) que incluyó cuatro países de bajos ingresos (Vietnam, Etiopía, Perú e India), se reportó que niños de Perú y Vietnam mostraron una velocidad de crecimiento de recuperación en puntaje Z de T/E de β 0.003 y 0.016 respectivamente (119). De acuerdo con estos últimos datos podemos decir que la velocidad de crecimiento lograda en este trabajo fue mayor a lo reportado en otras poblaciones.

Los criterios de recuperación en el retardo en el crecimiento se han dimensionado con la diferencia de cm entre el grupo intervenido y el control, lo que actualmente propone la OMS es evaluar en cambios de puntaje Z con la posibilidad de aplicar modelos de crecimiento latente que pueda predecir estadísticamente el progreso en cambios tanto de velocidad de crecimiento en cm como en puntaje Z de T/E ajustados por las variables que rodean al individuo (119) tal como se realizó en esta investigación.

El grupo de suplementación incrementó 429 g de masa magra y 397 g de masa grasa, los niños del grupo de comparación incrementaron 277 g de masa magra y 563 g de masa grasa durante los 6 meses de seguimiento (tabla 21) , es decir, los niños del grupo de comparación presentaron mayor formación acelerada de masa grasa. Esta tendencia a la formación de tejido adiposo en niños con retardo en el crecimiento fue reportada en una población de niños Mayas (45, 83), Lo reportado por la OMS desde el 2006 es que el incremento de sobrepeso y obesidad en niños de America Latina en recuperación del retardo en el crecimiento es del 5% y aumenta hasta el 10% si son indígenas (89, 120, 121).

Actualmente los hallazgos sobre esta asociación siguen siendo controvertidos, en estudios en población guatemalteca el retardo en el crecimiento se asoció con una mayor adiposidad central después ajustar por adiposidad y otros factores de confusión (122), mientras que en un estudio de cohorte en población brasileña no encontraron asociaciones del retardo en el crecimiento en los primeros años de vida con los componentes del síndrome metabólico en adultos jóvenes de 22 años (123). Estas inconsistencias pueden explicarse en parte por los diferentes métodos utilizados para evaluar la composición corporal, la mayoría de estos estudios epidemiológicos se basaron en estimaciones de la distribución de grasa corporal a partir de antropometría estándar, como la cintura, las circunferencias de la cadera y el espesor del pliegue cutáneo, en lugar de evaluar directamente los compartimentos de grasa específicos, como la grasa visceral y subcutánea, dado que la distribución de estos compartimentos de grasa puede tener diferentes consecuencias metabólicas (124).

Lo que se sugiere actualmente es realizar análisis de composición corporal para poder determinar la distribución y porcentaje de masa grasa y magra, como se realizó en esta investigación y así poder describir los efectos que tiene el retardo en el crecimiento o las

intervenciones nutricionales en dichos compartimentos, que pueden o no incrementar la prevalencia de sobrepeso u obesidad en etapas posteriores de la vida. (125)

Existe poca evidencia del efecto de la suplementación en niños con retardo en el crecimiento en la composición corporal, en 2015 se publicó un estudio en niños de Haití mayores de 2 años suplementados con RUSF (suplemento a base de leche y cacahuete con ácidos grasos esenciales) en comparación con los efectos del programa alimentario ofrecido por el estado, los resultados fueron positivos (0.11%) y no tuvo efectos significativos en el cambio de puntaje Z de T/E, lo que suponen los autores de este estudio es que al ser una población con altos índices de emaciación el efecto de la suplementación con proteínas y ácidos grasos favorece primero las necesidades de IMC y masa grasa para favorecer posteriormente el crecimiento (120); en contraste en esta investigación los niños en suplementación no formaron altas cantidades de tejido adiposo que favorecieran sobrepeso y obesidad, sin embargo, los niños del grupo de comparación presentaron una tendencia a formar más tejido adiposo de forma acelerada y a no formar con la misma dimensión masa magra, esto es acorde con lo que publicaron en niños guatemaltecos, los mayas en México, Perú y los informes de la OMS.

La prevalencia de anemia encontrada en los niños con retardo en el crecimiento de 11 localidades del municipio de Huehuetla Hidalgo fue de 51.2% de anemia leve y moderada en el grupo suplementado (hemoglobina capilar 10.9 ± 1.26 g/dL) y 62.4% en el grupo de comparación (hemoglobina capilar 11.03 ± 1.08 g/dL) (tabla 20), lo que representa un grave problema de salud pública según lo que establece la OMS (126). El 23.3% de los niños menores de 5 años en México presentan anemia (9); de acuerdo a los datos de ENSANUT-Hidalgo 2012 la prevalencia de anemia en menores de 5 años en localidades rurales fue del 19.5%, esto indica que los niños menores de 5 años de comunidades indígenas marginadas del municipio de Huehuetla presentan más del doble de puntos porcentuales por encima de la media en México, y se encuentra en cifras similares a India con el 63.5% de niños menores de 5 años con anemia (127).

De acuerdo con los reportes del Banco Mundial y la UNICEF en los países de bajos ingresos se tienen la mayor prevalencia de desnutrición, anemia y retardo en el crecimiento (128), sin embargo, muy pocos estudios en América Latina han examinado la concurrencia de anemia

y retardo en el crecimiento (129). En 2018 un estudio que comparó la prevalencia de anemia en niños de la India con niños de Perú, concluyó que la frecuencia de anemia concurrente con retardo en el crecimiento se deben tratar de manera independiente (127).

Al finalizar esta investigación el grupo suplementado presentó una disminución de 26.9 puntos porcentuales de anemia leve y moderada con hemoglobina capilar de 11.85 ± 0.82 g/dL, mientras que el grupo de comparación mantuvo la misma prevalencia (61.4 %) con 10.9 ± 0.93 de hemoglobina capilar. Un efecto similar fue reportado en un estudio publicado en 2012 con población de Ghana en donde Huybregts y colaboradores probaron el suplemento RUSF, tanto en el crecimiento lineal, como en el aumento de hemoglobina, posterior a 4 meses de intervención el grupo suplementado incrementó 0.03 puntaje Z de T/E y 3.8 g/dL de hemoglobina (130), sin embargo, en población de mayor edad de Haití ninguna de las opciones de tratamiento para disminuir el retardo en el crecimiento incrementaron de manera significativa la concentración de hemoglobina, y tampoco redujo la prevalencia de anemia del 69.3% (120), la posible explicación de estos resultados se relacionan con según que los niños eran niños mayores a los 4 años y al finalizar el estudio ya eran niños de edad escolar con múltiples etiologías de la anemia, incluidos los helmintos y otras infecciones gastrointestinales, malaria, dengue y hemoglobinopatía (131). En contraste, en la población de este estudio a pesar de ser niños mayores de 4 años, el proceso de desparasitación en conjunto con la suplementación contribuyó a tener buenos resultados en la prevalencia de anemia y en la concentración de hemoglobina.

X. CONCLUSIONES

La prevalencia de retardo en el crecimiento y anemia son un problema de salud pública en los niños preescolares de comunidades marginadas de Huehuetla Hidalgo, superando la media nacional.

La suplementación con 265 kccal, 10 gramos de proteínas y 0.65 gramos de ácidos grasos omega 3, 4.4 mg zinc y 5 mg de Fe durante 24 semanas favoreció en los niños suplementados una ganancia de talla de 1 cm a diferencia del grupo de comparación.

El grupo suplementado triplicó su velocidad de crecimiento (0.0275 ± 0.037 puntaje Z de T/E al mes vs -0.0126 ± 0.027 puntaje Z T/E) y casi duplicó la aceleración de la velocidad en comparación con el grupo de comparación ($7.7 \times 10^{-4} \pm 1.3 \times 10^{-4}$ puntaje Z al día vs $-4.5 \times 10^{-4} \pm 3.1 \times 10^{-4}$ puntaje Z al día)

En los niños intervenidos el 34 % de la varianza de la velocidad media de crecimiento y el incremento de puntaje Z de T/E (β 0.454) fueron explicados por la suplementación controlando por las variables de sexo, edad y adherencia en gramos.

En los niños suplementados el incremento de la masa magra fue mayor en 150 g en comparación con el grupo de comparación, en tanto que la ganancia de grasa corporal fue 160 g mayor en los del grupo de comparación que en el grupo suplementado.

XI. RECOMENDACIONES

La prevalencia y factores determinantes de la desnutrición y anemia en el estado de Hidalgo debe seguir siendo estudiado hasta erradicar esta deficiencia, por el impacto que genera en el desarrollo del capital humano y su productividad. Las condiciones de vida de los niños del municipio de Huehuetla Hidalgo, no son las más óptimas, los servicios de salud, educación y alimentarios son muy limitados para la población de las regiones más alejadas a la cabecera municipal; las campañas de salud van acompañadas de limitada atención médica debido al abandono por parte de médicos y enfermeras y falta de abastecimiento de medicamentos.

El esfuerzo por parte de docentes y administrativos para el cuidado de los niños a nivel preescolar es notable, cada director y administrador asume un papel más allá del educativo, siempre fueron de gran apoyo para la implementación de este estudio, sin embargo, los recursos alimentarios brindados por parte del sistema DIF municipal, no son suficiente para cubrir las necesidades alimentarias del tiempo de comida que se brinda en alguno de los centros educativos.

Se requiere además un adecuado diagnóstico y evaluación nutricional en la población infantil de Huehuetla, que pueda representar realmente la situación epidemiológica y así mismo tomar acciones que puedan mejorar las condiciones de vida de sus habitantes.

XII. REFERENCIAS

1. Conlon I, Raff M. Size Control in Animal Development. *Cell*. 1999;96(2):235-44.
2. Ginzberg MB, Kafri R, Kirschner M. Cell biology. On being the right (cell) size. *Science*. 2015;348(6236).
3. Lampl M, Veldhuis JD, Johnson ML. Saltation and stasis: a model of human growth. *Science*. 1992;258(5083):801.
4. Tanner JM. Growth and Maturation during Adolescence. *Nutrition Reviews*. 1981;39(2):43-55.
5. Baron J, Savendahl L, De Luca F, Dauber A, Phillip M, Wit JM, et al. Short and tall stature: a new paradigm emerges. *Nat Rev Endocrinol*. 2015;11(12):735-46.
6. Dawes GS. The physiological determinants of fetal growth. *Journal of reproduction and fertility*. 1976;47(1):183-7.
7. UNICEF. Improving Child Nutrition: The Achievable Imperative for Global Progress 2013.
8. FAO. Panorama de la Inseguridad Alimentaria en América Latina y el Caribe 2015. 2-78 p.
9. ENSANUT. Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2012. Resultados Nacionales. 2a. ed. 2012. p. 192-.
10. Gough EK, Moodie EE, Prendergast AJ, Ntozini R, Moulton LH, Humphrey JH, et al. Linear growth trajectories in Zimbabwean infants. *The American journal of clinical nutrition*. 2016;104(6):1616-27.
11. Martínez R, Palma A. Cerrando la brecha. Modelo para estimar el costo de erradicar la desnutrición crónica y las deficiencias de micronutrientes. Santiago, Chile: CEPAL/PMA; 2015.
12. Laplante M, Sabatini DM. mTOR signaling in growth control and disease. *Cell*. 2012;149(2):274-93.
13. Roubinet C, Cabernard C. Control of asymmetric cell division. *Curr Opin Cell Biol*. 2014;31:84-91.
14. Horton S. Scaling Up Nutrition (SUN) 2010. 25-47 p.
15. Alberts B JALJ, et al. *Molecular Biology of the Cell*. 4th editio ed. New York 2002. Extracellular Control of Cell Division, Cell Growth-Extracellular Control of Cell Division, Cell Growth p.
16. Gilbert SF. *Developmental Biology*. 6th editio ed. Sunderland 2000.
17. Kaldis P. Quo Vadis Cell Growth and Division? *Frontiers in Cell and Developmental Biology*. 2016;4(August):95-.
18. Cheek DB, Cooke RE. Growth and Growth Retardation. *Annual Review of Medicine*. 1964;15(1):357-82.
19. Weinbach AP. The human growth curve. 1. Prenatal. Growth. 1941;5:217-33.
20. Karlberg J, Albertsson-Wikland K. Infancy Growth Pattern Related to Growth Hormone Deficiency. *Acta Paediatrica*. 1988;77(3):385-91.
21. Lampl M, Veldhuis JD, Johnson ML. Saltation and stasis: a model of human growth. *Science (New York, NY)*. 1992;258(5083):801-3.

22. Moshe Y, Bar-On O, Ganoth D, Hershko A. Regulation of the action of early mitotic inhibitor 1 on the anaphase-promoting complex/cyclosome by cyclin-dependent kinases. *Journal of Biological Chemistry*. 2011;286(19):16647-57.
23. Datta HK, Ng WF, Walker JA, Tuck SP, Varanasi SS. The cell biology of bone metabolism. *Journal of Clinical Pathology*. 2008;61(5):577.
24. Nierop AFM, Niklasson A, Holmgren A, Gelerander L, Rosberg S, Albertsson-Wikland K. Modelling individual longitudinal human growth from fetal to adult life – QEPS I. *Journal of Theoretical Biology*. 2016;406:143-65.
25. Baron J, Säwendahl L, De Luca F, Dauber A, Phillip M, Wit JM, et al. Short and tall stature: a new paradigm emerges. *Nature reviews Endocrinology*. 2015;11(12):735-46.
26. Karlberg J. On the construction of the infancy-childhood-puberty growth standard. *Acta paediatrica Scandinavica Supplement*. 1989;356:26-37.
27. Piwoz E, Sundberg S, Rooke J. Promoting Healthy Growth : What Are the Priorities for Research and Action ? 1 , 2. *Advances in Nutrition: An international Review Journal*. 2012(3):234-41.
28. Stewart CP, Iannotti L, Dewey KG, Michaelsen KF, Onyango AW. Contextualising complementary feeding in a broader framework for stunting prevention. *Maternal and Child Nutrition*. 2013;9(S2):27-45.
29. Victora CG, Adair L, Fall C, Hallal PC, Martorell R, Richter L, et al. Maternal and child undernutrition: consequences for adult health and human capital. *The Lancet*. 2008;371(9609):340-57.
30. Grantham-McGregor SM, Fernald LC. Nutritional deficiencies and subsequent effects on mental and behavioral development in children. *The Southeast Asian journal of tropical medicine and public health*. 1997;28 Suppl 2:50-68.
31. WHO. Infant and young child nutrition: The WHO multicentre growth reference study. Implementation of resolutions and decisions 1999.
32. Branca F, Ferrari M. Impact of Micronutrient Deficiencies on Growth: The Stunting Syndrome. *Annals of Nutrition and Metabolism*. 2002;46(suppl 1)(Suppl. 1):8-17.
33. de Onis M, Garza C, Victora CG, Onyango AW, Frongillo EA, Martines J. The WHO Multicentre Growth Reference Study: planning, study design, and methodology. *Food and nutrition bulletin*. 2004;25(1 Suppl):S15-26.
34. Prendergast AJ, Humphrey JH. The stunting syndrome in developing countries. *Paediatr Int Child Health*. 2014;34(4):250-65.
35. WHO. The new WHO child growth standards. 2006 9789241547185.
36. WHO. Physical status: the use and interpretation of anthropometry. Report of a WHO Expert Committee. 1995. p. 1-452.
37. UNICEF. Strategy for improved nutrition of children and women in developing countries. United Nations Children's Fund. 1990(0019-5456 (Print)).
38. Del Carmen Casanovas M, Mangasaryan N, Mwadime R, Hajebehoy N, Aguilar AM, Kopp C, et al. Multi-sectoral interventions for healthy growth. *Maternal and Child Nutrition*. 2013;9(S2):46-57.
39. Fotso JC, Kuate-Defo B. Socioeconomic inequalities in early childhood malnutrition and morbidity: Modification of the household-level effects by the community SES. *Health and Place*. 2005;11(3):205-25.
40. Frost MB, Forste R, Haas DW. Maternal education and child nutritional status in Bolivia: Finding the links. *Social Science and Medicine*. 2005;60(2):395-407.

41. Walker SP, Chang SM, Powell CA, Grantham-McGregor SM. Effects of early childhood psychosocial stimulation and nutritional supplementation on cognition and education in growth-stunted Jamaican children: Prospective cohort study. *Lancet*. 2005;366(9499):1804-7.
42. Lui JC, Baron J. Mechanisms Limiting Body Growth in Mammals. *Endocrine Reviews*. 2011.
43. Mitchison JM. Growth During the Cell Cycle. *International Review of Cytology*. 2003;226:165-258.
44. Altman J, Das GD. Autoradiographic and histological evidence of postnatal neurogenesis in rats. *Journal of Comparative Neurology*. 1965;124:319-35.
45. Black RE, Victora CG, Walker SP, Bhutta ZA, Christian P, de Onis M, et al. Maternal and child undernutrition and overweight in low-income and middle-income countries. *The Lancet*. 2013;382(9890):427-51.
46. Checkley W, Buckley G, Gilman RH, Assis AM, Guerrant RL, Morris SS, et al. Multi-country analysis of the effects of diarrhoea on childhood stunting. *International journal of epidemiology*. 2008;37(4):816-30.
47. Sarbassov DD, Ali SM, Sabatini DM. Growing roles for the mTOR pathway. *Current Opinion in Cell Biology*. 2005;17(6):596-603.
48. de Onis M, Branca F. Childhood stunting: a global perspective. *Maternal & child nutrition*. 2016;12(Suppl Suppl 1):12-26.
49. WHO. WHO Child Growth Standards:Growth velocity based on weight, length and head circumference Methods and development. 2009.
50. Prentice AM, Ward KA, Goldberg GR, Jarjou LM, Moore SE, Fulford AJ, et al. Critical windows for nutritional interventions against stunting. *The American journal of clinical nutrition*. 2013;97(5):911-8.
51. Unicef. Datos y cifras clave sobre nutrición. *Improving Child Nutrition: The achievable imperative for global progress*. 2011;140.
52. Martínez, Fernández. El costo del hambre: Impacto social y económico de la desnutrición infantil en el Estado Plurinacional de Bolivia, Ecuador, Paraguay y Perú. *CEPAL*. 2009;1(1):27-.
53. Márquez-González. Clasificación y evaluación de la desnutrición en el paciente pediátrico. *MedigraphicCom*. 2012;VII(271):59-69.
54. Waterlow JC. The nature and significance of nutritional adaptation. *European journal of clinical nutrition*. 1999;53:s2.
55. Waterlow JC. Malnutrición proteico-energética. *Alteraciones Metabólicas: Organización Panamericana de la Salud*; 1996. 103-23 p.
56. Lanham SA, Bertram C, Cooper C, Oreffo ROC. Animal models of maternal nutrition and altered offspring bone structure--bone development across the lifecourse. *European cells & materials*. 2011;22.
57. Lecoutre S, Breton C. Maternal nutritional manipulations program adipose tissue dysfunction in offspring. *Frontiers in physiology*. 2015;6(May):158-.
58. García AP, Palou M, Sánchez J, Priego T, Palou A, Picó C. Moderate caloric restriction during gestation in rats alters adipose tissue sympathetic innervation and later adiposity in offspring. *PLoS ONE*. 2011;6(2).

59. Ko FC, Martins JS, Reddy P, Bragdon B, Hussein AI, Gerstenfeld LC, et al. Acute Phosphate Restriction Impairs Bone Formation and Increases Marrow Adipose Tissue in Growing Mice. *Journal of Bone and Mineral Research*. 2016.
60. Dossa RA, Ategbo EA, de Koning FL, van Raaij JM, Hautvast JG. Impact of iron supplementation and deworming on growth performance in preschool Beninese children. *European journal of clinical nutrition*. 2001;55(4):223-8.
61. Mozaffari-Khosravi H, Shakiba M, Eftekhari MH, Fatehi F. Effects of zinc supplementation on physical growth in 2-5-year-old children. *Biological Trace Element Research*. 2009;128(2):118-27.
62. Rosado L, Allen H. reduced morbidity , nor iron supplementation affected growth composition of Mexican preschoolers13 or body zinc. 1997(8).
63. Brown KH, De Romaña DL, Arsenault JE, Peerson JM, Penny ME. Comparison of the effects of zinc delivered in a fortified food or a liquid supplement on the growth, morbidity, and plasma zinc concentrations of young Peruvian children. *American Journal of Clinical Nutrition*. 2007;85(2):538-47.
64. Imdad A, Bhutta ZA. Effect of preventive zinc supplementation on linear growth in children under 5 years of age in developing countries: a meta-analysis of studies for input to the lives saved tool. *BMC public health*. 2011;11 Suppl 3(Suppl 3):S22-S.
65. Stammers AL, Lowe NM, Medina MW, Patel S, Dykes F, Pérez-Rodrigo C, et al. The relationship between zinc intake and growth in children aged 1-8 years: a systematic review and meta-analysis. *European journal of clinical nutrition*. 2015;69(2):147-53.
66. Thu BD, Schultink W, Dillon D, Gross R, Leswara ND, Khoi HH. Effect of daily and weekly micronutrient supplementation on micronutrient deficiencies and growth in young Vietnamese children. *American Journal of Clinical Nutrition*. 1999;69(1):80-6.
67. Rivera JA, González-Cossío T, Flores M, Romero M, Rivera M, Téllez-Rojo MM, et al. Multiple micronutrient supplementation increases the growth of Mexican infants. *American Journal of Clinical Nutrition*. 2001;74(5):657-63.
68. Dossa RAM, Ategbo EAD, van Raaij JMA, de Graaf C, Hautvast JGAJ. Effects of multivitamin-multimineral supplementation on appetite of stunted young Beninese children. *Appetite*. 2002;39(2):111-7.
69. Zahra Hassanzadeh-Rostam MAKM, Masoumeh Akhlaghi P. Effect of Multivitamin-Mineral Supplements Is Transient in Preschool Children With Low Appetite and Growth Failure. *Clinical Research Reports*. 2014;6:345-50.
70. Walker SP, Grantham-McGregor SM, Powell CA, Himes JH, Simeon DT. Morbidity and the growth of stunted and nonstunted children, and the effect of supplementation. *American Journal of Clinical Nutrition*. 1992;56(3):504-10.
71. Saran S, Gopalan S, Krishna TP. Use of fermented foods to combat stunting and failure to thrive. *Nutrition*. 2002;18(5):393-6.
72. Martorell R. Results and implications of the INCAP follow-up study. *The Journal of Nutrition*. 1995;125:1127S-38S.
73. Powell Ca, Walker SP, Himes JH, Fletcher PD, Grantham-McGregor SM. Relationships between physical growth, mental development and nutritional supplementation in stunted children: the Jamaican study. *Acta paediatrica (Oslo, Norway : 1992)*. 1995;84(1):22-9.
74. Lopriore C, Guidoum Y, Briend A, Branca F. Spread fortified with vitamins and minerals induces catch-up growth and eradicates severe anemia in stunted refugee children aged 3-6 y. *American Journal of Clinical Nutrition*. 2004;80(4):973-81.

75. Bégin F, Santizo MC, Peerson JM, Torún B, Brown KH. Effects of bovine serum concentrate, with or without supplemental micronutrients, on the growth, morbidity, and micronutrient status of young children in a low-income, peri-urban Guatemalan community. *European journal of clinical nutrition*. 2008;62(1):39-50.
76. Hess SY, Abbeddou S, Jimenez EY, Somé JW, Vosti SA, Ouédraogo ZP, et al. Small-quantity lipid-based nutrient supplements, regardless of their zinc content, increase growth and reduce the prevalence of stunting and wasting in young burkinabe children: A cluster-randomized trial. *PLoS ONE*. 2015;10(3):1-19.
77. Mangani C, Maleta K, Phuka J, Cheung YB, Thakwalakwa C, Dewey K, et al. Effect of complementary feeding with lipid-based nutrient supplements and corn-soy blend on the incidence of stunting and linear growth among 6- to 18-month-old infants and children in rural Malawi. *Maternal & Child Nutrition*. 2015;11(Unicef 2009):132-43.
78. Sarwar G. The Protein Digestibility–Corrected Amino Acid Score Method Overestimates Quality of Proteins Containing Antinutritional Factors and of Poorly Digestible Proteins Supplemented with Limiting Amino Acids in Rats. *J Nutr*. 1997;127(5):758-64.
79. Hoppe C, Mølgaard C, Michaelsen KF. Cow's milk and linear growth in industrialized and developing countries. *Annual review of nutrition*. 2006;26:131-73.
80. Galván M, López-Rodríguez G. Estrategia NUTREH, evaluación de la estrategia de atención a la nutrición infantil en municipios prioritarios del estado de Hidalgo 2016.
81. Martorell R, Mendoza FS, Castillo RO, Pawson IG, Budge CC. Short and plump physique of Mexican-American children. *American Journal of Physical Anthropology*. 1987;73(4):475-87.
82. Barker DJ. The fetal and infant origins of adult disease. *BMJ : British Medical Journal*. 1992;301(6761):1111-.
83. Popkin BM, Richards MK, Montiero CA. Stunting is Associated with Overweight in Children of Four Nations That Are Undergoing the Nutrition Transition. *The Journal of nutrition*. 1996;126(12):3009-16.
84. Duran P, Caballero B, de Onis M. The Association between Stunting and Overweight in Latin American and Caribbean Preschool Children. *Food and Nutrition Bulletin*. 2006;27(4):300-5.
85. Gillman MW. Mothers, Babies, and Disease in Later Life. *Bmj*. 1995;310(6971):68.
86. Martins PA, Sawaya AL. Evidence for impaired insulin production and higher sensitivity in stunted children living in slums. *British Journal of Nutrition*. 2006;95(5):996-1001.
87. Hernandez B, Cuevas-Nasu L, Fau - Shamah-Levy T, Shamah-Levy T, Fau - Monterrubio EA, Monterrubio Ea, Fau - Ramirez-Silva CI, Ramirez-Silva Ci, Fau - Garcia-Feregrino R, Garcia-Feregrino R, Fau - Rivera JA, et al. Factors associated with overweight and obesity in Mexican school-age children: results from the National Nutrition Survey 1999. (0036-3634 (Print)).
88. Fernald LC, Neufeld LM. Overweight with concurrent stunting in very young children from rural Mexico: prevalence and associated factors. *European journal of clinical nutrition*. 2007;61(5):623-32.
89. Wilson HJ, Dickinson F, Hoffman DJ, Griffiths PL, Bogin B, Varela-Silva MI. Fat free mass explains the relationship between stunting and energy expenditure in urban Mexican Maya children. *Annals of human biology*. 2012;39(5):432-9.

90. Martins PA, Hoffman DJ, Fernandes MTB, Nascimento CR, Roberts SB, Sesso R, et al. Stunted children gain less lean body mass and more fat mass than their non-stunted counterparts: a prospective study. *British Journal of Nutrition*. 2007;92(05):819.
91. WHO. Global nutrition policy review: what does it take to scale up nutrition action? WHO Library Cataloguing-in-Publication Data. 2013
92. Coneval. Metodología para la medición multidimensional de la pobreza en México 2010. 129- p.
93. Lohman TGRAFM. Anthropometric standardization reference manual. Chicago, Illinois 1998.
94. Habicht JP. Estandarización de métodos epidemiológicos cuantitativos sobre el terreno. *Sanit. Panam* 1974. 76:375-84 p.
95. National Heart L, Blood I. 2012 NHLBI Morbidity and Mortality Chart Book. 2012:116-.
96. Salvador G, Palma I, Puchal A, Vilá MC, Miserachs M, Illan M. Entrevista dietética. Herramientas útiles para la recogida de datos. *Rev Med Univ Navarra*. 2006;50(4):46-55.
97. Galván M, González AA. Estado de nutrición de los escolares a nivel estatal. In: Galván M, González AA, Rodríguez GL, editors. *Perfil Nutricional de Escolares de Hidalgo 2010: Estado de nutrición y Variables de Contexto Familiar, Escolar e Individual*. Pachuca, Hidalgo: Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo; 2010.
98. ASA24 Automated Self-Administered 24-Hour Dietary Assessment Tool: National Cancer Institute, Division of Cancer Control & Population Sciences; [cited 2016 20/09]. Available from: <https://epi.grants.cancer.gov/asa24/>.
99. Cameron N, Preece Ma Fau - Cole TJ, Cole TJ. Catch-up growth or regression to the mean? Recovery from stunting revisited. 2005(1042-0533 (Print)).
100. Leroy JL, Ruel M, Habicht J-P, Frongillo EA. Using height-for-age differences (HAD) instead of height-for-age z-scores (HAZ) for the meaningful measurement of population-level catch-up in linear growth in children less than 5 years of age. *BMC Pediatrics*. 2015;15:145.
101. Lampl M. Perspectives on modelling human growth: Mathematical models and growth biology. *Annals of human biology*. 2012;39(5):342-51.
102. WHO/UNICEF/ONU. Iron deficiency anemia, assessment, prevention and control: a guide for programme managers. Geneva: World Health Organization; 2001.
103. Wallerstein RO. Laboratory Evaluation of Anemia. *The Western journal of medicine*. 1987;146(4):443-51.
104. Reglamento de la ley general de salud en materia de investigación para la salud. 1987.
105. Manzini JL. Declaración de Helsinki: Principios éticos para la investigación médica sobre sujetos humanos. *Acta bioeth*. 2000;6(2):321-34.
106. UNICEF. MEJORAR LA NUTRICION INFANTIL. El imperativo para el progreso mundial que es posible lograr. unicef, 2013.
107. García-Parra E, Ochoa-Díaz-López H, García-Miranda R, Moreno-Altamirano L, Solís-Hernández R, Molina-Salazar R. Are there changes in the nutritional status of children of Oportunidades families in rural Chiapas, Mexico? A cohort prospective study. *Journal of Health, Population and Nutrition*. 2016;35(1):1.
108. A C, M DC, A R, S B, A A, H M. The food and nutrition situation in Mexico: a food consumption, nutritional status and applied programs tendencies report from 1960 to 1990. . México 1996.

109. FAO. Human energy requirements. ROME: FAO, 2011.
110. Pillai RR, Kurpad AV. Amino acid requirements in children and the elderly population. *The British journal of nutrition*. 2012;108 Suppl 2:S44-9.
111. Gunaratna NS, Groote HD, Nestel P, Pixley KV, McCabe GP. A meta-analysis of community-based studies on quality protein maize. *Food Policy*. 2010;35(3):202-10.
112. Mangani C, Maleta K, Phuka J, Cheung Yin B, Thakwalakwa C, Dewey K, et al. Effect of complementary feeding with lipid-based nutrient supplements and corn-soy blend on the incidence of stunting and linear growth among 6- to 18-month-old infants and children in rural Malawi. *Maternal & child nutrition*. 2016;11(S4):132-43.
113. Arsenault JE, Brown KH. Effects of protein or amino-acid supplementation on the physical growth of young children in low-income countries. *Nutrition Reviews*. 2017;75(9):699-717.
114. (FAO) OdINUpIAYlA. Evaluación de la calidad de la proteína dietética en la nutrición humana. Informe de una Consulta de expertos de la FAO 31 de marzo a 2 de abril de 2011 . Roma, Italia: FAO; 2013.
115. Desmond C, Casale D. Catch-up growth in stunted children: Definitions and predictors. *PloS one*. 2017;12(12):e0189135.
116. Wit J-M, Boersma B. Catch-up growth: definition, mechanisms, and models. *J Pediatr Endocrinol Metab*. 2002;15 Suppl 5:1229-41.
117. Hodinott J, Behrman JR, Maluccio JA, Melgar P, Quisumbing AR, Ramirez-Zea M, et al. Adult consequences of growth failure in early childhood. *The American journal of clinical nutrition*. 2013;98(5):1170-8.
118. Teivaanmäki T, Cheung Yin B, Kortekangas E, Maleta K, Ashorn P. Transition between stunted and nonstunted status: both occur from birth to 15 years of age in Malawi children. *Acta paediatrica*. 2015;104(12):1278-85.
119. Jones, Behrman Sa, Dang Ja, Anand H-Aa, Paul. Identifying Catch-Up Trajectories in Child Growth: New Methods with Evidence from Young Lives

World Bank 2018.

120. Iannotti LL, Henretty NM, Delnatus JR, Previl W, Stehl T, Vorkoper S, et al. Ready-to-use supplementary food increases fat mass and BMI in Haitian school-aged children. *The Journal of nutrition*. 2015;145(4):813-22.
121. Varela-Silva MI, Dickinson F Fau - Wilson H, Wilson H Fau - Azcorra H, Azcorra H Fau - Griffiths PL, Griffiths Pl Fau - Bogin B, Bogin B. The nutritional dual-burden in developing countries--how is it assessed and what are the health implications? (0350-6134 (Print)).
122. Pomeroy E, Stock JT, Stanojevic S, Miranda JJ, Cole TJ, Wells JC. Stunting, adiposity, and the individual-level "dual burden" among urban lowland and rural highland Peruvian children. *American journal of human biology : the official journal of the Human Biology Council*. 2014;26(4):481-90.
123. Grillo LP, Gigante DP, Horta BL, de Barros FC. Childhood stunting and the metabolic syndrome components in young adults from a Brazilian birth cohort study. *European journal of clinical nutrition*. 2016;70(5):548-53.
124. Lovejoy Jc Fau - Smith SR, Smith Sr Fau - Rood JC, Rood JC. Comparison of regional fat distribution and health risk factors in middle-aged white and African American women: The Healthy Transitions Study. 2001(1071-7323 (Print)).

125. De Lucia Rolfe E, de França GVA, Vianna CA, Gigante DP, Miranda JJ, Yudkin JS, et al. Associations of stunting in early childhood with cardiometabolic risk factors in adulthood. *PloS one*. 2018;13(4):e0192196.
126. Bruno de Benoist EM, Ines Egli and Mary Cogswell. Worldwide prevalence of anaemia 1993–2005 : WHO global database on anaemia. WHO Library Cataloguing-in-Publication Data. 2005.
127. Gosdin L, Martorell R, Bartolini Rosario M, Mehta R, Srikantiah S, Young Melissa F. The co-occurrence of anaemia and stunting in young children. *Maternal & child nutrition*. 2018;0(0):e12597.
128. Estimates UWWBGJCM. Levels and trends in child malnutrition. In: UNICEF W, World Bank Group, editor. 2018.
129. Palafox NA, Gamble MV, Dancheck B, Ricks MO, Briand K, Semba RD. Vitamin A deficiency, iron deficiency, and anemia among preschool children in the Republic of the Marshall Islands. *Nutrition*. 2003;19(5):405-8.
130. Huybregts L, Hounbé F, Salpéteur C, Brown R, Roberfroid D, Ait-Aissa M, et al. The Effect of Adding Ready-to-Use Supplementary Food to a General Food Distribution on Child Nutritional Status and Morbidity: A Cluster-Randomized Controlled Trial. *PLoS medicine*. 2012;9(9):e1001313.
131. Rosado JL, González KE, Caamaño MdC, García OP, Preciado R, Odio M. Efficacy of different strategies to treat anemia in children: a randomized clinical trial. *Nutrition Journal*. 2010;9(1):40.

ANEXOS

Anexo A. Carta de aprobación por parte del Comité de Ética del ICSa



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO
Instituto de Ciencias de la Salud
School of Health Sciences
Coordinación de Investigación
Department of Research

31 de agosto del 2017
Cinv//046/2017
Asunto: Dictamen

DRA. GUADALUPE LÓPEZ RODRÍGUEZ
PROFESORA INVESTIGADORA DE LA MAESTRÍA EN CIENCIAS
BIOMÉDICAS
PRESENTE

Por este medio, en mi calidad de Presidente del Comité de Ética e Investigación, me permito informarle que se ha revisado el Proyecto titulado "Efectos de la suplementación con nutrientes esenciales en la velocidad de crecimiento y ganancia de grasa en niños preescolares mexicanos con retardo en el crecimiento"; quedando registrado en la Coordinación de Investigación con el No. De Folio: 051, y al cual se le ha otorgado el dictamen de:

APROBADO PARA SU EJECUCIÓN

Sin más por el momento, quedo de usted, y le envío un cordial saludo.

ATENTAMENTE
"AMOR, ORDEN Y PROGRESO"


M.C. ESP. ADRIÁN MOYA ESCALERA
DIRECTOR DEL ICSa
PRESIDENTE DEL COMITÉ DE ÉTICA E INVESTIGACIÓN


M. EN C. JOSÉ DE JESÚS NAVARRETE HERNÁNDEZ
COORDINADOR DE INVESTIGACIÓN del ICSa

c.c.p. Archivo



Circuito Ex Hacienda La Concepción S/N
Carretera Pachuca Actopan
San Agustín Tlaxiaca, Hidalgo, México; C.P. 42160
Teléfono: 52 (771) 71 720-00 Ext.5104, 5118 y 4313
psicologia@uaeh.edu.mx

www.uaeh.edu.mx

Anexo B Carta de consentimiento informado



Carta de consentimiento informado



FOLIO: _____

Investigación: Efecto de la suplementación con nutrientes esenciales en la velocidad de crecimiento y ganancia de grasa de niños preescolares con retardo en el crecimiento del estado de Hidalgo.

Introducción/Objetivo:

El objetivo del estudio es evaluar el efecto del consumo de un suplemento alimentario en la velocidad de crecimiento, grasa corporal y hemoglobina en niños preescolares (< 5 años) con desnutrición crónica del estado de Hidalgo, el cual se realizará en niños de esta comunidad.

PROCEDIMIENTO: Si usted desea que su hijo (a) participe en el estudio, ocurrirá lo siguiente:

1. A usted de haremos preguntas sobre sus higiénicos, beneficios que recibe en apoyo alimentario y se le aplicará un cuestionario de nivel socioeconómico.
2. A su hijo: se le realizará una primera evaluación antropométrica, que consta de la medición de peso, estatura, circunferencia de cintura, pliegue cutáneo tricípital, altura de rodilla, la cual tiene la finalidad de realizar el diagnóstico del estado nutricional; se tomará una muestra de sangre capilar (dedo índice) para medir el nivel de hemoglobina y diagnosticar anemia, y se registrará la frecuencia de consumo de alimentos en un lapso de 24 horas. Si su hijo(a) de acuerdo a su evaluación presenta retardo en el crecimiento se incluirá en alguno de los dos grupos de este estudio: de comparaci y suplementado.

3. Una vez incluido en el estudio su hijo (a) recibirá:

3.1 Desparasitación vía oral con una dosis de albendazol.

3.1 Si su hijo forma parte del grupo de comparación se le realizarán evaluaciones antropométricas cada 2 semanas, y se tomará el registro diario de morbilidad (enfermedades que padezca). Al final de la intervención se le tomará una segunda toma de muestra sanguínea capilar para medir hemoglobina. Si su hijo forma parte del grupo Vitalac o aminoácidos deberá llenar además un registro de adherencia a la suplementación.

3.2 Al grupo suplementado se les suplementará con un producto que contiene, aminoácidos, ácidos grasos esenciales, energía, vitaminas y minerales; los cuales le serán entregados semanalmente y deberá consumirlos todos los días por 24 semanas.

BENEFICIOS: La recuperación de la desnutrición que tiene su hijo (a).

CONFIDENCIALIDAD: Toda la información que usted nos proporcione para el estudio será de carácter estrictamente confidencial, será utilizado únicamente por el equipo de investigación del proyecto y no será disponible para ningún otro propósito. Usted y su hijo(a) quedarán identificados (as) con un número y no con su nombre. Los resultados de este estudio serán publicados con fines científicos, pero se presentarán de tal manera que no podrán ser identificados (as).

RIESGOS POTENCIALES: Los riesgos potenciales que implican su participación en este estudio son mínimos. Si algunas de las preguntas le hicieran sentir un poco incómodo(a), a usted y/o hijo(a), tiene el derecho de no responderla. La toma de muestras de sangre capilar podría presentar un pequeño moretón o dolor en el momento. No existe riesgo de infección debido a que todo el material que se utilizará es nuevo y desechable para cada toma de muestras. Usted no recibirá ningún pago por participar en el estudio y tampoco implicará algún costo para usted.

PARTICIPACIÓN VOLUNTARIA/RETIRO: La participación en este estudio es absolutamente voluntaria. Usted está en plena libertad de negarse a participar o de retirar la participación de su hijo (a) en cualquier momento. Su decisión de participar o de no participar no afectará de ninguna manera la dinámica social en su comunidad.

Si usted tiene preguntas generales relacionadas con sus derechos como participante de este estudio de investigación, puede comunicarse con los expertos encargados de la investigación. Dra. Guadalupe López Rodríguez, Laboratorio de Nutrición Molecular ICSa-UAEH; teléfono: 77171 72000 ext. 4316 o al correo: glopez@uaeh.edu.mx.

Si usted acepta participar en el estudio y que su hijo (a) participe también, le entregaremos una copia de este documento que le pedimos sea tan amable de firmar.

CONSENTIMIENTO DEL PADRE/MADRE O TUTOR PARA LA PARTICIPACIÓN DE SU HIJO(A)

Su firma indica su aceptación para que usted y su hijo(a) participen voluntariamente en el presente estudio.

Nombre del padre/madre/tutor: _____ Fecha: _____

Firma: _____

Nombre completo del menor participante: _____

Nombre completo del testigo 1: _____

Dirección: _____

Firma: _____

Relación con el participante: _____

Nombre completo del testigo 2: _____

Dirección: _____

Firma: _____

Relación con el participante: _____

Nombre de la persona que obtiene el consentimiento: _____

Fecha: _____

ANEXO 2 Registro de morbilidad (EDA e IRA)

Registro Diario de Morbilidad (EDA e IRA)

Nombre del niño (a) _____	Fecha: _____	Folio: _____
Nombre del cuidador: _____	Nombre del encuestador: _____	
Instrucciones: Marque con una ("X") si su hijo presenta alguno de los siguientes síntomas y signos. En la parte inferior se encuentra el apartado ATENCIÓN, indique con una ("X") como atendió a su hijo (a)		
Este registro se debe realizar cada día (desde el día de entrega hasta la siguiente visita)		

Signo/síntoma	Día	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Diarrea															
1. Evacuaciones aguadas o líquidas															
2. Vómito															
3. Fiebre															
Enfermedad Respiratoria															
1. Tos															
5. Fiebre															
ATENCIÓN															
1. Médico															
2. Enfermera															
3. Farmacéutico															
4. Miembro de la familia															
5. Usted															
REMEDIOS:															
1. Suero															
2. Medicamento															
3. Nada															

Fecha	Padecimiento	Medicamento o remedio

ANEXO 3 Control antropométrico

Control antropométrico del niño

Nombre: _____

Folio: _____

Fecha: _____

Nombre del cuidador (a): _____

Nombre del encuestador: _____

Medición	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Fecha (dd/mm/aa)												
Peso (kg)												
Talla (cm)												
CC (cm)												
CMB (cm)												
PCT (mm)												
AR (cm)												
% masa grasa												
% masa libre de grasa												
Hb *												

*Una medición basal y una al final de la intervención

*Datos antropométricos de la madre

|

Medición	1	2
Fecha		
Peso		
Talla		

ANEXO 5 Registro diario de suplementación

Registro Diario de Suplementación

Nombre del niño (a) _____	Fecha: _____	Folio: _____
Nombre del cuidador: _____	Nombre del encuestador: _____	
<i>Instrucciones: Marque con una ("X") si su hijo consumió el suplemento</i>		
Este registro se debe realizar cada día (desde el día de entrega hasta la siguiente visita)		

1.

Consumo	Día	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1. Quien dio el suplemento al niño															
a. Madre															
b. Abuela															
c. Otro familiar															
d. Persona ajena a la familia															
2. Su hijo consumió el suplemento															
Si															
No															
3. ¿Por qué no lo consumió?															
1. Olvido															
2. Enfermedad															
3. Pérdida del suplemento															
4. Peso en gr del suplemento <u>No</u> consumido (laboratorio)															
5. Consumo en gr del suplemento consumido (laboratorio)															

□

Anexo 6. Curvas de crecimiento de niños de intervención (grupo suplementado)

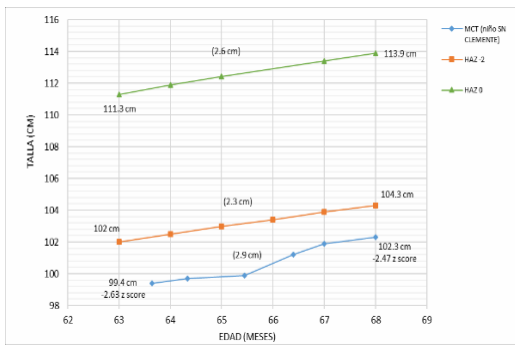


Figura 1. Curva de crecimiento MCT (niño grupo suplementado). Talla inicial 99.4 cm (-2.63 puntaje Z), talla final 103.2 cm (-2.47 puntaje Z); 2.9 cm de diferencia (98.0 % adherencia). Se muestra las curvas de crecimiento de referencia establecidos por la OMS

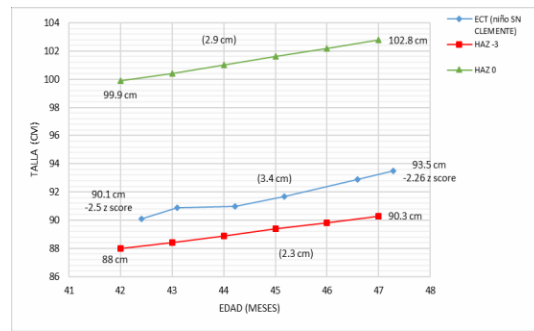


Figura 2. Curva de crecimiento ECT (niño grupo suplementado). Talla inicial 90.1 cm (-2.5 puntaje Z), talla final 93.5 cm (-2.26 puntaje Z); 3.4 cm de diferencia (97.2 % adherencia). Se muestra las curvas de crecimiento de referencia establecidos por la OMS

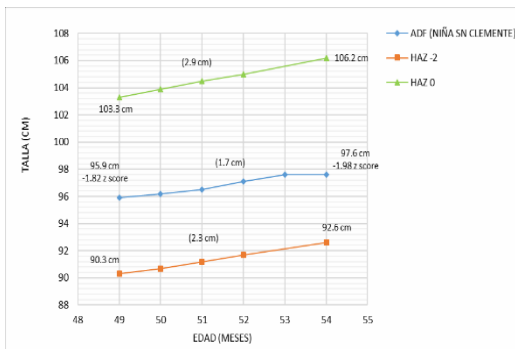


Figura 3. Curva de crecimiento ADF (niña grupo suplementado). Talla inicial 95.9 cm (-1.82 z score), talla final 97.6 cm (-1.98 z score); 1.7 cm de diferencia (67.2 % adherencia). Se muestra las curvas de crecimiento de referencia establecidos por la OMS

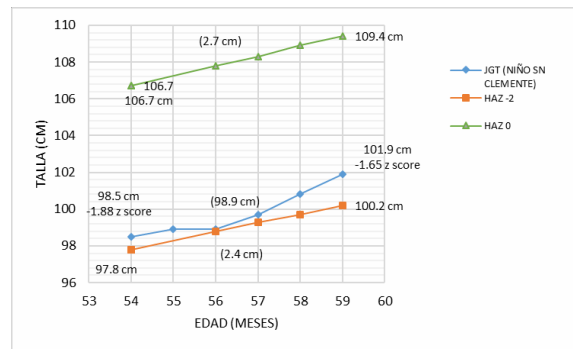


Figura 4. Curva de crecimiento JGT (niño grupo suplementado). Talla inicial 105.6 cm (-2.11 z score), talla final 107.7 cm (-2.11 z score); 2.1 cm de diferencia (96.5 % adherencia). Se muestra las curvas de crecimiento de referencia establecidos por la OMS

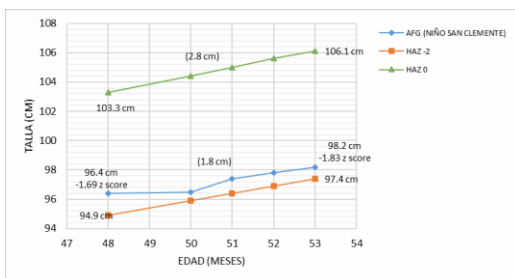


Figura 5. Curva de crecimiento AFG (niño grupo suplementado). Talla inicial 96.4 cm (-1.69 z score), talla final 98.2 cm (-1.83 z score); 1.8 cm de diferencia (96.5 % adherencia). Se muestra las curvas de crecimiento de referencia establecidos por la OMS

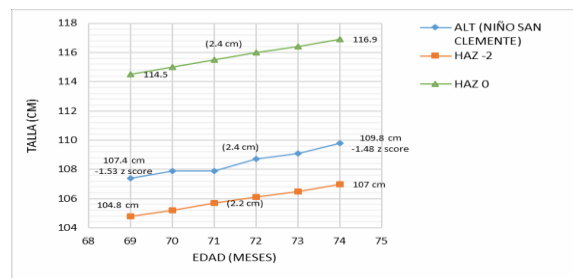


Figura 6. Curva de crecimiento ALT (niño grupo suplementado). Talla inicial 107.4 cm (-1.53 z score), talla final 109.8 cm (-1.48 z score); 2.4 cm de diferencia (94.4 % adherencia). Se muestra las curvas de crecimiento de referencia establecidos por la OMS

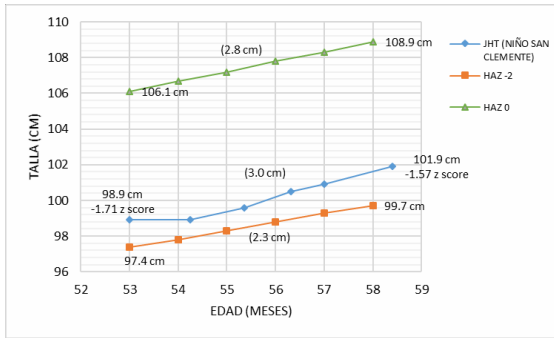


Figura 7. Curva de crecimiento de JHT (niño grupo suplementado). Talla inicial 98.9 cm (-1.71 z score), talla final 101.9 cm (-1.57 z score); 3.0 cm de diferencia (95.8 % adherencia). Se muestra las curvas de crecimiento de referencia establecidos por la OMS

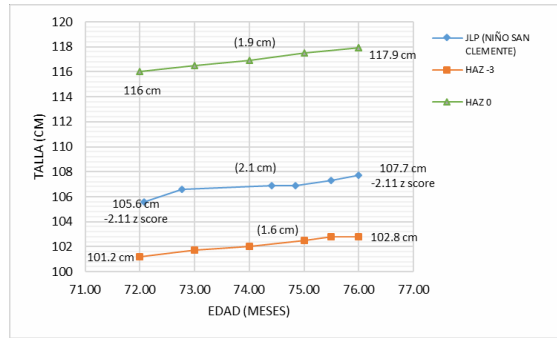


Figura 8. Curva de crecimiento JLP (niño grupo suplementado). Talla inicial 105.6 cm (-2.11 z score), talla final 107.7 cm (-2.11 z score); 2.1 cm de diferencia (96.5 % adherencia). Se muestra las curvas de crecimiento de referencia establecidos por la OMS

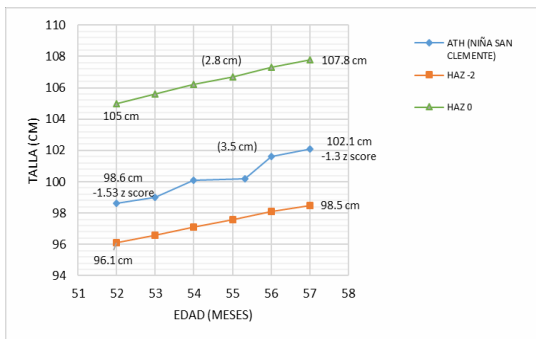


Figura 9. Curva de crecimiento de ATH (niña grupo suplementado). Talla inicial 98.6 cm (-1.53 z score), talla final 102.1 cm (-1.3 z score); 3.5 cm de diferencia (55.5 % adherencia). Se muestra las curvas de crecimiento de referencia establecidos por la OMS

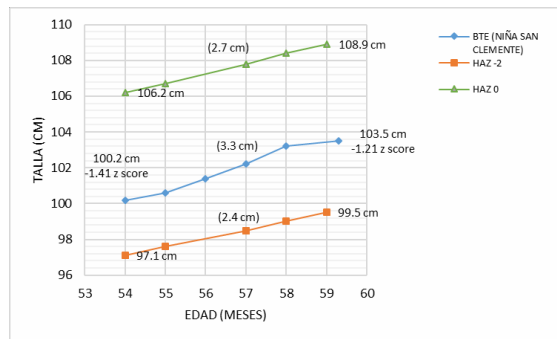


Figura 10. Curva de crecimiento BTE (niña grupo suplementado). Talla inicial 100.2 cm (-1.41 z score), talla final 103.5 cm (-1.21 z score); 3.3 cm de diferencia (93.1 % adherencia). Se muestra las curvas de crecimiento de referencia establecidos por la OMS

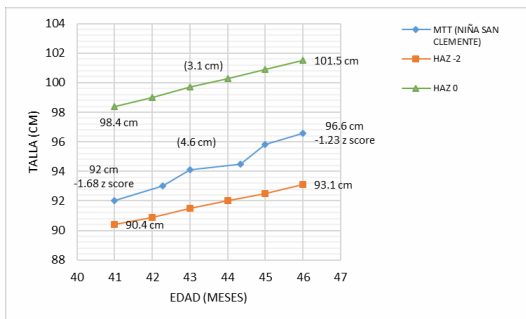


Figura 11. Curva de crecimiento MTT (niña grupo suplementado). Talla inicial 92.0 cm (-1.68 z score), talla final 96.6 cm (-1.23 z score); 4.6 cm de diferencia (95.0 % adherencia). Se muestra las curvas de crecimiento de referencia establecidos por la OMS

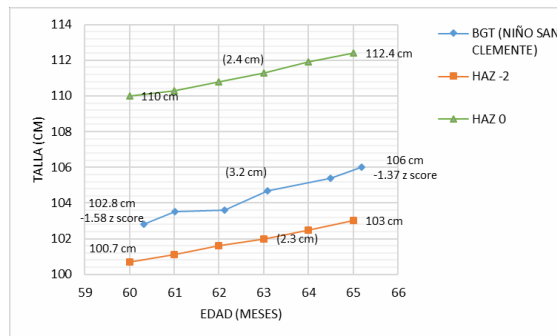


Figura 12. Curva de crecimiento BGT (niño grupo suplementado). Talla inicial 102.8 cm (-1.58 z score), talla final 106.0 cm (-1.37 z score); 3.2 cm de diferencia (98.0 % adherencia). Se muestra las curvas de crecimiento de referencia establecidos por la OMS

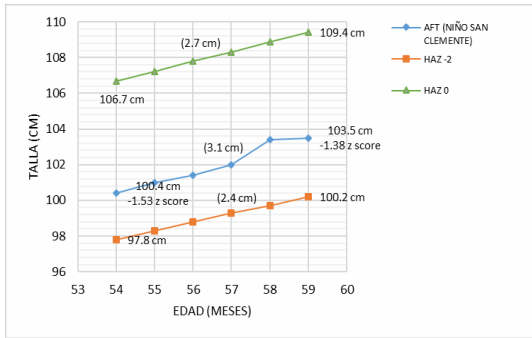


Figura 13. Curva de crecimiento AFT (niño grupo suplementado). Talla inicial 100.4 cm (-1.53 z score), talla final 103.5 cm (-1.38 z score); 3.1 cm de diferencia (69.2 % adherencia). Se muestra las curvas de crecimiento de referencia establecidos por la OMS

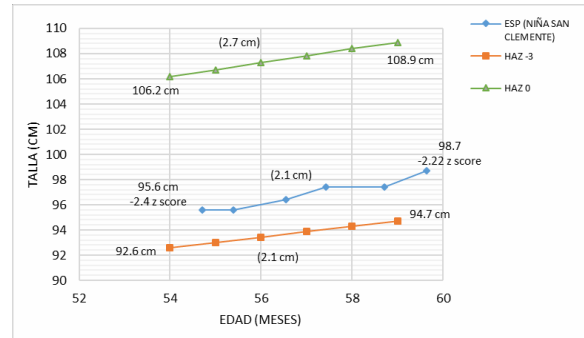


Figura 14. Curva de crecimiento de ESP (niña grupo suplementado). Talla inicial 95.6 cm (-2.4 z score), talla final 98.7 cm (-2.22 z score); 2.1 cm de diferencia (99.0 % adherencia). Se muestra las curvas de crecimiento de referencia establecidos por la OMS

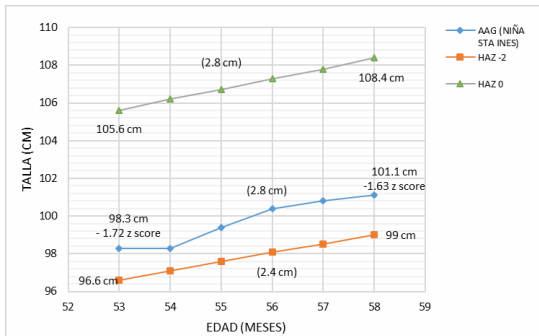


Figura 15. Curva de crecimiento AAG (niña grupo suplementado). Talla inicial 98.3 cm (-1.72 z score), talla final 101.1 cm (-1.63 z score); 2.8 cm de diferencia (97.6 % adherencia). Se muestra las curvas de crecimiento de referencia establecidos por la OMS

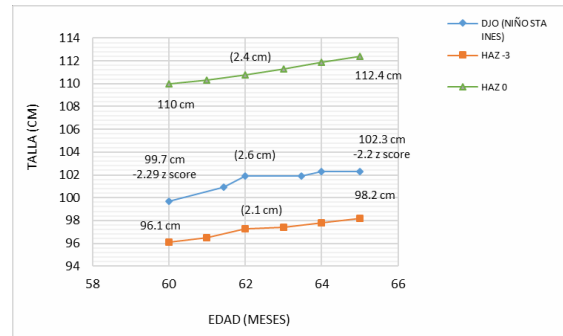


Figura 16. Curva de crecimiento DJO (niña grupo suplementado). Talla inicial 99.7 cm (-2.29 z score), talla final 102.9 cm (-2.2 z score); 2.6 cm de diferencia (94.6 % adherencia). Se muestra las curvas de crecimiento de referencia establecidos por la OMS

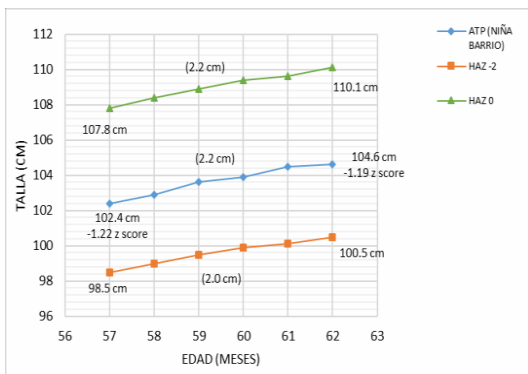


Figura 17. Curva de crecimiento ATP (niña grupo suplementado). Talla inicial 102.4 cm (-1.22 z score), talla final 104.6 cm (-1.19 z score); 2.2 cm de diferencia (74.3 % adherencia). Se muestra las curvas de crecimiento de referencia establecidos por la OMS

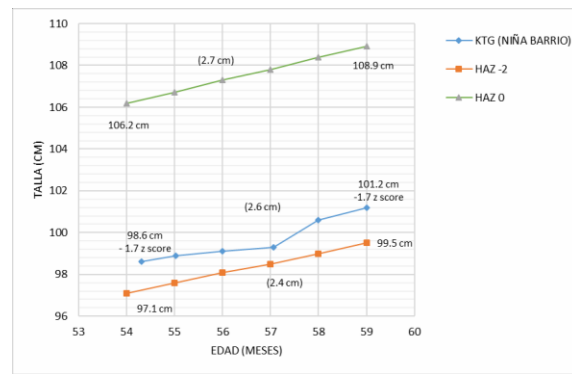


Figura 18. Curva de crecimiento KTG (niña grupo suplementado). Talla inicial 98.6 cm (-1.7 z score), talla final 101.2 cm (-2.6 z score); 2.6 cm de diferencia 68.8 % adherencia. Se muestra las curvas de crecimiento de referencia establecidos por la OMS

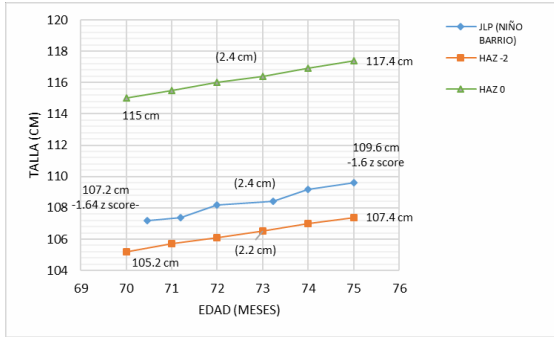


Figura 19. Curva de crecimiento JLP (niño grupo suplementado). Talla inicial 105.6 cm (-2.11 z score), talla final 107.7 cm (-2.11 z score); 2.1 cm de diferencia (61.5 % adherencia). Se muestra las curvas de crecimiento de referencia establecidos por la OMS

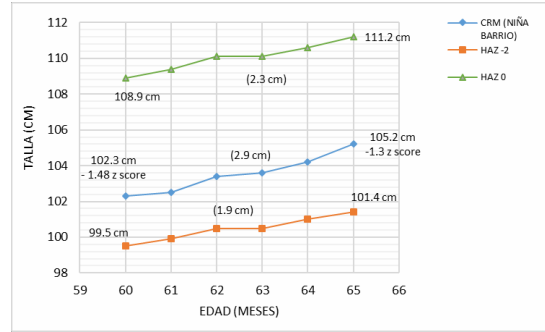


Figura 20. Curva de crecimiento CRM (niña grupo suplementado). Talla inicial 102.3 cm (-1.48 z score), talla final 105.2 cm (-1.3 z score); 2.9 cm de diferencia (67.5 % adherencia). Se muestra las curvas de crecimiento de referencia establecidos por la OMS

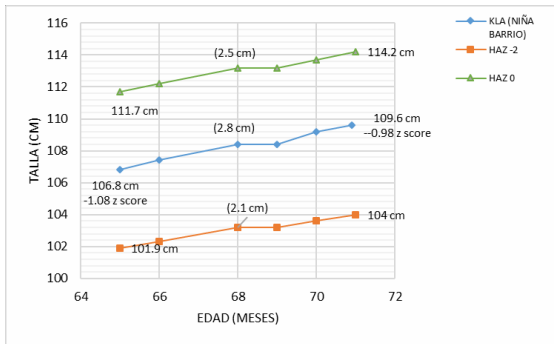


Figura 21. Curva de crecimiento KLA (niña grupo suplementado). Talla inicial 106.8 cm (-1.08 z score), talla final 109.6 cm (-0.98 z score); 2.8 cm de diferencia (79.6 % adherencia). Se muestra las curvas de crecimiento de referencia establecidos por la OMS

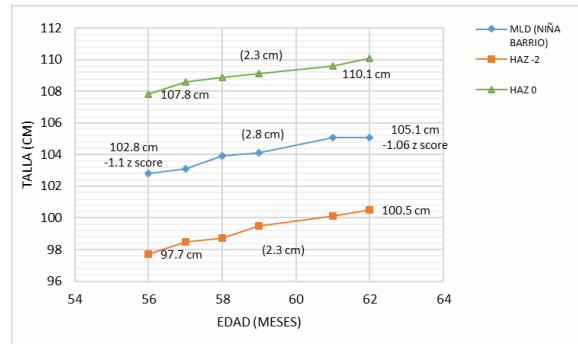


Figura 22. Curva de crecimiento MLD (niña grupo suplementado). Talla inicial 102.8 cm (-1.1 z score), talla final 105.1 cm (-1.06 z score); 2.8 cm de diferencia (68.2 % adherencia). Se muestra las curvas de crecimiento de referencia establecidos por la OMS

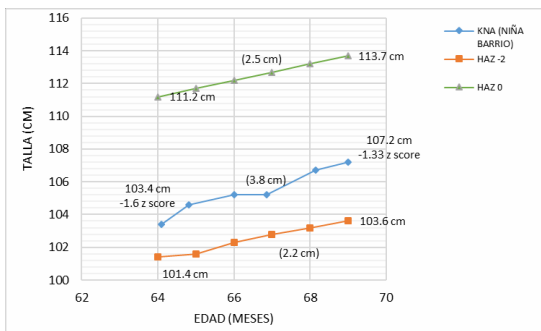


Figura 23. Curva de crecimiento KNA (niña grupo suplementado). Talla inicial 103.4 cm (-1.6 z score), talla final 107.2 cm (-1.33 z score); 3.8 cm de diferencia (80.1 % adherencia). Se muestra las curvas de crecimiento de referencia establecidos por la OMS

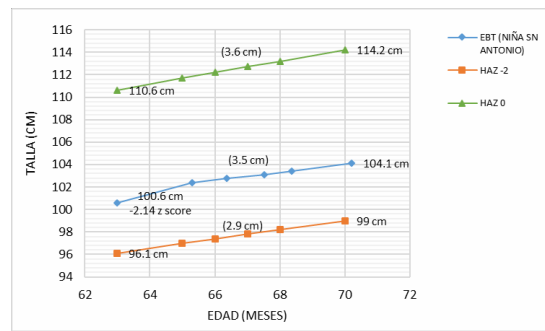


Figura 24. Curva de crecimiento EBT (niña grupo suplementado). Talla inicial 100.6 cm (-2.11 z score), talla final 104.7 cm (-2.01 z score); 2.1 cm de diferencia (60.3 % adherencia). Se muestra las curvas de crecimiento de referencia establecidos por la OMS

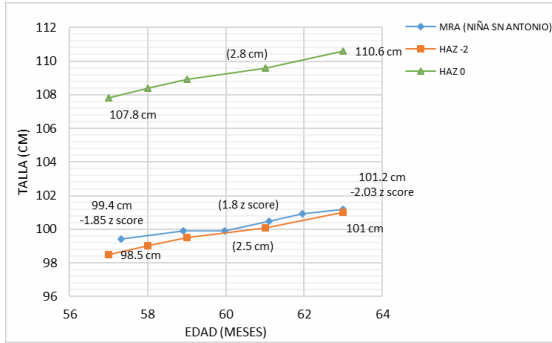


Figura 25. Curva de crecimiento MRA (niña grupo suplementado). Talla inicial 99.4 cm (-1.85 z score), talla final 101.2 cm (-2.03 z score); 1.8 cm de diferencia (64.3 % adherencia). Se muestra las curvas de crecimiento de referencia establecidos por la OMS

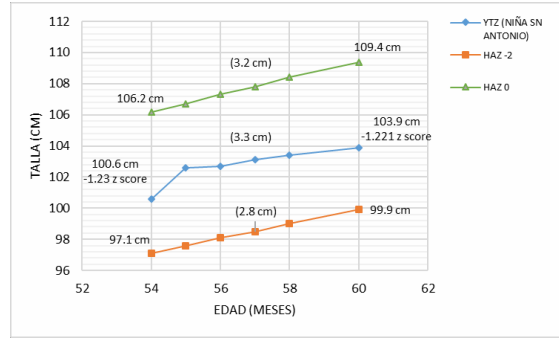


Figura 26. Curva de crecimiento YTZ (niña grupo suplementado). Talla inicial 100.6 cm (-1.23 z score), talla final 103.9 cm (-1.21 z score); 3.3 cm de diferencia (77.5 % adherencia). Se muestra las curvas de crecimiento de referencia establecidos por la OMS

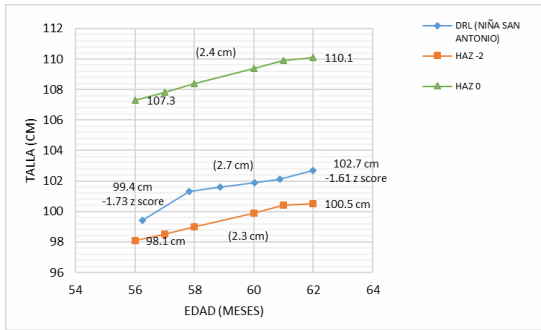


Figura 27. Curva de crecimiento DRL (niña grupo suplementado). Talla inicial 99.4 cm (-1.73 z score), talla final 102.7 cm (-2.7 z score); 2.7 cm de diferencia (70.9 % adherencia). Se muestra las curvas de crecimiento de referencia establecidos por la OMS

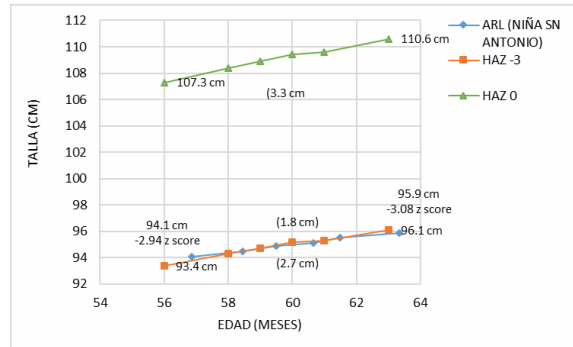


Figura 28. Curva de crecimiento ARL (niña grupo suplementado). Talla inicial 94.1 cm (-2.94 z score), talla final 95.9 cm (-3.08 z score); 1.8 cm de diferencia (54.9 % adherencia). Se muestra las curvas de crecimiento de referencia establecidos por la OMS

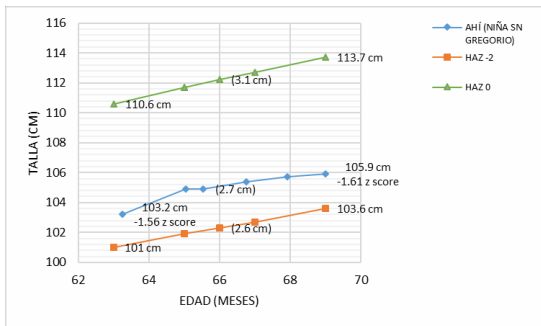


Figura 29. Curva de crecimiento AHÍ (niña grupo suplementado). Talla inicial 103.2 cm (-1.56 z score), talla final 105.9 cm (-2.7 z score); 2.7 cm de diferencia (63.4 % adherencia). Se muestra las curvas de crecimiento de referencia establecidos por la OMS

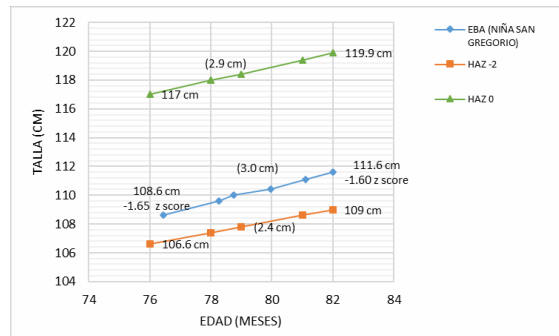


Figura 30. Curva de crecimiento EBA (niña grupo suplementado). Talla inicial 108.6 cm (-1.65 z score), talla final 111.6 cm (-1.60 z score); 3.0 cm de diferencia (60.6 % adherencia). Se muestra las curvas de crecimiento de referencia establecidos por la OMS

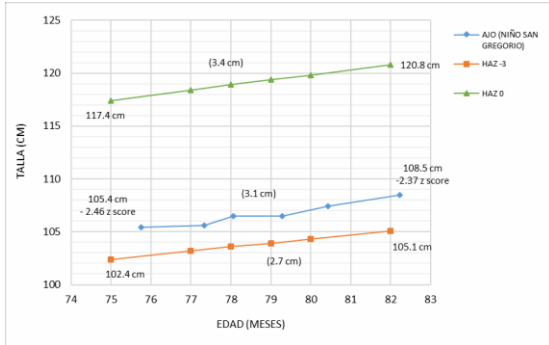


Figura 31. Curva de crecimiento AJO (niño grupo suplementado). Talla inicial 105.4 cm (-2.46 z score), talla final 108.5 cm (-2.37 z score); 3.1 cm de diferencia (73.4 % adherencia). Se muestra las curvas de crecimiento de referencia establecidos por la OMS

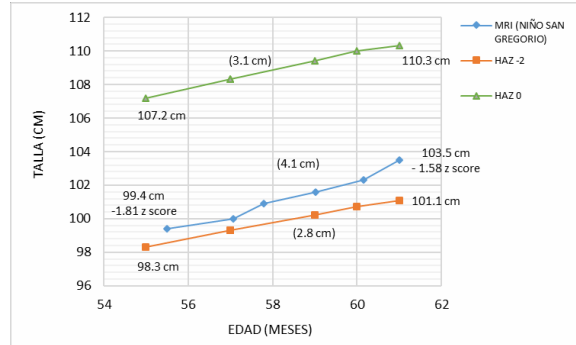


Figura 32. Curva de crecimiento MRI (niño grupo suplementado). Talla inicial 99.4 cm (-1.81 z score), talla final 103.5 cm (-1.58 z score); 4.1 cm de diferencia (96.5 % adherencia). Se muestra las curvas de crecimiento de referencia establecidos por la OMS

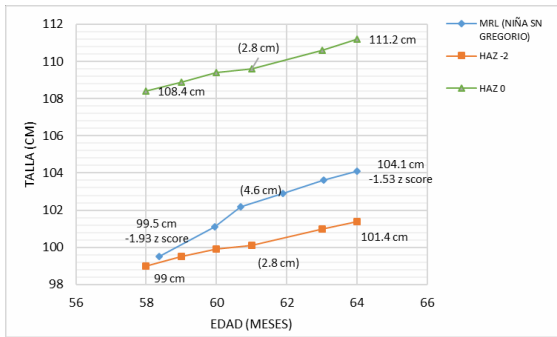


Figura 33. Curva de crecimiento MRL (niña grupo suplementado). Talla inicial 99.5 cm (-1.93 z score), talla final 104.1 cm (-1.53 z score); 4.6 cm de diferencia (73.4 % adherencia). Se muestra las curvas de crecimiento de referencia establecidos por la OMS

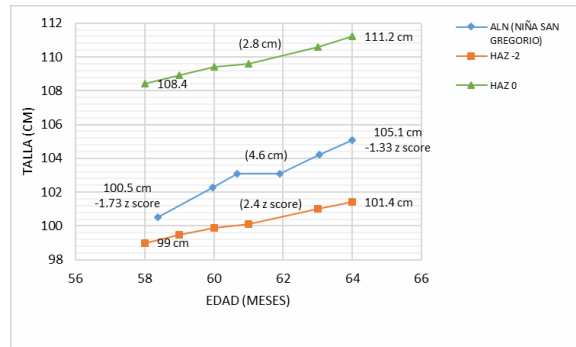


Figura 34. Curva de crecimiento ANA (niña grupo suplementado). Talla inicial 100.5 cm (-1.73 z score), talla final 105.1 cm (-1.33 z score); 4.6 cm de diferencia (96.5 % adherencia). Se muestra las curvas de crecimiento de referencia establecidos por la OMS

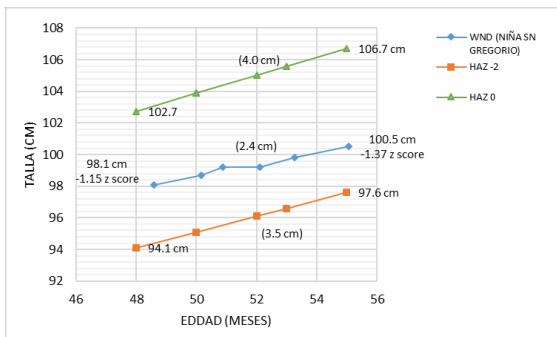


Figura 35. Curva de crecimiento WND (niña grupo suplementado). Talla inicial 98.1 cm (-1.15 z score), talla final 100.5 cm (-1.37 z score); 2.4 cm de diferencia (96.5 % adherencia). Se muestra las curvas de crecimiento de referencia establecidos por la OMS

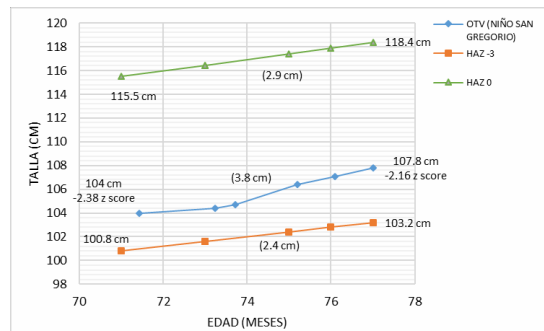


Figura 36. Curva de crecimiento OTV (niño grupo suplementado). Talla inicial 104.0 cm (-2.38 z score), talla final 107.8 cm (-2.16 z score); 3.8 cm de diferencia (96.5 % adherencia). Se muestra las curvas de crecimiento de referencia establecidos por la OMS

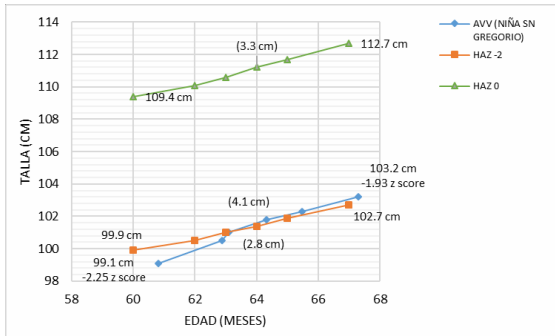


Figura 37. Curva de crecimiento AVV (niña grupo suplementado). Talla inicial 99.1 cm (-2.25 z score), talla final 103.2 cm (-1.93 z score); 4.1 cm de diferencia (83.9 % adherencia). Se muestra las curvas de crecimiento de referencia establecidos por la OMS

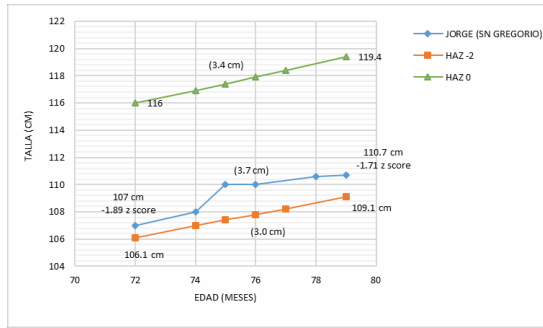


Figura 38. Curva de crecimiento JORGE (niño grupo suplementado). Talla inicial 107.0 cm (-1.89 z score), talla final 110.7 cm (-1.71 z score); 3.7 cm de diferencia (69.8 % adherencia). Se muestra las curvas de crecimiento de referencia establecidos por la OMS

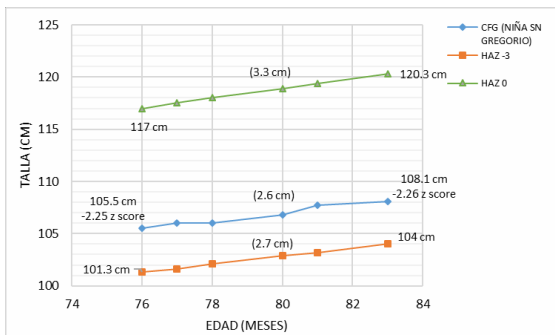


Figura 39. Curva de crecimiento CFG (niña grupo suplementado). Talla inicial 105.5 cm (-2.25 z score), talla final 108.1 cm (-2.26 z score); 2.6 cm de diferencia (68.2 % adherencia). Se muestra las curvas de crecimiento de referencia establecidos por la OMS

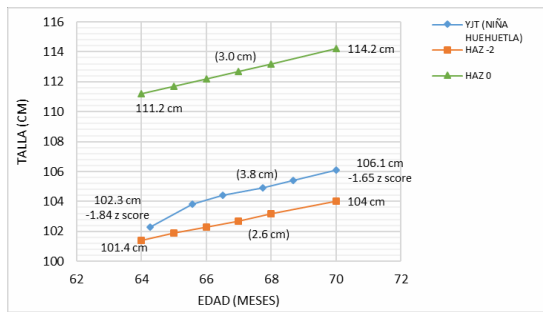


Figura 40. Curva de crecimiento YJT (niña grupo suplementado). Talla inicial 102.3 cm (-1.84 z score), talla final 106.1 cm (-1.65 z score); 3.8 cm de diferencia (68.3 % adherencia). Se muestra las curvas de crecimiento de referencia establecidos por la OMS

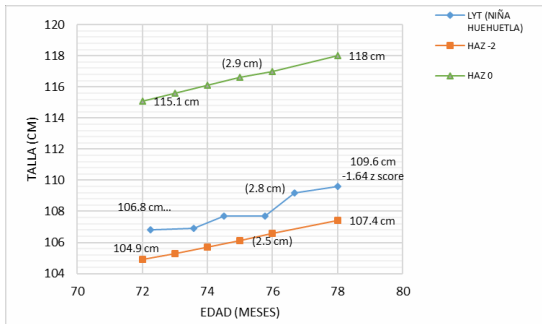


Figura 41. Curva de crecimiento LYT (niño grupo suplementado). Talla inicial 106.8 cm (-1.65 z score), talla final 109.6 cm (-1.64 z score); 2.8 cm de diferencia (53.3 % adherencia). Se muestra las curvas de crecimiento de referencia establecidos por la OMS

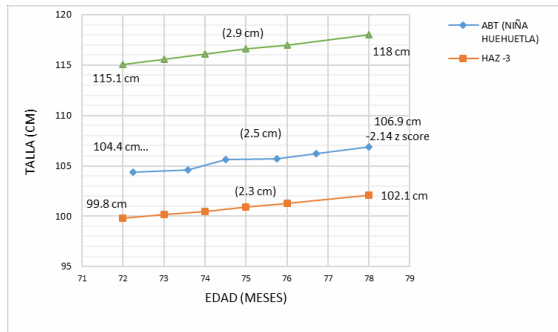


Figura 27. Curva de crecimiento ANA B. (niña grupo suplementado). Talla inicial 104.4 cm (-2.11 z score), talla final 106.9 cm (-2.14 z score); 2.5 cm de diferencia (58.2 % adherencia). Se muestra las curvas de crecimiento de referencia establecidos por la OMS

Anexo 7. Curvas de crecimiento de niños de intervención (grupo de comparación)

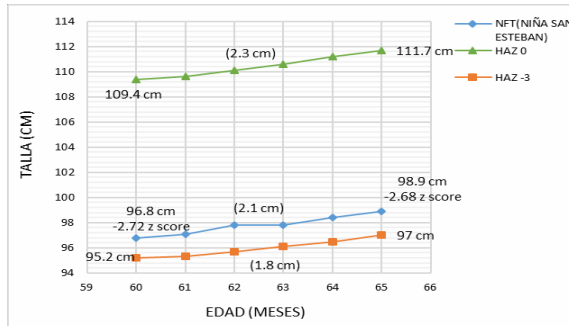


Figura 1. Curva de crecimiento de NFT (niña grupo de comparación), talla inicial 96.8 cm (-2.72 puntaje Z T/E), talla final 98.9 cm (-2.68 puntaje Z), 2.1 cm de diferencia. Se muestran las curvas de crecimiento de referencia establecidos por la OMS.

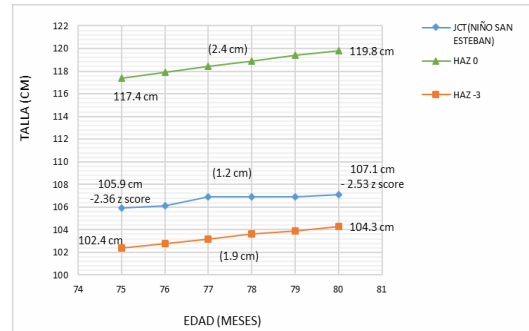


Figura 2. Curva de crecimiento de JCT (Niño grupo de comparación), talla inicial 105.9 cm (-2.36 puntaje Z T/E), talla final 107.1 cm (-2.53 puntaje Z), 1.2 cm de diferencia. Se muestran las curvas de crecimiento de referencia establecidos por la OMS.

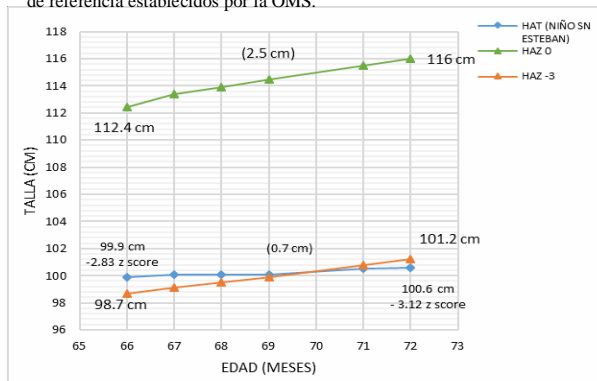


Figura 3. Curva de crecimiento de HAT (niño grupo de comparación), talla inicial 99.9 cm (-2.83 puntaje Z T/E), talla final 101.2 cm (-3.12 puntaje Z), 0.7 cm de diferencia. Se muestran las curvas de crecimiento de referencia establecidos por la OMS.

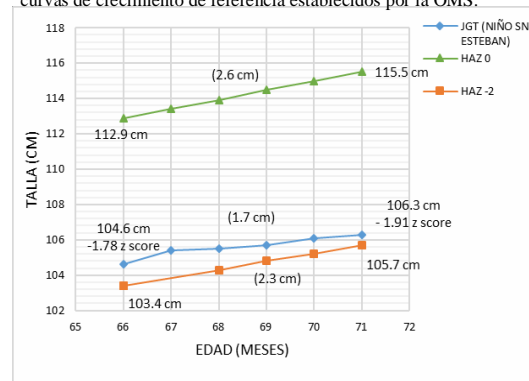


Figura 4. Curva de crecimiento de JGT (niño grupo de comparación), talla inicial 104.6 cm (-1.78 puntaje Z T/E), talla final 106.3 cm (-1.91 puntaje Z), 1.7 cm de diferencia. Se muestran las curvas de crecimiento de referencia establecidos por la OMS.

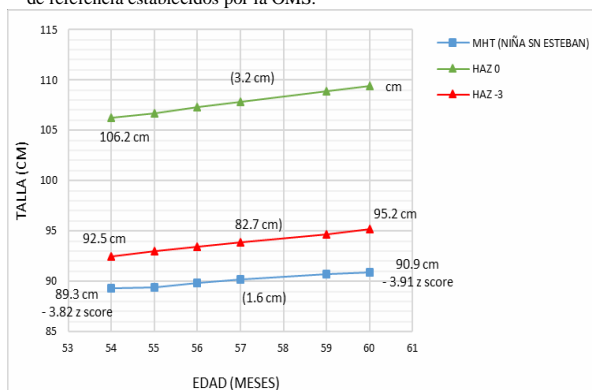


Figura 5. Curva de crecimiento de MHT (niña grupo de comparación), talla inicial 89.3 cm (-3.82 puntaje Z T/E), talla final 90.9 cm (-3.91 puntaje Z), 1.2 cm de diferencia. Se muestran las curvas de crecimiento de referencia establecidos por la OMS.

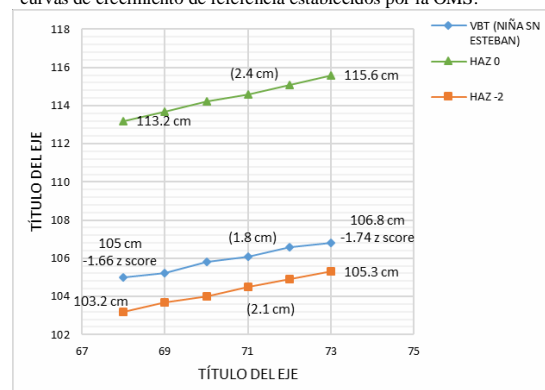


Figura 6. Curva de crecimiento de VBT (niña grupo de comparación), talla inicial 105.0 cm (-1.66 puntaje Z T/E), talla final 106.8 cm (-1.74 puntaje Z), 1.8 cm de diferencia. Se muestran las curvas de crecimiento de referencia establecidos por la OMS.

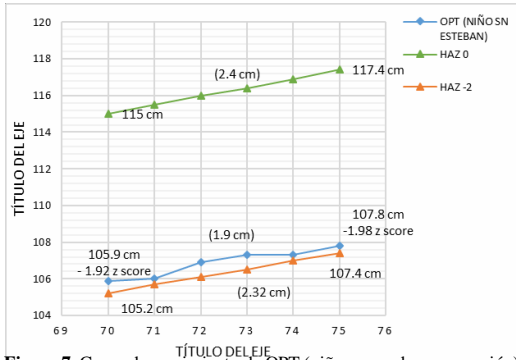


Figura 7. Curva de crecimiento de OPT (niño grupo de comparación), talla inicial 105.9 cm (-1.92 puntaje Z T/E), talla final 107.8 cm (-1.98 puntaje Z), 1.8 cm de diferencia. Se muestran las curvas de crecimiento de referencia establecidos por la OMS.

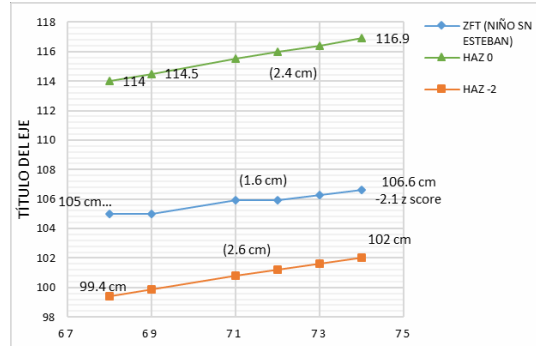


Figura 8. Curva de crecimiento de ZFT (niño grupo de comparación), talla inicial 105.0 cm (-1.98 puntaje Z T/E), talla final 106.6 cm (-2.1 puntaje Z), 1.6 cm de diferencia. Se muestran las curvas de crecimiento de referencia establecidos por la OMS.

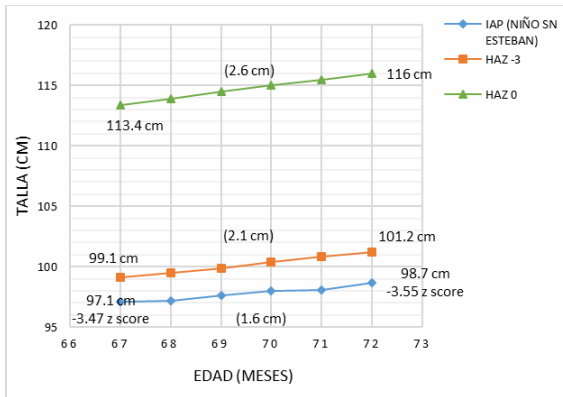


Figura 9. Curva de crecimiento de IAP (niño grupo de comparación), talla inicial 97.1 cm (-3.47 puntaje Z T/E), talla final 98.7 cm (-3.55 puntaje Z), 2.1 cm de diferencia. Se muestran las curvas de crecimiento de referencia establecidos por la OMS.

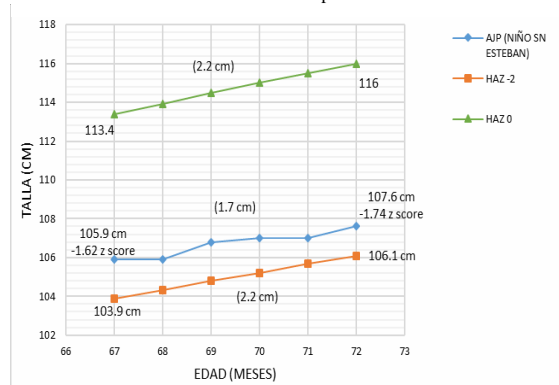


Figura 10. Curva de crecimiento de AJP (niño grupo de comparación), talla inicial 105.9 cm (-2.36 puntaje Z T/E), talla final 107.1 cm (-2.53 puntaje Z), 1.2 cm de diferencia. Se muestran las curvas de crecimiento de referencia establecidos por la OMS.

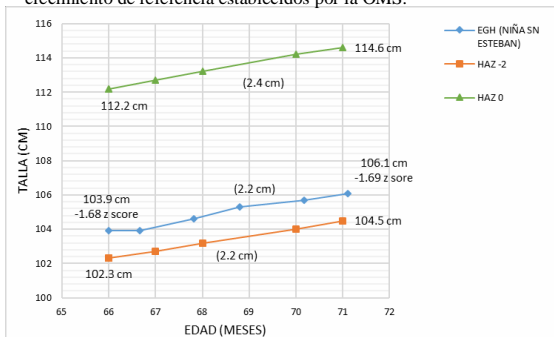


Figura 11. Curva de crecimiento de EGH (niña grupo de comparación), talla inicial 103.9 cm (-1.68 puntaje Z T/E), talla final 106.1 cm (-1.69 puntaje Z), 2.2 cm de diferencia. Se muestran las curvas de crecimiento de referencia establecidos por la OMS.

Figura 12. Curva de crecimiento de LST (niña grupo de comparación), talla inicial 105.8 cm (-1.8 puntaje Z T/E), talla final 107.6 cm (-1.87 puntaje Z), 1.8 cm de diferencia. Se muestran las curvas de crecimiento de referencia establecidos por la OMS.

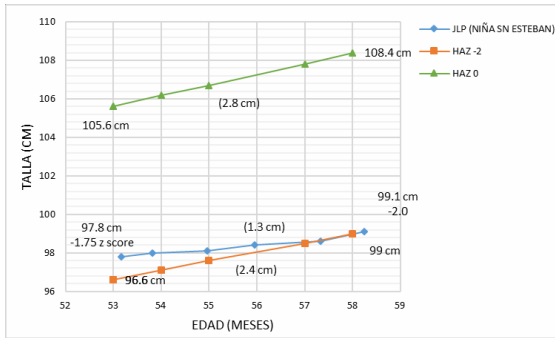


Figura 13. Curva de crecimiento de JLP (niña grupo de comparación), talla inicial 97.8 cm (-1.75 puntaje Z T/E), talla final 99.1 cm (-2.0 puntaje Z), 1.3 cm de diferencia. Se muestran las curvas de crecimiento de referencia establecidos por la OMS.

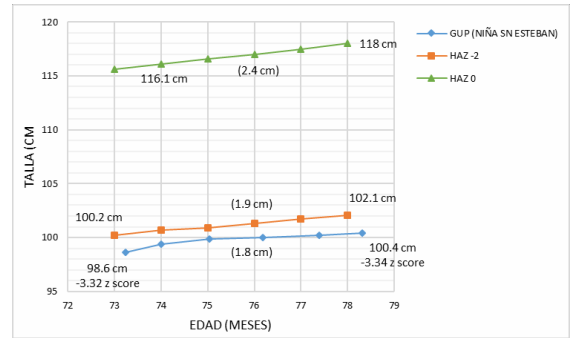


Figura 14. Curva de crecimiento de GUP (niña grupo de comparación), talla inicial 98.6 cm (-3.32 puntaje Z T/E), talla final 100.4 cm (-3.34 puntaje Z), 1.8 cm de diferencia. Se muestran las curvas de crecimiento de referencia establecidos por la OMS.

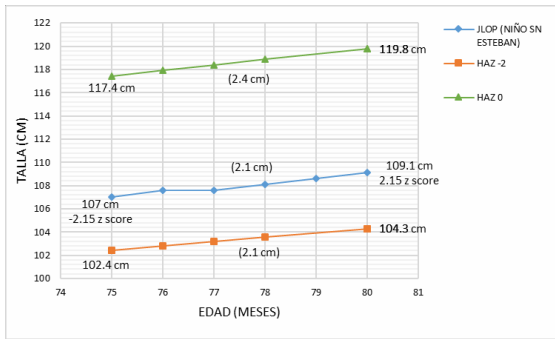


Figura 15. Curva de crecimiento de JLOP (niño grupo de comparación), talla inicial 107.0 cm (-2.15 puntaje Z T/E), talla final 109.1 cm (-2.1 puntaje Z), 2.1 cm de diferencia. Se muestran las curvas de crecimiento de referencia establecidos por la OMS.

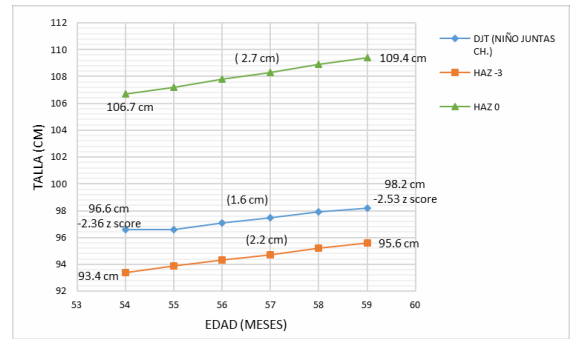


Figura 16. Curva de crecimiento de DJT (niño grupo de comparación), talla inicial 96.6 cm (-2.36 puntaje Z T/E), talla final 98.2 cm (-2.53 puntaje Z), 1.6 cm de diferencia. Se muestran las curvas de crecimiento de referencia establecidos por la OMS.

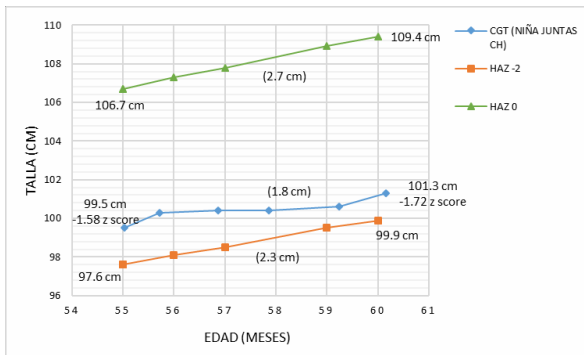


Figura 17. Curva de crecimiento de CGT (niña grupo de comparación), talla inicial 99.5 cm (-1.58 puntaje Z T/E), talla final 101.3 cm (-1.72 puntaje Z), 1.8 cm de diferencia. Se muestran las curvas de crecimiento de referencia establecidos por la OMS.

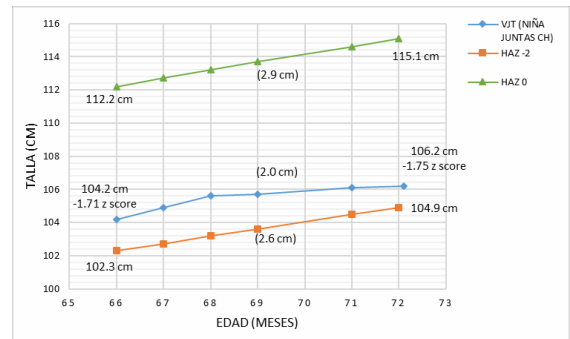


Figura 18. Curva de crecimiento de VJT (niña grupo de comparación), talla inicial 104.2 cm (-1.71 puntaje Z T/E), talla final 106.2 cm (-1.75 puntaje Z), 2.0 cm de diferencia. Se muestran las curvas de crecimiento de referencia establecidos por la OMS.

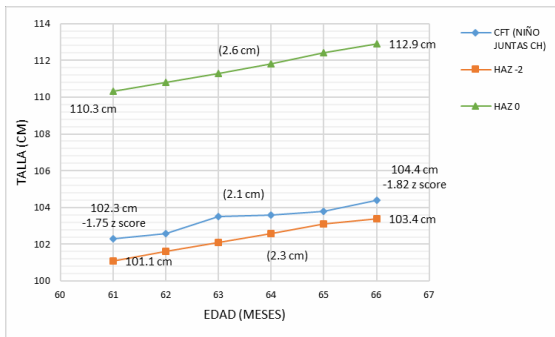


Figura 19. Curva de crecimiento de CFT (niño grupo de comparación), talla inicial 102.3 cm (-1.75 puntaje Z T/E), talla final 104.4 cm (-1.82 puntaje Z), 2.1 cm de diferencia. Se muestran las curvas de crecimiento de referencia establecidos por la OMS.

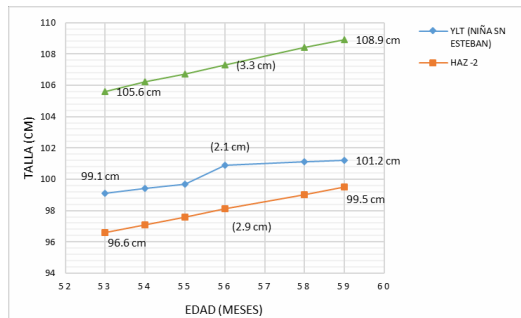


Figura 20. Curva de crecimiento de YLT (niña grupo de comparación), talla inicial 99.1 cm (-1.54 puntaje Z T/E), talla final 101.2 cm (-1.63 puntaje Z), 2.1 cm de diferencia. Se muestran las curvas de crecimiento de referencia establecidos por la OMS.

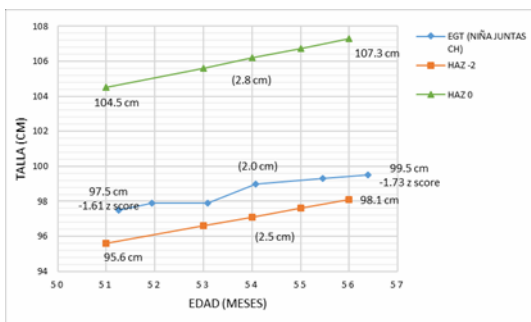


Figura 21. Curva de crecimiento de EGT (niña grupo de comparación), talla inicial 97.5 cm (-1.61 puntaje Z T/E), talla final 99.5 cm (-1.73 puntaje Z), 2.0 cm de diferencia. Se muestran las curvas de crecimiento de referencia establecidos por la OMS.

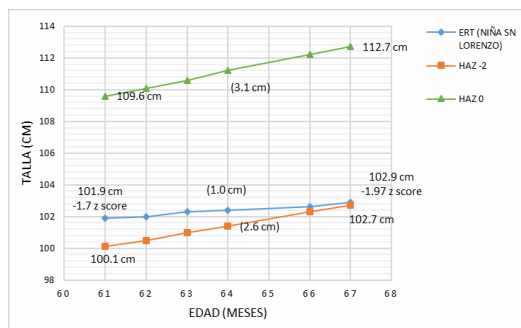


Figura 22. Curva de crecimiento de ERT (niña grupo de comparación), talla inicial 101.9 cm (-1.7 puntaje Z T/E), talla final 102.9 cm (-1.97 puntaje Z), 1.0 cm de diferencia. Se muestran las curvas de crecimiento de referencia establecidos por la OMS.

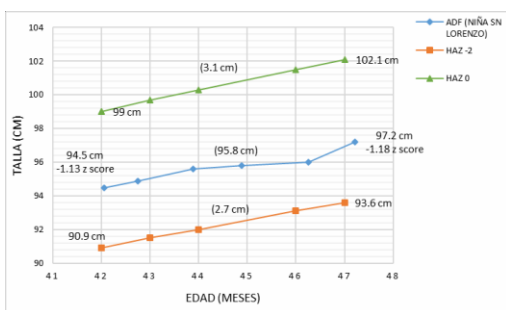


Figura 23. Curva de crecimiento de ADF (niña grupo de comparación), talla inicial 94.5 cm (-1.13 puntaje Z T/E), talla final 97.2 cm (-1.18 puntaje Z), 2.7 cm de diferencia. Se muestran las curvas de crecimiento de referencia establecidos por la OMS.

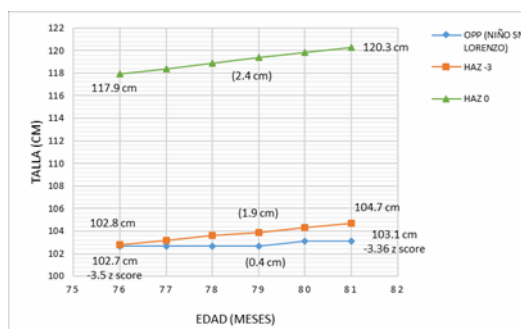


Figura 24. Curva de crecimiento de OPP (niño grupo de comparación), talla inicial 102.8 cm (-3.5 puntaje Z T/E), talla final 103.1 cm (-3.36 puntaje Z), 1.9 cm de diferencia. Se muestran las curvas de crecimiento de referencia establecidos por la OMS.

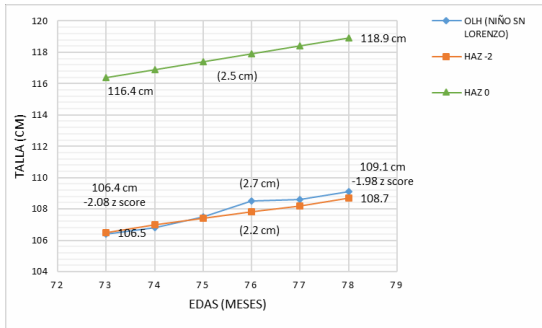


Figura 25. Curva de crecimiento de OLH (niño grupo de comparación), talla inicial 106.4 cm (-2.08 puntaje Z T/E), talla final 109.1 cm (-1.98 puntaje Z), 2.7 cm de diferencia. Se muestran las curvas de crecimiento de referencia establecidos por la OMS.

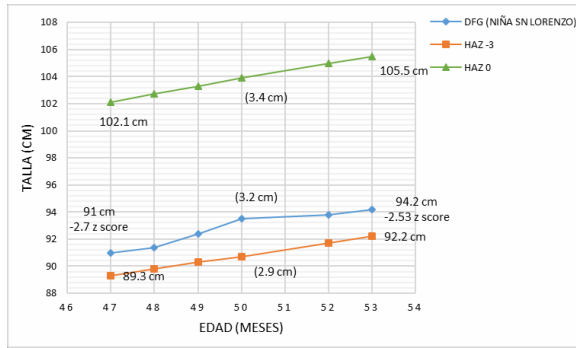


Figura 26. Curva de crecimiento de DFG (niña grupo de comparación), talla inicial 91 cm (-2.7 puntaje Z T/E), talla final 94.2 cm (-2.53 puntaje Z), 3.2 cm de diferencia. Se muestran las curvas de crecimiento de referencia establecidos por la OMS.

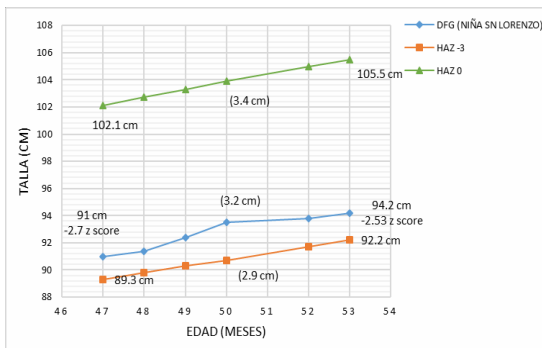


Figura 27. Curva de crecimiento de DFG (niña grupo de comparación), talla inicial 91 cm (-2.79 puntaje Z T/E), talla final 94.2 cm (-2.5 puntaje Z), 3.2 cm de diferencia. Se muestran las curvas de crecimiento de referencia establecidos por la OMS.

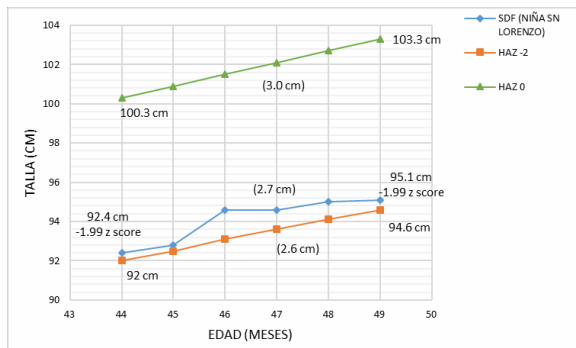


Figura 28. Curva de crecimiento de SDF (niña grupo de comparación), talla inicial 92.4 cm (-1.9 puntaje Z T/E), talla final 95.1 cm (-1.9 puntaje Z), 2.7 cm de diferencia. Se muestran las curvas de crecimiento de referencia establecidos por la OMS.

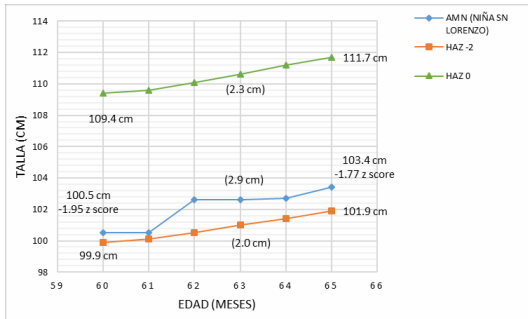


Figura 29. Curva de crecimiento de AMN (niña grupo de comparación), talla inicial 100.5 cm (-1.95 puntaje Z T/E), talla final 103.4 cm (-1.77 puntaje Z), 2.9 cm de diferencia. Se muestran las curvas de crecimiento de referencia establecidos por la OMS.

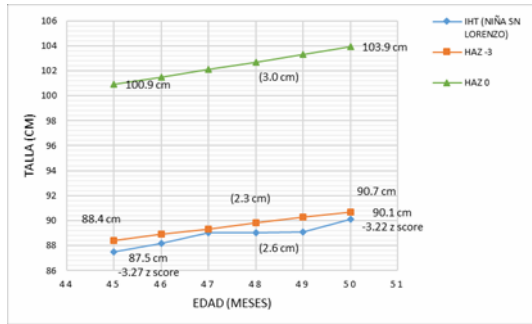


Figura 30. Curva de crecimiento de IHT (niña grupo de comparación), talla inicial 87.5 cm (-3.2 puntaje Z T/E), talla final 90.1 cm (-3.2 puntaje Z), 2.6 cm de diferencia. Se muestran las curvas de crecimiento de referencia establecidos por la OMS.

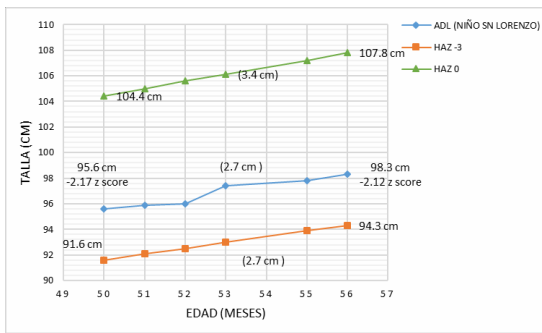


Figura 31. Curva de crecimiento de ADL (niño grupo de comparación), talla inicial 95.6 cm (-2.17 puntaje Z T/E), talla final 98.3 cm (-2.7 puntaje Z), 2.7 cm de diferencia. Se muestran las curvas de crecimiento de referencia establecidos por la OMS.

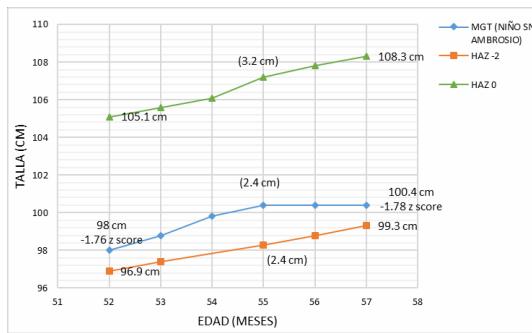


Figura 32. Curva de crecimiento de MGT (niño grupo de comparación), talla inicial 98.0 cm (-1.76 puntaje Z T/E), talla final 100.4 cm (-1.78 puntaje Z), 2.4 cm de diferencia. Se muestran las curvas de crecimiento de referencia establecidos por la OMS.

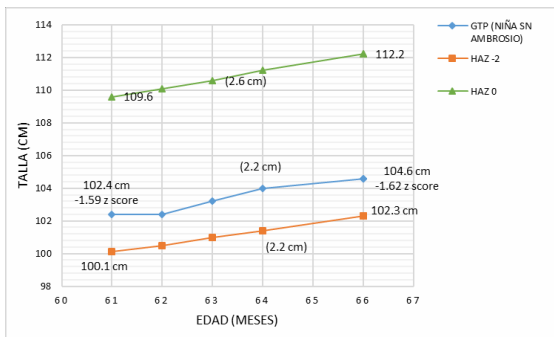


Figura 33. Curva de crecimiento de GTP (niña grupo de comparación), talla inicial 102.4 cm (-1.59 puntaje Z T/E), talla final 104.6 cm (-1.62 puntaje Z), 2.2 cm de diferencia. Se muestran las curvas de crecimiento de referencia establecidos por la OMS.

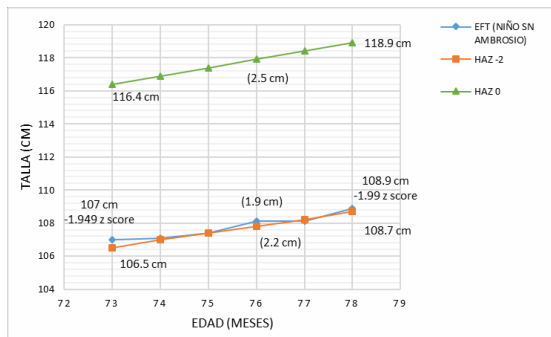


Figura 34. Curva de crecimiento de EFT (niño grupo de comparación), talla inicial 107 cm (-1.94 puntaje Z T/E), talla final 108.9 cm (-1.99 puntaje Z), 1.9 cm de diferencia. Se muestran las curvas de crecimiento de referencia establecidos por la OMS.

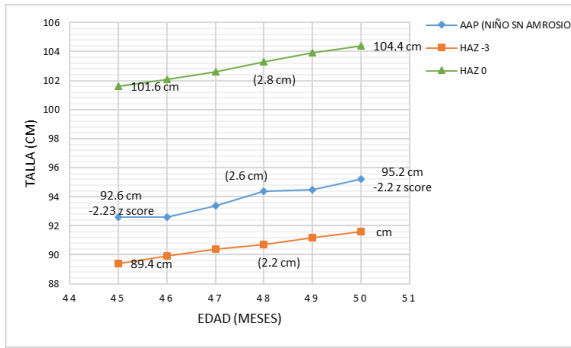


Figura 35. Curva de crecimiento de AAP (niño grupo de comparación), talla inicial 92.6 cm (-2.23 puntaje Z T/E), talla final 95.2 cm (-2.2 puntaje Z), 2.6 cm de diferencia. Se muestran las curvas de crecimiento de referencia establecidos por la OMS.

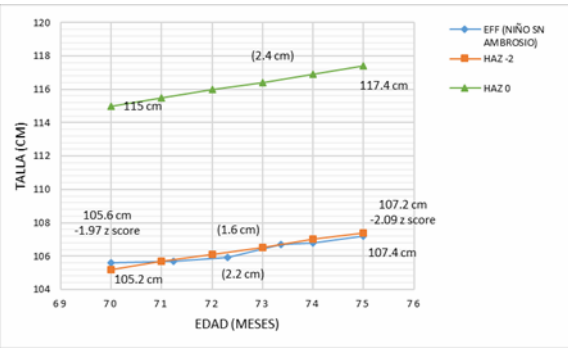


Figura 36. Curva de crecimiento de EFF (grupo de comparación), talla inicial 105.6 cm (-1.97 puntaje Z T/E), talla final 107.2 cm (-2.09 puntaje Z), 1.6 cm de diferencia. Se muestran las curvas de crecimiento de referencia establecidos por la OMS.

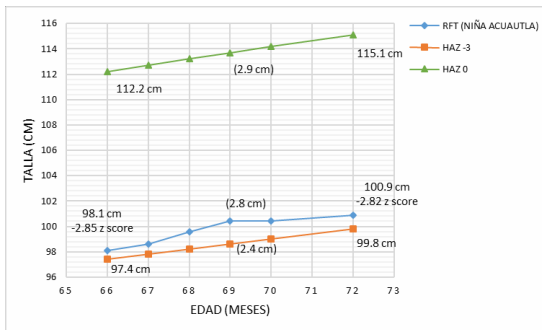


Figura 37 Curva de crecimiento de RFT (niña grupo de comparación), talla inicial 98.1 cm (-2.85 puntaje Z T/E), talla final 100.9 cm (-2.82 puntaje Z), 2.8 cm de diferencia. Se muestran las curvas de

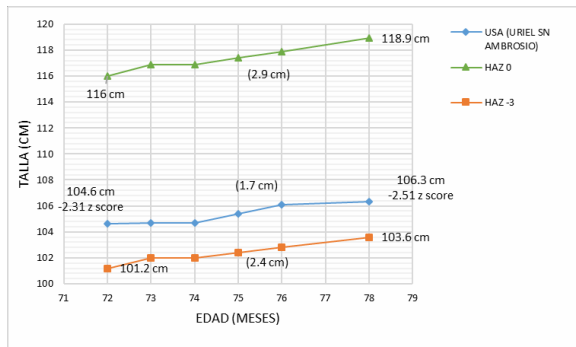


Figura 38. Curva de crecimiento de USA (niño grupo de comparación), talla inicial 104.6 cm (-2.31 puntaje Z T/E), talla final 106.3 cm (-2.51 puntaje Z), 1.7 cm de diferencia. Se muestran las

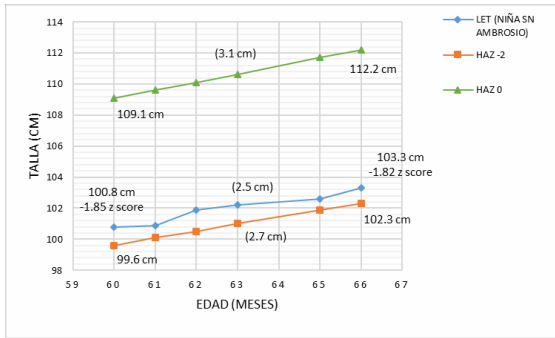


Figura 39. Curva de crecimiento de LET (niña grupo de comparación), talla inicial 100.8 cm (-1.85 puntaje Z T/E), talla final 103.3 cm (-1.82 puntaje Z), 2.5 cm de diferencia. Se muestran las curvas de crecimiento de referencia establecidos por la OMS.

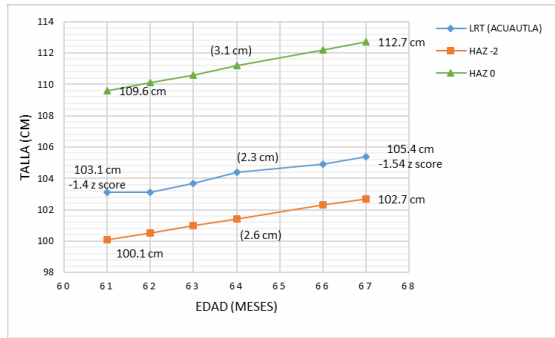


Figura 40. Curva de crecimiento de LRT (niña grupo de comparación), talla inicial 103.1 cm (-1.4 puntaje Z T/E), talla final 105.4 cm (-1.54 puntaje Z), 2.3 cm de diferencia. Se muestran las curvas de crecimiento de referencia establecidos por la OMS.

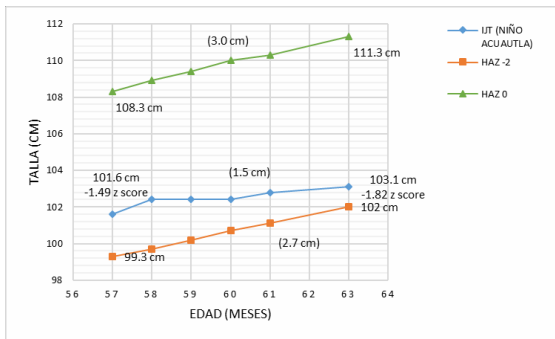


Figura 41. Curva de crecimiento de IJT (niño grupo de comparación), talla inicial 101.6 cm (-1.49 puntaje Z T/E), talla final 103.1 cm (-1.82 puntaje Z), 1.5 cm de diferencia. Se muestran las curvas de crecimiento de referencia establecidos por la OMS.

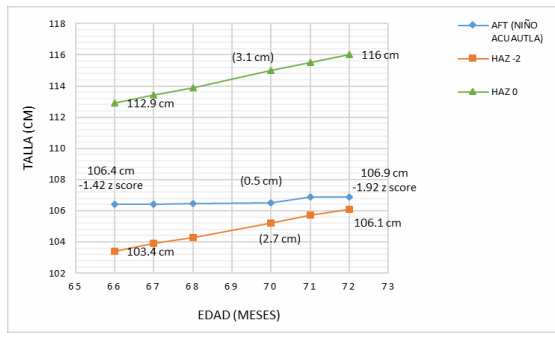


Figura 42. Curva de crecimiento de AFT (niños grupo de comparación), talla inicial 106.4 cm (-1.42 puntaje Z T/E), talla final 106.9 cm (-1.92 puntaje Z), 0.5 cm de diferencia. Se muestran las curvas de crecimiento de referencia establecidos por la OMS.

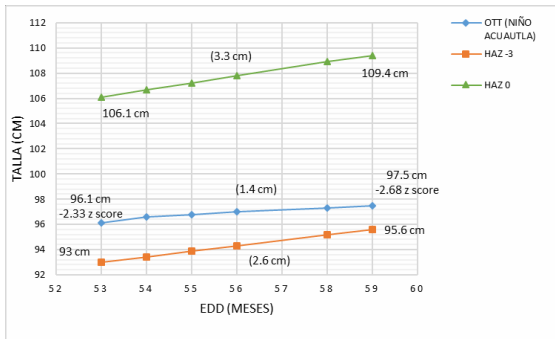


Figura 43. Curva de crecimiento de OTT (niño grupo de comparación), talla inicial 96.1 cm (-2.3 puntaje Z T/E), talla final 97.5 cm (-2.6 puntaje Z), 1.4 cm de diferencia. Se muestran las curvas de crecimiento de referencia establecidos por la OMS.

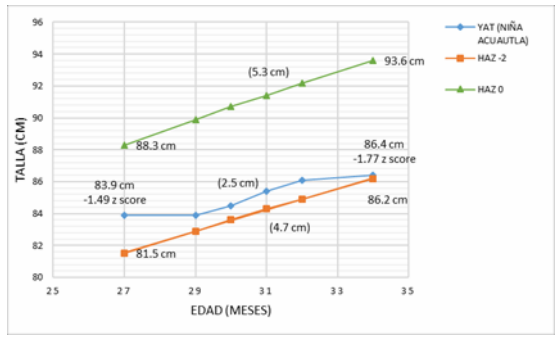


Figura 44. Curva de crecimiento de YAT (niña grupo de comparación), talla inicial 83.9 cm (-1.49 puntaje Z T/E), talla final 86.4 cm (-1.77 puntaje Z), 2.5 cm de diferencia. Se muestran las curvas de crecimiento de referencia establecidos por la OMS.