



Universidad Andina Simón Bolívar
Sede Central
Sucre – Bolivia

Maestría en Agroecología y Producción Ecológica
Gestión 2016

**CONSUMO DE SPIRULINA MÁXIMA Y SU EFECTO EN
EL ESTADO NUTRICIONAL DE NIÑOS DE ENTRE 5 Y 15
AÑOS DE LA UNIDAD EDUCATIVA TAMBO ARANJUEZ
DEL DISTRITO 4 DE LA CIUDAD DE SUCRE**

**Tesis presentada para optar el
Grado Académico de Magister en
Agroecología y Producción Ecológica**

Alumna: Sara Alejandra Vladislavic Mendoza

Sucre – Bolivia

2019



Universidad Andina Simón Bolívar
Sede Central
Sucre – Bolivia

Maestría en Agroecología y Producción Ecológica
Gestión 2016

**CONSUMO DE SPIRULINA MÁXIMA Y SU EFECTO EN
EL ESTADO NUTRICIONAL DE NIÑOS DE ENTRE 5 Y 15
AÑOS DE LA UNIDAD EDUCATIVA TAMBO ARANJUEZ
DEL DISTRITO 4 DE LA CIUDAD DE SUCRE**

**Tesis presentada para optar el
Grado Académico de Magister en
Agroecología y Producción Ecológica**

Alumna: Sara Alejandra Vladislavic Mendoza

Tutora: Ing. Susana Rengel

Sucre – Bolivia
2019

DEDICATORIA

Esta investigación va dedicada a mis padres Pedro y Sara a mis hijos Alejandro y Rebeca por el constante apoyo y cariño en todas las etapas de mi vida, siendo el pilar fundamental para que pueda cumplir todas las metas trazadas.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a todo el plantel docente de la Universidad Andina haciendo una mención muy especial a mi Asesora Ing. Susana Rengel, por su constante preocupación y dedicación en este proceso de formación, brindando el máximo interés en todo momento. De igual forma al plantel docente y administrativo de la Unidad Educativa Tambo Aranjuez, por la colaboración constante,

A la Ing. Alenny Zarate por su predisposición y colaboración.

RESUMEN

La desnutrición y la anemia infantil son un problema grave de salud pública y su prevalencia se explica fundamentalmente por una alimentación inadecuada, con el consiguiente déficit de energía y nutrientes esenciales para llevar una vida sana y activa, ello acarrea alteraciones en el desarrollo físico y mental. La anemia infantil, se ve favorecida por la desaparición progresiva de depósitos de hierro y las dietas inadecuadas. Para su prevención se utiliza como estrategia la ingesta de "*Spirulina máxima*" o alimentos que la contengan, dada la presencia en la composición de aminoácidos y pigmentos como carotenoides y ficobiliproteínas.

Para diagnosticar el estado nutricional actual de la población sujeto de estudio, se utilizan tres índices antropométricos: peso para la talla, talla para la edad y peso para la edad, y hematocrito. Conocidos estos valores, se diseña la dieta basada en "*Spirulina máxima*" y derivados, introduciendo estos como tratamiento, con una frecuencia de dos veces a la semana durante tres meses. El seguimiento y monitoreo del tratamiento se realiza cada 40 días. Finalmente se puede determinar el impacto de consumo del alga y derivados, comparando los valores de partida con los obtenidos a lo largo de la aplicación del tratamiento.

Palabras clave: Spirulina, desnutrición, anemia infantil.

ÍNDICE DE CONTENIDO

CAPÍTULO I	1
1.1 INTRODUCCIÓN.....	1
1.2 SITUACIÓN PROBLÉMICA	4
1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	5
1.4 OBJETIVO GENERAL	5
1.4.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	5
1.5 JUSTIFICACIÓN	5
1.6 METODOLOGÍA.....	6
1.6.1 VALORACIÓN DEL ESTADO NUTRICIONAL.....	8
1.6.2 EXPLORACIÓN ANTROPOMÉTRICA.....	8
1.6.2.1 Determinación de Parámetros antropométricos	10
1.6.2.2 Determinación de Hematocrito	11
1.6.3 FORMULACIÓN DE ALIMENTOS CON Spirulina máxima	11
1.6.3.1 Introducción en la dieta de los niños entre 5 -15 años	12
1.6.3.2 Monitoreo y seguimiento	13
1.7 ANÁLISIS ESTADÍSTICO	13
1.7.1 POBLACIÓN Y MUESTRA	13
1.7.1.1 Descripción de la Población	13
CAPÍTULO II	14
2 MARCO TEÓRICO	14
2.1 RELEVANCIA SOCIO –ECONÓMICA DE UN BUEN ESTADO NUTRICIONAL 14	14
2.2 DESNUTRICIÓN INFANTIL.....	14
2.2.1 ETIOLOGÍA DE LA DESNUTRICIÓN.....	14
2.2.1.1 Por Origen.....	14

2.2.1.2	Por el Tiempo de Evolución.....	15
2.2.1.3	Por su Gravedad según la Valoración Antropométrica.....	15
2.2.2	MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS	15
2.2.3	NIVELES DE DIAGNÓSTICO.....	17
2.2.4	EXPRESIÓN DEL ESTADO NUTRICIONAL.....	17
2.2.4.1	Percentiles	17
2.2.4.2	Desviación estándar (DE).....	18
2.3	ANEMIA.....	18
2.3.1	CLASIFICACIÓN DE ANEMIAS	19
2.3.1.1	CLASIFICACIÓN MORFOLOGICA.....	19
2.3.2	SINTOMAS.....	19
2.3.3	HEMATOCRITO	20
2.3.3.1	TRANSPORTE DE OXÍGENO Y DIÓXIDO DE CARBONO	22
2.3.3.2	EQUILIBRIO OXÍGENO – HEMOGLOBINA.....	22
2.3.3.3	CONTENIDO DE OXÍGENO EN LA SANGRE	23
2.3.3.4	TRANSPORTE DE OXÍGENO COMBINADO CON HEMOGLOBINA	24
2.3.4	HIERRO.....	24
2.3.4.1	HIERRO: SUS FUNCIONES.....	25
2.3.4.2	HIERRO: SUS FORMAS DE PRESENTACIÓN.....	25
2.3.4.3	ASPECTOS DE ABSORCIÓN	26
2.3.4.4	ALMACENAMIENTO DE HIERRO EN EL ORGANISMO	27
2.3.4.5	PÉRDIDAS DE HIERRO EN EL ORGANISMO.....	27
2.3.4.6	LA DEFICIENCIA DE HIERRO	28
2.3.4.7	IMPLICANCIAS DEL DÉFICIT DE HIERRO.....	28
2.3.4.8	CAUSAS DEL DÉFICIT DE HIERRO.....	29
2.4	SPIRULINA.....	29
2.4.1	CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA	30

2.4.2	MORFOLOGÍA	30
2.4.3	REPRODUCCIÓN Y CICLO DE VIDA.....	31
2.4.4	COMPOSICIÓN QUÍMICA Y VALOR NUTRICIONAL	32
2.4.4.1	PROTEÍNAS	33
2.4.4.2	CARBOHIDRATOS	34
2.4.4.3	LÍPIDOS	35
2.4.4.4	VITAMINAS.....	35
2.4.4.5	MINERALES	37
2.4.5	CONDICIONES DE CRECIMIENTO	38
2.4.5.1	CINÉTICA DEL CRECIMIENTO	38
2.4.5.2	TEMPERATURA.....	39
2.4.5.3	ILUMINACIÓN	40
2.4.5.4	AGITACIÓN	40
2.4.5.5	NUTRICIÓN	40
2.4.5.6	pH.....	41
CAPÍTULO III.....		42
3	MARCO CONTEXTUAL	42
3.1	UBICACIÓN GEOGRÁFICA	42
3.2	POBLACIÓN.....	42
3.3	SERVICIOS BÁSICOS Y VIVIENDA	43
3.4	EDUCACIÓN	43
3.5	SALUD.....	44
3.6	DESNUTRICIÓN INFANTIL.....	44
CAPÍTULO IV.....		46
4	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	46
4.1	RESULTADOS	46
4.1.1	DETERMINACIÓN DE LAS MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS Y HEMATOCRITO.....	46

4.1.2	DETERMINACIÓN DE INDICADORES ANTROPOMÉTRICOS EN LA ETAPA DE DIAGNÓSTICO.....	55
4.1.3	DETERMINACIÓN DE INDICADORES ANTROPOMÉTRICOS FINALIZADO EL TRATAMIENTO CON SPIRULINA MAXIMA.....	64
4.2	EVOLUCIÓN DE LAS MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS Y HEMATOCRITO PARA LOS DIFERENTES CURSOS DE LA UNIDAD EDUCATIVA “TAMBO ARANJUEZ”	65
	CAPÍTULO V.....	75
5	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	75
	BIBLIOGRAFÍA	77
	ANEXOS	82

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
<i>Tabla 1.1 Índices antropométricos y relación de los mismos</i>	9
<i>Tabla 1.2: Alimentos formulados con microalga Spirulina maxima</i>	12
<i>Tabla 2.1: Clasificación del peso de acuerdo a la herramienta de Waterlow</i>	16
<i>Tabla 2.2: Valores de referencia para hematocrito y hemoglobina</i>	20
<i>Tabla 2.3: Factores fisiológicos que relacionan la unión del oxígeno y hemoglobina</i>	23
<i>Tabla 2.6: Contenido proteico en diferentes alimentos</i>	34
<i>Tabla 2.7: Contenido de vitaminas en espirulina seca</i>	36
<i>Tabla 2.8: Contenido de minerales en espirulina seca.....</i>	38
<i>Tabla 4.1: Datos estadísticos y evolución de las medidas antropométricas para segunda sección de inicial</i>	47
<i>Tabla 4.2: Datos estadísticos y evolución de las medidas antropométricas para primero de primaria</i>	48
<i>Tabla 4.3: Datos estadísticos y evolución de las medidas antropométricas para segundo de primaria</i>	49
<i>Tabla 4.4: Datos estadísticos y evolución de las medidas antropométricas para tercero de primaria</i>	50
<i>Tabla 4.5: Datos estadísticos y evolución de las medidas antropométricas para cuarto de primaria</i>	51
<i>Tabla 4.6: Datos estadísticos y evolución de las medidas antropométricas para quinto de primaria</i>	52
<i>Tabla 4.7: Datos estadísticos y evolución de las medidas antropométricas para sexto de primaria</i>	53
<i>Tabla 4.8: Datos estadísticos y evolución de las medidas antropométricas para primero de secundaria.....</i>	54
<i>Tabla 4.9: Resumen de los datos estadísticos y evolución de las medidas antropométricas para los ocho cursos sujeto de estudio</i>	55
<i>Tabla 4.11: Indicador peso para la edad en fase de diagnóstico para los diferentes cursos de la Unidad Educativa Tambo Aranjuez.....</i>	63
<i>Tabla 4.12: Indicadores talla para la edad y peso para la edad, finalizado el tratamiento con S. máxima, para los diferentes cursos de la Unidad Educativa Tambo Aranjuez.....</i>	64

<i>Tabla 4.13: Porcentaje de evolución de los tres parámetros desde el diagnóstico hasta la finalización del tratamiento.....</i>	<i>74</i>
---	-----------

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.1 Población mundial rural y urbana (1950 -2030)</i>	2
<i>Figura 1.3: Toma de muestra</i>	10
<i>Figura 1.4: Introducción de los alimentos formulados</i>	12
<i>Figura 1.5: Unidad Educativa Tambo Aranjuez D-4</i>	13
<i>Figura 2.1: Distribución de la desviación estándar</i>	18
<i>Figura 2.2: Diagnostico de Anemia y Morfología</i>	19
<i>Figura 2.3: Estructura de una molécula de hemoglobina</i>	21
<i>Figura 2.4: Transporte de oxígeno combinado con hemoglobina</i>	24
<i>Figura 2.5: Ciclo de vida de Arthrospira (Spirulina) maxima</i>	31
<i>Figura 3.1: Micro localización distrital del proyecto</i>	42
<i>Figura 3.2: Prevalencia de tipos de desnutrición en menores de tres años, Chuquisaca 1998</i> .	44
<i>Figura 4.1: Indicador antropométrico talla para la edad T(E) para segunda sección nivel inicial</i>	56
<i>Figura 4.3: Indicador antropométrico talla para la edad T(E) para niños de segundo de primaria</i>	57
<i>Figura 4.4: Indicador antropométrico talla para la edad T(E) para niños de tercero de primaria</i>	57
<i>Figura 4.5: Indicador antropométrico talla para la edad T(E) para niños de cuarto de primaria</i> .	58
<i>Figura 4.6: Indicador antropométrico talla para la edad T(E) para niños de quinto de primaria</i> .	58
<i>Figura 4.7: Indicador antropométrico talla para la edad T(E) para niños de sexto de primaria</i> ..	59
<i>Figura 4.8: Indicador antropométrico talla para la edad T(E) para niños de primero de secundaria</i>	59
<i>Tabla 4.10: Indicador talla para la edad en fase de diagnóstico para los diferentes cursos de la Unidad Educativa Tambo Aranjuez</i>	60
<i>Figura 4.9: Indicador antropométrico peso para la edad P(E) para niños de segunda sección nivel inicial</i>	61
<i>Figura 4.10: Indicador antropométrico peso para la edad P(E) para niños de primero de primaria</i>	61
<i>Figura 4.11: Indicador antropométrico peso para la edad P(E) para niños de segundo de primaria</i>	62

<i>Figura 4.12: Indicador antropométrico peso para la edad P(E) para niños de tercero de primaria</i>	62
<i>Figura 4.13: Evolución del peso, talla y hematocrito (antes, durante y después del tratamiento) para segunda sección inicial</i>	66
<i>Figura 4.14: Evolución del peso, talla y hematocrito (antes, durante y después del tratamiento) para primero de primaria</i>	67
<i>Figura 4.15: Evolución del peso, talla y hematocrito (antes, durante y después del tratamiento) para segundo de primaria</i>	68
<i>Figura 4.16: Evolución del peso, talla y hematocrito (antes, durante y después del tratamiento) para tercero de primaria</i>	69
<i>Figura 4.17: Evolución del peso, talla y hematocrito (antes, durante y después del tratamiento) para cuarto de primaria</i>	70
<i>Figura 4.18 Evolución del peso, talla y hematocrito (antes, durante y después del tratamiento) para quinto de primaria</i>	71
<i>Figura 4.19: Evolución del peso, talla y hematocrito (antes, durante y después del tratamiento) para sexto de primaria</i>	72
<i>Figura 4.20: Evolución del peso, talla y hematocrito (antes, durante y después del tratamiento) para primero de secundaria</i>	73

CAPÍTULO I

1.1 INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas, ha habido un crecimiento notable en la producción agrícola, con aumentos en la producción de alimentos en todo el mundo desde el comienzo de la década de 1960. Desde entonces, la producción global de alimentos aumentó en un 145%. En África aumentó en un 140%, en América Latina en casi un 200% y en Asia en un 280%. Los mayores aumentos se han producido en China, donde se produjo un aumento de cinco veces, principalmente durante los años ochenta y noventa. En los países industrializados, la producción comenzó desde una base más alta; sin embargo, todavía se duplicó en los EE. UU. durante más de 40 años y creció un 68% en Europa Occidental (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2005).

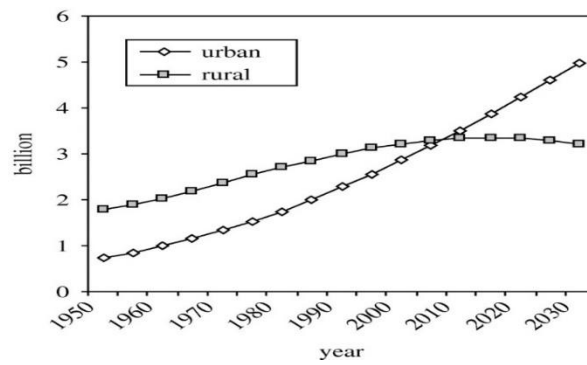
En el mismo período, la población mundial ha pasado de tres mil millones a más de seis mil millones, lo que impone un impacto creciente de la huella humana en la Tierra a medida que cambian los patrones de consumo (Kitzes et al., 2008; Pretty, 2008). Sin embargo, una vez más, la producción agrícola per cápita ha superado el crecimiento de la población (Hazell & Wood, 2008): para cada persona hoy en día hay un 25% más de alimentos en comparación con 1960. Estas cifras agregadas, sin embargo, ocultan importantes diferencias regionales. En Asia y América Latina, per cápita la producción de alimentos aumentó en un 76 y 28%, respectivamente (Pretty, 2008).

Sin embargo, a África le ha ido mal, con una producción de alimentos por persona 10% más baja hoy que en 1960. China, una vez más, tiene un mejor desempeño, triplicando la producción de alimentos per cápita durante el mismo período. Estos aumentos de la producción agrícola han sacado a millones de la pobreza y brindado una plataforma para el crecimiento económico rural y urbano en muchas partes del mundo (Pretty, 2008). Sin embargo, estos avances en la productividad agregada no han reducido la incidencia del hambre para todos. A principios del siglo XXI, todavía hay más de 800 millones de personas hambrientas y que carecen de acceso adecuado a los alimentos. Un tercio se encuentra en el este y sudeste de Asia, otro tercio en el sur de Asia, un cuarto en el África subsahariana y un 5% en América Latina / el Caribe y en el norte de África / Cercano Oriente. No obstante, ha habido progreso, ya que la incidencia de la subnutrición fue de 960 millones en 1970, y comprendía un tercio de todas las personas en los países en desarrollo en ese momento (Pretty, 2008).

A pesar de este progreso en la producción de alimentos, es probable que la mala salud relacionada con los alimentos siga siendo generalizada para muchas personas.

A medida que la población mundial siga aumentando, hasta por lo menos mediados del siglo XXI (ONU, 2017), la demanda absoluta de alimentos también aumentará. El aumento de los ingresos también significará que las personas tendrán más poder adquisitivo y esto aumentará la demanda de alimentos. Pero a medida que cambian las dietas, la demanda de los tipos de alimentos también cambiará radicalmente, con un gran número de personas pasando por la transición nutricional. En particular, el aumento de la urbanización (Figura 1.1) significa que es más probable que las personas adopten nuevas dietas, en particular consumiendo más carne, grasas y cereales refinados, y menos cereales, verduras y frutas tradicionales (Barría P. & Amigo C., 2006).

Figura 1.1 Población mundial rural y urbana (1950 -2030)



Fuente: (ONU, 2017)

Como resultado de estas transiciones hacia las dietas ricas en calorías, la obesidad, la hipertensión y la diabetes tipo II han surgido como amenazas graves para la salud en la mayoría de los países industrializados (Barría P. & Amigo C., 2006; Nestlé, 2014). Un total de 20-25% de los adultos en Europa y América del Norte ahora se clasifican como clínicamente obesos (índice de masa corporal superior a 30 kg m^{-2}). En algunos países en desarrollo, como Brasil, Colombia, Costa Rica, Cuba, Chile, Ghana, México, Perú y Túnez, las personas con sobrepeso ahora superan en número a las que padecen hambre (OMS, 2013). La enfermedad relacionada con la dieta ahora tiene consecuencias graves y costosas para la salud pública (EURODIET, 2002; Kenkel & Manning, 1999). Según el amplio estudio de (EURODIET, 2002), "las discapacidades asociadas con la ingesta elevada de grasas saturadas y la ingesta inadecuada de vegetales y frutas, junto con un estilo de vida sedentario, exceden el costo del consumo de tabaco".

Algunos problemas surgen de las deficiencias nutricionales de hierro, yoduro, ácido fólico, vitamina D y ácidos grasos poliinsaturados omega-3, pero la mayoría se deben al consumo excesivo de energía y grasa (que causa obesidad), sodio como sal (presión arterial alta), saturados y grasas trans (enfermedad cardíaca) y azúcares refinados (diabetes y caries dental; (Frumkin, 2005; Key, Allen, Spencer, & Travis, 2002). Así, la desnutrición y la anemia infantil son un problema grave de salud pública y tienen serias repercusiones en la morbilidad y mortalidad, su prevalencia se explica fundamentalmente por la falta de una alimentación adecuada, con el consiguiente déficit de energía y nutrientes esenciales para llevar una vida sana y activa, ello acarrea alteraciones en el desarrollo físico y mental (World Health Organization, 2005). La anemia es una de las mayores causales de muerte en la población mundial, y constituye el problema nutricional más grave en el mundo. La anemia y la deficiencia de hierro afectan a aproximadamente mil ochocientos millones de personas. Para medir la desnutrición se utilizan parámetros antropométricos: peso para la talla, talla para la edad y peso para la edad, pues el déficit de peso para la talla; desnutrición aguda (DA) implica una disminución en la masa corporal y generalmente es la consecuencia de situaciones agudas de enfermedades infecciosas o asociadas a una fuerte disminución de la ingesta calórica (Paraje, 2008). El déficit de talla para la edad; desnutrición crónica (DC) supone un menor desarrollo físico en el tiempo, mientras que la desnutrición global entendida como el déficit de peso para la edad es de cierta forma imprecisa y puede incluir o no DA o DC (Reynaldo Martorell, 1999).

La anemia, cuya forma más frecuente en la niñez es la ferropénica, se ve favorecida por la progresiva desaparición de los depósitos de hierro, sobre todo por dietas inadecuadas e infecciones.

Para su prevención existen diversas estrategias que van desde la ingesta de alimentos ricos en hierro biodisponible, y otros que favorezcan su absorción (Paraje, 2008), así como el uso de Spirulina máxima y alimentos que la contengan, dada su composición química y propiedades terapéuticas y nutricionales (Ciferri, 1983). La Spirulina, una alga azul-verde cianobacteria, se encuentra entre los suplementos dietéticos más "empacados nutricionalmente" disponibles (Selmi et al., 2011). Con respecto a la inmunidad, modula la producción de citoquinas por células mononucleares de sangre periférica humana, lo que no es sorprendente dado el contenido rico en flavonoides y sulfalípidos (Beutler B., 2004). Los productos de Spirulina contienen proteínas bioactivas con la capacidad de estimular el sistema inmune intestinal (Khan, Bhadouria, & Bisen, 2005).

1.2 SITUACIÓN PROBLÉMICA

Los programas de bienestar social se han centrado en la reducción del hambre y la desnutrición, y en aumentar la asistencia a la escuela en los países en desarrollo. El Consenso de Copenhague de 2004 clasificó a la reducción del hambre y la malnutrición mediante el suministro de micronutrientes como la segunda intervención más deseable entre un gran número de programas sociales y las regulaciones gubernamentales (Lomborg, 2006).

La desnutrición es uno de los problemas más apremiantes de la población infantil en Bolivia. Las condiciones sociales, políticas y económicas no han permitido erradicar este flagelo y actualmente es una de las prioridades para el sistema de salud (UNICEF, 2013).

La Atención Integrada a las Enfermedades Prevalentes de la Infancia (AIPEI) y el Seguro Universal Materno Infantil (SUMI), priorizan el problema de la desnutrición en niños menores de cinco años, como una manera efectiva de reducir la elevada morbi-mortalidad asociada, junto con la reducción de las otras enfermedades prevalentes de la infancia. La desnutrición se concentra sobre todo en poblaciones rurales, hogares sin acceso a agua potable y/o saneamiento (Murillo Sasamoto Diego, 2006).

En un estudio realizado en Latinoamérica, se evidenció que en Bolivia la prevalencia de desnutrición crónica es alta, alrededor de 26% debido a la altitud, fenómeno de gran interés que puede comprometer el proceso de crecimiento y desarrollo infantil (Larrea & Freire, 2002).

Del 26% de niños que sufren desnutrición crónica, el 8% sufren desnutrición crónica severa. Así también, según datos de la encuesta nacional de salud (ENDSA) 2003, el 51% de los niños bolivianos presenta algún grado de anemia y de los niños entre 10 y 11 meses, este porcentaje se eleva al 89% (Murillo Sasamoto Diego, 2006).

La desnutrición infantil crónica en Chuquisaca se redujo del 34% al 10% en los últimos ocho años, según datos del Servicio Departamental de Salud (SEDES) Chuquisaca, cuya meta es lograr desnutrición cero en algunos años para el Departamento.

Actualmente, uno de cada diez niños menores de cinco años de edad tiene desnutrición crónica en Chuquisaca y aunque esa cifra parece poca, significa que al menos 57 mil niños de todo el Departamento vive en esa condición; sin embargo, esa cifra era mucho más alta hace ocho años cuando el promedio era de 34%, es decir que prácticamente cuatro de cada diez niños tenía desnutrición crónica (Correo del Sur, 2016).

1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

¿Cuál es el efecto del consumo de *Spirulina Máxima* en el estado nutricional de los niños de entre 5 y 15 años de la Unidad Educativa Tambo Aranjuez del Distrito 4 de la ciudad de Sucre, en términos de hematocrito y parámetros antropométricos?

1.4 OBJETIVO GENERAL

Determinar el efecto del consumo de *Spirulina máxima* en el estado nutricional de los niños de entre 5 y 15 años de la unidad educativa Tambo Aranjuez del Distrito 4 de la ciudad de Sucre, en términos del hematocrito y parámetros antropométricos.

1.4.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterizar el estado nutricional de los niños de entre 5 y 15 años de la unidad educativa Tambo Aranjuez del Distrito 4 de la ciudad de Sucre, en términos de hematocrito y medidas antropométricas, con anterioridad al consumo de *Spirulina máxima*.
- Evaluar el estado nutricional de los niños de entre 5 y 15 años de la Unidad Educativa Tambo Aranjuez del Distrito 4 de la ciudad de Sucre, en términos de hematocrito e indicadores antropométricos, después de tres meses de consumo de *Spirulina máxima*.

1.5 JUSTIFICACIÓN

Cada día, alrededor de cuarenta mil niños mueren a causa de desnutrición severa y enfermedades relacionadas en todo el mundo. La desnutrición debilita y afecta las vidas de alrededor de 852 millones de personas en todo el mundo de una manera drástica (IIMSAM ONU, 2014)

Según la Organización Mundial de la Salud de las Naciones Unidas (OMS: 1996), más que morir de hambre, el desafío real, hoy en día es la desnutrición y la deficiencia de micronutrientes (vitaminas, minerales y aminoácidos esenciales) que ya no le permite al cuerpo asegurar el crecimiento y mantener sus funciones vitales (Ramesh, Manivasgam, Sethupathy, & Shantha, 2013). Los niños con desnutrición y la deficiencia de micronutrientes corren un mayor peligro de infecciones (Márquez González, 2012). Para promover la inmunidad y mejorar el estado nutricional se vuelve imprescindible dar una mejor nutrición y alimentos con mayores valores caloríficos (Ramesh et al., 2013). En este sentido, se opta por el uso de la microalga *Spirulina*, la misma ofrece beneficios notables en la salud para una persona desnutrida. Es rico en betacaroteno que puede superar los problemas oculares causados por la deficiencia de vitamina A.

El complejo de proteína y vitamina B produce una importante mejora nutricional en la dieta de un bebé (Ashraf Mahdy Sharoba, 2015). Es la única fuente de alimento, a excepción de la leche materna, que contiene cantidades sustanciales de un ácido graso esencial que ayuda a regular todo el sistema hormonal (IIMSAM ONU, 2014). Una cucharada por día puede eliminar la anemia ferruginosa, la deficiencia mineral más común.

La Spirulina es el alimento proteico más digerible, especialmente importante para las personas desnutridas cuyos intestinos ya no pueden absorber los nutrientes de manera efectiva. Los estudios clínicos han demostrado que ayuda a reconstruir la flora intestinal saludable.

Estos beneficios para la salud la han convertido en un excelente alimento para la recuperación rápida de niños de enfermedades relacionadas con la desnutrición en México, Togo, Rumania, China, Ruanda, Zaire, India, Ucrania y Bielorrusia. Spirulina se produce en más de 22 países y se usa en más de 77 países (IIMSAM ONU, 2014).

La Organización Mundial de la Salud (OMS) de las Naciones Unidas ha confirmado que la Spirulina representa un alimento interesante por múltiples razones, y que se puede administrar a los niños sin ningún riesgo.

Otros usos propuestos de Spirulina son para la prevención del cáncer, fibromialgia, fiebre del heno, infección por herpes, colesterol alto, urticaria, infección por VIH, protección del hígado, pérdida de peso (Ashraf Mahdy Sharoba, 2015).

La Spirulina, por su contenido nutricional, proporciona los nutrientes necesarios en la dieta de la población infantil y adulta, para que pueda mantenerse en un estado saludable, de manera que, con el consumo de este alimento en cualquier gama o variedad alimenticia, como en el pan por ejemplo, se pueda mejorar los aspectos nutricionales de los niños y adultos de la población sujeto de estudio (Liliana Ramírez-Morenoy, 2006; Selmi et al., 2011).

1.6 METODOLOGÍA

La presente investigación corresponde al enfoque cuali - cuantitativo, pues el enfoque cuantitativo, pone una concepción global positivista, deductiva, objetiva, particularista y orientada a los resultados.

Se desarrolla más directamente en la tarea de verificar y comprobar teorías por medio de estudios muestrales representativos, mientras que el enfoque cualitativo, postula una concepción fenomenológica, inductiva, orientada al proceso, busca describir, comprender o generar teorías, enfatiza en la profundidad y sus análisis no necesariamente son traducidos a términos matemáticos.

El enfoque cuali – cuantitativo, ofrece la posibilidad de emplear el enfoque cualitativo coadyuvado por el enfoque cuantitativo para incrementar la confiabilidad de los datos que se recogen.

Según varios autores los enfoques mixtos (cuali – cuantitativos), son los más pertinentes en virtud a la complejidad de los fenómenos sociales que se estudian y permiten responder al objeto de estudio de las ciencias sociales y humanas. Implican seguir modelos cualitativos con apoyo de métodos estadísticos y ello significa incrementar la validez de los datos, sin entrar a un eclecticismo (combinando paradigmas).

Por las características de la investigación, se solicitó al director distrital de educación Profesor Walter Mallo Benavides, la autorización respectiva para llevar a cabo el proyecto en la unidad educativa de Tambo Aranjuez, situada en el Distrito 4 del municipio de Sucre.

Así también se realizó una reunión con padres de familia y maestros para socializar el proyecto de investigación, solicitando además la autorización por escrito para la toma de muestras de sangre y dosificación de alimentos con la microalga. Los formularios de autorización, suscritos por los padres de familia se muestran en el Anexo I.

Figura 1.2: Reunión informativa Tambo Aranjuez D-4



Fuente: Vladislavic – Mendoza, 2016

1.6.1 VALORACIÓN DEL ESTADO NUTRICIONAL

La exploración antropométrica y la selección de algunas pruebas complementarias constituye la forma más eficaz de orientar un trastorno nutricional para poder instaurar pronto medidas terapéuticas y determinar aquellos casos que deben ser remitidos al centro de referencia para su evaluación más completa. En este sentido se toman las medidas antropométricas de peso y talla para cada individuo.

1.6.2 EXPLORACIÓN ANTROPOMÉTRICA

Permite valorar el tamaño (crecimiento) y la composición corporal del niño. Es muy útil siempre que se recojan bien las medidas y se interpreten adecuadamente.

Se muestra en la tabla a continuación el índice antropométrico o la relación de los mismos, además del cálculo que debe hacerse.

Tabla 1.1 Índices antropométricos y relación de los mismos

Relación o índice	Cálculo
Relación Peso/ Talla	Curva percentilada / puntuación z
Índice de masa corporal (IMC)	$peso \frac{peso (Kg)}{talla (m^2)}$ Valor resultado según: curva percentilada/Puntuación z
<p>Relación peso/talla. Se clasifica según percentil y/o puntuación z:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Normal: P15 – P85 ($-1 \leq z \leq +1$) - Subnutrición (tres niveles): a) Leve P3 – P15 ($-2 \leq z < -1$) b) Moderada ($-3 \leq z < -2$) c) Grave ($z < -3$) - Sobre nutrición (tres niveles): a) Leve (sobrepeso) P85 – P97 b) Obesidad > P97 ($+2 < z \leq +3$) c) Obesidad intensa ($z > +3$) 	
<p>IMC (OMS): hasta 5 años se clasifica igual que la relación peso/talla. En mayores de 5 años:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Normal: P15 -P85 ($-1 \leq z \leq +1$) - Sobrepeso > P85 (puntuación $z > +1$) equivalente a un IMC de 25 Kg/m² a los 19 años - Obesidad > P98 (puntuación $z > +2$), equivalente a un IMC de 30 Kg/m² a los 19 años - Subnutrición < P3 ($z < -2$) 	
<p>Cálculo de la puntuación z: $\frac{Valor\ antropometrico\ real - Mediana\ (Percentil\ 50)}{desviación\ estándar}$</p> <p>Desviación estándar: se obtiene a partir de las tablas originales o a partir de los percentiles (para valores superiores a P50 se calcula dividiendo el valor de la distancia P97 – P50 por 1.88 y para inferior a P50 dividiendo la distancia P50 – P3 por 1.88.</p> <p>Equivalencias: Percentil 97 = +1.88; Percentil 50 =0; Percentil 3=-1.88</p>	

Fuente: (Martínez Costa & Giner, n.d.)

1.6.2.1 Determinación de Parámetros antropométricos

El presente estudio se realizó con la participación de 145 niños pertenecientes a la Unidad Educativa “Tambo Aranjuez” en edades comprendidas entre 5-15 años. Todos los sujetos se encontraron aparentemente sanos en el momento de la valoración. Las mediciones se realizaron en el salón de la escuela, durante un periodo de cuatro horas. Todas las mediciones fueron aplicadas a cada uno de los sujetos, siguiendo el protocolo de valoración definido, lo que permitió la recolección precisa de datos.

Dentro de las medidas antropométricas se consideraron: peso corporal (kg) y talla (m). Para el registro del peso se utilizó una báscula (Mettler Toledo), permaneciendo el individuo de pie en el centro de la plataforma y con el peso distribuido por igual en ambos pies y sin apoyos.

En el caso de la talla se utilizó una cinta métrica inextensible milimetrada fijada a la pared del salón, el sujeto permaneció de pie, con los talones juntos, brazos a lo largo del cuerpo y las nalgas y la espalda apoyadas sobre la escala y con la cabeza situada en el plano de Frankfort.

Figura 1.3: Toma de muestra



Fuente: Vladislavic – Mendoza, 2016

1.6.2.2 Determinación de Hematocrito

Personal del laboratorio “CIMES” procedió a la toma de muestra, para lo que se extrajo una muestra de sangre realizando una punción con la lanceta en el dedo pulgar en la periferia. Con un tubo capilar se tomó sangre del lado de la raya roja (con anticoagulante), hasta llenar por más de la mitad del tubo. Luego fue tapado con plastilina y se colocó en la centrífuga de hematocrito. Posteriormente con un lector de hematocrito, se determinó su valor.

1.6.3 FORMULACIÓN DE ALIMENTOS CON *Spirulina* máxima

Sabiendo que la *Spirulina máxima* es una fuente de alto nivel proteico, rica en aminoácidos esenciales, minerales, ácidos grasos esenciales y vitaminas (Amha, 2007), se utilizó la microalga producida a nivel de laboratorio, durante un periodo de 37 días adaptada a las condiciones locales, garantizando la biodisponibilidad de carbono y otros nutrientes, respetando los foto – periodos, oxígeno disuelto y agitación, así la biomasa aumentó y posteriormente se realizó la cosecha para posterior deshidratación. Para la formulación de los diferentes productos se dispuso de 4.2 Kilogramos de *Spirulina maxima*, disponiendo la misma en diferentes porcentajes y distintos alimentos, garantizando la aceptación y palatabilidad de los mismos, tal como se muestra en la tabla 1.2.

Tabla 1.2: Alimentos formulados con microalga *Spirulina maxima*

Alimento	% de Spirulina
Fideo tipo tallarín	12
Sopa de verduras deshidratada	5
Yogurt de menta	7
Rollo relleno con queso	12
Api con frutas	5
Pan con queso	12
Puré de papas	10
Jugo lácteo	7
Galletas saladas	10
Galletas dulces	10

Fuente: Vladislavic – Mendoza, 2016

1.6.3.1 Introducción en la dieta de los niños entre 5 -15 años

Los productos elaborados fueron introducidos en la dieta de los estudiantes, con una frecuencia de dos veces por semana durante 90 días.

Figura 1.4: Introducción de los alimentos formulados

Fuente: Vladislavic – Mendoza, 2016

Luego de coordinar con la directora del establecimiento, se acordó alternar y/o combinar con los alimentos del desayuno escolar, que en su totalidad corresponden a la ración seca. Así por ejemplo se distribuyeron galletas dulces y saladas junto con la mazamorra preparada por madres de familia. Las fotografías de algunas entregas se muestran en el Anexo II.

1.6.3.2 Monitoreo y seguimiento

El seguimiento del tratamiento propuesto se realizó en cada entrega de los alimentos formulados con la microalga, es decir dos veces por semana.

En tanto que el monitoreo se efectuó cada 40 días a través de los análisis de laboratorio para valorar los niveles de hematocrito y hemoglobina. Así también se controlaron el peso y la talla.

1.7 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Una vez terminado el trabajo de campo, los datos obtenidos fueron tabulados y sistematizados mediante el software WHO Anthro plus versión 1.0.4 creado por la Organización Mundial de la Salud para niños de 5-19 años.

1.7.1 POBLACIÓN Y MUESTRA

1.7.1.1 Descripción de la Población

Esta investigación se lleva a cabo en la unidad educativa “Tambo Aranjuez” situada en el distrito cuatro D-4 barrio Jerusalén del municipio de Sucre, perteneciente al núcleo escolar Punilla (Correo del Sur, 2011).

Este recinto alberga a 180 alumnos y ocho maestros, aspecto por el cual, se considera toda la población como muestra para realizar el estudio.

Figura 1.5: Unidad Educativa Tambo Aranjuez D-4



Fuente: Vladislavic – Mendoza, 2016

CAPÍTULO II

2 MARCO TEÓRICO

2.1 RELEVANCIA SOCIO –ECONÓMICA DE UN BUEN ESTADO NUTRICIONAL

Ciertos hábitos han determinado la tendencia a la sobre nutrición y obesidad infantil, con la consiguiente predisposición a padecer en la edad adulta, enfermedades nutricionales como: obesidad, hipertensión arterial. No obstante, también se sufre malnutrición como consecuencia de una alimentación inadecuada en cantidad y/o calidad (desnutrición primaria) o por enfermedades que desencadenan un balance negativo (desnutrición secundaria).

Existen diferentes formas eficaces de orientar un trastorno nutricional, cuyos objetivos son

- Controlar el crecimiento y estado de nutrición
- Distinguir el origen primario o secundario de la desnutrición.

2.2 DESNUTRICIÓN INFANTIL

La desnutrición es el estado patológico inespecífico, sistémico y potencialmente reversible, originado por la deficiente utilización de nutrientes por las células del organismo ya sea por falta de aporte externo o alteraciones intrínsecas, con manifestaciones clínicas variadas y diversos grados de severidad (Murillo Sasamoto Diego, 2006). La desnutrición infantil es el resultado de la ingesta insuficiente de alimentos (en cantidad y calidad), la falta de una atención adecuada y la aparición de enfermedades infecciosas (*Causas, consecuencias y estrategias para su prevención y tratamiento LA DESNUTRICIÓN INFANTIL*, n.d.).

2.2.1 ETIOLOGÍA DE LA DESNUTRICIÓN

La dieta de consumo no es sinónimo de nutrición, ya que los nutrimentos sólo adquieren importancia en la medida en que sean bien digeridos, absorbidos y metabolizados para liberar su energía química, así como para permitir un equilibrio térmico y energético que facilite la incorporación de elementos al protoplasma y a las estructuras celulares, garantizando la función, el crecimiento y la reproducción celular (Calzada León R., n.d.).

2.2.1.1 *Por Origen*

Desnutrición primaria: Atribuida a subalimentación, sea debido a deficiencia en la calidad o cantidad de alimentos consumidos (Fundacion Ibero, 2018).

Desnutrición secundaria: Secundaria a alguna patología que altera la absorción intestinal, condiciona una pobre biodisponibilidad alimentaria y un incremento en los requerimientos (Murillo Sasamoto Diego, 2006).

2.2.1.2 Por el Tiempo de Evolución

Aguda: Se produce cuando el organismo no dispone de alimentos necesarios para el funcionamiento de sus órganos vitales. Ha gastado sus propias reservas energéticas en busca de nutrientes y la energía que necesita para sobrevivir. Produce bajo peso sin afectar la talla. Los músculos y las reservas de grasa corporal empiezan a consumirse. A mayor pérdida de masa muscular y tejido graso, menor probabilidad de sobrevivir. El cuerpo se debilita, la absorción intestinal se reduce, fallan riñones y la capacidad del sistema inmunológico disminuye, se traduce en un mayor riesgo de contraer enfermedades (Biológicas, n.d.)

Crónica: O retraso en el crecimiento lineal, se determina al comparar la talla del niño con la esperada para su edad. Muestra los efectos acumulativos de privaciones nutricionales a través del tiempo, tanto general como durante el desarrollo temprano del niño. Produce bajo peso y baja talla para la edad (Biológicas, n.d.).

2.2.1.3 Por su Gravedad según la Valoración Antropométrica

Leve: cuando el peso y talla esta entre -1 y -2 desviaciones estándar

Moderada: peso y talla entre -2 y -3 desviaciones estándar

Grave: peso y talla por debajo de -3 desviaciones estándar

2.2.2 MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS

La antropometría o cineantropometría fue presentada como una ciencia en 1976, en el Congreso Internacional de las Ciencias de la Actividad Física, celebrado en Montreal, y dos años después fue aceptada como ciencia por la UNESCO, en el *International Council of Sport and Physical Education*. Se define como el estudio del tamaño, proporción, maduración, forma y composición corporal, y funciones generales del organismo, con el objetivo de describir las características físicas, evaluar y monitorizar el crecimiento, nutrición y los efectos de la actividad física (LINO CARMENATE MILIÁN, FEDERICO ALEJANDRO MONCADA CHÉVEZ, & ENGELS WALDEMAR BORJAS LEIVA, 2014). Dentro de las medidas antropométricas se tienen:

La talla: es el parámetro fundamental para enjuiciar el crecimiento en longitud, pero es menos sensible que el peso a las deficiencias nutricionales; por eso sólo se afecta en las carencias prolongadas, sobre todo si se inician en los primeros años de la vida. Se utiliza para evaluar el crecimiento y desarrollo en los niños, mediante la comparación con estándares obtenidos en estudios realizados en poblaciones de niños saludables y normales. Se utilizan comparaciones referidas a: talla/edad, peso/talla (Rabat Restrepo Maria Juana; Rebollo Perez Isabel 2015).

El peso y principalmente los cambios de peso pueden ser considerados como una herramienta de screening (búsqueda), es uno de los mejores parámetros para valorar el estado nutricional de un individuo, es un indicador global de la masa corporal, fácil de obtener y reproducible (Costa Bauer Marino, Aguinaga Recuenco Alejandro, Carrillo Parodi Carlos, Baiocchi Ureta Nelly, 1998). Son de especial utilidad:

Peso actual o peso real: es el peso en el momento de la valoración. Se deben tener en cuenta los siguientes factores a la hora de interpretarlo: Edemas, ascitis y deshidratación.

Peso ideal: se establece mediante unas tablas de referencia en función del sexo, talla y complexión del individuo.

Porcentaje del peso ideal (PPI): el peso puede valorarse como porcentaje del peso ideal

$$\text{PPI (\%)} = (\text{peso actual (kg)} / \text{peso ideal (kg)}) \times 100$$

Tabla 2.1: Clasificación del peso de acuerdo a la herramienta de Waterlow

Aspecto	Valor
Obesidad	>120
Sobrepeso	110 – 120
Normalidad	90 – 110
Desnutrición leve	80 – 90
Desnutrición moderada	70 – 80
Desnutrición grave	< 69

La clasificación de Waterlow es la mejor herramienta ya que la diferencia radica en que permite determinar la cronología y la intensidad de la desnutrición.

Peso Habitual: Se considera como peso habitual el que presenta el individuo de manera constante antes de la modificación actual. Es una variable más útil que el peso corporal ideal para quienes están enfermos.

Porcentaje de peso habitual (pph): es un método para determinar el porcentaje de pérdida o ganancia de peso. Este porcentaje del peso habitual puede utilizarse para valorar el estado de nutrición del individuo.

2.2.3 NIVELES DE DIAGNÓSTICO

En la evaluación del estado nutricional, además de los índices descritos, es necesario determinar los niveles de diagnóstico, donde se señala si un niño está normal o desnutrido. La relación entre índices y niveles de diagnóstico o punto de corte se denomina indicador.

La OMS define como desnutridos a niños que se encuentran debajo de menos dos desviaciones estándar (- 2 DE) de las Curvas de referencia del Centro de Estadísticas de Salud de los Estados Unidos de América (NCHS). Es decir, define como desnutrición aguda cuando el peso para la talla P (T) se encuentra debajo de -2 DE Y retardo en el crecimiento cuando la talla para la edad T(E) está en -2 DE (MINECO, 2005) (LINO CARMENATE MILIÁN et al., 2014).

2.2.4 EXPRESIÓN DEL ESTADO NUTRICIONAL

El estado nutricional puede expresarse en:

2.2.4.1 Percentiles

Si una serie de datos, como las mediciones de una población de referencia, se coloca en forma ordenada de acuerdo a la magnitud y los datos se dividen en cien partes iguales, se llaman percentiles. El percentil 50 corresponde a la mediana.

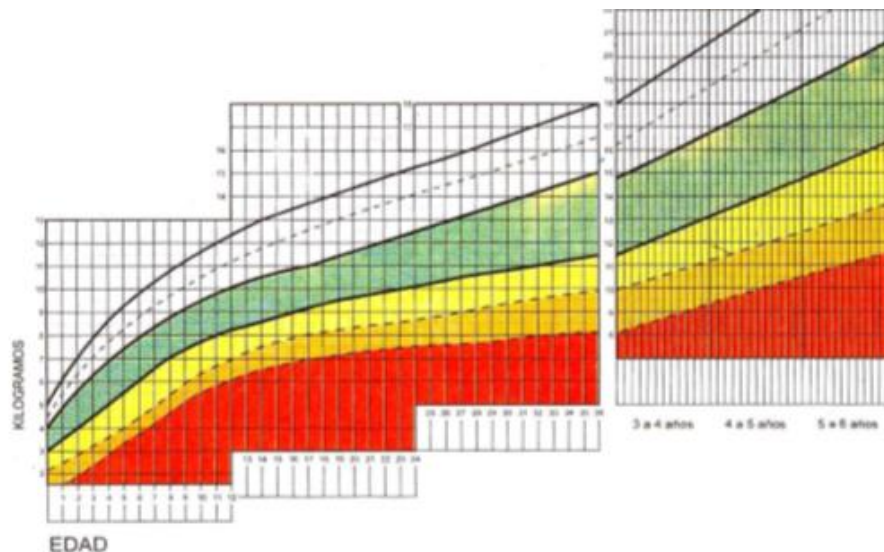
La presentación del P(E), P(T), T(E) en percentiles, ha sido ampliamente usada en el seguimiento individual de los niños en los centros de salud. El tercer percentil está muy cerca a - 2 DE Y cualquier niño que cae por debajo debería catalogarse como desnutrido (LINO CARMENATE MILIÁN et al., 2014).

2.2.4.2 Desviación estándar (DE)

Un ejemplo de expresión del estado nutricional en desviaciones estándar o múltiplos de ella, es el Carné de Crecimiento y Desarrollo. Este carné mediante los colores rojo, naranja, amarillo y verde señala la distribución de la desviación estándar alrededor de la mediana de la población de referencia (Fig. 3).

El color amarillo corresponde a -2DE punto de corte definido como desnutrición leve, el naranja a -3 DE, desnutrición moderada y el rojo en -4DE, desnutrición grave (MINSA 1996). Sin embargo, en caso de monitoreo del crecimiento, como se señaló anteriormente, no es necesario definir puntos de corte, sino interpretar la tendencia de la curva (Costa Bauer Marino, Aguinaga Recuenco Alejandro, Carrillo Parodi Carlos, Baiocchi Ureta Nelly, 1998).

Figura 2.1: Distribución de la desviación estándar



Fuente: (Costa Bauer Marino, Aguinaga Recuenco Alejandro, Carrillo Parodi Carlos, Baiocchi Ureta Nelly, 1998).

2.3 ANEMIA

La anemia es una disminución de la hemoglobina (proteína responsable de transportar el oxígeno y con él la producción de energía a todo el organismo), en comparación con los valores normales para individuos de la misma edad y género. Corresponde siempre a un síntoma de otra afección subyacente o de malnutrición. El diagnóstico aislado de anemia nunca es un diagnóstico completo (<http://www.roche.cl>). Generalmente, la anemia se identifica por la existencia de resultados fuera del intervalo normal en análisis de laboratorios. Una alimentación pobre en hierro es un factor importante para el desarrollo de anemia (<http://www.roche.cl>).

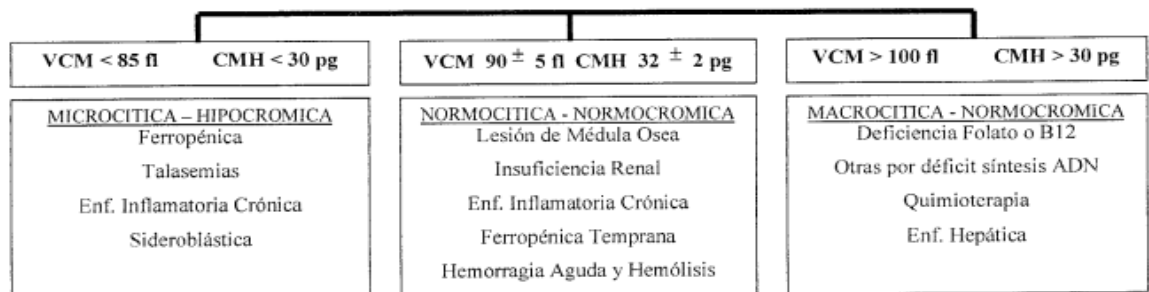
2.3.1 CLASIFICACIÓN DE ANEMIAS

La anemia no es una enfermedad, sino la manifestación clínica de una miríada de enfermedades. Es solo la evidencia de que “algo anda mal” (Franklin Rigoberto Correa Álvarez, 1999). Clasificar la anemia facilita el diagnóstico, a continuación, se presentan las clasificaciones útiles para el diagnóstico diferencial.

2.3.1.1 CLASIFICACIÓN MORFOLOGICA

Con base en el volumen corpuscular medio (VCM) las anemias se denominan normocíticas, macrocíticas y microcíticas. Los otros dos parámetros son la cantidad media de hemoglobina corpuscular (CMH) y la concentración media de hemoglobina corpuscular (CMHC), que suman los términos de normocrómica o hipocrómica. Las alteraciones morfológicas son evidentes cuando la hemoglobina alcanza cifras menores de 10mg en hombres o 9 mg en mujeres (Franklin Rigoberto Correa Álvarez, 1999).

Figura 2.2: Diagnostico de Anemia y Morfología



Fuente: (Franklin Rigoberto Correa Álvarez, 1999)

2.3.2 SINTOMAS

Los principales síntomas de anemia son relacionados por la disminución de producción de energía en los tejidos debido a falta de oxigenación de los mismos. Este hecho trae como consecuencia fatiga, sensación de depresión o falta de ánimo para emprender la actividad normal diaria, agitación, aumento de la frecuencia cardiaca, dificultad para concentrarse, irritabilidad, insomnio, calambres en las piernas, y cabello y unas débiles o quebradizas. Sin embargo, es importante destacar que los síntomas aparecen en forma paulatina, por lo que la persona se acostumbra a convivir con ellos y no percibe la presencia de la enfermedad (Marín G., 2006).

2.3.3 HEMATOCRITO

Cantidad de sangre total compuesta de glóbulos rojos. Depende de la cantidad y el tamaño de los glóbulos rojos. Una prueba de hematocritos habitualmente forma parte de un recuento sanguíneo completo (RSC). Se puede usar para determinar la presencia de afecciones como la anemia, la deshidratación, la desnutrición y la leucemia. También se llama HCT (Instituto Nacional del Cáncer, 2019).

La prueba del hematocrito es un tipo de análisis de sangre. La sangre se compone de glóbulos rojos, glóbulos blancos y plaquetas. Los glóbulos y las plaquetas están suspendidos en un líquido llamado plasma. El hematocrito mide la cantidad de sangre compuesta por glóbulos rojos. Los glóbulos rojos contienen una proteína llamada hemoglobina que transporta oxígeno de los pulmones al resto del cuerpo. Tener niveles del hematocrito demasiado altos o bajos puede indicar un problema de la sangre, deshidratación u otras condiciones médicas (Biblioteca Nacional de Medicina de los Estados Unidos, n.d.).

El hematocrito suele ser parte del conteo sanguíneo completo (o hemograma completo), que mide muchos componentes de la sangre. También se usa para diagnosticar trastornos de la sangre como anemia, en que no hay suficientes glóbulos rojos (Biblioteca Nacional de Medicina de los Estados Unidos, n.d.)

Los conteos sanguíneos deberían estar dentro de los valores establecidos como normales en niños sanos. Los conteos sanguíneos se comparan con los de personas sanas de edad y sexo similares. Los valores normales aproximados de conteos de células sanguíneas para niños sanos, desde el nacimiento hasta la adolescencia, son los siguientes:

Tabla 2.2: Valores de referencia para hematocrito y hemoglobina

Conteo de células sanguíneas	
Hematocrito (% de sangre compuesta por glóbulos rojos)	Hemoglobina (sustancia de los glóbulos rojos que transporta oxígeno) (g/dL)
32 – 44	9.5 -15.5

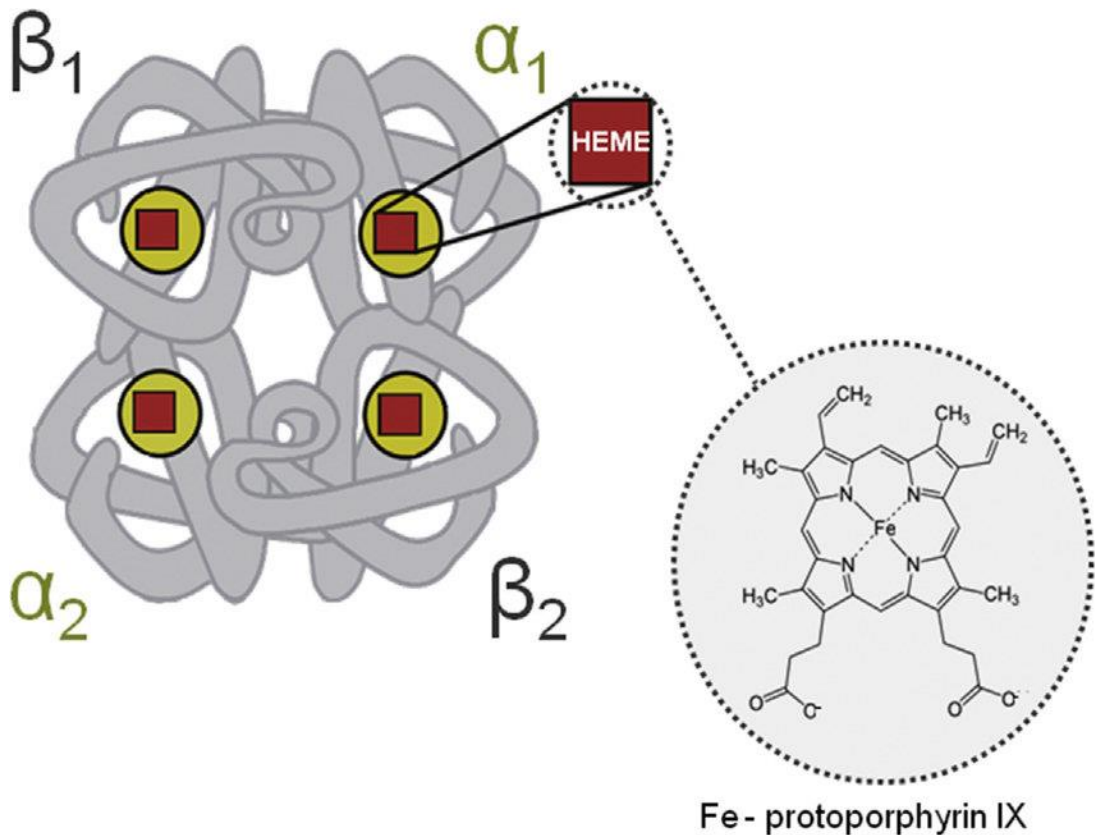
Fuente: (Louis J. DeGennaro, 2012)

HEMOGLOBINA

La hemoglobina es una proteína tetramérica con dos pares de subunidades idénticas (2 α , 2 β , PM 64Kd), con 141 o 142 aminoácidos en la cadena α y 146 en la cadena β . El hierro es un componente primordial de la molécula de hemoglobina, ya que cada subunidad posee un grupo prostético, Fe-PP-IX, cuyo hierro ferroso enlaza dioxígeno en forma reversible.

Las cuatro subunidades no están unidas covalentemente, pero reaccionan cooperativamente con el dioxígeno con modulación específica del pH, la pCO₂, los fosfatos orgánicos, y la temperatura. Estos moduladores de la afinidad de la hemoglobina por el hierro determinan la eficiencia del transporte de oxígeno desde la interfase de los capilares de los alvéolos en los pulmones, hasta la interfase eritrocito-capilar-tejido en los tejidos periféricos (Marin, 2006).

Figura 2.3: Estructura de una molécula de hemoglobina



Fuente: (Grzegorz Zadora & Alicja Menżyk, 2018)

2.3.3.1 TRANSPORTE DE OXÍGENO Y DIÓXIDO DE CARBONO

El oxígeno es transportado tanto físicamente disuelto en la sangre como químicamente combinado con la hemoglobina en los eritrocitos; en circunstancias normales mucho más oxígeno es transportado combinado con hemoglobina que físicamente disuelto en la sangre, ya que, sin hemoglobina, el sistema cardiovascular no podría proporcionar suficiente oxígeno para satisfacer las demandas de los tejidos (Hershel Raff, 2013).

Cuando la hemoglobina se une al oxígeno se denomina oxihemoglobina o hemoglobina oxigenada, dando el aspecto rojo o escarlata intenso característico de la sangre arterial. Cuando pierde el oxígeno, se denomina hemoglobina reducida, y presenta el color rojo oscuro de la sangre venosa que se manifiesta clínicamente por cianosis. Los glóbulos rojos, conocidos también como eritrocitos o hematíes, son el componente más abundante de la sangre, y actúan (por su componente de hemoglobina) transportando el oxígeno. Como su nombre lo indica, son células de color rojo. Se fabrican en la médula roja de algunos huesos largos, y la disminución en el número normal de glóbulos rojos produce anemia (Querelle y Cia Ltda., 2015).

El dióxido de carbono es transportado en la sangre principalmente como iones de bicarbonato. Esto impide la formación de ácido carbónico que puede producir que los H⁺ se acumulen y se reduzca el pH. Cantidades menores de dióxido de carbono son transportadas disueltas en el plasma o combinadas con la hemoglobina (Querelle y Cia Ltda., 2015).

2.3.3.2 EQUILIBRIO OXÍGENO – HEMOGLOBINA

La unión del oxígeno a la hemoglobina depende de la presión parcial de oxígeno existente en ese momento. La relación existente entre unión del O₂ a la hemoglobina y presión parcial se llama curva de equilibrio hemoglobina-oxígeno y se determina experimentalmente. La unión del oxígeno a la hemoglobina está relacionada con varios factores fisiológicos, como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 2.3: Factores fisiológicos que relacionan la unión del oxígeno y hemoglobina

Unión	Reacción	Cambio en la forma
<p>La unión de la hemoglobina y oxígeno es reversible. Inicialmente se tiene la molécula de hemoglobina, al unirse con oxígeno se convierte en oxihemoglobina y luego se tiene nuevamente la molécula liberada.</p>	<p>La reacción del oxígeno con la hemoglobina es muy rápida (del orden de milisegundos)</p>	<p>La forma S (sigmoide) de la curva es debida al cambio de forma de la molécula de la hemoglobina cuando se han unido oxígeno a 3 del grupo hemo A. Funcionalmente, esta curva permite que el oxígeno se combine con la hemoglobina en los pulmones incluso con bajas presiones alveolares de oxígeno y sea liberado en los capilares incluso a altas presiones parciales</p>

Fuente: (Hershel Raff, 2013).

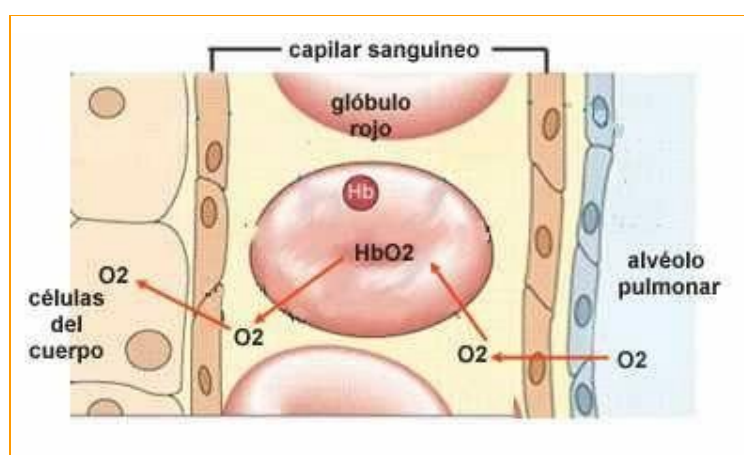
2.3.3.3 CONTENIDO DE OXÍGENO EN LA SANGRE

La saturación de oxígeno es la medida de la cantidad de oxígeno disponible en el torrente sanguíneo. Cuando la sangre se bombea desde el corazón al cuerpo, primero pasa a través de los pulmones, donde las moléculas de oxígeno se unen a las células rojas de la sangre (eritrocitos) con el fin de ser llevado al resto del cuerpo. El porcentaje de eritrocitos que están completamente saturados con oxígeno se conoce como saturación arterial de oxígeno o nivel de oxígeno en sangre (Guillermo Perez, n.d.).

2.3.3.4 TRANSPORTE DE OXÍGENO COMBINADO CON HEMOGLOBINA

La hemoglobina actúa como un vehículo que se carga de oxígeno en los capilares pulmonares y lo transporta a los tejidos. Al entregar O_2 a los tejidos la hemoglobina oxigenada (oxihemoglobina) se transforma en hemoglobina reducida, que por ser un ácido débil puede atraer iones de H^+ (mayor acidez). Con ello aumenta la capacidad de transporte de CO_2 (efecto Haldane).

Figura 2.4: Transporte de oxígeno combinado con hemoglobina



Fuente: (Querelle y Cia Ltda., 2015)

De este modo, la entrega de O_2 y la captación de CO_2 que tienen lugar en los capilares sistémicos son dos procesos que se favorecen mutuamente: un aumento de la presión de CO_2 en la sangre capilar, con la consiguiente disminución del pH, que facilita la entrega de O_2 (efecto Bohr), a la par que el aumento de hemoglobina reducida facilita la captación de CO_2 (efecto Haldane) (Querelle y Cia Ltda., 2015)

Aunque el CO_2 es un residuo del metabolismo que el organismo debe eliminar, en su camino hacia la atmósfera es un determinante crucial del control de la ventilación y del equilibrio ácido-base.

2.3.4 HIERRO

El hierro es un elemento esencial para la vida, puesto que participa prácticamente en todos los procesos de oxidación-reducción. Se puede hallar formando parte esencial de las enzimas del ciclo de Krebs, en la respiración celular y como transportador de electrones en los citocromos. Está presente en numerosas enzimas involucradas en el mantenimiento de la integridad celular, tales como las catalasas, peroxidasas y oxigenasas.

Su elevado potencial redox, junto a su facilidad para promover la formación de compuestos tóxicos altamente reactivos, determina que el metabolismo de hierro sea controlado por un potente sistema regulador (Centro Nacional de Información de Ciencias Médicas., Gautier du Défaix Gómez, & Fernández Delgado, 2000).

2.3.4.1 HIERRO: SUS FUNCIONES

El hierro es un mineral fundamental para el normal desarrollo de las capacidades mentales y motoras de los individuos. Su deficiencia tiene directa relación con la pérdida de estas potencialidades. El hierro juega un papel esencial en muchos procesos metabólicos incluidos el transporte de oxígeno, el metabolismo oxidativo y el crecimiento celular (Marin, 2006). El hierro es un mineral esencial que desempeña funciones básicas en el organismo, posibilita la formación de la hemoglobina, la proteína de los glóbulos rojos que permite transportar el oxígeno a los tejidos. se usa para reponer las reservas y restablecer las concentraciones de hemoglobina a niveles normales, previniendo y tratando así los síntomas que surgen, siendo sus beneficios una mejor calidad de vida, el rendimiento físico, la termorregulación, la función cognitiva y la función inmune (Jeffery L. Miller, 2013). El papel del hierro en la función del sistema nervioso es muy importante. El hierro parece intervenir en la síntesis, degradación y almacenamiento de neurotransmisores, serotonina, dopamina y ácido gammaaminobutírico (GABA) (Toxqui et al., 2010).

2.3.4.2 HIERRO: SUS FORMAS DE PRESENTACIÓN

El hierro se presenta en los alimentos en 2 clases: Hierro hémico y no hémico.

2.3.4.2.1 HIERRO HÉMICO

El hierro hémico es el mejor hierro alimentario, porque hay muy pocas cosas que destruyen su absorción y su aprovechamiento. Los únicos alimentos que tienen hierro hémico son las carnes (vacunas, aves, pescados), por lo tanto la mayor parte de los alimentos, tienen hierro no hémico. Cuando la carne está ausente de la dieta, la disponibilidad de hierro se reduce notablemente.

Como el hierro hémico es soluble en medio alcalino; no son necesarias proteínas enlazadoras para su absorción luminal (Marin, 2006).

2.3.4.2.2 HIERRO NO HÉMICO

El hierro ferroso que ha sido liberado por las proteasas gástricas y pancreáticas es rápidamente oxidado en un medio alcalino, y se volvería insoluble y biológicamente indisponible si no fuera por la presencia de moléculas enlazadoras de hierro intraluminal. El hierro no hémico se absorberá óptimamente si se encuentra en forma ferrosa, y la mejor manera de garantizar su incorporación es asegurando que se mantenga en dicha forma (Marin, 2006).

2.3.4.3 ASPECTOS DE ABSORCIÓN

En un individuo normal, las necesidades diarias de hierro son muy bajas en comparación con el hierro circulante, por lo que sólo se absorbe una pequeña proporción del total ingerido. Esta proporción varía de acuerdo con la cantidad y el tipo de hierro presente en los alimentos, el estado de los depósitos corporales del mineral, las necesidades, la actividad eritropoyética y una serie de factores lumenales e intraluminales que interfieren o facilitan la absorción (Centro Nacional de Información de Ciencias Médicas. et al., 2000). La absorción depende en primer lugar del tipo de compuesto de hierro presente en la dieta, en dependencia de lo cual van a existir dos formas diferentes de absorción: la del hierro hemo y la del hierro inorgánico (Centro Nacional de Información de Ciencias Médicas. et al., 2000).

Absorción de hierro inorgánico. El hierro inorgánico por acción del ácido clorhídrico del estómago pasa a su forma reducida, hierro ferroso (Fe^{2+}), que es la forma química soluble capaz de atravesar la membrana de la mucosa intestinal.

Algunas sustancias como el ácido ascórbico, ciertos aminoácidos y azúcares pueden formar quelatos de hierro de bajo peso molecular que facilitan la absorción intestinal de este.

Aunque el hierro puede absorberse a lo largo de todo el intestino, su absorción es más eficiente en el duodeno y la parte alta del yeyuno (Centro Nacional de Información de Ciencias Médicas. et al., 2000).

Absorción de hierro hemo Este tipo de hierro atraviesa la membrana celular como una metaloporfirina intacta, una vez que las proteasas endoluminales o de la membrana del enterocito hidrolizan la globina. Los productos de esta degradación son importantes para el mantenimiento del hemo en estado soluble, con lo cual garantizan su disponibilidad para la absorción.

En el citosol la hemoxigenasa libera el hierro de la estructura tetrapirrólica y pasa a la sangre como hierro inorgánico, aunque una pequeña parte del hemo puede ser transferido directamente a la sangre portal. Aunque el hierro hemínico representa una pequeña proporción del hierro total de la dieta, su absorción es mucho mayor (20-30 %) y está menos afectada por los componentes de ésta. No obstante, al igual que la absorción del hierro inorgánico, la absorción del hemo es favorecida por la presencia de carne en la dieta, posiblemente por la contribución de ciertos aminoácidos y péptidos liberados de la digestión a mantener solubles, y por lo tanto, disponibles para la absorción, ambas formas de hierro dietético. Sin embargo, el ácido ascórbico tiene poco efecto sobre la absorción del hemo, producto de la menor disponibilidad de enlaces de coordinación de este tipo de hierro. Por su parte el calcio disminuye la absorción de ambos tipos de hierro por interferir en la transferencia del metal a partir de la célula mucosa, no así en su entrada a esta (Centro Nacional de Información de Ciencias Médicas. et al., 2000).

2.3.4.4 ALMACENAMIENTO DE HIERRO EN EL ORGANISMO

En el ser humano, existen 2 formas principales de almacenamiento de hierro: la Ferritina y la Hemosiderina

2.3.4.4.1 FERRITINA

Cuando el hierro ferroso toma contacto con las subunidades polipeptídicas ferritina, entra a esta última a través de canales específicos. Luego, el hierro es oxidado ya sea en diferentes sitios dentro de la proteína o en la superficie del núcleo. Cuando es necesario liberar el hierro almacenado, el mismo es rápidamente liberado de la ferritina por su reducción (Marin, 2006).

2.3.4.4.2 HEMOSIDERINA

Cuando el contenido promedio de hierro en la ferritina se aproxima a los 4000 átomos por molécula en los tejidos que almacenan hierro, la ferritina es degradada por proteasas lisosomales para formar hemosiderina, una proteína almacenadora de hierro que es insoluble (Marin, 2006).

2.3.4.5 PÉRDIDAS DE HIERRO EN EL ORGANISMO

Las pérdidas de hierro varían considerablemente con el sexo del individuo. En varones, las pérdidas totales de hierro corporal han sido calculadas en 1 mg/día. En mujeres premenopáusicas, estas pérdidas son un poco más altas.

La ruta predominante de pérdida es a través del tracto gastrointestinal, y llega a 0,6 mg/día en varones adultos. Las pérdidas fecales de hierro provienen de los enterocitos que han sido mudados, de eritrocitos extravasados, y de productos biliares de la degradación del hemo que son pobremente absorbidos. Las pérdidas urogenitales e integumentales en varones adultos han sido estimadas en >0,1 mg/día y 0,3 mg/día respectivamente⁴⁴. La pérdida menstrual de hierro, estimada a partir de una pérdida promedio de sangre de 33 mL/mes, equivale a 1,5 mg/día, pero puede ser tan alta como 2,1 mg/día (Marin, 2006).

2.3.4.6 LA DEFICIENCIA DE HIERRO

La carencia de hierro en el organismo es la deficiencia alimentaria más frecuente en el mundo y conduce a la anemia por deficiencia de hierro. Esta afección tiene tres estadios:

- 1) La depleción de hierro, que está caracterizada por la disminución de las reservas de hierro del organismo
- 2) La deficiencia de hierro con disminución de la eritropoyesis, que se observa cuando hay depleción de las reservas de hierro y simultáneamente una insuficiente absorción alimentaria, de manera que no se logra contrarrestar las pérdidas corporales normales y se ve afectada la síntesis de hemoglobina
- 3) La anemia ferropénica (por deficiencia de hierro), que es el caso más grave y se caracteriza por la reducción de la síntesis de hemoglobina (Marin, 2006).

2.3.4.7 IMPLICANCIAS DEL DÉFICIT DE HIERRO

Las consecuencias más conocidas de la deficiencia que ocurren luego de la depleción de las reservas de hierro, son: la disminución en la concentración de hemoglobina, la concentración corpuscular media de hemoglobina, el tamaño y el volumen de las células rojas nuevas.

- Reducción de la capacidad del organismo de mantener la temperatura adecuada cuando se expone a temperaturas climáticas bajas.
- Reducción de la producción hormonal y el metabolismo, incluyendo los neurotransmisores y hormonas tiroideas asociadas con funciones neurológicas, musculares y reguladoras de la temperatura.
- Afección del desarrollo cognoscitivo en todas las edades.
- Provoca un desarrollo psicomotor retardado, y para cuando los niños asistan a la escuela, su capacidad de lenguaje, coordinación, y capacidad motriz habrán disminuido en forma significativa (Marin, 2006).

2.3.4.8 CAUSAS DEL DÉFICIT DE HIERRO

La alta incidencia de deficiencia de hierro observada en la infancia se explica por la suma de varios factores:

- El nacer con reservas disminuidas de hierro (niños prematuros).
- El consumo de dietas con bajo contenido de hierro o pobre disponibilidad.
- El hecho de tener pérdidas aumentadas de hierro (generalmente relacionadas a sangrados) (Marín, 2006).

2.4 SPIRULINA

La *Spirulina máxima* es un alga fotosintética pluricelular, minúscula, de color verde azulosa (Cyanophyceae), de apenas medio milímetro de longitud. Habita el planeta desde hace tres mil millones de años. Crece y se multiplica en las aguas saladas y muy alcalinas de ciertos lagos en África, en Asia subtropical y tropical, y en América. La palabra en latín *Spirulina* significa espiral pequeña, referida a la forma de su estructura. Debe el color verde a la clorofila, y el azul a la ficocianina (Herdoíza Bustamante Christian Benigno, 2014).

En su composición hay un alto porcentaje de proteína (65 a 70%), todos los aminoácidos esenciales y nueve no esenciales, en perfecto balance; minerales como potasio, calcio, zinc, magnesio, manganeso, selenio, hierro y fósforo; vitaminas como piridoxina (B6), biotina, ácido pantoténico, ácido fólico, inositol, niacina o ácido nicotínico, riboflavina (B2), tiamina (B1), tocoferol (E), cianocobalamina (B12). También contiene azúcares complejos naturales, carotenoides, enzimas y 7% de grasas en forma de ácidos grasos esenciales. Muchos la consideran como una alternativa de alimentación en el futuro, sobre todo para países del tercer mundo (Herdoíza Bustamante Christian Benigno, 2014).

La *Spirulina* se ha utilizado como fuente de varios nutrientes desde tiempos antiguos. Esta microalga es conocida como un súper alimento debido a la diversidad y la concentración de su contenido de nutrientes. Es de fácil digestión y absorción en el cuerpo humano porque su membrana celular no contiene celulosa. (Costa, Barbieri Moro, de Moraes Vaz Batista Filgueira, Corsini, & Bertolin, 2017).

La creciente evidencia científica y clínica de los beneficios potenciales de la espirulina en nutrición y salud, resulta atrayente para utilizarla en varias aplicaciones alimenticias, como pasta, sopa instantánea, barras, cereales, galletas, chips de maíz, palomitas de maíz, bocadillos, postres congelados, magdalenas, rosquillas, aderezos para ensaladas, confitería, jugos, batidos, e incluso cerveza especial. Esta microalga ha sido reconocida por la FDA como alimento seguro (GRAS). Este reconocimiento permite que la espirulina se comercialice legalmente como complemento alimenticio o como ingrediente bioactivo en alimentos funcionales y bebidas (Costa et al., 2017).

2.4.1 CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA

De acuerdo con la clasificación del manual de bacteriología determinativa de Bergey, *Spirulina (Arthrospira)*, pertenece a las bacterias fotosintéticas oxigénicas que cubren los grupos cianobacteria y Prochlorales, las cuales están por filogenia relacionadas con la secuencia de la ARNr (ácido ribonucleico ribosomal) sub- unidad 16S. En función de los datos de esta sub-unidad y la sub-unidad ARNr 5S, estos procariontes se clasifican dentro del grupo de las eubacterias. La clasificación taxonómica de *Spirulina máxima* se presenta en la tabla 2.4.

Tabla 2.4: Clasificación taxonómica de *Spirulina (Arthrospira) máxima*

Dominio	<i>Bacteria</i>
Phylum	<i>Cyanobacteria</i>
Clase	<i>Cyanobacteria</i>
Orden	<i>Oscillatoriales</i>
Familia	<i>Oscillatoriaceae</i>
Género	<i>Spirulina</i>
Especie	<i>maxima</i>

Fuente: (Alex Rolando Rodriguez Cuesta, 2006)

2.4.2 MORFOLOGÍA

Las especies de *Arthrospira (Spirulina)* muestran una gran plasticidad en la morfología. Esto se atribuye a factores ambientales como la temperatura y otros factores físicos y químicos y posiblemente también debido al cambio genético.

En la naturaleza y en medios de cultivo, *Arthrospira* forma tricomas helicoidales de tamaño y grado de enrollamiento variables, desde una forma estrechamente enrollada hasta otra recta incluso desenrollada. Los tricomas en especies de *Arthrospira* se muestran entretejidos bajo el microscopio. Los filamentos son independientes y se reproducen por fisión binaria. Las células de los tricomas son más anchas que largas y el ancho puede variar de 3 a 12 μm , aunque puede llegar a 16 μm ocasionalmente. La organización celular es la de un procarionta típico con una falta de orgánulos unidos a la membrana (Gershwin, Belay, & Belay, 2007).

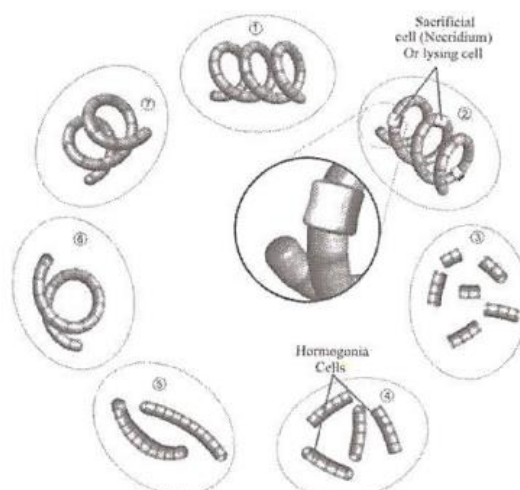
2.4.3 REPRODUCCIÓN Y CICLO DE VIDA

Un aspecto fundamental de la biología de *Spirulina* es su ciclo de vida, debido a las implicaciones taxonómicas, fisiológicas y de cultivo. Este periodo se resume en las siguientes etapas fundamentales:

- 1) Fragmentación de los tricomas
- 2) Ampliación de los hormogonios celulares
- 3) Procesos de maduración
- 4) Elongación de tricomas

Los tricomas maduros se dividen en varios filamentos pequeños u hormogonios a través de la formación previa de células especializadas, necridios celulares, en el que el material celular se reabsorbe permitiendo la fragmentación. El número de células en el hormogonio se incrementa por fisión binaria. En este proceso los tricomas crecen longitudinalmente y se lleva a su forma helicoidal

Figura 2.5: Ciclo de vida de *Arthrospira* (*Spirulina*) maxima



Fuente: (LUIS NEPTALÍ ASERO FARINANGO, 2014)

2.4.4 COMPOSICIÓN QUÍMICA Y VALOR NUTRICIONAL

La Spirulina pone un tipo de pared celular característica que logra favorecer su digestibilidad; adicionalmente sus constituyentes son perfectamente asimilables sin necesidad de cocción, ni de cualquier otro tipo de tratamientos. De esta manera, incluso los constituyentes más frágiles (vitaminas, ácidos grasos esenciales, etc.) están disponibles sin degradación alguna (LUIS NEPTALÍ ASERO FARINANGO, 2014).

Tabla 2.5: Composición química de *Arthrospira (Spirulina) máxima*

COMPOSICIÓN QUÍMICA		VALORES EXTREMOS		
		MÍNIMO	MÁXIMO	
VALOR NUTRICIONAL	Total Nitrógeno orgánico %	10,85	13,35	
	Total Nitrógeno proteico %	9,60	11,36	
	Proteínas crudas (%N ´ 6.25)	60,00	75,00	
	Relación eficiencia proteica %	2,2	2,6	
	Utilización neta proteica %	53,00	61,00	
	Digestibilidad %	83	84	
Humedad residual %		4,0	7,0	
Cenizas %		6,4	9,0	
Proteínas %		60,0	75,0	
Fibras crudas %		0,1	0,9	
Xantófilas g/kg de producto		1,4	1,8	
Beta-caroteno "		1,5	1,9	
Clorofila A "		6,1	7,6	
MINERALES	Calcio mg/kg	1045	1315	
	Fósforo "	7617	8942	
	Hierro "	475	580	
	Sodio "	275	412	
	Cloruros "	4000	4400	
	Magnesio "	1410	1915	
	Manganeso "	18	25	
	Zinc "	27	39	
	Potasio "	13305	15400	
Otros "	36000	57000		
CARBOHIDRATOS TOTALES %		13,0	16,5	
LÍPIDOS TOTALES %		6,0	7,0	
ÁCIDOS GRASOS	SATURADOS	Total ácidos grasos %	4,9	5,7
		Laurico (C12) mg/kg	180	229
		Mirístico (C14) "	520	644
		Palmitico (C16) "	16500	21141
		Esteático (C18) "	trazas	353
		Palmitoleico (C16) "	1490	2035
	NO SATURADOS	Palmitolinoleico (C16) "	1750	2565
		Heptadecanoico (C17) "	90	142
		Oleico (C18) "	1970	3009
		Linoleico (esencial) "	10920	13784
		d - Linoleico (esencial) "	8750	11970
		a - Linoleico mg/kg	699	7000
		Total ácidos insaponificos. %	1,1	1,3
		Esteroles mg/kg	100	325
OTRAS SUSTANCIAS		Alcoholes Triterpenos "	500	800
		Carotenoides "	2900	4000
		Clorofila A	6100	7600
		3-4 Benzopireno	2,6	3,6
		Colesterol	60	196
		b - Sitosterol	30	97
		Dihidro-colesterol 7, Colesterol-7-ol-3-Stigmasterol	10	32
		a - Caroteno (promedio) mg/kg		trazas
		b - Caroteno (promedio) "		1700
XANTOFILAS	Criptoxantina (promedio) "			1600
	Equinenona "			556
	Zeaxantina "			439
	Luten y Euglenanona "			289
VITAMINAS		PROMEDIO		
Biotina (H) mg/kg		0,4		
Cianocobalamina (B12) "		2,0		
d - Ca - Pantotenato "		11,0		
Acido Fólico "		0,5		
Inositol "		350,0		
Acido Nicotínico (PP) "		118,0		
Piridoxina (B6) "		3,0		
Ridoflavina (B12) "		40,0		
Tiamina (B1) "		55,0		
Tocoferol (E) "		190,0		

Fuente: (LUIS NEPTALÍ ASERO FARINANGO, 2014)

2.4.4.1 PROTEÍNAS

El contenido de proteínas en espirulina. Oscila entre 50 a 70% de su peso seco, esta concentración es totalmente excepcional en los microorganismos, e incluso las mejores fuentes de proteínas vegetales no llegan más a la mitad de la misma; así la harina de soya por ejemplo, no más del 35% de proteína bruta (LUIS NEPTALÍ ASERO FARINANGO, 2014).

El contenido proteico alcanza una variación entre 10 y 15% para espirulina, dependiendo del periodo al momento de la recolección; así, los valores más altos se han obtenido al comienzo del periodo luminoso (LUIS NEPTALÍ ASERO FARINANGO, 2014). El completo espectro de aminoácidos indica que el valor biológico de las proteínas de espirulina es muy alto, y que el óptimo, podrían alcanzarse por complementación con una buena fuente de aminoácidos azufrados y eventualmente de lisina y/o histidina. Cereales como el arroz, trigo y mijo o algunas oleaginosas como el sésamo podrían ser excelentes complementos (LUIS NEPTALÍ ASERO FARINANGO, 2014).

Al contrario de otros microorganismos propuestos como fuentes de proteínas (levaduras, *Chlorella*, *Scenedesmus*, etc.). *Spirulina*, no contiene paredes celulósicas, sino una cubierta de mureina, relativamente frágil. Este hecho explica la buena digestibilidad de sus proteínas, que es del 83 al 90%, cuando es sometida al secado simple (LUIS NEPTALÍ ASERO FARINANGO, 2014).

Tabla 2.6: Contenido proteico en diferentes alimentos

Tipo de alimento	(%) Proteína
Espirulina en polvo	65
Huevo entero secado	47
Levadura de cerveza	45
Leche en polvo	37
<i>Soya entera en harina</i>	34
Queso tipo chaqueño	34
Germen de trigo	27
Maní	26
Pollo	24
Pescado	22
Carne de res	22

Fuente: (LUIS NEPTALÍ ASERO FARINANGO, 2014)

2.4.4.2 CARBOHIDRATOS

Constituyen globalmente del 15 a 25% de la materia seca en espirulina. Los glúcidos simples únicamente están presentes en muy pequeñas cantidades y estos son glucosa, fructosa y sacarosa; se encuentran también polioles, como: glicerol, manitol y sorbitol (Belay A., 2007).

La parte esencial de estos compuestos está constituida por polímeros como glucosas (1.9% del peso seco) y ramnosanos aminados (9.7%) y también glucógeno (0.5%).

Desde el punto de vista nutricional, la única sustancia glucídica interesante por su cantidad en espirulina, es el fosfato de mesoinositol, que constituye una excelente fuente de fosforo orgánico, así como el inositol (350 – 850 mg/kg materia seca).

El contenido de este último, es casi 8 veces mayor al que han encontrado en la carne de res y muchos cientos de veces el de los vegetales más ricos en este constituye, (Belay A., 2007).

Los polisacáridos, podrían intervenir en los mecanismos de la reparación del ADN, lo que explicaría el efecto radio protector mencionado muchas veces para espirulina.

Se han presentado otras explicaciones para aclarar este efecto, como la neutralización de los radicales libres, generados por la irradiación. Esta neutralización rápida sería debida prioritariamente al β -caroteno (Belay A., 2007).

2.4.4.3 LÍPIDOS

Aunque se informa de una concentración de 5.6% a 7% del peso seco de espirulina, en otras fuentes se señala más del 11% de lípidos, obtenidos mediante un procedimiento de extracción mejorada (Belay A., 2007).

Estos lípidos totales pueden ser obtenidos en la fracción saponificable (83%), en la insaponificación (17%). La fracción saponificable está compuesta principalmente por 23% de monogalactosil y de digalactosil digliceridos, 5% de sulfoquinovosil diglicerido y 25% de fosfatidilglicerol. Los triglicéridos son escasos (0.3%). se detectan además, 4% de fosfolípidos no definidos (Ciferri, 1983).

2.4.4.4 VITAMINAS

Provitamina A (β -caroteno). El β -caroteno representa 80% de los carotenoides de espirulina; el resto está compuesto principalmente de ficoxantina y de criptoxantina. Se encuentran, entre 700 y 1700 mg de β -caroteno y aproximadamente 100mg de criptoxantina y ficoxantina por kilo de microalga seca; estos dos carotenoides son convertidos en vitaminas A por los mamíferos.

En la tabla 2.4, se muestra la cantidades de provitamina A y betacarotenos encontrados en espirulina, junto a otras vitaminas esenciales (Ciferri, 1983).

La disponibilidad de los carotenoides de espirulina. Ha sido demostrada tanto en ratones, como en pollos (Mitchell, et al., 1990). Algunos estudios clínicos han comprobado la excelente utilización en el humano: un trabajo efectuado con 5000 niños indios en edad pre - escolar, demostró la eficiencia de suministrar 1g/día de espirulina. En el tratamiento de la deficiencia crónica de vitamina A. Después de 5 meses de tratamiento, la proporción de niños gravemente deficientes de vitamina A, pasó de 80% a 10%.

Este estudio demostró que son suficientes dosis pequeñas de *Spirulina* spp., para reducir considerablemente los riesgos de ceguera y daños neurológicos consecuentes a la deficiencia de vitamina A en el infante (LUIS NEPTALÍ ASERO FARINANGO, 2014).

- Vitamina E (tocoferoles). Aproximadamente se encuentra de 50 a 190mg de vitaminas E por kilo de espirulina seca; contenido que es comparable al del germen del trigo. Las necesidades cotidianas en humanos de vitamina E serían de 15U.I es decir, 12mg de tocoferoles libres. Las propiedades antioxidantes del tocoferol para los ácidos grasos insaturados explicaría la buena conservación de espirulina seca (Belay A., 2007).
- Vitamina B12. Es necesario subrayar el contenido excepcional, de la espirulina. En vitaminas B12 (cobalámína) que es la más difícil de obtener en un régimen vegetariano, ya que no la contiene ningún vegetal común. Es conveniente puntualizar que existe una controversia en lo que respecta a la biodisponibilidad real del complejo B12 de espirulina, en el hombre (Ciferri, 1983). La carencia en vitamina B12, proviene ya sea de una falta de aportación (en el caso de regímenes vegetarianos estrictos) o deficiencia en la absorción (Belay A., 2007).

Tabla 2.7: Contenido de vitaminas en espirulina seca

VITAMINA	mg/100g (peso seco)
Provitamina A	2.330.000 U.I./Kg
B-caroteno	140
Vitamina E	10 α – tocoferol (equivalente)
Tiamina B1	3.5
Riboflavina B2	4.0
Niacina B3	14.0
Vitamina B6	0.8
Vitamina B12	0.32
Acido folico	0.01
Biotina	0.005
Ácido pantoténico	0.1
Vitamina K	2.2

Fuente: (LUIS NEPTALÍ ASERO FARINANGO, 2014)

2.4.4.5 MINERALES

Los minerales de interés particular en espirulina son: hierro, magnesio, calcio, fósforo y potasio. La tabla 2.5, muestra la composición total de minerales de espirulina. Debe enfatizarse el **alto contenido en hierro** de la espirulina, ya que la carencia de este mineral es muy frecuente, sobre todo en mujeres embarazadas y niños, debido a que las buenas fuentes de este elemento, en los alimentos no son muchas (Belay A., 2007).

Por otro lado, los cereales completos, clasificados entre las mejores aportadoras de hierro, no contienen más de 150 a 250 mg/kg. Además, los suplementos administrados en forma de sulfato, pueden causar problemas de toxicidad y son frecuentes responsables de diarreas (Cardero Reyes, Sarmiento González, & Selva Capdesuñer, 2006).

Los cereales son ricos en ácido fítico y en polímeros fosfatados que delimitan bastante la biodisponibilidad del hierro. En el caso de espirulina, su biodisponibilidad se ha demostrado tanto en ratones como en el hombre (Chamorro, et al., 1996).

El calcio, fosforo y magnesio están presentes en esta alga en cantidades comparables a las encontradas en la leche. Las cantidades relativas de estos elementos están equilibradas, lo que excluye el riesgo de descalcificación por exceso de fósforo.

Existe desafortunadamente muy poca información sobre el contenido de oligoelementos como el yodo en espirulina, pudiendo obtener por selección adaptación, variedades capaces de fijarlo (Belay A., 2007; Ciferri, 1983).

Tabla 2.8: Contenido de minerales en espirulina seca

Mineral	mg/100g
Calcio	700
Cromo	0.28
Cobre	1.2
Hierro	100
Magnesio	400
Manganesio	5.0
Potasio	1400
Sodio	900
Zinc	3.0

Fuente: (Belay A., 2007)

2.4.5 CONDICIONES DE CRECIMIENTO

2.4.5.1 CINÉTICA DEL CRECIMIENTO

El crecimiento de *Spirulina* en un cultivo por lotes, bajo condiciones preestablecidas por cada investigador o productor, presenta las siguientes fases de desarrollo:

- 1) Fase de adaptación: el cultivo de *Spirulina* se acopla a las condiciones establecidas, la tasa de crecimiento específico es baja y se incrementa paulatinamente con el tiempo del cultivo y la capacidad biológica de adaptación de la cepa utilizada.
- 2) Fase de crecimiento exponencial, el cultivo de *Spirulina* se ha adaptado a las condiciones de crecimiento. La intensidad lumínica no es una limitante y los cambios en la concentración de nutrientes causada por la adaptación de la microalga son tan bajos que el efecto en el crecimiento del cultivo no es significativo. En un cultivo sin luz ni nutrientes limitados, el incremento en la biomasa de la microalga (expresada como peso seco, número de células, densidad óptica, etc.) por unidad de tiempo, es proporcional a la biomasa inicial del cultivo (Becker, 1982).

- 3) Fase de crecimiento lineal: la multiplicación celular se extiende, hasta llegar a ocultarse una célula sobre otra, lo que produce una disminución de luz. Este efecto reduce la tasa de crecimiento específico y el incremento de biomasa de *Spirulina*, llega a ser lineal. Esta fase continua hasta llegar a una inhibición del crecimiento debido al agotamiento de nutrientes, el cultivo alcanza un estado, en el cual la respiración celular llega a ser una interferencia. Si el cultivo se mantiene rico en nutrientes, esta fase lineal puede permanecer varios días (Ciferri, 1983).
- 4) Fase estacionaria: con una disminución de la tasa de crecimiento, el suplemento lumínico en las células de *Spirulina*, es limitado y la respiración aumenta. El metabolismo oxidativo de síntesis de sustancias llega a reducir el constante aumento de biomasa. En este punto del crecimiento, la curva presenta el valor aproximado máximo de concentración de biomasa de *Spirulina*, aquí se alcanza el equilibrio entre la concentración máxima de biomasa y la pérdida debida a los procesos de degradación (Ciferri, 1983).
- 5) Fase de muerte: las células de *Spirulina* mueren, liberando materia orgánica. Esta fase es causada por las condiciones desfavorables del ambiente. Sobre el cultivo y el limitado suplemento de luz y nutrientes o la contaminación de otros microorganismos, este tipo de crecimiento ocurre en sistemas cerrados (Ciferri, 1983).

2.4.5.2 TEMPERATURA

La temperatura del líquido de cultivo tiene una influencia directa con la velocidad crecimiento de *Spirulina* y es necesario tener como referencia dos tipos de temperatura a escala de laboratorio: la primera, la del medio ambiente y la segunda se refiere al medio líquido de cultivo; esta última es importante ya, *Spirulina* no inicia su crecimiento de una manera considerable por debajo de 20°C. la máxima velocidad de crecimiento se alcanza entre los 35 – 38°C, por encima de esta temperatura, hay riesgo de la destrucción rápida del cultivo. En general los cambios bruscos de temperatura en el cultivo disminuyen el rendimiento de la biomasa (Alex Rolando Rodríguez Cuesta, 2006).

2.4.5.3 ILUMINACIÓN

La iluminación es indispensable para el crecimiento de *Spirulina spp.* Debido al proceso de fotosíntesis, determinante para su constitución estructural. Un filamento individual de *Spirulina spp.* no puede soportar una exposición prolongada a la iluminación ya que podría ser destruida por fotólisis. De ahí, la necesidad de mantener la iluminación controlada en foto – periodos regulados de tiempo 12/12 (día/noche); cada periodo genera reacciones particulares: en el día, se favorece la asimilación de CO₂ a través del ciclo de Calvin, lo que permite la formación de glicógeno como material de reserva en la célula. En la noche ocurren reacciones bioquímicas de síntesis de material proteico. La intensidad lumínica a escala de laboratorio puede variar entre 2000 y 5000 luxes, dependiendo de la densidad de los cultivos para lo anterior es necesario tener en cuenta la siguiente equivalencia: 1lux = 0.01953 umolquanta/m²s (microeinstein) (Alex Rolando Rodriguez Cuesta, 2006).

2.4.5.4 AGITACIÓN

Es indispensable agitar el cultivo de *Spirulina spp.*, buscando favorecer la dispersión homogénea de la cianobacteria en el líquido y la exposición a la luz por parte de todos los filamentos, para tener activo su mecanismo fotosintético.

Una agitación muy brusca puede estropear la *Spirulina spp.* provocando la aparición de espuma, que obstaculiza la penetración de la luz y el intercambio gaseoso del cultivo. Ciertas bombas centrifugas y cascadas de agua que salpican, son especialmente nefastas. En caso de cultivos pequeños (menos de 10 litros), la agitación puede realizarse a través de una inyección de aire con un compresor de acuario y complementar con la adición de CO₂.

Con este último se puede lograr un doble objetivo: proporcionar agitación y enriquecer el cultivo con más carbono disponible para el metabolismo celular (Alex Rolando Rodriguez Cuesta, 2006).

2.4.5.5 NUTRICIÓN

Spirulina spp. tiene como medios de cultivo predilectos a: Zarrouk y SSM (Medio Salino de Mar). El medio Zarrouk es utilizado con frecuencia durante el proceso de aislamiento mientras que el SSM es preferido en la etapa industrial (LUIS NEPTALÍ ASERO FARINANGO, 2014).

La concentración de sales en el medio de cultivo varía entre 20 y 90 g/L, siendo la principal fuente de carbono el bicarbonato ácido. Esta sal se disocia en CO_2 iones OH^- y agua. El CO_2 es fijado mediante el ciclo de Calvin para la síntesis de compuestos orgánicos y los iones hidroxilo elevan el valor del pH hasta 11, el cual es tolerado por la cianobacteria. El crecimiento de *Spirulina spp.* lleva el agotamiento del bicarbonato, el cual puede ser reestablecido mediante la adición continua de dióxido de carbono gaseoso, lo que permite mantener estable el valor óptimo de pH (9.2) y suministrar una fuente continua de carbonato para el crecimiento (Ciferri, 1983).

Aniones como fosfato, sulfato, cloruro y cationes como sodio, potasio, magnesio y calcio, son importantes en el medio de cultivo para el crecimiento de la cianobacteria, porque son requeridos en funciones estructurales y metabólicas. Se ha determinado que la relación entre algunos de estos iones, debe mantenerse en el medio, para evitar antagonismo en la asimilación de nutrientes, este es el caso de la relación Na: K que oscila entre 10:1 y 5:1 (Alex Rolando Rodríguez Cuesta, 2006).

Los micronutrientes son requeridos en cantidades de miligramos o microgramos, actuando fundamentalmente como catalizadores, mediadores o reguladores de reacciones enzimáticas y procesos fisiológicos (Alex Rolando Rodríguez Cuesta, 2006).

2.4.5.6 pH

La medida del pH en el medio de cultivo es una referencia clave para el desarrollo del cultivo de *Spirulina spp.* El medio de cultivo se alcaliniza por el consumo de la fuente de carbono, lo que genera bases como hidróxido de sodio. La medición del pH, puede convertirse en una evaluación cuantitativa de la cantidad de biomasa en el medio: a mayor biomasa, mayor degradación de bicarbonato y por consiguiente se eleva la concentración de grupos hidroxilo en el medio, aumentándose así el pH (Alex Rolando Rodríguez Cuesta, 2006).

El valor del pH determina entre otros factores la solubilidad del dióxido de carbono y algunos minerales que inciden directamente en el crecimiento de *Spirulina spp.* El rango de pH óptimo de este microorganismo está entre 8 -11. El desarrollo de pH en el cultivo se ve modificado por factores como:

- La capacidad buffer del medio utilizado
- La cantidad de dióxido de carbono disuelto
- La temperatura que afecta los gases disueltos
- La actividad metabólica de *Spirulina spp.*

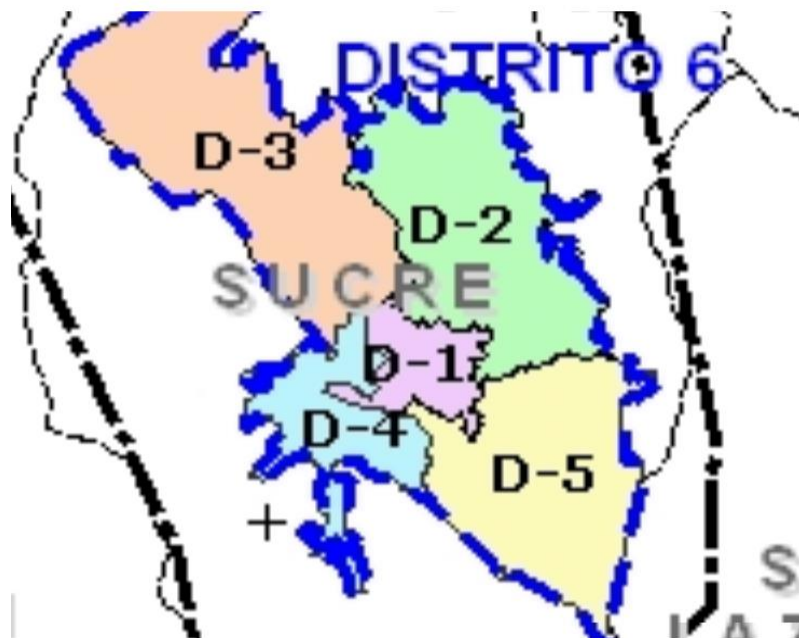
CAPÍTULO III

3 MARCO CONTEXTUAL

3.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA

Este trabajo de investigación se lleva a cabo en la escuela “Tambo Aranjuez” situada en el distrito 4 de la ciudad de Sucre.

Figura 3.1: Micro localización distrital del proyecto



Fuente: Mapas de distritos y cantones, Plan Estratégico de Desarrollo Municipal

El Distrito 4, se encuentra al sudoeste de la ciudad e incluye 79 juntas vecinales, que se muestran en el Anexo III, incluyendo el nombre del presidente de la junta.

Desde luego una de las juntas vecinales corresponde a Tambo Aranjuez, cuyo presidente es el señor Santiago Chijchi.

3.2 POBLACIÓN

Según los datos del Censo Nacional de Población y Vivienda 2012, el distrito 4, cuenta con una superficie de 2.513,42 hectáreas equivalentes al 1.46% del municipio de Sucre con una población de 26.960 habitantes, mostrando una densidad poblacional de 10.73 hab/Ha (Gobierno Autonomo Municipal de Sucre., 2016).

3.3 SERVICIOS BÁSICOS Y VIVIENDA

En el Municipio de Sucre, la dotación de agua potable está bajo el control de la Empresa Local de Agua Potable y Alcantarillado de Sucre. La población que tiene acceso a este servicio elemental llega al 90%, no obstante, ello no significa que toda la ciudadanía reciba el agua en condiciones regulares, puesto que, en las zonas periféricas de la ciudad, al igual que las zonas altas, este servicio es irregular.

El servicio de Aseo Urbano, que en el Municipio está a cargo de la Empresa Municipal de Aseo Sucre, posee 13 camiones de recojo de residuos, los mismos que realizan recorridos periódicos por la ciudad en turnos que difieren de una zona a otra. Por día la empresa recoge en promedio 85 toneladas de basura, siendo al mes un promedio de 2550 toneladas. Estos residuos, por ordenanza de la Ley de Medio Ambiente son depositados en un “relleno sanitario” el que se encuentre en la zona de La Esperanza, ubicados a 13 Km de la ciudad de Sucre, sobre el camino a Ravelo.

El suministro eléctrico está a cargo de la Cooperativa de Electricidad Sucre Sociedad Anónima, la misma que tiene la responsabilidad de la operación y mantenimiento de las redes, las cuales son revisadas periódicamente y si el caso lo amerita reparadas. La cobertura de la empresa llega al 85% de la población.

El Instituto Nacional de Estadística, en su Anuario Estadístico 2001, señala que el 41,8% de las viviendas se concentran en el Municipio de Sucre lo que representa 49.470 hogares particulares. El promedio de hacinamiento en los hogares del área urbana es de 2,5 personas por habitación, siendo para el área rural 3,8 personas por cada habitación.

3.4 EDUCACIÓN

En términos de la Infraestructura y equipamiento educativo, el Municipio de Sucre, está constituido por 10 redes en el área urbana y 8 núcleos en el área rural, cuenta con 169 unidades educativas del sistema formal, de las cuales 108 pertenecen al área urbana, 61 área rural. El total de locales educativos en el Municipio es de 121, los mismos que se encuentran distribuidos de la siguiente manera: 61 locales para el área urbana, y 60 para el área rural. El Municipio cuenta además con 48 unidades del convenio Iglesia - Estado, 27 del sistema privado y 17 de educación alternativa (GAMS, 2007).

De acuerdo a los datos del Plan de Desarrollo Municipal para la gestión 2001, en el distrito 4, se tenía una población estimada de 22488 habitantes, de los cuales 9345 correspondían a edad escolar. Sin embargo, la cifra de alumnos inscritos es tan solo 4713, representando el 50% de cobertura (GAMS, 2007).

Para el caso particular de la escuela Tambo Aranjuez, para la gestión 2016, se tienen 180 alumnos regulares.

3.5 SALUD

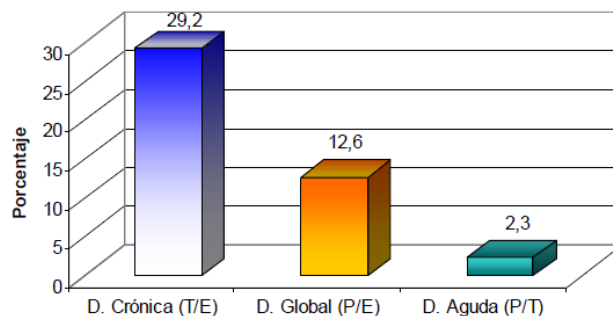
Para la atención de salud, se cuentan con programas como el Seguro Universal Materno Infantil (SUMI): Promulgada por la Ley 2426 en sustitución del S.B.S. con mayores prestaciones de atención a la Mujer y al niño menor de 5 años, las mismas de carácter gratuito para los pacientes que acuden en los diferentes niveles de atención de la red de Salud. El Seguro de Vejez, para el cual el Municipio aporta con el 40%, recursos provenientes de la coparticipación tributaria y el Estado aporta con el 60% del Tesoro General de la Nación. El Programa Médicos Familiares, donde se cuenta con 50 Unidades distribuidas estratégicamente distribuidas en todo el Municipio que atienden casos de medicina general, curaciones y atenciones odontológicas, cada unidad está conformada por un médico y una enfermera (GAMS, 2007).

3.6 DESNUTRICIÓN INFANTIL

La desnutrición aguda aqueja para el Municipio de Sucre es del 0,76% de desnutridos severos en niños menores de 5 años. De manera general la desnutrición aqueja a un 27,8% de niños menores de 5 años (GAMS, 2007).

En Chuquisaca, para el año 1998, los índices de desnutrición que afectan el desarrollo psicomotriz, escolar y laboral, presentan el siguiente estado de situación

Figura 3.2: Prevalencia de tipos de desnutrición en menores de tres años, Chuquisaca 1998



Fuente: ENDSA 1989, 1994 y 1998, citado por (GAMS, 2007)

Como se puede ver, de cada 100 niños que sufren este problema, 29 padecen de una desnutrición crónica y dos de aguda. Afectando de manera global a 13 niños de cada 100. Según el INE, para la gestión 2001, de un total de 344740 controles del estado nutricional de menores de cinco años atendidos en servicios de salud en Chuquisaca, la prevalencia de desnutrición (moderada y severa) es de 9,67% y con desnutrición leve el 28,21%.

En referencia a la nutrición normal, son el 56% de los menores que satisfacen sus necesidades alimenticias normales, mientras que en un 5,96% existe un exceso en la ingesta de alimentos.

Los indicadores antropométricos (P(E), T(E), P(E)) que presenta el IPTK, para el distrito 4 son:

Tabla 3.1: Indicador Antropométrico P/E, Distritos Municipales 4 Primer Semestre 2002

Dist.	Indicador	-3DS	-2DS	-1DS	MED	+1DS	+2DS	+3DS	TOTAL	% PREV
4	P(E)	10	16	25	22	11	0	1	85	60
4	T(E)	16	28	23	15	5	1	0	88	76.14
4	P(T)	2	5	16	20	26	4	12	85	27.06

Fuente: IPTK citado por (GAMS, 2007)

Estos datos que corroboran el estado de pobreza en el que viven una mayoría de la población, pobreza, que conduce a estas familias a un estado de “inseguridad alimentaria”, familias con un limitado acceso a una alimentación adecuada, oportuna y de calidad, haciéndolos vulnerables ante las situaciones adversas o enfermedades fácilmente curables, limitando su productividad y competitividad, tanto a nivel educacional como laboral.

CAPÍTULO IV

4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 RESULTADOS

Una vez terminado el trabajo de campo, los datos obtenidos fueron tabulados y sistematizados mediante el software WHO Anthro plus versión 1.0.4 creado por la Organización Mundial de la Salud para niños de 5-19 años. OMS Anthro Plus compara toda la información con los estándares internacionales calculando valores z. Un valor z es un número que indica cuantos puntos de la desviación estándar hay comparado con el promedio (promedio=OMS estándares). Valor z negativo indica que la información del niño esta abajo del promedio, valor z positivo indica que la información está arriba del promedio. Entre más pequeño es el valor z más cerca estará de los valores normales

Para evaluar la situación nutricional de la población sujeto de estudio, se utilizan los datos por curso mostrados en las tablas a continuación, cuyo análisis junto con los niveles de diagnóstico generan indicadores y el valor z.

La OMS define como desnutridos a niños que se encuentran debajo de menos dos desviaciones estándar (- 2 DE) de las Curvas de referencia. Es decir, define retardo en el crecimiento cuando la talla para la edad T(E) está en -2DE.

4.1.1 DETERMINACIÓN DE LAS MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS Y HEMATOCRITO

Se puede evidenciar en las tablas siguientes 4.1 – 4.8, tres intervalos de tiempo, designados como:

- 1: Para la etapa de diagnóstico (momento en el que se inició la investigación y se determinaron los valores correspondientes para cada individuo)
- 2: Para la etapa de seguimiento, es decir después de haber sido suministrados los alimentos con la microalga *Spirulina máxima*, durante un periodo de tiempo.
- 3: Para la etapa de finalización, correspondiente a los tres meses de tratamiento.

Tabla 4.1: Datos estadísticos y evolución de las medidas antropométricas para segunda sección de inicial

2da sección Inicial	EDAD	SEXO	PESO (Kg)			TALLA (m)			HEMATOCRITO		
			1	2	3	1	2	3	1	2	3
Noelia Esther Lañawa	5	F	15	17	17,2	1,00	1,01	1,02	42,00	43	43
Noemi Carmona	5	F	17	18	18	1,03	1,04	1,04	36,00	37	37
Vianiota Montero	5	F	16	18	18,1	1,04	1,06	1,07	40,00	41	41
Rosmery Saavedra	5	F	15	16	16,2	1,03	1,06	1,08	42,00	43	43
Wilbert Quispe	5	M	17	19	19	1,04	1,05	1,05	39,00	41	41
Daysi Arratia	5	F	15	16	16,3	1,03	1,04	1,06	35,00	36	36
Alexander Placencio	5	M	16	17	17	1,05	1,07	1,07	39,00	40	40
Edwin Tipolo Cayo	5	M	15	17	17,2	1,06	1,07	1,08	36,00	37	37
Wilber Flores	5	M	13	15	15,1	0,96	0,97	1,01	34,00	35	35
Roger Garcia	5	M	16	17	17	1,01	1,03	1,04	40,00	41	41
Ever Conchari	5	M	17	18	18	1,03	1,05	1,05	39,00	40	40
Lizbeth Fernández	5	F	16	18	18,1	1,00	1,02	1,03	37,00	38	38
Rosa Chiccha Janco	5	F	19	20	20,1	1,07	1,09	1,10	40,00	41	41
Elena Chura	5	F	18	20	20	1,13	1,15	1,15	40,00	42	42
Anahí Condori Méndez	5	F	14	15	15,1	1,00	1,01	1,02	39,00	40	40
Juan Manuel Mamani	5	M	15	16	16,2	1,15	1,16	1,08	42,00	43	43
Daniel Condori	5	M	17	19	19	1,05	1,06	1,06	40,00	41	41
Mauricio Villca	5	M	21	22	22	1,17	1,18	1,18	35,00	36	36
Cristian Joel Sanabria	5	M	19	21	21	1,07	1,09	1,09	35,00	36	36
Edgar Soto Avendaño	5	M	18	20	20	1,05	1,07	1,07	40,00	42	42
Joel Chicchi	5	M	19	21	21	1,07	1,08	1,08	33,00	34	34
Hernán Tito	5	M	14	15	15	0,95	0,96	0,96	39,00	40	40
Juan Carlos Barrera	5	M	15	16	16,5	1,02	1,04	1,04	41,00	42	42

Fuente: Vladislavic - Mendoza, 2016

Tabla 4.2: Datos estadísticos y evolución de las medidas antropométricas para primero de primaria

1° PRIMARIA				PESO (kg)			TALLA (m)			HEMATOCRITO		
NOMBRE Y APELLIDO	EDAD	SEXO	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
Juan Daniel Carmona Díaz	6	M	20	21	21,5	1,13	1,15	1,16	37	39	40	
Jhamil Olivera Sanabria	6	M	18	19	19	1,06	1,09	1,10	40	42	42	
Juan Mamani Sandoval	7	M	21	23	23,2	1,10	1,12	1,13	40	42	43	
Ariel García	7	M	20	21	21,2	1,15	1,18	1,19	41	42	42	
Cristian Flores	6	M	20	21	21	1,10	1,11	1,11	35	36	38	
Eulogia Casimiro Saavedra	7	F	19	20	20,2	1,13	1,15	1,16	40	41	41	
Eva Villca Manrique	7	F	25	27	27,1	1,17	1,18	1,19	38	40	41	
Marcelina Soto Cuno	7	F	19	20	20,2	1,13	1,15	1,15	37	39	40	
Reynaldo Ventura	6	M	19	20	20	1,07	1,09	1,10	40	41	41	
Teodoro Wara	6	M	22	23	23,2	1,19	1,21	1,21	39	40	40	
Edgar Villca Manrique	6	M	18	19	19,5	1,07	1,09	1,11	41	43	43	
Elías Correa Villca	7	M	23	24	24	1,21	1,21	1,21	32	35	38	
Viviana Albornoz	7	F	22	23	23,2	1,13	1,14	1,14	41	42	42	
Wilber Gutiérrez	7	M	18	19	19,6	1,07	1,09	1,09	40	41	41	
Nelson Quispe	7	M	20	21	21,1	1,13	1,15	1,15	38	40	40	
Elba Flores Méndez	7	F	19	20	20	1,05	1,07	1,08	35	36	38	
Edgar Alberto Carvajal Quispe	6	M	24	25	25,3	1,20	1,22	1,22	39	40	40	
Gladis Cuba Jarista	7	F	18	19	19	1,05	1,07	1,07	40	42	42	

Fuente: Vladislavic - Mendoza, 2016

Tabla 4.3: Datos estadísticos y evolución de las medidas antropométricas para segundo de primaria

2° PRIMARIA	EDAD	SEXO	PESO (kg)			TALLA (m)			HEMATOCRITO		
			1	2	3	1	2	3	1	2	3
Rosa Chara	7	F	23	24	24,5	1,12	1,14	1,15	41,00	42	42
Juan Gabriel Condori	7	M	22	24	24,1	1,16	1,17	1,18	40,00	41	41
Janeth Lima Barrera	8	F	21	23	23,1	1,17	1,17	1,17	39,00	40	41
Elizabeth Tipolo	7	F	20	21	21	1,16	1,16	1,17	40,00	42	43
Limbert Montalvo	7	M	20	21	21,1	1,18	1,17	1,18	38,00	40	40
Noemí Hinojosa	7	F	23	25	25,2	1,18	1,19	1,2	41,00	42	43
Efraín Churqui	8	M	24	25	25,1	1,25	1,25	1,26	42,00	43	43
Cliver Jamil Mamani	7	M	22	23	23,2	1,23	1,23	1,23	39,00	40	40
Ángel Carmona Nina	7	M	24	25	25	1,24	1,23	1,24	41,00	42	42
Amalia Casimiro	8	F	22	24	24,2	1,19	1,18	1,19	40,00	41	41
Valerio Casimiro	10	M	30	32	32,1	1,31	1,31	1,31	42,00	42	42
Daysi Rojas Morales	8	F	24	25	25	1,21	1,20	1,21	40,50	41	42
Norma Merma Condori	8	F	19	20	20,1	1,11	1,12	1,13	40,00	40	40
Juan Carlos Carvajal Quispe	8	M	23	25	25,2	1,24	1,25	1,25	42,00	42	42
Beatriz Vera Zullo	9	F	22	24	24,1	1,24	1,24	1,25	35,00	36	37
Moisés Villca	7	M	21	23	23	1,15	1,16	1,16	41,50	42	42
Ezequiel Chicchi Condori	7	M	22	24	24,1	1,17	1,18	1,18	39,00	41	41
Corina Fernández Avendaño	7	F	19	20	20	1,13	1,14	1,15	39,50	40	40
Anahí Sanabria Tola	8	F	24	25	25,1	1,24	1,24	1,25	42,00	43	43
Ismael García Colque	7	M	23	24	24	1,21	1,21	1,21	40,00	41	41
Ana Belén Ayala Quispe	8	F	25	26	26,1	1,25	1,25	1,25	41,00	42	42
Wilson Avendaño Soto	8	M	26	27	27,1	1,21	1,22	1,22	40,50	40	40

Fuente: Vladislavic - Mendoza, 2016

Tabla 4.4: Datos estadísticos y evolución de las medidas antropométricas para tercero de primaria

3° PRIMARIA	EDAD	SEXO	PESO (Kg)			TALLA (m)			HEMATOCRITO		
			1	2	3	1	2	3	1	2	3
Luisa Puma Mamani	8	F	24	25	25,5	1,24	1,25	1,26	40	41	41
Jaime Merma Condori	9	M	25	26	26,1	1,27	1,29	1,3	42	42	43
Elsa Quispe Villca	8	F	26	26	26,2	1,18	1,19	1,2	42,5	43	43
Reyna Soto Cuno	8	F	23,5	24	24,3	1,22	1,23	1,24	42	43	43
Aracely Ramos lima	8	F	31	32	32,1	1,33	1,34	1,34	41	42	43
Valentina García Colque	9	F	24	25	25,2	1,23	1,22	1,23	40,3	41	41
Alicia luna Paredes	8	F	25	26	26,5	1,25	1,23	1,24	41,3	42	42
Osmar Lima Choque	8	M	22	24	24,1	1,17	1,18	1,19	36,5	37	38
Rene Merma	9	M	27	28	28,1	1,25	1,26	1,28	41,5	42	42
Hilda María Sanabria	8	F	24	25	25,3	1,16	1,17	1,18	40	41	41
Wilber Villca Pérez	8	M	24	25	26	1,25	1,26	1,27	41,3	42	42
Rodrigo Luna Méndez	9	M	28	29	29,5	1,22	1,23	1,24	39,6	40	40
Álvaro Flores Corea	8	M	23	24	24,5	1,21	1,20	1,21	35,3	36	36
Efraín Villca Corea	8	M	27	28	28,3	1,24	1,26	1,27	41,6	42	42
Wilbert Sanabria Gómez	8	M	24	25	25,1	1,28	1,30	1,3	41	42	42

Fuente: Vladislavic - Mendoza, 2016

Tabla 4.5: Datos estadísticos y evolución de las medidas antropométricas para cuarto de primaria

4° PRIMARIA	EDAD	SEXO	PESO (Kg)			TALLA (m)			HEMATOCRITO		
			1	2	3	1	2	3	1	2	3
Teodora Puma Limachi	8	F	21	22	22,5	1,18	1,19	1,2	39	40	40
Angélica Hinojosa Fernández	9	F	24,5	25	25,3	1,23	1,24	1,25	41,5	42	43
Hilaria Casimiro Saavedra	10	F	24,6	25	25,6	1,2	1,20	1,21	40	42	42
Jhovana Correa Villca	9	F	24	25	25,3	1,24	1,24	1,25	40,6	40	40
Eulogia Saavedra Avendaño	9	F	25	26	26,4	1,25	1,26	1,26	42,5	43	43
Elizabeth Carmona Suyo	9	F	23	25	25,2	1,24	1,25	1,26	42,7	43	43
Jhovan Tipolo cayo	9	F	28	29	29,1	1,26	1,27	1,28	40,3	41	41
Dora Ayala Quispe	10	F	27	29	29,3	1,33	1,33	1,34	40,6	41	41
Rosalía Montalvo Chavarría	9	F	31,5	32	32,5	1,31	1,33	1,34	40,1	41	41
Constantina Fernández	9	F	34	35	35,4	1,35	1,36	1,36	44,4	45	45
Claudina Fernández	10	F	39,6	40	41	1,41	1,42	1,42	44,8	44	44
Abiel Chicchi Condori	9	M	26,5	26	26,3	1,21	1,22	1,23	40,2	40	40
Juan Avendaño Soto	9	M	28	30	31	1,24	1,25	1,26	45	45	45
Luis Ángel Mamani Marca	9	M	29	30	31,2	1,25	1,25	1,25	39,6	40	40
Adán Flores Méndez	9	M	31,5	32	32,1	1,3	1,30	1,31	39,7	40	40
Álvaro Mamani Payna	10	M	27	28	29	1,29	1,30	1,3	40,7	41	41
Edwin Churqui Huanca	9	M	24	25	25,6	1,3	1,31	1,31	40,6	41	41
Armando Carmona	10	M	23	25	25,4	1,44	1,45	1,16	42,7	43	43
Cesar Casimiro Chilby	11	M	40	42	42,1	1,42	1,46	1,46	40,5	41	42

Fuente: Vladislavic - Mendoza, 2016

Tabla 4.6: Datos estadísticos y evolución de las medidas antropométricas para quinto de primaria

5° PRIMARIA	EDAD	SEXO	PESO (Kg)			TALLA (m)			HEMATOCRITO		
			1	2	3	1	2	3	1	2	3
Luis Fernando Sanabria	10	M	25,5	26	26,5	1,18	1,19	1,2	41	42	42
Gregorio Lima Barrera	10	M	24	25	25,3	1,26	1,27	1,27	40,5	41	42
Dismar Flores Correa	11	M	30	32	32,1	1,34	1,36	1,36	36,4	37	38
Daniel Tito Fernández	10	M	28	29	29,1	1,32	1,32	1,33	38,6	39	40
Limbert Luna Paredes	11	M	33	34	34,3	1,3	1,34	1,34	42,7	43	43
Hilarión Torihuano	11	M	32	34	34,2	1,34	1,35	1,35	42,6	42	42
Alfonso lima Choque	10	M	30	31	31,1	1,32	1,33	1,34	39,6	40	40
José Luis Santillán	11	M	27	29	29,5	1,36	1,36	1,37	39,5	40	40
Luis Braulio Colque arias	10	M	40	41	41	1,35	1,35	1,35	37,4	37	38
Elmer luna Mendoza	11	M	38	40	40,1	1,32	1,33	1,34	41,6	42	42
Raúl Sanabria	10	M	33	34	34,2	1,35	1,36	1,35	35	36	36
Emilio Conchari Mendoza	12	M	31	32	32,1	1,38	1,38	1,39	40,6	41	41
Alberto Carvajal Lezano	12	M	38	40	40,1	1,44	1,44	1,44	41,4	42	42
Sabina Muñoz	10	F	26,5	27	27,8	1,31	1,32	1,32	39,2	40	40
Norma Carmona Suyo	10	F	29	30	30,1	1,37	1,37	1,38	41,8	42	42
Elsa Beltrán Vargas	10	F	34	35	35	1,31	1,31	1,31	45,6	46	46
María Isabel Puma	10	F	34,6	35	35,1	1,34	1,34	1,34	42,7	43	43
Virginia Gutiérrez Lovera	12	F	38,5	39	39,1	1,44	1,45	1,45	40,7	41	41

Fuente: Vladislavic - Mendoza, 2016

Tabla 4.7: Datos estadísticos y evolución de las medidas antropométricas para sexto de primaria

6° PRIMARIA	EDAD	SEXO	PESO (kg)			TALLA (m)			HEMATOCRITO		
			1	2	3	1	2	3	1	2	3
Nicolás Conchari flores	11	M	31	32	33	1,26	1,27	1,28	39,5	40	40
Vladimir Mamani Payna	11	M	21,5	22	22,5	1,25	1,26	1,27	41,6	42	42
Jhonny Fernández Avendaño	11	M	35,2	36	36,7	1,37	1,38	1,39	43,8	44	44
Limbert Correa Villca	11	M	33	34	34,8	1,37	1,37	1,37	37	38	38
Alejandro Miranda Herrera	13	M	38	39	39,5	1,37	1,38	1,39	40,2	41	41
Nelson García Colque	13	M	44	46	46	1,54	1,55	1,56	48,7	49	49
Juana Puma Limachi	12	F	30	32	32,1	1,35	1,36	1,36	38,9	41	41
Rosalía Flores Montoya	12	F	39	40	40,1	1,42	1,43	1,44	41,6	42	42
Teodora Mamani Sandoval	12	F	37	38	38,2	1,39	1,40	1,4	46,5	47	47
Delma Saavedra Avendaño	12	F	35	36	36,7	1,38	1,40	1,4	44,2	45	45
Arminda Chichi Janco	11	F	37,5	38	38,2	1,42	1,43	1,43	43,2	44	44
María Fernández Avendaño	13	F	35,8	36	36,4	1,43	1,43	1,43	44,7	45	45
Nora Flores Méndez	12	F	45	46	46,1	1,42	1,44	1,44	42,8	43	43
Maribel Tipolo Cayo	12	F	37	38	38,7	1,47	1,48	1,49	42,7	43	43

Fuente: Vladislavic - Mendoza, 2016

Tabla 4.8: Datos estadísticos y evolución de las medidas antropométricas para primero de secundaria

1° SECUNDARIA	EDAD	SEXO	PESO (Kg)			TALLA (m)			HEMATOCRITO		
			1	2	3	1	2	3	1	2	3
Jhonny Casimiro Saavedra	12	M	34	34	34	1,36	1,36	1,36	41	42	42
Eulogio Avendaño Soto	13	M	39	40	40	1,43	1,43	1,43	40	41	41
Alfredo Hinojosa Fernández	12	M	35	35	35	1,43	1,43	1,43	40	41	41
José Mauricio Lima Barrera	12	M	38	38	38	1,46	1,46	1,46	42	43	43
Efraín Chicchi Janco	13	M	43	43	43	1,54	1,54	1,54	44,5	45	45
Roberto Gómez	15	M	42,5	43	43	1,59	1,60	1,6	41,6	42	42
Alfredo Avendaño Soto	15	M	53,8	54	54	1,60	1,60	1,6	47,7	48	48
Fernando Carmona Nina	14	M	47	47	47	1,58	1,58	1,58	46,5	47	47
Delia Lima Choque	12	F	38	38	38	1,42	1,42	1,42	41,7	42	42
Jhoselin Mamani Payna	13	F	32	32	32	1,45	1,45	1,45	44,8	45	45
Marisabel Sánchez Condori	14	F	40	40	40,2	1,40	1,40	1,4	42,7	43	43
Reyna Sanabria Gómez	12	F	44,8	45	45,1	1,55	1,55	1,55	44,6	45	45
Mariana Gómez Carmona	12	F	40	40	40	1,52	1,52	1,52	40,7	41	41
María Alejandra Marca Díaz	12	F	33,6	34	34,1	1,40	1,40	1,4	41,6	42	42
Marina Muñoz Ortuño	12	F	37,7	38	38	1,48	1,48	1,48	40,8	41	41
Santusa Conchari Flores	12	F	40	40	40	1,45	1,45	1,45	41,7	42	42

Fuente: Vladislavic - Mendoza, 2016

En la siguiente tabla, se muestra un resumen del promedio de las medidas antropométricas y hematocrito para los ocho cursos estudiados.

Tabla 4.9: Resumen de los datos estadísticos y evolución de las medidas antropométricas para los ocho cursos sujeto de estudio

CURSO	n	TALLA (m)			PESO (Kg)			HEMATOCRITO (%)		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3
2DA INICIAL	23	1,044	1,059	1,062	16,391	17,870	17,961	38,391	39,522	40,035
1RO PRIM	18	1,119	1,137	1,143	20,273	21,389	21,572	38,500	40,056	40,610
2DO PRIM	22	1,198	1,200	1,206	22,682	24,091	24,200	40,182	41,045	41,245
3RO PRIM	15	1,233	1,241	1,250	25,167	26,133	26,453	40,390	41,067	41,347
4TO PRIM	19	1,287	1,296	1,296	27,957	30,421	29,489	41,342	41,737	41,932
5TO PRIM	18	1,335	1,343	1,345	31,839	32,889	33,094	40,383	40,778	41,067
6TO PRIM	14	1,382	1,399	1,399	35,640	36,643	37,071	42,528	43,143	43,214
1RO SEC	16	1,479	1,479	1,479	39,900	40,063	40,088	42,619	43,125	43,168

Fuente: Vladislavic - Mendoza, 2016

4.1.2 DETERMINACIÓN DE INDICADORES ANTROPOMÉTRICOS EN LA ETAPA DE DIAGNÓSTICO

Con los datos sistematizados en las tablas anteriores, que corresponden a los niveles de diagnóstico, se generan indicadores y el valor z, para cada individuo.

El software OMS Anthro contiene un calculador antropométrico que, con la introducción de la fecha de nacimiento, peso y talla actuales, genera los indicadores respectivos de: Peso para la edad y talla para la edad, comparados con las curvas de referencia.

Los datos de la tabla 4.9 han sido utilizados para obtener el promedio de los indicadores antropométricos en los ocho cursos evaluados. A continuación, en las figuras 4.1 – 4.8 se muestra la evaluación del indicador talla para la edad T(E), el cual refleja la historia nutricional del individuo y es útil para la determinación del retardo en crecimiento, sin embargo, no permite evaluar la desnutrición aguda.

Figura 4.1: Indicador antropométrico talla para la edad T(E) para segunda sección nivel inicial

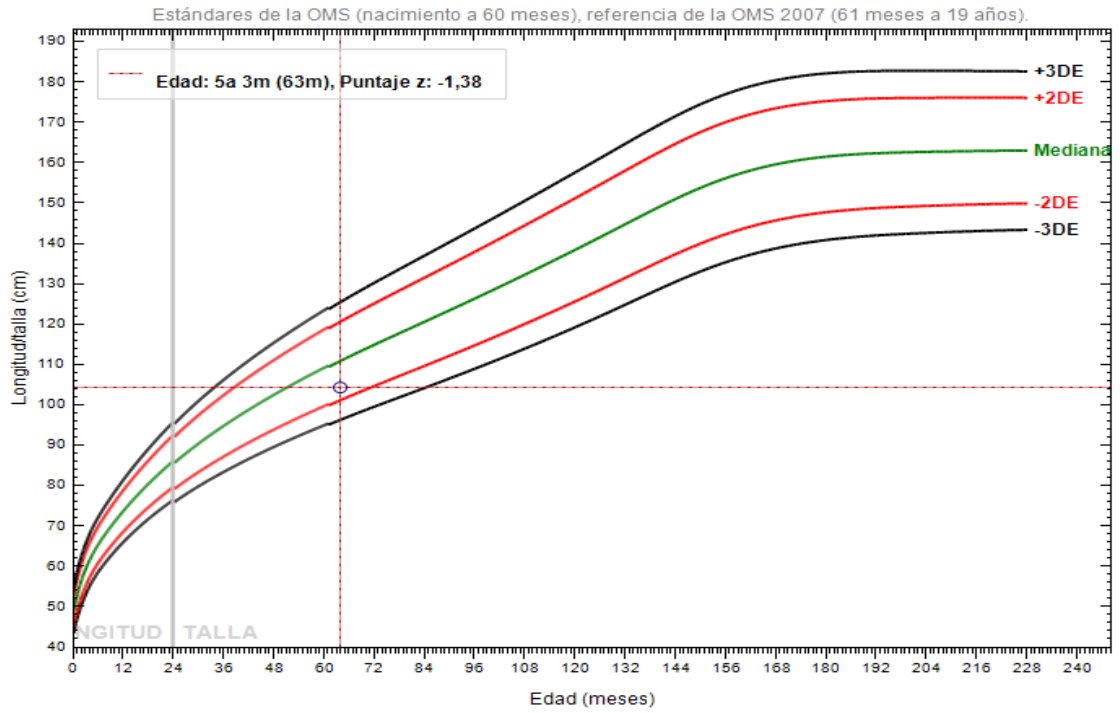


Figura 4.2: Indicador antropométrico talla para la edad T(E) para primero de primaria

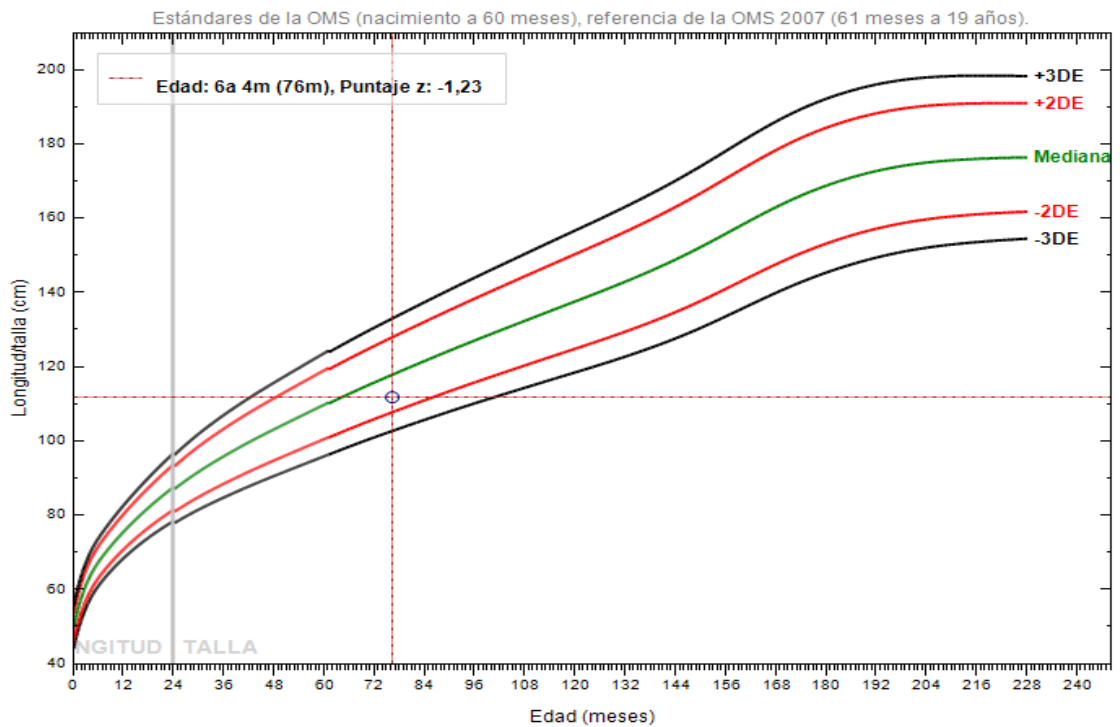


Figura 4.3: Indicador antropométrico talla para la edad T(E) para niños de segundo de primaria

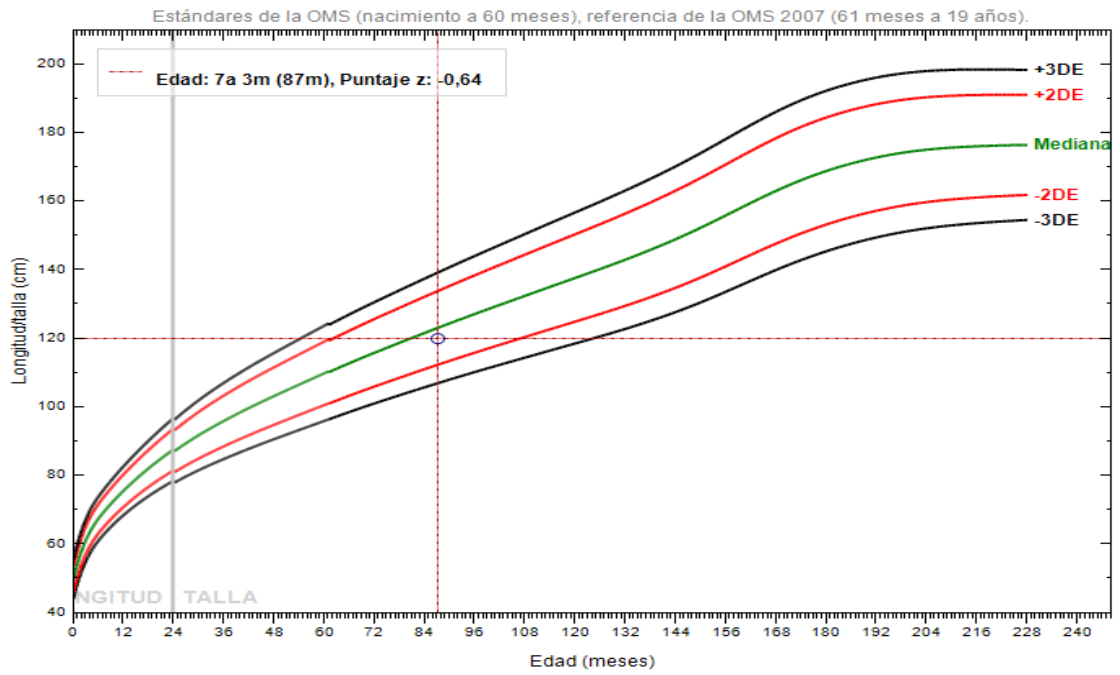


Figura 4.4: Indicador antropométrico talla para la edad T(E) para niños de tercero de primaria

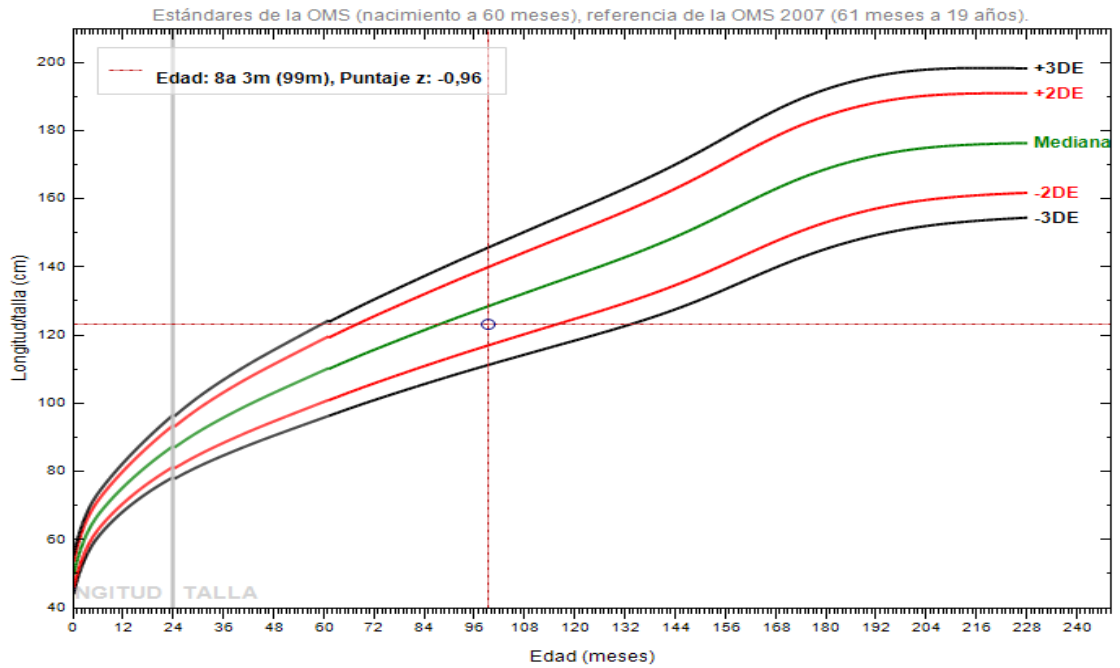


Figura 4.5: Indicador antropométrico talla para la edad T(E) para niños de cuarto de primaria

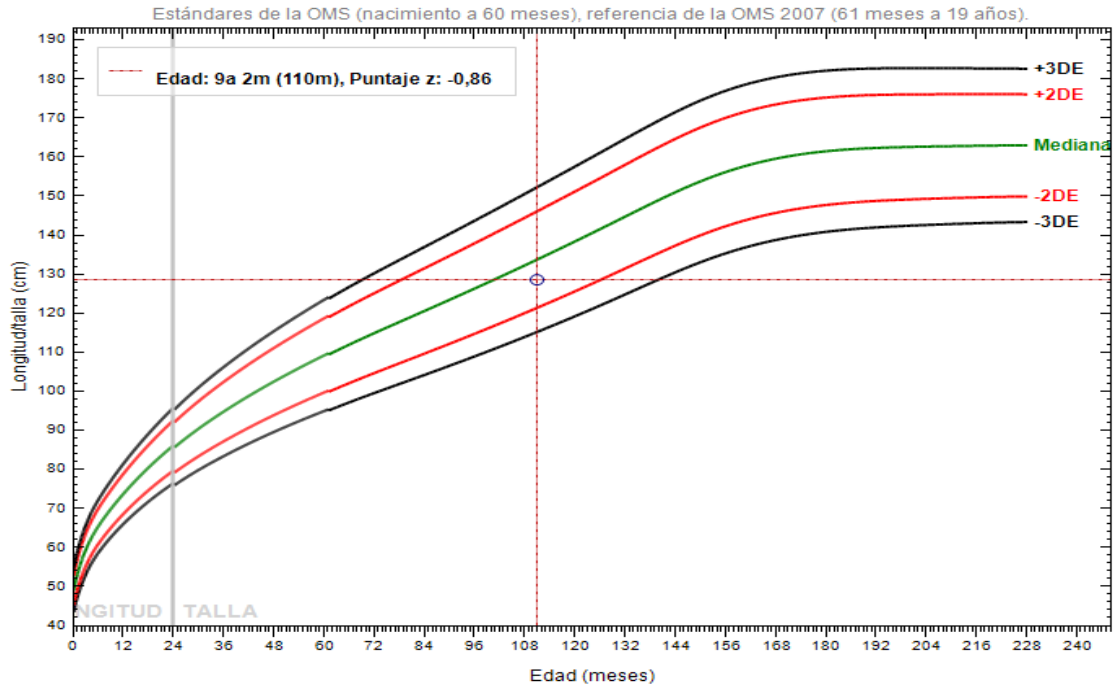


Figura 4.6: Indicador antropométrico talla para la edad T(E) para niños de quinto de primaria

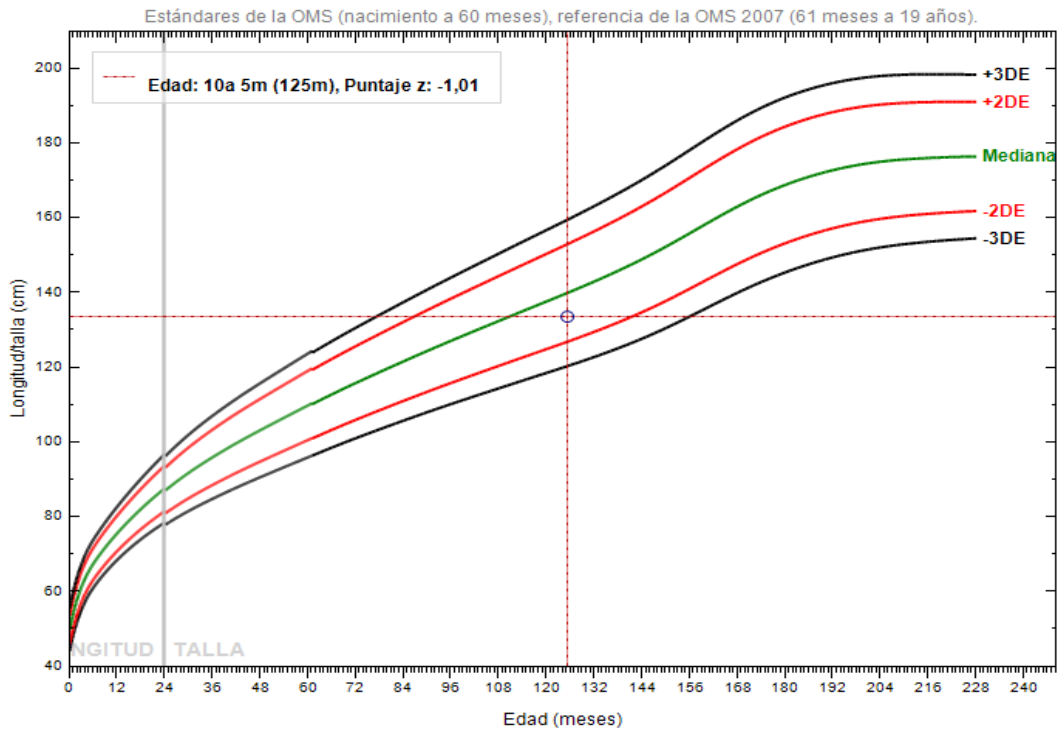


Figura 4.7: Indicador antropométrico talla para la edad T(E) para niños de sexto de primaria

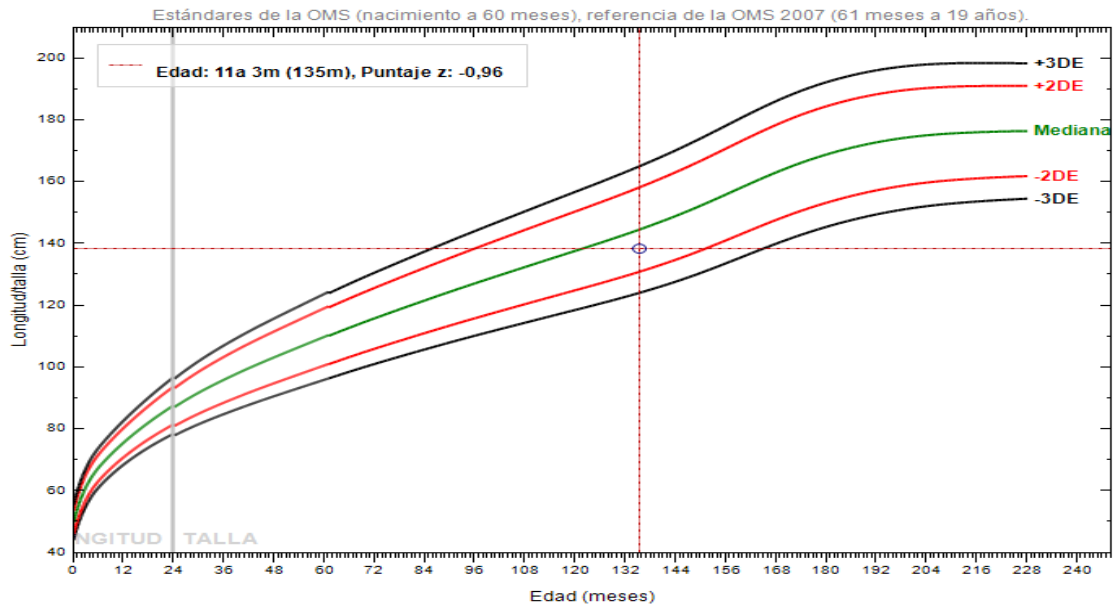
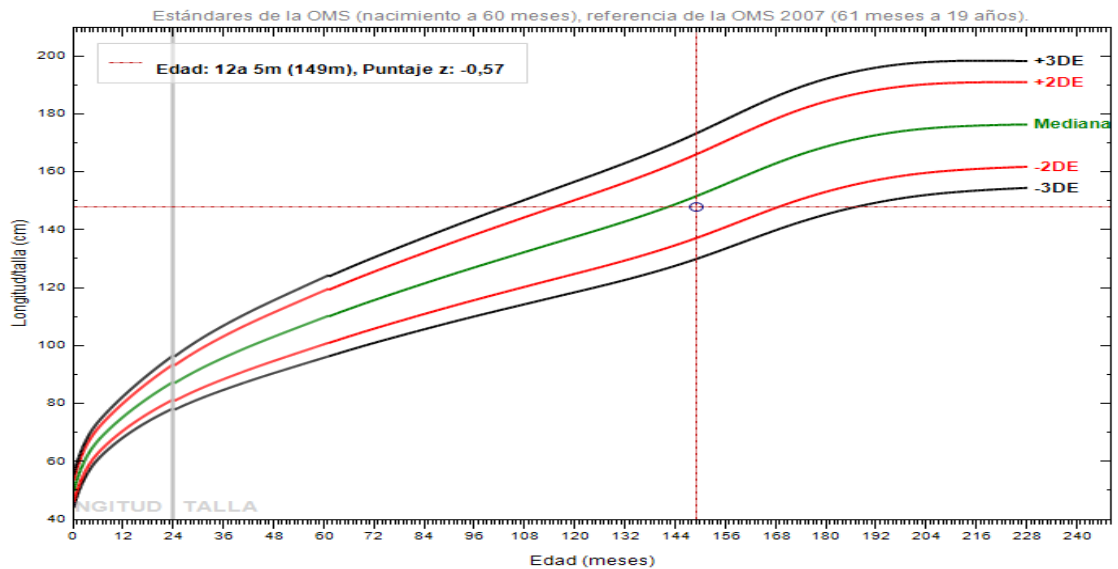


Figura 4.8: Indicador antropométrico talla para la edad T(E) para niños de primero de secundaria



El indicador antropométrico T(E) muestra que, en promedio, desde segunda sección nivel inicial hasta primero de secundaria de la Unidad Educativa Tambo Aranjuez están con retraso en el crecimiento, pues el valor z en cada caso, es negativo, aspecto atribuible a una dieta hipocalórica, poco variada y deficiente en nutrientes esenciales.

Tabla 4.10: Indicador talla para la edad en fase de diagnóstico para los diferentes cursos de la Unidad Educativa Tambo Aranjuez

Curso	Valor z
Segunda sección nivel inicial	-1.38
Primero de primaria	-1.23
Segundo de primaria	-0.64
Tercero de primaria	-0.96
Cuarto de primaria	-0.86
Quinto de primaria	-1.01
Sexto de primaria	-0.96
Primero de secundaria	-0.57

Fuente: Vladislavic – Mendoza, 2016

La situación más crítica de retraso en el crecimiento, se presenta en los niños de segunda sección nivel inicial y primero de primaria, tal como establece la OMS respecto a las Curvas de referencia del Centro de Estadísticas de Salud de los Estados Unidos de América (NCHS) y también lo sostiene Carmenate Milián et al. 2014, que refieren que cualquier niño con $-2DE$ (desviaciones estándar), tiene talla baja para la edad o dicho de otro modo, retraso en el crecimiento.

Los niños de primero de secundaria, refieren un valor z de -0.57 , si bien es negativo, la magnitud no es grande, por el contrario, se encuentra próxima al valor medio, propuesto por la OMS.

En cuanto al hematocrito, no se hace énfasis, pues los valores obtenidos demuestran normalidad, tal como lo establece la Sociedad de Lucha contra la Leucemia y Linfoma. Estos resultados reflejan que los niños de la población sujeto de estudio no están anémicos.

A continuación, en las figuras 4.9 – 4.12, se muestra el resultado de la fase de diagnóstico desde segunda sección inicial hasta tercero de primaria, a partir de cuarto de primaria hasta segundo de secundaria, el software no emite un gráfico, sino solamente el valor z correspondiente, para el indicador antropométrico peso para la edad $P(E)$, que permite conocer el crecimiento de los niños, además que es sencillo de utilizar y el margen de error es básicamente nulo, sin embargo, no permite diferenciar entre desnutrición aguda y retardo en el crecimiento.

Figura 4.9: Indicador antropométrico peso para la edad P(E) para niños de segunda sección nivel inicial

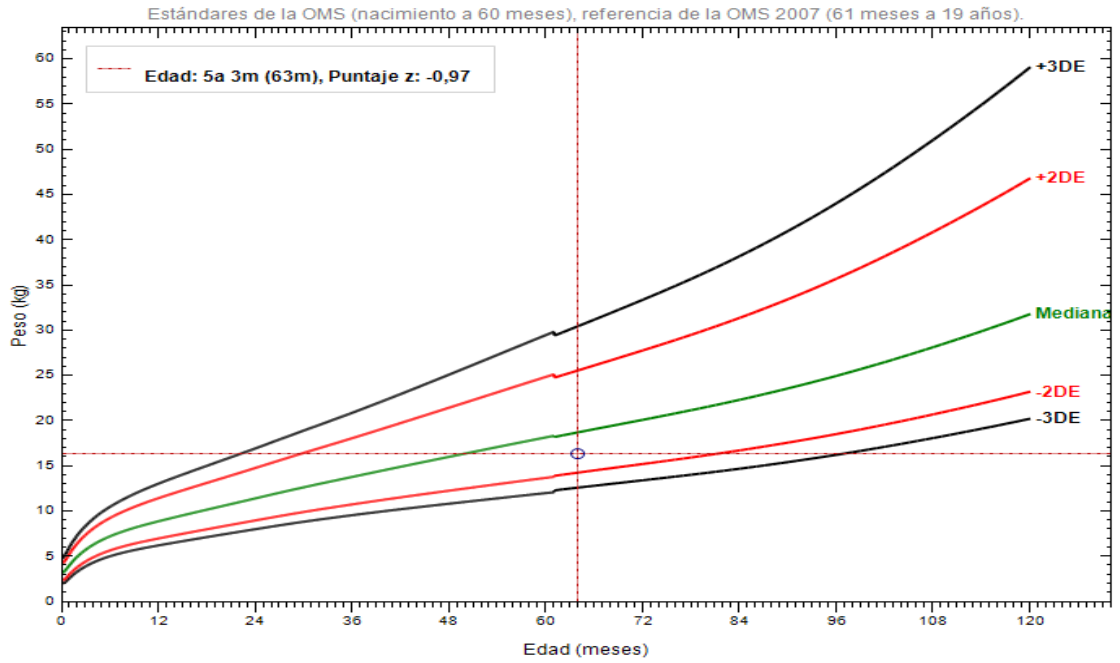


Figura 4.10: Indicador antropométrico peso para la edad P(E) para niños de primero de primaria

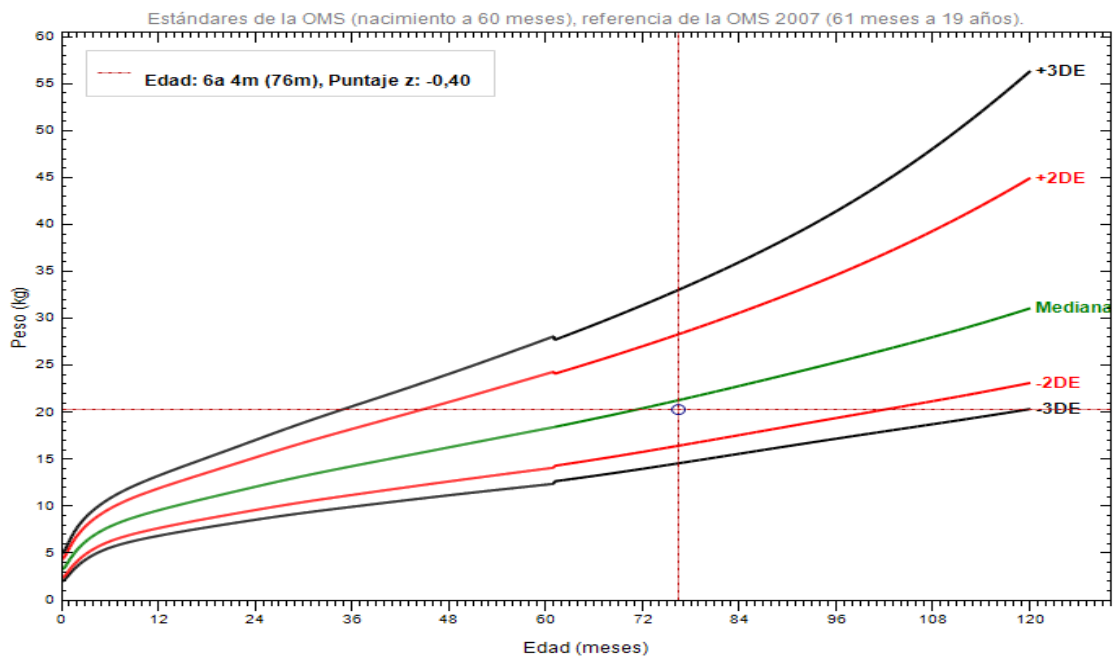


Figura 4.11: Indicador antropométrico peso para la edad P(E) para niños de segundo de primaria

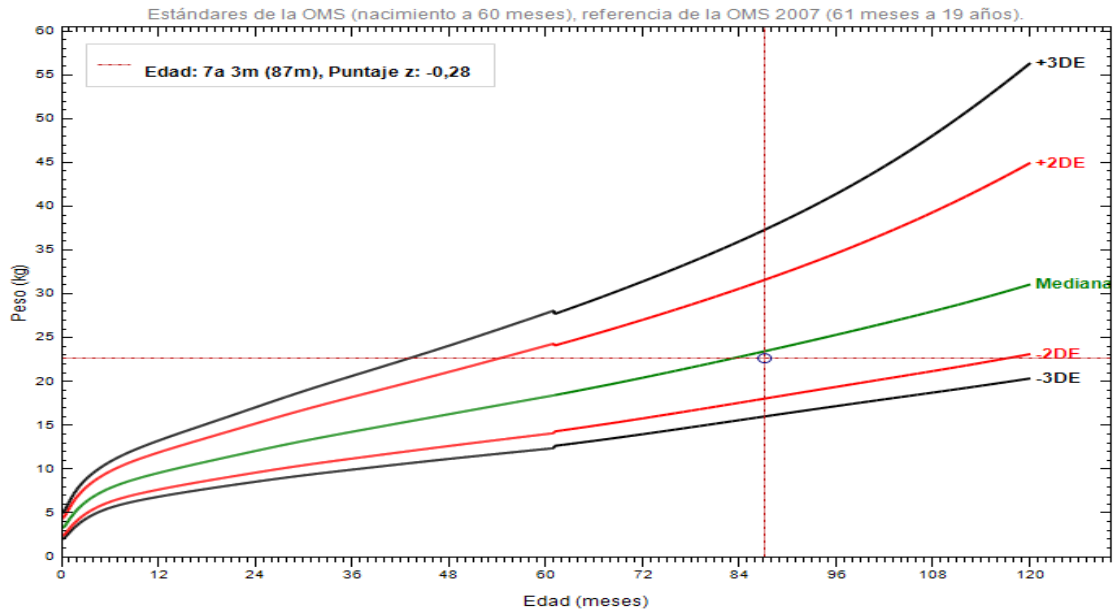


Figura 4.12: Indicador antropométrico peso para la edad P(E) para niños de tercero de primaria

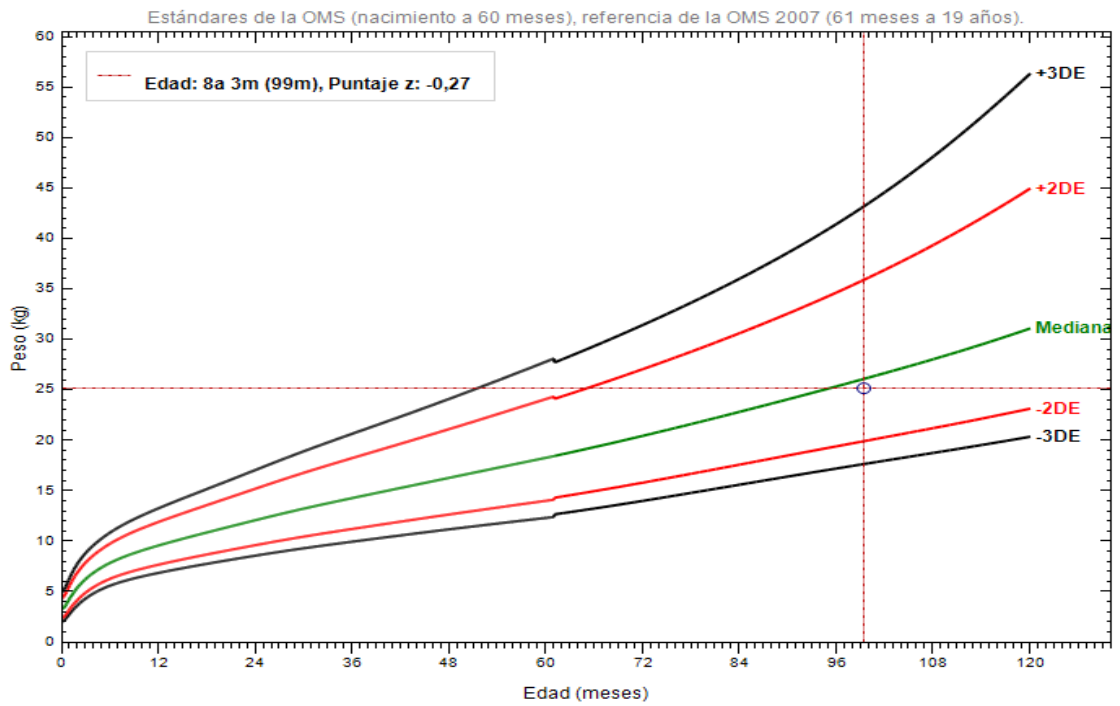


Tabla 4.11: Indicador peso para la edad en fase de diagnóstico para los diferentes cursos de la Unidad Educativa Tambo Aranjuez

Curso	Valor z
Segunda sección nivel inicial	-0.97
Primero de primaria	-0.40
Segundo de primaria	-0.28
Tercero de primaria	-0.27
Cuarto de primaria	-0.23
Quinto de primaria	ND
Sexto de primaria	ND
Primero de secundaria	ND

Fuente: Vladislavic – Mendoza, 2016

Costa et al en 1998, refieren que el peso y principalmente los cambios de peso pueden ser considerados como una herramienta de screening (búsqueda), pues es uno de los mejores parámetros para valorar el estado nutricional de un individuo, es un indicador global de la masa corporal, fácil de obtener y reproducible, en este sentido se verifica que la situación más crítica de desnutrición, se presenta en los niños de segunda sección nivel inicial. Por los valores referidos, se trata de una desnutrición leve, pues se encuentra entre -1 y -2 DE, que, de acuerdo a las curvas de referencia utilizadas por la OMS, se consideran individuos desnutridos.

Durante la valoración nutricional y exploración antropométrica, se ha determinado que la población sujeto de estudio presenta retraso en el crecimiento y desnutrición leve, corroborando así los indicadores antropométricos presentados en 2001 por el Instituto Politécnico Tomas Katari, que reflejan el estado de pobreza en el que viven una mayoría de la población del barrio Tambo Aranjuez, mismo que conduce a estas familias a un estado de “inseguridad alimentaria”, pues se tiene un limitado acceso a una alimentación adecuada, oportuna y de calidad, haciéndolos vulnerables ante las situaciones adversas o enfermedades fácilmente curables, limitando su productividad y competitividad, tanto a nivel educacional como laboral.

4.1.3 DETERMINACIÓN DE INDICADORES ANTROPOMÉTRICOS FINALIZADO EL TRATAMIENTO CON SPIRULINA MAXIMA

Considerando la situación de desnutrición y retraso en el crecimiento de la población sujeto de estudio, se introducen los alimentos dosificados con la microalga *Spirulina máxima*, durante tres meses con una frecuencia de tres veces por semana.

En las siguientes tablas, se puede observar la evolución que han tenido ambos indicadores antropométricos respecto al valor z

Tabla 4.12: Indicadores talla para la edad y peso para la edad, finalizado el tratamiento con *S. máxima*, para los diferentes cursos de la Unidad Educativa Tambo Aranjuez

Curso	Talla edad	Peso edad
Segunda sección nivel inicial	-1.31	-0.50
Primero de primaria	-1.04	-0.15
Segundo de primaria	-0.58	0.12
Tercero de primaria	-0.89	-0.11
Cuarto de primaria	-0.96	-0.10
Quinto de primaria	-1.06	ND
Sexto de primaria	-1.27	ND
Primero de secundaria	-0.81	ND

Fuente: Vladislavic – Mendoza, 2016

Se puede verificar que el valor z para el indicador talla para la edad, ha cambiado positivamente para los cursos desde segunda sección inicial hasta tercero de primaria, pero aun continua negativo, lo que implica que aún se tiene retraso en el crecimiento. Sin embargo, el elevado porcentaje de proteína (65-70%) y el amplio espectro de aminoácidos esenciales y no esenciales, que proporciona *Spirulina máxima*, introducida en los diferentes alimentos, coadyuva significativamente en la evolución positiva de este factor, pues al tratarse de una microalga cuya membrana celular no contiene celulosa tal como evidencia el estudio de Costa en el 2017, favorece la digestión y absorción en el cuerpo humano.

En el caso de los cursos desde cuarto de primaria hasta primero de secundaria, se verifica un alejamiento de la curva de referencia normal, lo que haría suponer que el tratamiento no es efectivo.

Sin embargo, durante el trabajo de campo, se pudo evidenciar que los niños desde 9 años, realizan trabajos que implican la carga de pesos inadecuados para su complejión física, es así que en las palmas de sus manos presentan callosidades propias del esfuerzo físico.

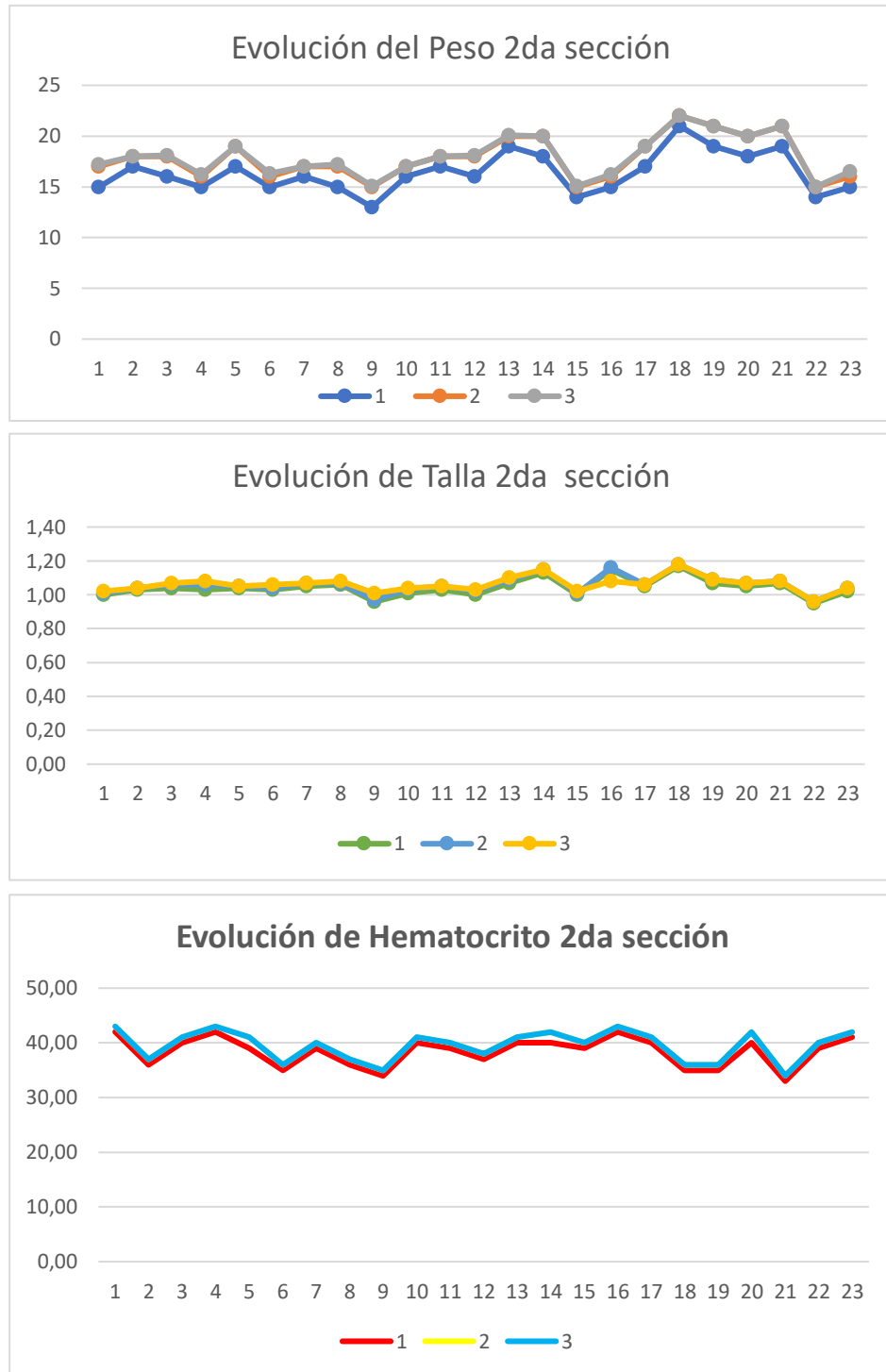
El comportamiento para el indicador peso para la edad P(E), también ha experimentado un ascenso. En comparación al diagnóstico, continúa negativo, pero como se puede observar en la tabla 4.12, está muy próximo al valor medio propuesto por la OMS. Este resultado es esperable, pues la biodisponibilidad de nutrientes y la morfología de la cianobacteria garantizan esta mejora. Es importante resaltar, que la evolución del peso bajo, podría ser subsanada en un periodo de tiempo menor si la ingesta de *Spirulina máxima*, se realizara sin ningún tratamiento térmico, vale decir, sin cocción. Pero ha de tenerse en cuenta, que, al no ser un alimento nativo, los niños habrían rechazado el tratamiento, por lo que se optó por incorporar de manera estratégica en los mismos alimentos consumidos de manera habitual.

4.2 EVOLUCIÓN DE LAS MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS Y HEMATOCRITO PARA LOS DIFERENTES CURSOS DE LA UNIDAD EDUCATIVA “TAMBO ARANJUEZ”

A continuación, en las figuras 4.13 – 4.20, se muestra la evolución de las medidas antropométricas y hematocrito que han experimentado en promedio, todos los individuos de los diferentes cursos de la Unidad Educativa “Tambo Aranjuez”.

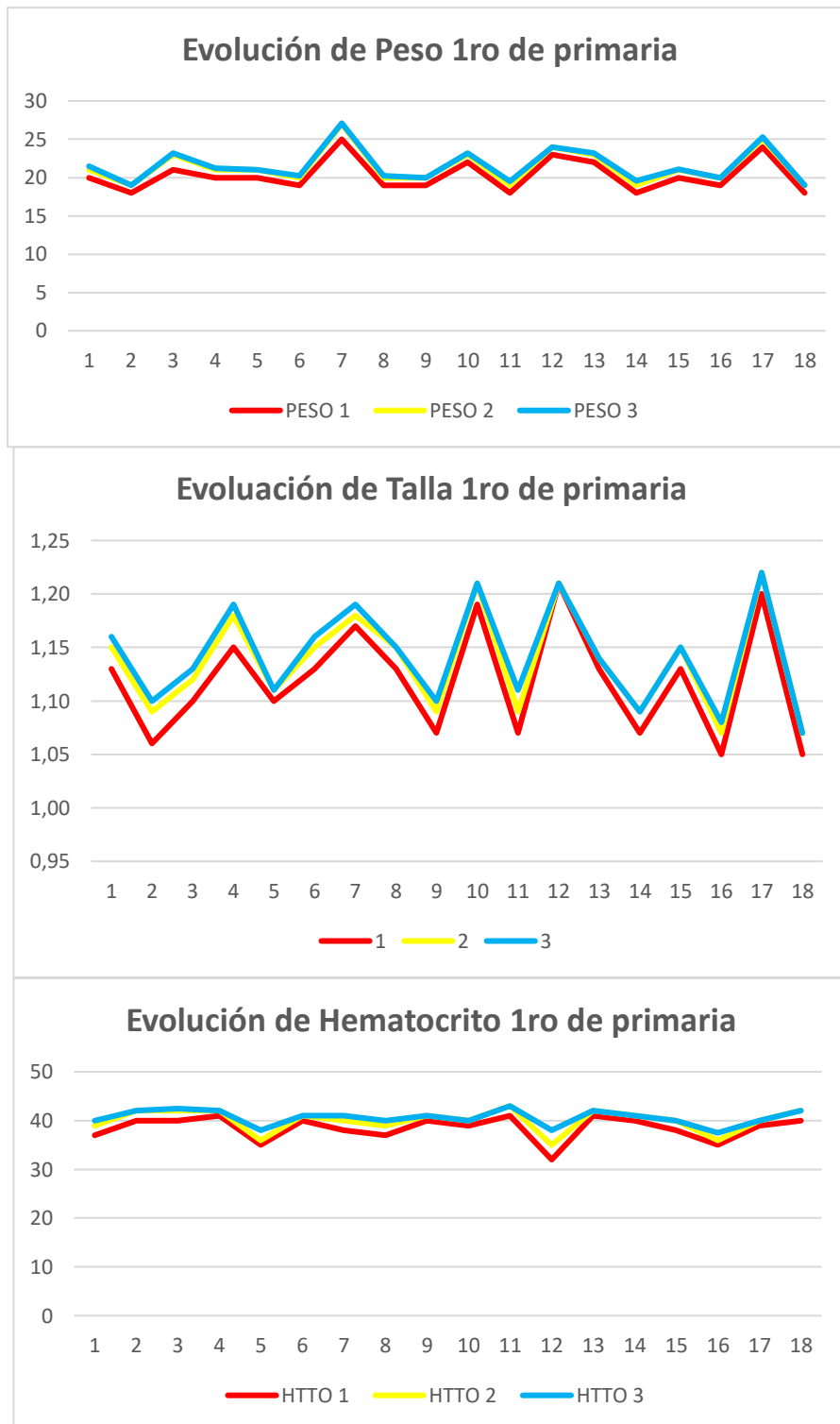
Se puede observar en cada figura, el progreso que ha tenido cada uno de los parámetros evaluados; peso, talla y hematocrito, desde la fase de diagnóstico (identificado como 1) llevada a cabo en fecha 11 de julio de 2016, la etapa de seguimiento (identificada como 2) y la última fase del proyecto que corresponde al tratamiento finalizado (identificado como 3), en fecha 15 de octubre del 2016.

Figura 4.13: Evolución del peso, talla y hematocrito (antes, durante y después del tratamiento) para segunda sección inicial



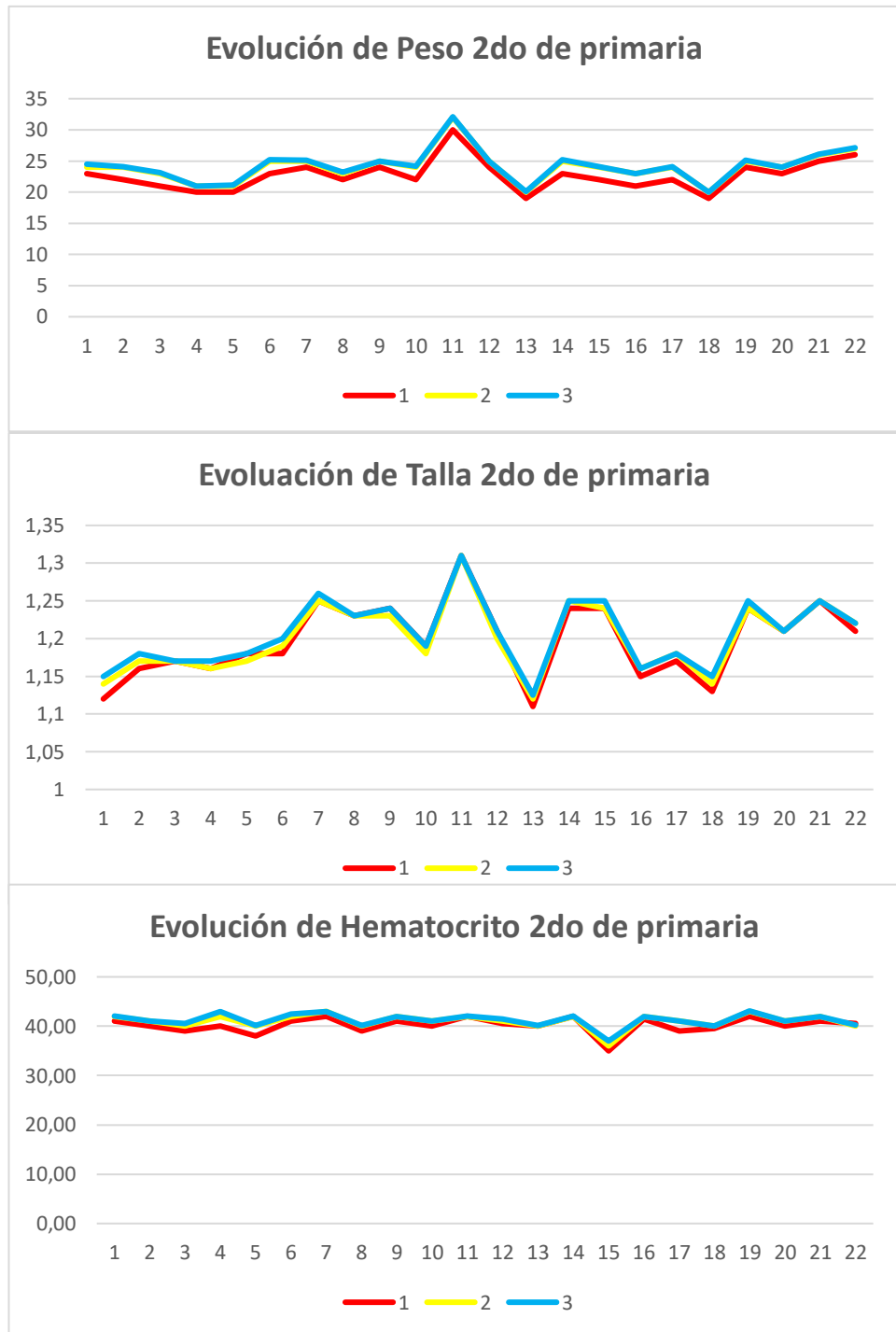
Fuente: Vladislavic - Mendoza, 2016

Figura 4.14: Evolución del peso, talla y hematocrito (antes, durante y después del tratamiento) para primero de primaria



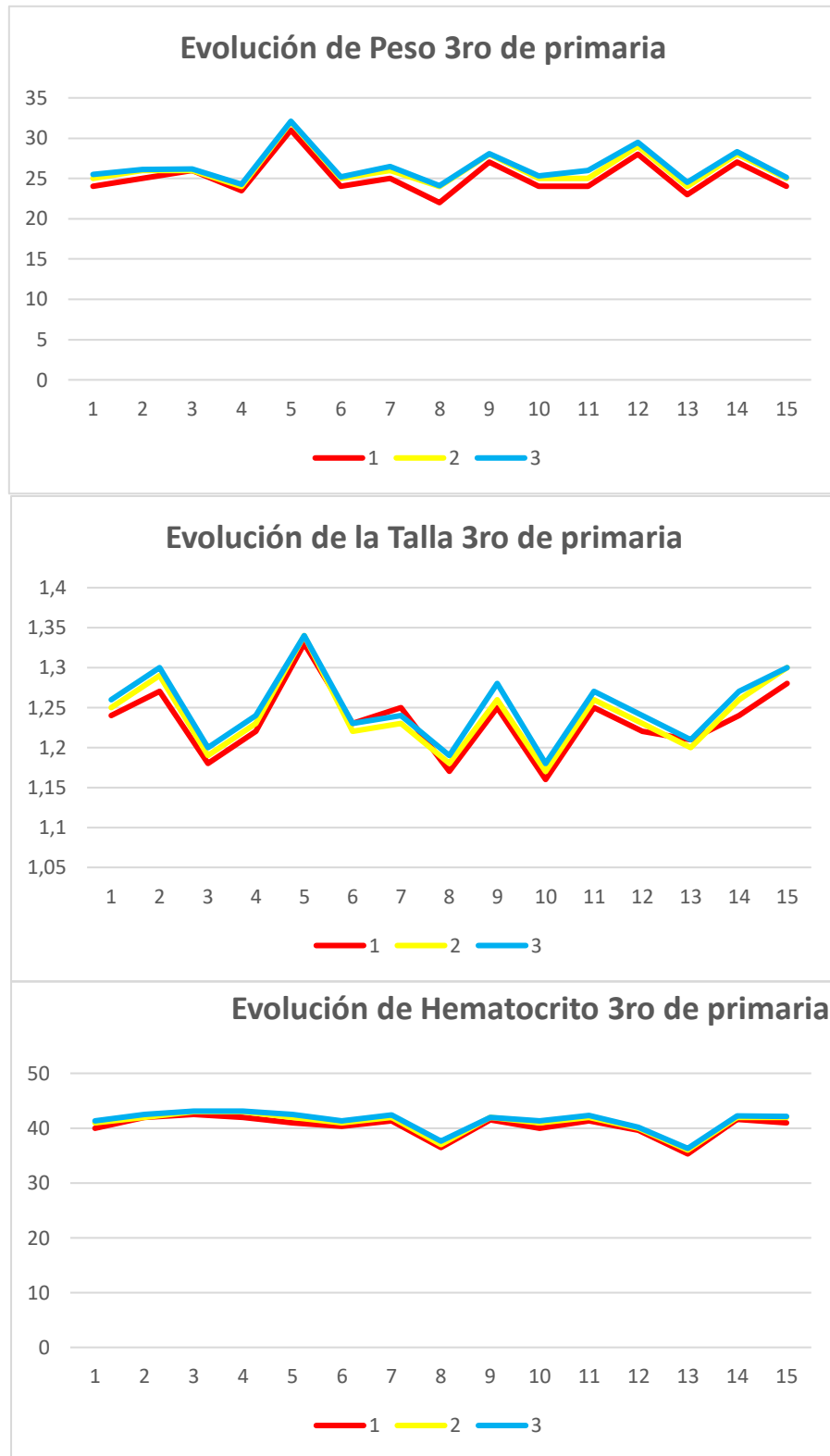
Fuente: Vladislavic - Mendoza, 2016

Figura 4.15: Evolución del peso, talla y hematocrito (antes, durante y después del tratamiento) para segundo de primaria



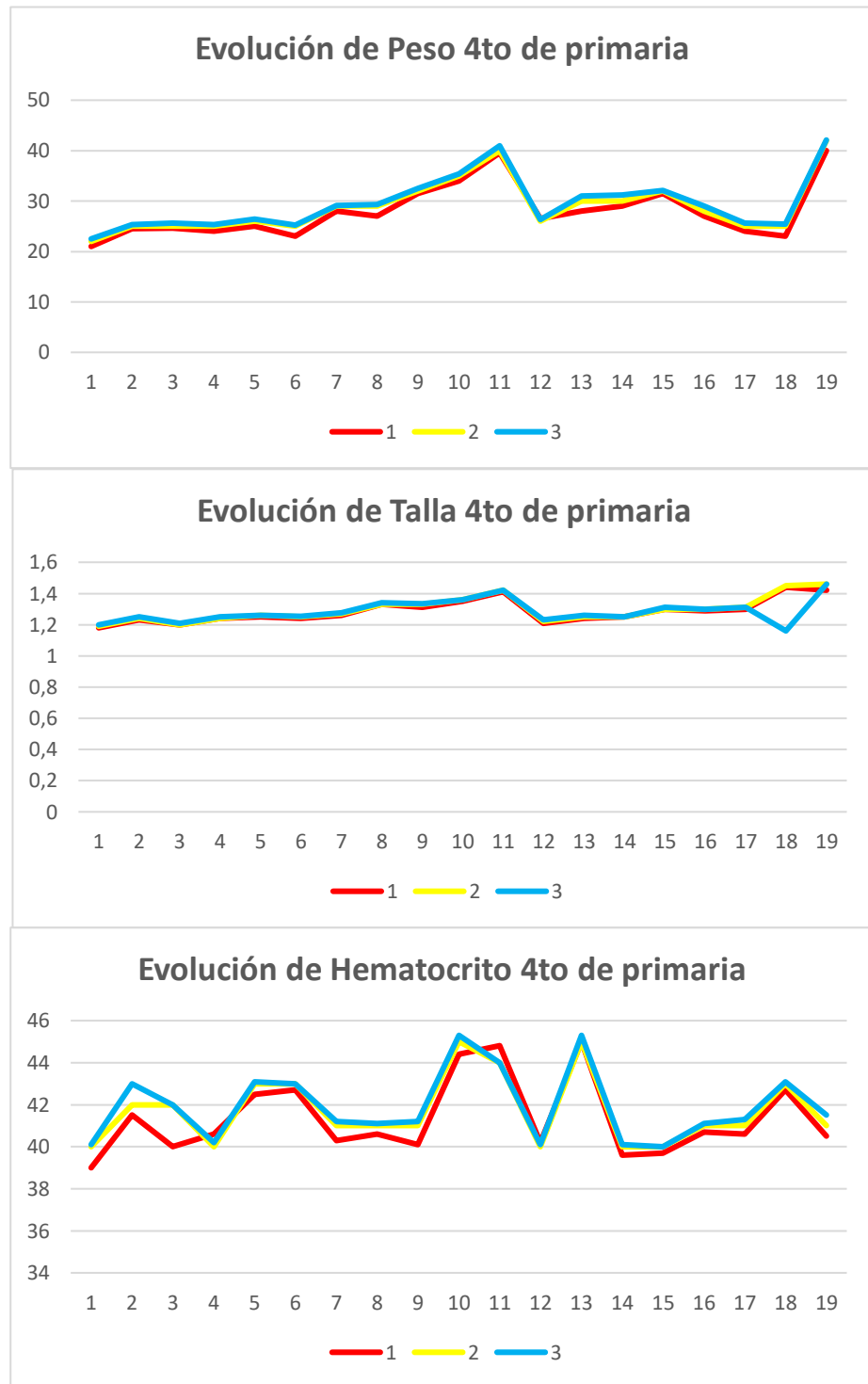
Fuente: Vladislavic - Mendoza, 2016

Figura 4.16: Evolución del peso, talla y hematocrito (antes, durante y después del tratamiento) para tercero de primaria



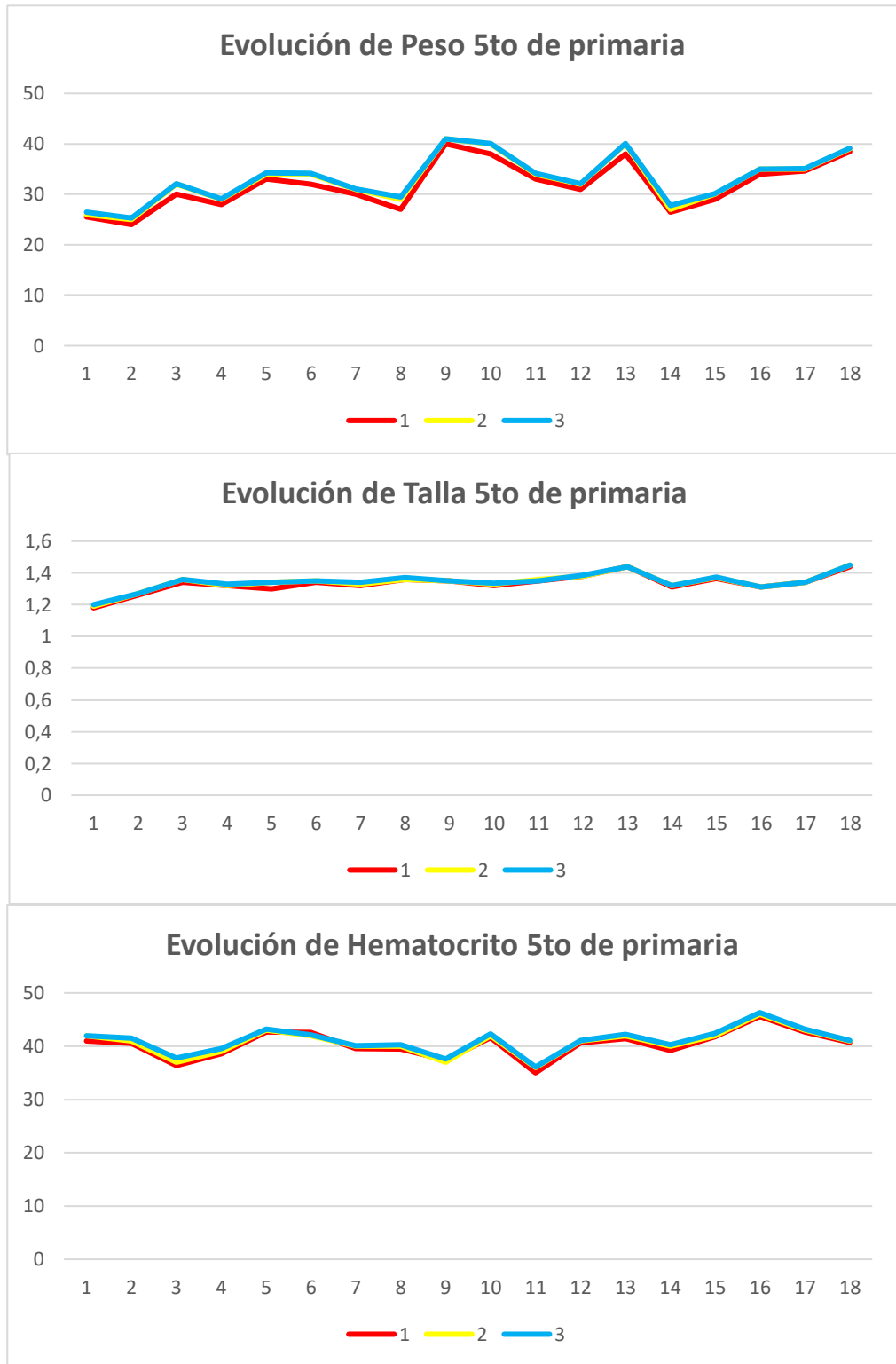
Fuente: Vladislavic - Mendoza, 2016

Figura 4.17: Evolución del peso, talla y hematocrito (antes, durante y después del tratamiento) para cuarto de primaria



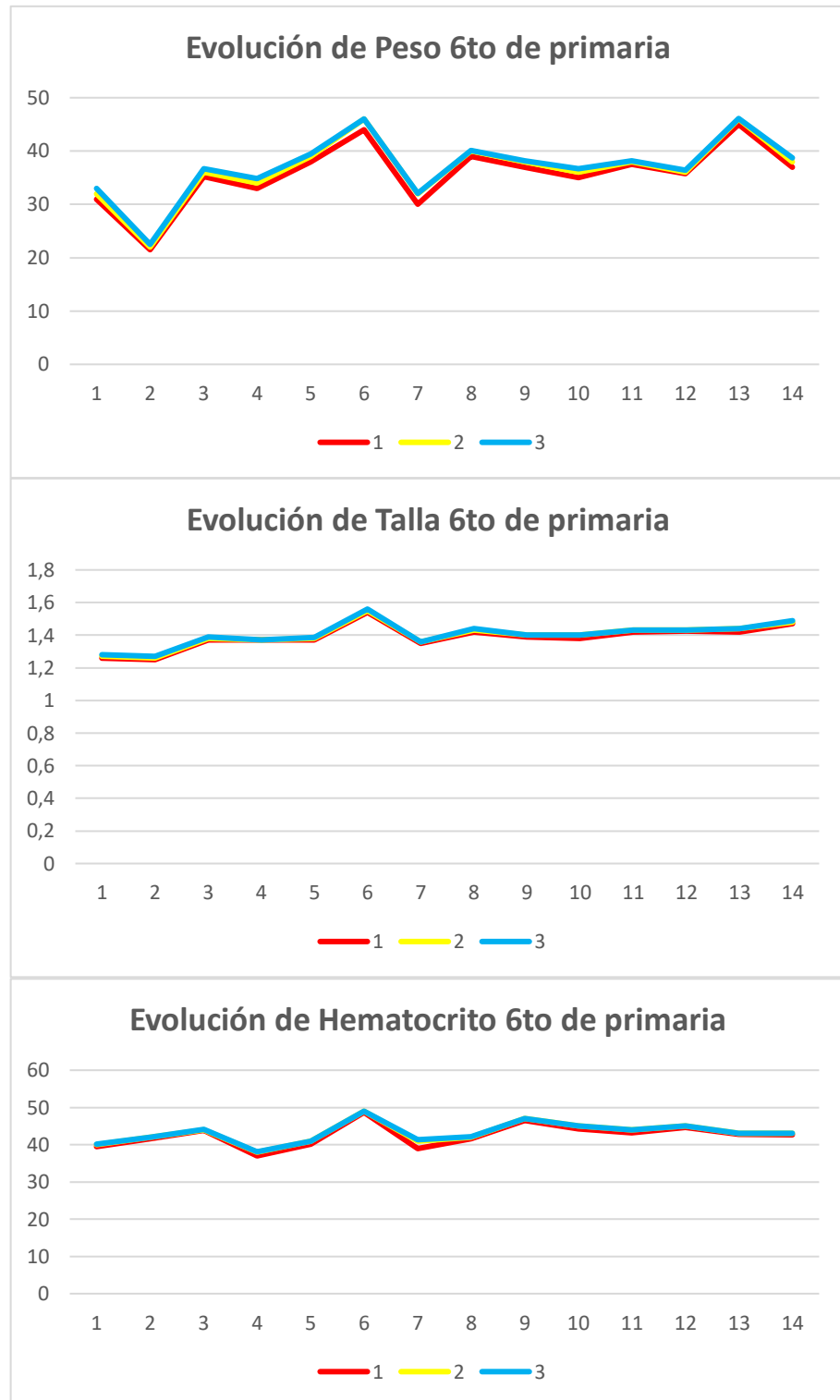
Fuente: Vladislavic - Mendoza, 2016

Figura 4.18 Evolución del peso, talla y hematocrito (antes, durante y después del tratamiento) para quinto de primaria



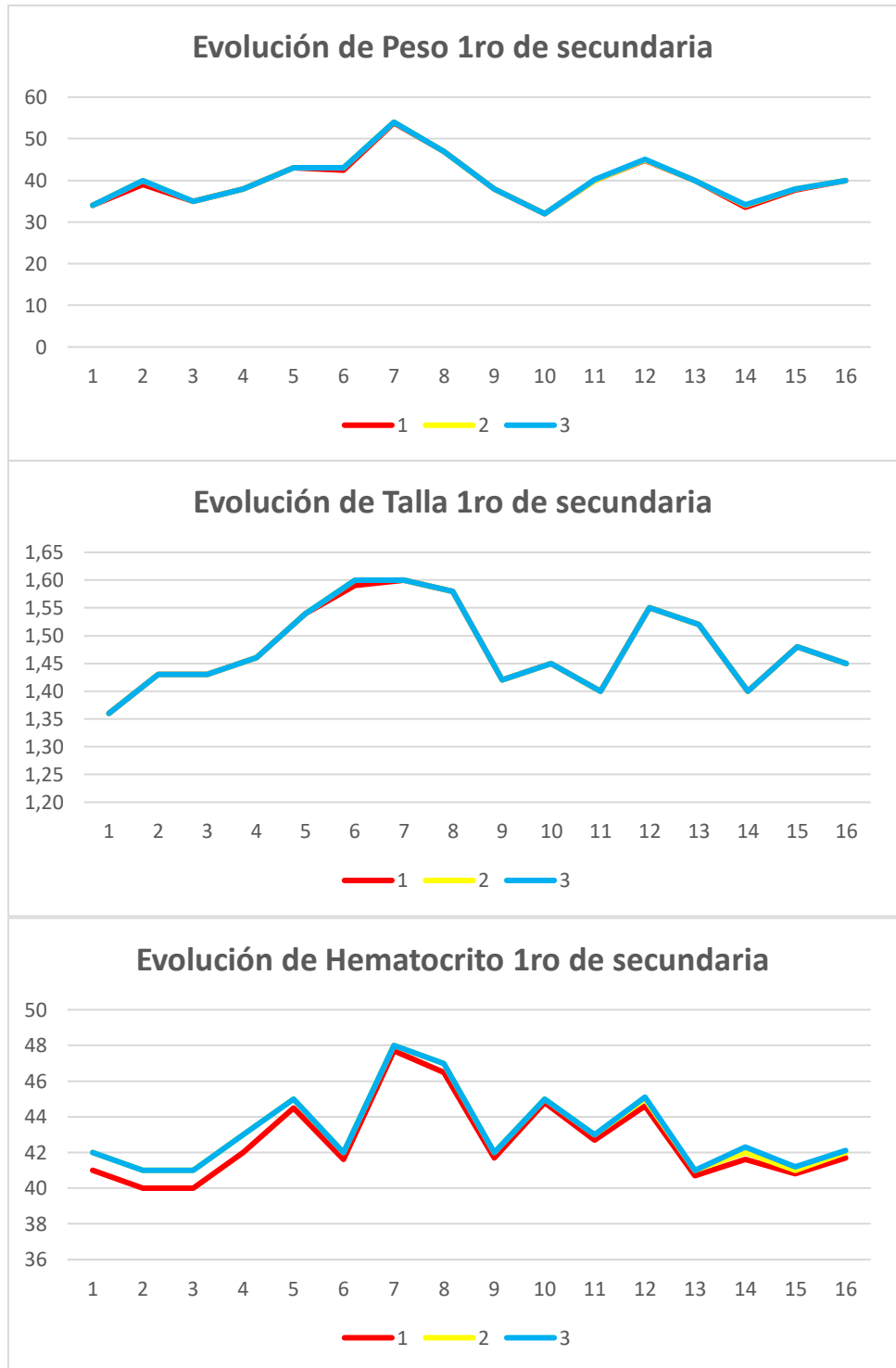
Fuente: Vladislavic - Mendoza, 2016

Figura 4.19: Evolución del peso, talla y hematocrito (antes, durante y después del tratamiento) para sexto de primaria



Fuente: Vladislavic - Mendoza, 2016

Figura 4.20: Evolución del peso, talla y hematocrito (antes, durante y después del tratamiento) para primero de secundaria



Fuente: Vladislavic - Mendoza, 2016

Tabla 4.13: Porcentaje de evolución de los tres parámetros desde el diagnóstico hasta la finalización del tratamiento

CURSO	n	Evolución de la talla (%)	Evolución del peso (%)	Evolución del hematocrito (%)
2DA INICIAL	23	1,69	8,741	4,11
1RO PRIM	18	2,10	6,022	5,20
2DO PRIM	22	0,66	6,273	2,58
3RO PRIM	15	1,36	4,861	2,31
4TO PRIM	19	0,69	5,195	1,41
5TO PRIM	18	0,74	3,792	1,67
6TO PRIM	14	1,22	3,860	1,59
1RO SEC	16	0,00	0,469	1,27

Fuente: Vladislavic – Mendoza, 2016

La tabla anterior refleja que el mayor porcentaje de evolución, se ha tenido en el peso, seguido del hematocrito y finalmente en la talla.

Así también, se había identificado en el diagnóstico que los niños de segunda sección presentaban el mayor índice de retraso en el crecimiento y desnutrición, se puede verificar con los valores de la tabla 4.13, que, así como eran estos individuos los de estado nutricional más deficiente, de la misma manera han respondido mejor al tratamiento, demostrando la efectividad de la aplicación de *Spirulina máxima*, introducida en alimentos de la dieta habitual.

CAPÍTULO V

5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La actual situación socio económica y cultural de la Escuela de Tambo Aranjuez del Distrito 4, considerada en el estudio, es el reflejo de la poca planificación, en cuanto al ordenamiento territorial y a la deficiencia de los servicios básicos.

Durante el diagnóstico, se ha determinado que la situación más crítica de retraso en el crecimiento, se presenta en los niños de segunda sección nivel inicial y primero de primaria, pues reflejan valores z de -1.38 y -1.23 respectivamente para el indicador talla para la edad, que tal como establece la OMS respecto a las Curvas de referencia del Centro de Estadísticas de Salud de los Estados Unidos de América, estos valores clasifican a los individuos con retardo en el crecimiento.

Así también, el indicador peso para la talla, refleja la situación más crítica se observa en niños de segunda sección nivel inicial con un valor z de -0.97, que corresponde a -1DE, que, de acuerdo a la convención de la OMS, se determina que los individuos presentan desnutrición leve.

El tratamiento con alimentos que contienen el alga *Spirulina máxima*, ha sido efectivo y exitoso, pues durante los tres meses en los que se han introducido alimentos como: pasta, helados, queques y otros con la microalga, la evolución del peso, talla y hematocrito ha sido positiva.

Luego de finalizado el tratamiento, se ha verificado que la medida antropométrica que mejor evolución ha tenido, es el peso. Así los niños de segunda sección en promedio, demuestran una mejora del 8.74% respecto al peso inicial.

La experiencia e información generada, son la base para la planificación y propuestas de solución para afrontar la desnutrición no solo en el distrito 4, sino en todo el municipio y departamento. Lógicamente que la participación ciudadana es determinante, ya que cualquier propuesta será exitosa, si nace de las necesidades sentidas por la población.

Se sugiere que los programas de alimentación complementaria del municipio de Sucre, incluyan alimentos formulados con la microalga *Spirulina máxima*, para dotar a los beneficiarios de nutrientes esenciales y garantizar su nutrición.

Considerando que el estudio realizado, ha involucrado poblaciones infantiles desde 5 años, se sugiere que se considere la introducción de productos alimenticios enriquecidos con la cianobacteria, en centros de estimulación temprana, tanto privados como públicos, para poder desarrollar así el consumo de *Spirulina máxima*.

Se espera que esta experiencia documentada, sea propicia para la toma de decisiones a la hora de proponer políticas locales municipales y gubernamentales que afronten el flagelo de la desnutrición.

BIBLIOGRAFÍA

- Alex Rolando Rodriguez Cuesta, F. C. T. S. (2006). *Evaluación del pH en el cultivo de Spirulina (Arthrospira) bajo condiciones de laboratorio*. Pontificia Universidad Javeriana. Recuperado de <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/8281/tesis261.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Altieri M.A., N. C. I. (2000). BASES AGROECOLÓGICAS PARA UNA AGRICULTURA SUSTENTABLE. In Serie Textos Básicos para la Formación Ambiental (Ed.), *“Agroecología. Teoría y práctica para una agricultura sustentable”*. (pp. 13–43). Mexico DF.
- Amha, B. (2007). Spirulina (Arthrospira): Production and Quality Assurance. In *Spirulina in Human Nutrition and Health* (p. 23). CRC Press Taylor & Francis Group.
- Ashraf Mahdy Sharoba. (2015). Valor nutritivo de la espirulina y su uso en la preparación de algunas fórmulas complementarias para alimentos infantiles. *Diario de Procesos Agroalimentarios y Tectecnologías 2014*, 20 (4), 40(6), 330–350. <https://doi.org/10.1159/000088889>
- Barría P., R. M., & Amigo C., H. (2006). Transición nutricional: Una revisión del perfil latinoamericano. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*. Recuperado de <http://bvspers.paho.org/texcom/nutricion/Barria.pdf>
- Belay A. (2007). Spirulina (Arthrospira): Production and Quality Assurance. In B. A. Gershwin M.E. (Ed.), *Spirulina in Human Nutrition and Health* (p. 23). CRC Press Taylor & Francis Group.
- Biblioteca Nacional de Medicina de los Estados Unidos. (n.d.). Hematocrito: Información en MedlinePlus sobre pruebas de laboratorio. Recuperado de <https://medlineplus.gov/spanish/pruebas-de-laboratorio/hematocrito/>
- Biológicas, D. de C. Q. (n.d.). Malnutrición. Agosto 15, 2018, recuperado de <http://www.qb.uson.mx/QAII/ASES/Dipa/MarioCortezR/7863aliMySociedad/TEMAIII-DESNUTRICION-1-12014.pdf>
- Calzada Leon R. (n.d.). Atención Familiar. *Organo Informativo Del Departamento de Medicina Familiar. UNAM*. Recuperado de <http://www.facmed.unam.mx/deptos/familiar/bol75/desnutrucion.html>
- Cardero Reyes, Y., Sarmiento González, R., & Selva Capdesuñer, A. (2006). Importance of the iron and vitamin C consumption for the prevention of iron-deficiency anemia. *Revista Peruana de Pediatría*, 13(6), 20–27. https://doi.org/10.1007/SpringerReference_31774
- Causas, consecuencias y estrategias para su prevención y tratamiento LA DESNUTRICIÓN INFANTIL*. (n.d.). Recuperado de www.unicef.es
- Centro Nacional de Información de Ciencias Médicas., M., Gautier du Défaix Gómez, H., & Fernández Delgado, N. (2000). *Revista cubana de hematología inmunología y hemoterapia. Revista Cubana de Hematología, Inmunología y Hemoterapia* (Vol. 16). Centro Nacional de Información de Ciencias Medicas, Ministerio de Salud Publica. Recuperado de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-0289200000300001
- Ciferri, O. (1983). Spirulina, the edible microorganism. *Microbiological Reviews*, 47(4), 551–578.

- Correo del Sur. (2011, November 9). COLEGIO TAMBO ARANJUEZ, p. 1.
- Correo del Sur. (2016, April 12). Chuquisaca: Desnutrición llega al 10% de los niños, p. 1.
- Costa Bauer Marino, Aguinaga Recuenco Alejandro, Carrillo Parodi Carlos, Baiocchi Ureta Nelly. (1998). MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS, REGISTRO Y ESTANDARIZACION. Lima: Centro Nacional de Alimentación y Nutrición.
- Costa, J. A. V., Barbieri Moro, G. M., de Moraes Vaz Batista Figueira, D., Corsini, E., & Bertolin, T. E. (2017). The Potential of Spirulina and Its Bioactive Metabolites as Ingested Agents for Skin Care . *Industrial Biotechnology*, 13(5), 244–252. <https://doi.org/10.1089/ind.2017.0010>
- EURODIET. (2002). *Informe sobre el estado de los trabajos de la Comisión Europea en el campo de la nutrición en Europa*. Retrieved from <http://ec.europa.eu>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2005). FAOSTAT. Recuperado Agosto 16, 2018, de <http://www.fao.org/faostat/en/#data>
- Franklin Rigoberto Correa Álvarez. (1999). Anemia, su enfoque. *Revista de La Facultad de Ciencias de La Salud.*, 1, 6. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6544691>
- Frumkin, H. (2005). *Environmental health: from global to local*. Jossey-Bass. Recuperado de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1665425/>
- Fundacion Ibero. (2018). Clasificacion de la desnutricion. Mexico DF: Fundacion IBERO. Recuperado de <http://www.fundacionibero.org/clasificacion-de-la-desnutricion>
- GAMS. (2007). *Plan de Desarrollo Municipal Sucre 2003 - 2007*. SUCRE .BOLIVIA.
- Gershwin, M. E., Belay, A., & Belay, M. E. G. A. (2007). *Spirulina in Human Nutrition and Health*. Recuperado de http://www.academia.edu/28168430/Spirulina_in_Human_Nutrition_and_Health
- Gobierno Autonomo Municipal de Sucre. (2016). *Plan Territorial de Desarrollo Integral*. SUCRE .BOLIVIA.
- Grzegorz Zadora, & Alicja Menżyk. (2018). Estructura de una molécula de hemoglobina. | Descargar Scientific Diagram. Recuperado Mayo 13, 2019, de https://www.researchgate.net/figure/Structure-of-a-hemoglobin-molecule_fig1_324683128
- Guillermo Perez. (n.d.). Saturación de oxígeno en sangre. Recuperado Mayo 15, 2019, de https://www.gasometria.com/saturacion_de_oxigeno_en_sangre
- Hazell, P., & Wood, S. (2008). Drivers of change in global agriculture. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences*, 363(1491), 495–515. <https://doi.org/10.1098/rstb.2007.2166>
- Herdoíza Bustamante Christian Benigno. (2014). *PROYECTO DE FACTIBILIDAD TÉCNICA, ECONÓMICA Y FINANCIERA DEL CULTIVO DE OSTRA DEL PACÍFICO EN LA PARROQUIA MANGLARALTO, CANTÓN SANTA ELENA, PROVINCIA DE SANTA ELENA*. UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL.
- Hershel Raff, M. L. (2013). Transporte de oxígeno y dióxido de carbono. In S. A. de C. V. INTERAMERICANA EDITORES (Ed.), *Fisiología Médica. Un enfoque por*

- aparatos y sistemas* (Primera Edición). Recuperado de <https://accessmedicina.mhmedical.com/content.aspx?bookid=1501§ionid=101807620>
- IIMSAM ONU. (2014). IIMSAM - IIMSAM Spirulina Resource Center. Recuperado Agosot 17, 2018, de <http://iimsam.org/en/iimsam-spirulina-resource-centre/>
- Instituto Nacional del Cáncer. (2019). Definición de hematocrito - Diccionario de cáncer - National Cancer Institute. Recuperado de <https://www.cancer.gov/espanol/publicaciones/diccionario/def/hematocrito>
- Jeffery L. Miller. (2013). El Hierro, mineral esencial para nuestro organismo | MARNYS® Magazine, 3. Recuperado de <https://www.marnys.es/magazine/hierro-mineral-esencial-para-el-organismo/>
- Kenkel, D. S., & Manning, W. (1999). Economic evaluation of nutrition policy. *Food Policy*, 24(2-3), 145-162. [https://doi.org/10.1016/S0306-9192\(99\)00019-6](https://doi.org/10.1016/S0306-9192(99)00019-6)
- Key, T. J., Allen, N. E., Spencer, E. A., & Travis, R. C. (2002). The effect of diet on risk of cancer. *The Lancet*, 360(9336), 861-868. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(02\)09958-0](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(02)09958-0)
- Khan, Z., Bhadouria, P., & Bisen, P. S. (2005). Nutritional and therapeutic potential of Spirulina. *Current Pharmaceutical Biotechnology*, 6(5), 373-379. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16248810>
- Kitzes, J., Wackernagel, M., Loh, J., Peller, A., Goldfinger, S., Cheng, D., & Tea, K. (2008). Shrink and share: humanity's present and future Ecological Footprint. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences*, 363(1491), 467-475. <https://doi.org/10.1098/rstb.2007.2164>
- Larrea, C., & Freire, W. (2002). Social inequality and child malnutrition in four Andean countries. *Rev Panam Salud Publica*, 11, 356-364.
- Liliana Ramírez-Morenoy, R. O.-R. (2006). Uso tradicional y actual de spirulina sp. (arthrospira sp.). *Interciencia*, 31-9, 6. Recuperado de www.scielo.org.ve
- LINO CARMENATE MILIÁN, FEDERICO ALEJANDRO MONCADA CHÉVEZ, & ENGELS WALDEMAR BORJAS LEIVA. (2014). *MANUAL DE MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS*. Costa Rica. Recuperado de www.saltra.una.ac.cr
- Lomborg, B. (2006). *How to spend \$50 billion to make the world a better place*. Nueva York: Cambridge University Press. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1017/CBO9780511581328>
- Louis J. DeGennaro, L. & L. S. (2012). *Información sobre las pruebas de laboratorio y de imágenes Esta publicación fue apoyada por*. Recuperado de [https://www.ils.org/sites/default/files/file_assets/PS41S_Spanish Understanding Labs_5_17REPRINT.pdf](https://www.ils.org/sites/default/files/file_assets/PS41S_Spanish_Understanding_Labs_5_17REPRINT.pdf)
- LUIS NEPTALÍ ASERO FARINANGO. (2014). *OBTENCIÓN DE LA ESPIRULINA EN POLVO POR SECADO AL VACÍO PARA EL ENRIQUECIMIENTO NUTRICIONAL DE LOS PRODUCTOS ALIMENTICIOS*. UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR. Recuperado de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/2880/1/T-UCE-0017-82.pdf>
- Marin, G. H. (2006). Estudio Poblacional de Prevalencia de Anemia Ferropénica y sus Factores Condicionantes. *Tesis*, 1-85. Recuperado de sedici.unlp.edu.ar

Unidades académicas › Facultad de Ciencias Médicas › Tesis%0A

- Márquez González, H. (2012). Clasificación y evaluación de la desnutrición en el paciente pediátrico. *Medigraphic.Com*, VII(271), 59–69. Recuperado de <http://www.medigraphic.com/pdfs/residente/rr-2012/rr122d.pdf>
- Martínez Costa, C., & Giner, C. P. (n.d.). *Valoración del estado nutricional*. Recuperado de https://www.aeped.es/sites/default/files/documentos/valoracion_nutricional.pdf
- MINECO. Reglamento Técnico Centroamericano, Pub. L. No. RTCA 67.04.48:07, 13 (2005). Centroamerica.
- Murillo Sasamoto Diego, M. E. (2006). Desnutricion en Bolivia. *Educacion Medica Continua*, 45 (1):69, 10.
- Nestlé. (2014). *El sector alimentario ante los retos nutricionales del siglo XXI*. Recuperado de <http://www.empresa.nestle.es/es/libreria-documentos/Documents/publicaciones/cuadernos-n8-el-sector-alimentario-ante-retos-sXXI.pdf>
- OMS. (2013). Referencia OMS para la evaluacion antropometrica. OMS.
- ONU. (2017). Población | Naciones Unidas. Recuperado Agosto 17, 2018, de <http://www.un.org/es/sections/issues-depth/population/index.html>
- Paraje, G. (2008). *Evolución de la desnutrición crónica infantil y su distribución socioeconómica en siete países de América Latina y el Caribe*. Recuperado de <http://repositorio.cepal.org/handle/11362/6145>
- Pretty, J. (2008). Agricultural sustainability: concepts, principles and evidence. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences*, 363(1491), 447–465. <https://doi.org/10.1098/rstb.2007.2163>
- Querelle y Cia Ltda. (2015). Hemoglobina. Recuperado Mayo 13, 2019, de <http://www.profesorenlinea.cl/Ciencias/Hemoglobina.html>
- Rabat Restrepo, Maria Juana; Rebollo Perez, I. (2015). Medidas Antropométricas. 20 De Marzo, 4. Recuperado de <http://www.juntadeandalucia.es/sas/hantequera/promsalud/wp-content/uploads/sites/20/2015/03/Alimentación-y-medidas-antoprométricas.pdf>
- Ramesh, S., Manivasgam, M., Sethupathy, S., & Shantha, K. (2013). “Effect of Spirulina on Anthropometry and Bio -Chemical Parameters in School Children .” *IOSR Journal of Dental and Medical Sciences*, 7(5), 11–15. Recueprado de www.iosrjournals.org
- Reynaldo Martorell. (1999). The nature of child malnutrition and its long-term implications. *Food and Nutrition Bulletin*, 20:3, 5.
- Selmi, C., Leung, P. S., Fischer, L., German, B., Yang, C.-Y., Kenny, T. P., ... Gershwin, M. E. (2011). The effects of Spirulina on anemia and immune function in senior citizens. *Cellular & Molecular Immunology*, 8(3), 248–254. <https://doi.org/10.1038/cmi.2010.76>
- Toxqui, L., De Piero, A., Courtois, V., Bastida, S., Sánchez-Muniz, F. J., & Vaquero, P. (2010). Deficiencia y sobrecarga de hierro; implicaciones en el estado oxidativo y la salud cardiovascular IRON DEFICIENCY AND OVERLOAD. IMPLICATIONS IN OXIDATIVE STRESS AND CARDIOVASCULAR HEALTH. *Nutr Hosp*, 25(3), 350–365. <https://doi.org/10.3305/nh.2010.25.3.4583>
- UNICEF. (2013). *Nutricion*. La Paz - Bolivia. Retrieved from www.unicef.org/bolivia

World Health Organization. (2005). Worldwide prevalence of anaemia. *WHO Global Database on Anaemia*, 51.

ANEXOS

ANEXO I

AUTORIZACION DE LA DIRECCION DISTRITAL Y DE PADRES DE FAMILIA PARA EL INGRESO A LA UNIDAD EDUCATIVA, TOMA DE MUESTRAS E INTRODUCCION DE ALIMENTOS CON SPIRULINA MAXIMA

Universidad Mayor, Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca

Facultad de Tecnología
DECANATO

RECIBIDO

Sucre, 01 de junio de 2016
Dec.Tecnología/ Of. 436

Señor
Prof. Walter Mallo Benavides
DIRECTOR DISTRITAL EDUCATIVO a.i.
Presente

Distinguido señor Director:

Comunico a su digna autoridad, que la Ing. Sara Vladislavie Mendoza e Ing. Alenny Zárate Rocha, en su calidad de Docentes de la Facultad de Tecnología, vienen preparando el Proyecto de Investigación "Determinación del Impacto de Consumo de Spirulina Máxima en niños de 2 a 7 años de la Comunidad de Punilla", a objeto de presentar el mismo en las Jornadas Científicas Versión II auspiciado por Universidad de San Francisco Xavier de Chuquisaca.

Señor Director, a efecto de concretizar el referido proyecto, solicito muy respetuosamente la gentileza de autorizar el ingreso a establecimientos escolares de la Subcentralia "Punilla" Distrito 8, cuyo trabajo final con el informe correspondiente será remitido a los establecimientos que son objeto de estudio.

Con este motivo, agradezco su gentil y amable atención y expreso a usted, las consideraciones más distinguidas.



Atentamente,

Msc. Ing. Miguel Ortiz Limón
DECANO

Procede.

1 ejemplar
Copias archivo

Prof. Walter Mallo Benavides
DIRECTOR DISTRITAL EDUCATIVO a.i.
SUCRE - BOLIVIA



AUTORIZACIÓN

Yo padre o madre del menor de la Unidad Educativa Tambo Aranjuez, en mi condición de apoderado otorgo la autorización a la Ing. Sara Vladislavic e Ing. Alenny Zárate integrantes del equipo de investigación del Proyecto **Determinación del impacto de Consumo de Spirulina Máxima en niños de la localidad**, para hacer la toma de muestras y medición de parámetros antropométricos asumiendo el compromiso de que mi hijo o hija seguirá el tratamiento de 3 veces a la semana durante 3 meses.

Es cuanto tengo a bien manifestar como expresión de mi consentimiento para la toma de muestras.

Tambo Aranjuez, 22 de junio de 2016

Firma Padre

Firma Madre

ANEXO II

**FOTOGRAFÍAS DE LA ENTREGA DE ALIMENTOS ELABORADOS CON
MICROALGA SPIRULINA MAXIMA**





ANEXO III

JUNTAS VECINALES DISTRITO 4

5.1.1.1.1.1 JUNTA VECINAL	5.1.1.1.1.2 PRESIDENTE
AMERICA	Víctor Cervantes
ANICETO ARCE "B"	Julia Tapia Nava
ALTO ARANJUEZ	Weimar Zelaya
ALTO HOYADA	Zenón Saavedra
ALTO LA FLORIDA	Teodolinda Martínez
ALTO LA FLORIDA B	Alberto Bobarín
ALTO PROSPERINA	Marco Arismendy
ALTO SAN MARTIN	Luis Robles
ALTO SENAC	Jesús Martínez
ALTO SENAC "A"	Claudia Patricia Ugarte
ARCO PUNKU	Alex Uño
ALTO VILLA ROSARIO	Hugo Flores Paredes
BUENA VISTA II	Eugenio Chura
BAJO ARANJUEZ	Daniel Martínez
CALANCHA "B"	Iván Albis Torres
CLOTILDE VILLA	Jimy Vargas

DSTTO. CHUQUISACA	Jorge Muñoz Moscoso
EVA PERON	Luís F. Torres Oros
ELTEJAR	Mario Saavedra
EL PALMAR	Nicolás Cruz
ESPAÑA	Humberto Mamani
ENDE SANTA ROSA	Teodoro Alaca Sánchez
EL MIRADOR	Isidoro Alaca Nina
FLORIDA CENTRO	Hugo Fonceca
FUERTE KASA	Ignacio Calderón
FUERTE LOMA	Rodrigo Sánchez
GALILEA	Fidel Huanca
JARCA PATA	Omar Arancibia
LA AMAZONA	Mario Churqui Serrano
LA CALANCHA	Juán Carlos Asistiri
LA CASCADITA	Freddy Flores Chamoso
LA GUARDIA	Claudio Zárate
LA FLORIDA	Vladimir Ramirez
LA HOYADA	Armando Arce

LA BRISA	Rolando Ramirez Daza
LEQUEZANA	Clemente Enriquez
LOMAS DE ARANJUEZ	María Elena Callahura
LOMAS DE ARANJUEZ "A"	Beatriz Ruiz
LOMAS DEL SUR	Emilio Calderón
LOS ANGELES	Carmén Aguilar Córdova
LOS OLMOS	Ives A. Veles Gómez
MARIA AUXILIADORA	Miguel Coro
MAX RODRIGUEZ	Miguel Dominguez
MAX TOLEDO	Ninoska Tito Portillo
MOLLE MOCKO	Adrián Lovera Mamani
1ro DE MAYO	Macario Escobar G.
25 DE MAYO ZONA ENDE	Abrahán Fuentes
26 DE MAYO	Benita Pérez
NORTE POTOSI	Nicolás Calvimontes
NUEVA LUNA	Benito Juan Fernández
PLANTA DIESEL	Johnny Heredia
PAMPA ACEITUNO	Primo Serrudo

PAMPAS DE SAN IGNACIO	Alberto Flores Laime
PLAN 40	Janeth Colque
PATRIA NUEVA	Fernando Vásquez Calderón
PROSPERINA	Nancy Palaguerra
RINCON LA FLORIDA	Angel Zeballos
RINCON ARANJUE	Verónica Flores
RINCON LA CALANCHA	Teofila Cruz Ayca
SAN CRISTOBAL	Juán Vargas
SAN MARTIN	Clemente Torihuano
SAN MIGUEL	Alfredo Chavarria
SANTA ISABEL	Gregorio Aiza Mamani
SAN JUAN DE DIOS ALTO	María Isabel Chavarria
SAN JUAN DE DIOS BAJO	Mateo Mamani
SAN PEDRO TATA CAJONCITO	Gilmar Antequera Moya
SAN SALVADOR	Javier Bejarano
SAN SALVADOR B	Leodan Sandoval
SENAC	Juán Carlos Saavedra
SAN XAVIER EX FUNDO LA FLORIDA	Máxima Bolaños Laura

20 DE SEPTIEMBRE	Pablo Mamani
SOL DE OROPEZA	Modesto Mostacedo
TAMBO ARANJUEZ	Santiago Chijchi
URBANIZCION CHUQUISACA ALTO ARANJUEZ	Lucas Copa Colque
VILLA FATIMA	Ana María Montalvo
VILLA ROSARIO	Leonardo Felix Camacho Borda
VILLA SANTA ROSA BAJO ARANJUEZ	Macario Quispe Jesús
VILLA ARANJUEZ	Serapio Rocha Ulloa
2 DE NOVIEMBRE	Marco Vargas