



COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

CAMPUS VERACRUZ

POSTGRADO EN AGROECOSISTEMAS TROPICALES

**EFECTO NUTRICIONAL DE *Moringa oleifera* Lam. EN UNA
COMUNIDAD CON INSEGURIDAD ALIMENTARIA EN LA ZONA
CENTRO DEL ESTADO DE VERACRUZ, MÉXICO**

PAOLA CAROLINA TABORDA BUSTILLO

TESIS

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE:**

MAESTRA EN CIENCIAS

TEPETATES, MANLIO FABIO ALTAMIRANO, VERACRUZ, MÉXICO

2019

La presente tesis, titulada: **Efecto nutricional de *Moringa oleifera* Lam. en una comunidad con Inseguridad alimentaria en la zona centro del estado de Veracruz, México**, realizada por la alumna: **Paola Carolina Taborda Bustillo**, bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

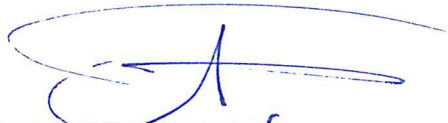
MAESTRA EN CIENCIAS EN AGROECOSISTEMAS TROPICALES

CONSEJO PARTICULAR



CONSEJERA:

DRA. ROSA ISELA CASTILLO ZAMUDIO



ASESOR:

DR. ARTURO PÉREZ VÁZQUEZ



ASESORA:

DRA. KARIME HAUA NAVARRO

Tepetates, Manlio Fabio Altamirano, Veracruz a 30 de julio de 2019.

EFFECTO NUTRICIONAL DE *Moringa oleifera* Lam. EN UNA COMUNIDAD CON INSEGURIDAD ALIMENTARIA EN LA ZONA CENTRO DEL ESTADO DE VERACRUZ, MÉXICO

Paola Carolina Taborda Bustillo, M.C.

Colegio de Postgraduados, 2019

En México, las estrategias y acciones en materia de situación de salud han demostrado avances en las últimas décadas, particularmente en los indicadores de esperanza de vida al nacimiento y la tasa de mortalidad infantil. Sin embargo, aún existen retos por abatir tales como: la malnutrición infantil y la prevalencia de anemia en mujeres en edad reproductiva, ya que estos grupos son los más vulnerables a esas condiciones patológicas. El Estado de Veracruz, presenta el mismo comportamiento respecto a estos retos nacionales en el ámbito de Salud Pública y Seguridad Alimentaria. Debido a la importancia de lograr una nutrición adecuada, que permita alternativas para atenuar la inseguridad alimentaria y que las comunidades rurales tengan acceso y disponibilidad de alimentos nutritivos aprovechando sus recursos naturales, es necesario implementar nuevas alternativas para mejorar el estado de salud de los ciudadanos. Por tanto, el objetivo de la presente tesis: fue determinar el efecto del consumo de productos alimenticios adicionados con harina de *Moringa oleifera* L., en el estado nutricional y anemia por déficit de hierro en mujeres en etapa reproductiva y niños escolares de una comunidad con riesgo de inseguridad alimentaria del estado de Veracruz. Esta investigación está integrada por cuatro capítulos: 1) Estado del arte de *Moringa oleifera* Lam. y su potencial nutritivo en la salud humana, 2) Caracterización fisicoquímica y nutrimental de un suplemento alimenticio con harina de *Moringa oleifera* Lam. 3) Valoración del nivel de inseguridad alimentaria en una población vulnerable y 4) Efecto del consumo de suplementos con *Moringa oleifera* Lam. en el estado nutricional de una población vulnerable. Cada capítulo incluye su introducción, metodología, resultados y conclusión.

Palabras clave: *Moringa oleifera*, nutrición, salud, anemia, desnutrición, mujeres, niños

NUTRITIONAL EFFECT OF *Moringa oleifera* Lam. IN A COMMUNITY WITH FOOD INSECURITY IN THE CENTRAL AREA OF THE STATE OF VERACRUZ, MÉXICO

Paola Carolina Taborda Bustillo, M.C.

Colegio de Postgraduados, 2019

In Mexico, the strategies and actions of health matter have shown little progress in recent decades, particularly as the indicators of life expectancy at birth and the infant mortality rate. However, there are still challenges to overcome, such as: child malnutrition and the prevalence of anemia in women on reproductive age, since these groups are the most vulnerable to these pathological conditions. The state of Veracruz has the same behavior with respect to these national challenges in the arena of public health and food security. Due to the importance of achieving adequate nutrition, which allows alternatives to mitigate food insecurity and that rural communities have access to and availability of nutritious foods taking advantage of their natural resources, it is necessary to implement new alternatives to improve the people`s health. Therefore, the objective of this thesis was to determine the effect of the consumption of food products fortified with *Moringa oleifera* L. flour, on the nutritional status and iron deficiency anemia in women in reproductive stage and schoolchildren of a community at risk of food insecurity in the State of Veracruz. This research consists of four chapters: 1) State of the art of *Moringa oleifera* Lam. and its nutritional potential in human health, 2) Physicochemical and nutritional characterization of a nutritional supplement made of with *Moringa oleifera* Lam flour. 3) Assessment of the level of food insecurity in a vulnerable population and 4) Effect of the consumption of supplements with *Moringa oleifera* Lam. in the nutritional status of a vulnerable population. Each chapter includes its own introduction, methodology, results and conclusion.

Keywords: *Moringa oleifera*, nutrition, health, anemia, malnutrition, women, children

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por el apoyo económico para realizar mis estudios de postgrado.

Al Colegio de Postgraduados, Campus Veracruz por haberme aceptado como estudiante de la institución y ofrecerme la oportunidad de realizar mis estudios de maestría.

A la **Dra. Rosa Isela Castillo Zamudio** quien creyó en mí a pesar de no conocerme y me impulsó durante estos dos años a dar mi mejor versión, siempre viendo el lado positivo de las cosas. Le agradezco la oportunidad de ser su alumna, la admiro es una mujer guerrera y saldrá victoriosa de esta gran batalla.

Al **Dr. Arturo Pérez Vázquez**, le agradezco su apoyo incondicional en cada una de las etapas de mi investigación, gracias por haberme dedicado tiempo y conocimientos valiosos. Gracias por creer en mí a pesar de venir de disciplinas distintas, sé que se hizo un máximo esfuerzo de todos para estar en la misma ruta.

A la **Dra. Karime Haua Navarro**, gracias por haberme dedicado su tiempo y conocimientos.

Al **Dr. Felipe Gallardo** gracias por su apoyo para el análisis y manejo de los datos estadísticos.

A mis **compañeros** de generación, gracias por el apoyo y risas durante estos dos años. Les deseo mucho éxito y prosperidad.

A las empresas **Morinjic** y **Laboratorios ABC** por todas las facilidades y servicios otorgados para la realización de esta investigación.

A la Universidad Cristóbal Colón, específicamente a la **Dra. Fabiola Luna** y **Lic. Dinaleth Aguilar** gracias por su apoyo en la fase experimental y facilidades para la realización de esta investigación.

A toda la **población involucrada en este estudio** (mujeres y niños) quienes depositaron su confianza en mí y colaboraron de manera voluntaria para ser mis pacientes durante 3 meses.

DEDICATORIA

A mi hijo **Diego**, eres mi principal motivación, mi fuente inagotable de energía y de amor. Eres la razón de que me levante cada día a esforzarme por el presente y el mañana. Te amo negrito.

A mi **mamá** quien me enseñó valores, disciplina y amor. Gracias por ser mi inspiración y darme todas las herramientas para volar y superarme una y otra vez. Me hiciste la mujer que soy hoy en día y la vida me queda corta para agradecerte todo lo que has hecho.

A mi **esposo**, quien ha sido mi amigo y compañero de aventuras durante 9 años. Gracias por creer en mi e impulsarme a dar lo mejor, gracias por tu apoyo y amor día a día. Juntos seguiremos forjando nuestro futuro. Por siempre ARS.

A mi **papá**, desde que partiste dejaste un gran vacío en mí, pero sé que allá arriba estás orgulloso de tu hija. Nos volveremos a encontrar.

Al resto de mi **familia: tía Lizzy, mis hermanos, Francisco y amigos** gracias por siempre estar y apoyarme en cada etapa de mi vida.

CONTENIDO

	PÁGINA
INTRODUCCIÓN GENERAL	14
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	15
2. OBJETIVO GENERAL.....	16
3. HIPÓTESIS GENERAL	17
4. REVISIÓN DE LITERATURA.....	17
4.1. MARCO TEÓRICO	17
4.1.1. TEORÍA GENERAL DE SISTEMAS (TGS).....	17
4.1.2. AGROECOSISTEMAS Y AGROBIODIVERSIDAD.....	17
4.1.3. SEGURIDAD ALIMENTARIA.....	19
4.1.4. MALNUTRICIÓN.....	21
4.1.4.1. DESNUTRICIÓN.....	21
4.1.4.2. EMACIACIÓN.....	21
4.1.4.3. RETRASO DEL CRECIMIENTO.....	22
4.1.5. ANEMIA.....	22
4.1.5.1. ANEMIA POR DÉFICIT DE HIERRO (FE).....	23
4.2. MARCO DE REFERENCIA.....	24
4.2.1. MORINGA OLEIFERA COMO FUENTE DE HIERRO	24
5. LITERATURA CITADA.....	24
CAPÍTULO I. ESTADO DEL ARTE DE MORINGA OLEIFERA LAM. Y SU POTENCIAL NUTRITIVO EN LA SALUD HUMANA	29
1.1. INTRODUCCIÓN	31
1.2. MATERIALES Y MÉTODOS	31
1.3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	32
1.3.1. GENERALIDADES DE LA PLANTA	32
1.3.1.1. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DE LA MORINGA	32
1.3.1.2. NOMENCLATURA	33
1.3.2. GENERALIDADES AGRONÓMICAS Y AGROECOLÓGICAS DE MORINGA OLEIFERA LAM. 33	

1.3.2.1. DESCRIPCIÓN BOTÁNICA DEL CULTIVO DE MORINGA	33
1.3.2.2. CONDICIONES AGROCLIMÁTICAS DEL CULTIVO DE MORINGA	34
1.3.2.3. DISTRIBUCIÓN DE LA MORINGA	35
1.3.3. USOS MEDICINALES DE MORINGA OLEIFERA	35
1.3.3.1. ACTIVIDAD ANTIMICROBIANA	35
1.3.3.2. ACTIVIDAD ANTICANCERÍGENA	36
1.3.3.3. ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE	36
1.3.3.4. ACTIVIDAD ANTINFLAMATORIA	37
1.3.3.5. ACTIVIDAD HIPOGLUCEMIANTE Y ANTIHIPERTENSIVA.....	37
1.3.3.6. ACTIVIDAD EN EL INCREMENTO DE HIERRO	37
1.3.4. USOS DE MORINGA OLEIFERA EN ALIMENTACIÓN	38
1.3.5. OTROS USOS NO MEDICINALES DE LA MORINGA	42
1.3.5.1. EN LA ALIMENTACIÓN ANIMAL.....	42
1.3.5.2. PURIFICACIÓN DEL AGUA.....	42
1.3.5.3. USOS COMO INSUMO AGRÍCOLA	42
1.4. CONCLUSIONES	43
1.5. LITERATURA CITADA.....	43
CAPÍTULO II. CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA Y NUTRIMENTAL DE UN SUPLEMENTO ALIMENTICIO CON HARINA DE MORINGA OLEIFERA LAM.....	47
2.1. INTRODUCCIÓN	49
2.2. MATERIALES Y MÉTODOS	50
2.2.1. ÁREA DE ESTUDIO	50
2.2.2. COLECTA DE MATERIAL BIOLÓGICO Y PREPARACIÓN DE MUESTRA	50
2.2.3. ELABORACIÓN DEL MUFFIN	52
2.2.4. ELABORACIÓN DE LAS CÁPSULAS	52
2.2.5. ANÁLISIS QUÍMICO DE LA HARINA DE MORINGA Y SUPLEMENTO	53
2.2.6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	54
2.3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	54
2.3.1. ANÁLISIS PROXIMAL DE LA HARINA DE MORINGA	54
2.3.1.1. HUMEDAD	54
2.3.1.2. EXTRACTO ETÉREO	55

2.3.1.3. FIBRA	55
2.3.1.4. PROTEÍNA	55
2.3.1.5. CENIZAS	56
2.3.1.6. HIDRATOS DE CARBONO	56
2.3.1.7. HIERRO	56
2.3.2. ANÁLISIS PROXIMAL DEL MUFFIN	57
2.3.2.1. HUMEDAD	58
2.3.2.2. EXTRACTO ETÉREO	58
2.3.2.3. FIBRA	58
2.3.2.4. PROTEÍNA	58
2.3.2.5. CENIZAS	59
2.3.2.6. HIERRO	59
2.4. CONCLUSIONES	60
2.5. LITERATURA CITADA	61
CAPÍTULO III. VALORACIÓN DEL NIVEL DE INSEGURIDAD ALIMENTARIA EN UNA POBLACIÓN VULNERABLE.....	65
3.1. INTRODUCCIÓN	67
3.2. MATERIALES Y MÉTODOS	68
3.2.1. ÁREA DE ESTUDIO	68
3.2.2. CONSTRUCCIÓN DEL INSTRUMENTO PARA MEDIR EL NIVEL DE INSEGURIDAD ALIMENTARIA	68
3.2.3. INTEGRACIÓN Y PONDERACIÓN DE LAS DIMENSIONES DE LA INSEGURIDAD ALIMENTARIA	70
3.2.4. POBLACIÓN Y MUESTRA	71
3.2.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	71
3.3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	72
3.3.1. PERFIL SOCIOECONÓMICO	72
3.3.2. ÍNDICE DE INSEGURIDAD ALIMENTARIA (IIA)	74
3.3.2.1. DISPONIBILIDAD.....	75
3.3.2.2. ACCESO	76
3.3.2.3. UTILIZACIÓN	79

3.3.3 ANÁLISIS DE CORRELACIÓN ENTRE LOS FACTORES SOCIOECONÓMICOS Y EL ÍNDICE DE INSEGURIDAD ALIMENTARIA	84
3.4. CONCLUSIÓN.....	86
3.5. RECOMENDACIONES	87
3.6. LITERATURA CITADA	87
CAPÍTULO IV. EFECTO DEL CONSUMO DE SUPLEMENTOS CON MORINGA OLEIFERA LAM. EN EL ESTADO NUTRICIONAL DE UNA POBLACIÓN VULNERABLE	91
4.1. INTRODUCCIÓN	93
4.2. MATERIALES Y MÉTODOS	94
4.2.1. ÁREA DE ESTUDIO	94
4.2.2. TIPO DE ESTUDIO, DURACIÓN Y DISEÑO EXPERIMENTAL	94
4.2.2.1. ELABORACIÓN DEL MUFFIN	95
4.2.2.2. ELABORACIÓN DE LAS CÁPSULAS	95
4.2.3. POBLACIÓN Y MUESTRA.....	95
4.2.3.1. CRITERIOS DE INCLUSIÓN PARA EL ESTUDIO.....	96
4.2.3.2. CRITERIOS DE EXCLUSIÓN PARA EL ESTUDIO.....	96
4.2.4. EVALUACIÓN NUTRICIONAL	96
4.2.5. EVALUACIÓN BIOQUÍMICA	97
4.2.6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	98
4.3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	98
4.3.1. CONOCIMIENTOS SOBRE MORINGA OLEIFERA EN MUJERES	98
4.3.2. DIAGNÓSTICO NUTRICIONAL EN MUJERES	99
4.3.3. DIAGNOSTICO NUTRICIONAL NIÑOS	107
4.4. CONCLUSIÓN.....	112
4.5. LITERATURA CITADA	113
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES GENERALES	115
ANEXOS.....	117

LISTA DE CUADROS

		Página
Cuadro 1.	Dimensiones de la seguridad alimentaria de acuerdo con la FAO	19
Cuadro 2.	Puntos de corte para clasificar anemia.	20
Cuadro 3.	Ingesta diaria recomendada de nutrimentos orgánicos (Fe) para la población mexicana	23
Cuadro 4.	Clasificación taxonómica de la moringa	32
Cuadro 5.	Contenido de macronutrimentos en hojas en polvo de <i>Moringa oleifera</i> en 100 g de porción comestible por diversos autores	39
Cuadro 6.	Contenido de vitaminas y minerales en hojas de moringa en 100 g de porción comestible	40
Cuadro 7.	Contenido de aminoácidos en polvo de hojas de moringa en 100 gramos de porción comestible.	41
Cuadro 8.	Comparación del contenido de algunos nutrimentos de la hoja de <i>Moringa oleifera</i> con otros alimentos.	41
Cuadro 9.	Análisis proximal de la harina de <i>Moringa oleifera</i> obtenida por el método de secado natural y lecho fluidizado (Media \pm Desviación estándar)	57
Cuadro 10.	Promedio y desviación estándar de hierro en los diferentes tipos de suplementos con moringa	60
Cuadro 11.	Rangos de valores para el diagnóstico de Inseguridad Alimentaria (IA)	71
Cuadro 12.	Perfil socioeconómico de las familias del Centro Social Calazans	72
Cuadro 13.	Porcentaje promedio de las variables socioeconómicas de la dimensión acceso en los hogares del CSC en los predios I, II y III, Veracruz, México	77
Cuadro 14.	Promedio de variables que componen la dimensión de Utilización en los hogares en los predios I, II y III, Veracruz, México	79
Cuadro 15.	Resultados de la relación de los indicadores socioeconómicos y el grado de inseguridad seguridad alimentaria	84
Cuadro 16.	Niveles de las variables bioquímicas en sangre en mujeres del grupo testigo (mujeres de 15-49 años) al inicio (abril) y después de tres meses de tratamiento (junio) (n=25)	100
Cuadro 17.	Niveles de las variables bioquímicas en sangre en mujeres del grupo con tratamiento de moringa (mujeres de 15-49 años) al inicio (abril) y después de tres meses de tratamiento (junio). (n=25)	101
Cuadro 18.	Comparación del promedio de las variables hemoglobina y hematocrito en mujeres con diferentes autores	102
Cuadro 19.	Niveles de las variables bioquímicas en sangre en el grupo testigo (niños de 5-11 años) antes y después de los 3 meses de tratamiento (n=25).	108
Cuadro 20.	Niveles de las variables bioquímicas en sangre en el grupo suplementado con moringa (niños de 5 a 11 años) antes y después de los 3 meses de tratamiento (n=25).	108
Cuadro 21.	Diferencia de la concentración promedio de hemoglobina entre grupo testigo y con moringa al inicio y final del tratamiento	109

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Trayectoria hacia la Inseguridad Alimentaria	20
Figura 2. Árboles de <i>Moringa oleifera</i> Lam.	33
Figura 3. Contenido nutricional de las hojas de moringa (<i>Moringa oleifera</i> Lam.)	39
Figura 4. Plantaciones de moringa (<i>Moringa oleifera</i> Lam.) en el Colegio de Postgraduados, (CP-Ver).	50
Figura 5. Tipos de secado para la elaboración de la harina de moringa. A) Secador natural, B) Secador artificial	51
Figura 6. Proceso de molienda de hojas de moringa y obtención de la harina en el Colegio de Postgraduados, Campus-Ver.	51
Figura 7. Muffin con harina de moringa	52
Figura 8. Encapsuladora y cápsulas con harina de moringa	52
Figura 9. A). Análisis de proteínas mediante método Kjeldahl. y B) Extracción de grasa por el método Soxhlet de harina de moringa	53
Figura 10. Análisis bromatológico de la harina y muffins de moringa	59
Figura 11. Secuencia de pasos para comparar alternativas complejas de atributos múltiples	70
Figura 12. Características de las viviendas pertenecientes a los Predios I, II y III, Veracruz, México	73
Figura 13. Porcentaje de disponibilidad de alimentos variados en el mercado/tienda por las familias del Centro Social Calazans.	75
Figura 14. Promedio ponderado de la dimensión disponibilidad	75
Figura 15. Promedio de variables de la dimensión acceso en los hogares del CSC en los predios I, II y III, Veracruz, México	77
Figura 16. Promedio ponderado de la dimensión acceso en los hogares del CSC en los predios I, II y III, Veracruz, México	78
Figura 17. Porcentajes de los grupos de alimentos del Plato del Bien Comer con respecto a las familias del CSC	81
Figura 18. Promedio ponderado de la dimensión Utilización de los hogares en los predios I, II y III, Veracruz, México	82
Figura 19. Dimensiones de la inseguridad alimentaria de las familias del CSC en los predios I, II y III, Veracruz, México	83
Figura 20. Correlación del Índice de Inseguridad Alimentaria Vs Factores socioeconómicos (Escolaridad, Solvencia económica y Tipo de empleo) en la comunidad de los Predios I, II, III	85
Figura 21. Evaluación nutricional de las unidades de estudio	97

Figura 22.	Análisis bioquímico de las unidades de estudio	97
Figura 23.	Variación en los valores de Hemoglobina en las mujeres durante los 3 meses del estudio	102
Figura 24.	Variación en los valores de Hematocrito en las mujeres durante los 3 meses del estudio	104
Figura 25.	Variación en los valores de VCM en las mujeres durante los 3 meses del estudio	105
Figura 26.	Variación en los valores de Eritrocitos en las mujeres durante los 3 meses del estudio	105
Figura 27.	Variación en los valores de Plaquetas en las mujeres durante los 3 meses del estudio	106
Figura 28.	Variación en los valores de Hemoglobina en los niños en el periodo inicial y final posterior a 90 días de tratamiento	109
Figura 29.	Variación en los valores de Hematocrito en los niños en el periodo inicial y final posterior a 90 días de tratamiento	110
Figura 30.	Variación en los valores de VCM en los niños en el periodo inicial y final posterior a 90 días de tratamiento	111

INTRODUCCIÓN GENERAL

El estilo de vida desde finales del siglo XX ha traído consigo cambios en materia alimentaria a nivel global. En el tercer mundo, las desigualdades económicas hacen que un elevado porcentaje de la población no tenga acceso suficiente a los alimentos en cantidad o calidad lo que ocasiona malnutrición y retraso en el desarrollo de poblaciones vulnerables (Guesry, 2005).

De acuerdo a la OCDE (2015), México es el segundo país con mayor desigualdad económica, aproximadamente 1 de cada 2 personas vive en pobreza y esto se ha mantenido a lo largo de los últimos 20 años (OXFAM, 2015).

En México, los estados con mayor pobreza y marginación se ubican en el sureste, entre ellos; Chiapas Oaxaca y Veracruz (Ávila-Curiel *et al.*, 1993; CONEVAL, 2017). Aunque las cifras de desnutrición, anemia, retraso del crecimiento y otros factores de morbilidades han disminuido, todavía existe un alto porcentaje de la población mundial que es afectada de manera considerable. En este sentido, diversos países de América Latina y de África, han incorporado productos derivados de *Moringa oleifera* para combatir patologías como desnutrición y anemia (Tété-Bénissan *et al.*, 2012; Fernández, 2010; y Canett Romero *et al.*, 2016).

Moringa oleifera Lam. es conocida comúnmente en México como moringa, marango, árbol de la vida, paraíso blanco, etc. (Mahmood *et al.*, 2010). Es un árbol perteneciente a la familia *Moringaceae*, nativo de la India y en la actualidad se le cultiva prácticamente en todas las regiones tropicales, subtropicales y semiáridas del mundo (Foidl, Makkar y Becker, 2001). Es una planta que posee semillas ricas en aceites y sus hojas tienen un alto valor nutricional, por su contenido en proteínas (poseen todos los aminoácidos esenciales) y antioxidantes, con lo que podrían subsanar deficiencias alimentarias en zonas de alta marginación (Olson y Fahey, 2011). Durante las últimas tres décadas se han publicado numerosos artículos científicos (> 1400) sobre la identificación de principios activos de moringa, mecanismos de acción y la utilización de ésta planta en diferentes platillos.

Esto ha permitido explicar muchos de los efectos benéficos, optimizar su aprovechamiento y proponer nuevas aplicaciones. Algunos usos aún no han sido confirmados científicamente y requieren de mayor investigación.

El objetivo de este trabajo es determinar el efecto del consumo de productos alimenticios adicionados con harina de *Moringa oleifera* L., en el estado nutricional y anemia por déficit de hierro en mujeres en etapa reproductiva y niños escolares de una comunidad con riesgo de inseguridad alimentaria del estado de Veracruz.

Este trabajo de investigación se circunscribe en la Línea de generación y aplicación de conocimiento (LGAC) de Cadenas Agroalimentarias y Agroindustriales y está integrada por cuatro capítulos: 1) Estado del arte de *Moringa oleifera* Lam. y su potencial nutritivo en la salud humana, 2) Caracterización fisicoquímica y nutrimental de un suplemento alimenticio con harina de *Moringa oleifera* Lam. 3) Valoración del nivel de inseguridad alimentaria en una población vulnerable y 4) Efecto del consumo de suplementos con *Moringa oleifera* Lam. en el estado nutricional de una población vulnerable. Cada capítulo incluye su introducción, metodología, resultados y conclusión.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Veracruz, es el segundo estado con mayor población en México, cuenta con 212 municipios los cuales se encuentran agrupados en 11 Jurisdicciones Sanitarias y 10 regiones de acuerdo al Plan Veracruzano de Desarrollo (2005-2010). En la entidad existen 20,828 localidades; de éstas 20,513 tienen menos de 2,500 habitantes y representan el 98.5% del total de las localidades. En estas áreas consideradas rurales, radican 2,976,060 habitantes, es decir el 38.9% de la población total. De los 212 municipios del estado de Veracruz, 193 presentan un grado muy alto de vulnerabilidad respecto a la inseguridad alimentaria y nutricional, mientras que 15 se ubican en nivel alto, dos en grado moderado, de acuerdo a los datos del "Mapa de vulnerabilidad a la inseguridad alimentaria y nutricional (Ortega, 2015). Actualmente, Veracruz ocupa el primer lugar en desnutrición severa a nivel nacional (Boletín Epidemiológico de la Secretaría de Salud, 2018).

La Encuesta Nacional de Salud Pública (2012) señala que en México existen dos millones de niños menores de cinco años que sufren anemia (23.3% de la población infantil), y en niños de hasta 2 años de edad la prevalencia aumenta a 38.3%. Estas dos cifras son superiores al promedio mundial del 18% lo cual indica que la anemia y la desnutrición infantil siguen siendo problemas de urgente resolución en México. Además, la prevalencia de anemia en mujeres en edad reproductiva en México, de acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (2018), alcanza los 5.1 millones de personas.

Existen programas federales tales como el programa Progresá (nombrado Oportunidades (2007-2012), y después Prospera (2013-2018) que ha sido el eje de la política social y el principal programa alimentario en México (Ávila-Curiel *et al.*, 2011). Es uno de los programas federales de ayuda alimentaria y generación de capacidades de mayor cobertura y atiende a poco más de seis millones de familias en todo el país. Otros programas como el de Apoyo Alimentario atiende a casi un millón de hogares y el Programa de Abasto Rural que cubre 15,000 localidades en todo el país, éstos últimos enfocados en poblaciones rurales de áreas remotas.

A pesar de la operación de dichos programas, la población continúa con altos niveles de pobreza, desigualdad, anemia y desnutrición. No se podría prescindir de dichos programas sociales, pero sí es clara la necesidad de una reestructuración debido a los bajos resultados registrados en décadas recientes (ENSANUT, 2012; CONEVAL, 2017).

En este marco, el cultivo de *Moringa oleífera* parece ser una alternativa de solución viable para la problemática expuesta. Éste árbol presenta una serie de características que hacen de ésta planta un importante aliado en el sector de la nutrición y la seguridad alimentaria. Es considerada como un componente nutricional de refuerzo, económicamente viable y saludable para las personas con desnutrición o deficiencia de micronutrientes (Olson y Fahey, 2011).

2. OBJETIVO GENERAL

Determinar el efecto del consumo de productos alimenticios adicionados con harina de *Moringa oleífera*, en el estado nutricional y anemia por déficit de hierro en mujeres en etapa reproductiva y niños escolares de una comunidad con riesgo de inseguridad alimentaria del estado de Veracruz.

3. HIPÓTESIS GENERAL

El consumo de suplementos alimenticios con harina de *Moringa oleifera*, disminuye la prevalencia de deficiencia de hierro en mujeres y niños con riesgo de malnutrición en una comunidad con riesgo de inseguridad alimentaria del estado de Veracruz.

4. REVISIÓN DE LITERATURA

4.1. MARCO TEÓRICO

4.1.1. Teoría General de Sistemas (TGS)

La TGS propuesta por Ludwig von Bertalanffy (1928), donde se conceptualizan las múltiples relaciones e interacciones que existen entre los diferentes elementos de un sistema, se caracteriza por poseer una perspectiva holística e integradora de diferentes ramas del conocimiento, donde lo importantes son las relaciones o conjuntos que a partir de éstas emergen (Arnold y Osorio, 1998). La TGS es importante ya que funge como una herramienta útil para el estudio de diversos elementos que actúan para cumplir una función, por tanto, representa una base para el análisis crítico y analítico de los Agroecosistemas, sistemas agrícolas o alimentarios.

4.1.2. Agroecosistemas y Agrobiodiversidad

Los Agroecosistemas son diversos ecosistemas que han sido sometidos a diferentes modificaciones por el hombre, donde la estabilidad biológica y la elasticidad originales se alteran y son reemplazados por una combinación de factores ecológicos y socioeconómicos que deberían buscar estabilidad, continuidad y producción (Soriano y Aguilar, 1998; Greco y Tonolli, 2016). Los agroecosistemas contienen poblaciones humanas y dimensiones económicas y ecológicas, muchas veces manejados de forma intensiva con el fin de obtener productos como los alimentos (FAO, 2016) y, por tanto, buscar incrementar la rentabilidad.

Es así como, Ruiz (1993) concibe el agroecosistema como una unidad de estudio donde interactúan una variedad de factores: tecnológicos, socioeconómicos y ecológicos para adquirir productos que satisfagan las necesidades del hombre en un periodo de tiempo.

El concepto de agrobiodiversidad es amplio, y en él se expresan las dinámicas y complejas relaciones entre los seres humanos, las plantas que han sido cultivadas y los ambientes en donde se relacionan, repercutiendo sobre las políticas de conservación de los ecosistemas cultivados, de promoción de la seguridad alimentaria y nutricional de las poblaciones humanas, de inclusión social y del desarrollo local sustentable (Santilli-da Rocha, 2009).

La diversidad presente en los agroecosistemas representa una fuente rica de macro y micro nutrientes, principalmente de proteínas y vitaminas (FAO, 2011; Hunter y Fanzo, 2012). Sin embargo, las prácticas derivadas de la agricultura convencional (modelo de la revolución verde), como la sustitución de variedades locales y tradicionales por otras con baja variabilidad genética, han disminuido la diversidad de plantas cultivadas lo que ha repercutido en la disminución de alimentos ricos en nutrientes en el hogar (Santilli-da Rocha, 2009).

La agrobiodiversidad o biodiversidad agrícola, es la base de la cadena alimentaria y su uso garantiza una adecuada seguridad alimentaria en el hogar, actuando como un mecanismo de defensa contra el hambre y ofreciendo una adecuada fuente de nutrientes para una dieta diversa y balanceada. Con esto se fortalecen los sistemas alimentarios locales y la sostenibilidad del ambiente. Es así como la diversidad de plantas cultivadas y animales domésticos y su capacidad para adaptarse a las condiciones adversas del ambiente y las necesidades humanas específicas, garantiza a los agricultores la posibilidad de supervivencia en zonas sometidas al estrés ambiental (Santilli-da Rocha, 2009).

Por ello, es importante la sensibilización y la educación nutricional para informar a la población sobre los beneficios que genera la agrobiodiversidad y la óptima utilización de los cultivos ricos en nutrientes (Termote *et al.*, 2012).

4.1.3. Seguridad alimentaria

Se entiende que existe seguridad alimentaria cuando las personas tienen en todo momento acceso físico y económico a suficientes alimentos inocuos y nutritivos para satisfacer sus necesidades alimenticias con el fin de llevar una vida sana y activa (FAO, 2018).

Los elementos que considera la seguridad alimentaria son: una oferta adecuada de alimentos disponibles todo el año en la comunidad y a nivel nacional; los hogares deben tener acceso físico y económico a una cantidad, calidad y variedad suficiente de alimentos. Por último, los responsables del hogar y los encargados en la preparación de los alimentos deben tener el tiempo, el conocimiento y la motivación para asegurar que las necesidades alimenticias de todos los miembros de la familia sean adecuadamente satisfechas (CONEVAL, 2010). Cuando la población está limitada en el acceso de alimentos ocurre la inseguridad alimentaria. Esta definición de seguridad alimentaria plantea cuatro dimensiones: disponibilidad física de los alimentos, acceso físico y económico a los alimentos, utilización de los alimentos y la estabilidad en el tiempo de las tres dimensiones anteriores (Cuadro 1).

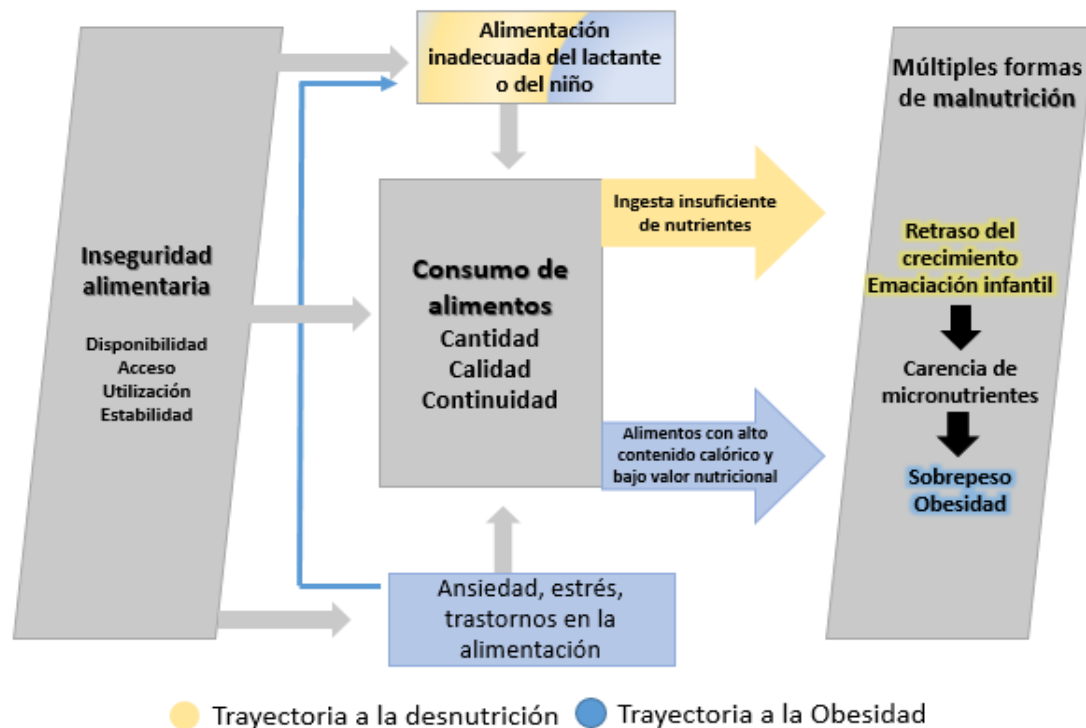
Cuadro 1. Dimensiones de la seguridad alimentaria de acuerdo con la FAO

Disponibilidad	Se evalúa en función del nivel de producción de alimentos, los niveles de las existencias y el comercio neto.
Acceso	Se refiere a la presencia física de alimentos en los hogares, ya sea por producción propia o porque los alimentos puedan ser comprados por las personas.
Utilización	Se refiere a la forma en la que el cuerpo aprovecha los diversos nutrimentos presentes en los alimentos, las buenas prácticas de salud y alimentación, la correcta preparación de los alimentos, la diversidad de la dieta y la buena distribución de los alimentos dentro de los hogares.
Estabilidad	Se refiere a las condiciones favorables y permanentes en el tiempo en lo que respecta al acceso, disponibilidad y utilización de los alimentos en los hogares.

Fuente: FAO, 2011; González, 2016.

El acceso insuficiente a los alimentos y en particular, a alimentos saludables contribuye a la subalimentación, aumenta el riesgo de bajo peso al nacer, de retraso del crecimiento infantil y de anemia en mujeres en edad reproductiva. Además, está relacionado con el sobrepeso en las niñas en edad escolar y la obesidad entre las mujeres, en especial en los países de ingresos medianos y altos (OMS, 2018).

Existen dos vías que llevan desde el acceso inadecuado de alimentos hasta la malnutrición: uno que va desde la inseguridad alimentaria hasta la subalimentación y otro que conduce al sobrepeso y la obesidad (Figura 1).



Fuente: Modificada de FAO, 2018

Figura 1. Trayectoria hacia la Inseguridad Alimentaria.

La inseguridad alimentaria (acceso inestable a los alimentos) puede contribuir a la emaciación, al retraso del crecimiento infantil y las carencias de micronutrientes, al afectar negativamente a un consumo suficiente de alimentos. Una dieta caracterizada por la ingesta insuficiente de calorías, proteínas, vitaminas y minerales impedirá el crecimiento y el desarrollo de los niños.

El acceso a alimentos inocuos, nutritivos y suficientes se debe considerar como un derecho humano, dando prioridad a los más vulnerables. Las políticas deben prestar especial atención a la seguridad alimentaria y la nutrición de los niños menores de cinco años, los niños en edad escolar, las adolescentes y las mujeres, esto con miras a detener y revertir el ciclo intergeneracional de la malnutrición. Se necesita un cambio hacia la agricultura que tiene en cuenta la nutrición y los sistemas alimentarios o cadenas de suministros que proporcionan alimentos inocuos y de calidad, promoviendo dietas saludables para todos (UNICEF, 2018).

4.1.4. Malnutrición

Se entiende como las deprivaciones, excesos y/o los desequilibrios de la ingesta calórica y de nutrimentos de una persona. Existen diversas patologías relacionadas a las múltiples formas de malnutrición; entre ellas: desnutrición, emaciación, retraso del crecimiento y carencia de vitaminas o minerales. En México ésta entidad afecta al 12 % de la población total (FAO, 2018).

4.1.4.1. Desnutrición

La OMS (2008) la define como una condición patológica la cual puede resultar reversible o no, ocasionada por la carencia de múltiples nutrimentos derivada de un desequilibrio provocado por un insuficiente aporte de energía, un gasto excesivo, o la combinación de ambos, que afecta en cualquier etapa del ciclo vital y en especial a poblaciones vulnerables. Se clasifica de acuerdo a su etiología en primaria y secundaria, y de acuerdo a su intensidad: leve, moderada y severa.

4.1.4.2. Emaciación

Es una forma de desnutrición aguda donde existe un peso insuficiente con respecto a la talla, depleción de masa muscular y panículo adiposo. Además, se evidencian otros signos que evidencian carencia de nutrimentos (Machado *et al.*, 2012). Se clasifica en moderada (presencia de emaciación moderada o de un perímetro braquial inferior a 125 mm, pero no inferior a 115 mm) y grave (perímetro braquial inferior a 115 mm) en función de los patrones de crecimiento relativos al peso en función de la estatura. De acuerdo con los datos de prevalencia nacionales se estima que, en cualquier instante dado, en todo el mundo hay 52 millones de niños menores de 5 años con emaciación, 17 millones de ellos con emaciación grave (OMS, 2017).

4.1.4.3. Retraso del crecimiento

La talla insuficiente respecto de la edad se denomina retraso del crecimiento. Esta resulta como consecuencia de una desnutrición que se ha presentado por un largo periodo de tiempo de forma continua o recurrente. Se encuentra aunado a condiciones socioeconómicas deficientes, una nutrición y una salud de la madre deficientes, a la recurrencia de enfermedades y/o a una alimentación o unos cuidados no apropiados para el lactante y el niño pequeño. El retraso del crecimiento impide que los niños desarrollen plenamente su potencial físico y cognitivo (FAO, 2018).

Adicional a éstas formas de malnutrición, existen otras relacionadas con los micronutrientes, que incluye las carencias de micronutrientes (la falta de vitaminas o minerales importantes) o el exceso de micronutrientes, el sobrepeso, la obesidad y las enfermedades no transmisibles relacionadas con la alimentación (como las cardiopatías, la diabetes y algunos cánceres).

4.1.5. Anemia

Se define anemia a la disminución del contenido de hemoglobina (Hb) en sangre o del número de hematíes como consecuencia de la pérdida de sangre en el organismo o a la alteración de la producción o destrucción de los propios hematíes (hemólisis). La OMS, ha establecido rangos de referencias normales dependiendo de la edad y sexo. (Cuadro 2). De acuerdo a estos criterios se considera que existe anemia cuando la Hb sea <13.0 g/dl en hombres, <12.0 g/dl en mujeres (no embarazadas) y <11.5 g/dl en niños.

Cuadro 2. Puntos de corte para clasificar anemia

Género	Grupo de edad	Anemia		
		Leve	Moderada	Grave
Mujeres (no embarazadas)	> 15 años	11-11.9	8-10.9	< 8.0
Niños	5-11 años	11-11.4	8-10.9	< 8.0

Fuente: Adaptada de Consejo de Salubridad General. México, 2010; OMS, 2011.

La expresión clínica de la anemia es el resultado de la disminución de oxígeno a nivel tisular, y sus signos y síntomas específicos representan respuestas cardiovasculares compensadoras según la gravedad y la duración que ésta tenga. Algunos de estos síntomas son: cefalea, palidez cutáneo mucosa, fatiga, calambres musculares, cansancio generalizado entre otras. La anemia se debe comúnmente a deficiencias de hierro, de ácido fólico y de vitamina B12 y proteínas. Existen otras causas menos frecuentes como son: anemia por defectos congénitos en la producción de hemoglobina.

4.1.5.1. Anemia por déficit de hierro (Fe)

Es la causa más frecuente de anemia en el mundo, tanto en los países altamente desarrollados como en los de bajos ingresos socioeconómicos (Cardero *et al.*, 2009). La anemia por déficit de hierro es el resultado por un tiempo considerable de una disminución o falta de este mineral en el organismo y afecta a las poblaciones más vulnerables como son: niños y mujeres. Mientras el hierro disponible se va agotando, aparecen los síntomas característicos ya explicados anteriormente (Ruiz, 2009). Por tanto, es importante mantener las concentraciones adecuadas de hierro, ya que éste se encarga de transportar el oxígeno a los tejidos, unido a la hemoglobina. Este importante papel que desempeña en nuestro organismo convierte al hierro en un mineral esencial que se debe incluir diariamente en la alimentación (Cuadro 3), a través de una dieta variada, según los expertos en nutrición (Bourges y Casanueva, 2002).

Cuadro 3. Ingesta diaria recomendada de nutrimentos orgánicos (Fe) para la población mexicana

Grupo	Rango de edad	Requerimientos de Fe
Mujeres	14-18 años	22 mg
	19-30 años	21 mg
	30-50 años	21 mg
Niños	7-12 meses	16 mg
	1-3 años	13 mg
	4-8 años	15 mg

Fuente: Adaptado de Bourges y Casanueva, 2002.

4.2. MARCO DE REFERENCIA

4.2.1. *Moringa oleifera* como fuente de hierro

Alfaro (2006), realizó una investigación sobre el rendimiento y uso potencial de moringa en la producción de alimentos de alto valor nutritivo para su utilización en comunidades de alta vulnerabilidad alimentaria-nutricional de Guatemala. La finalidad de la investigación fue determinar el valor nutritivo de moringa y su adaptación a diferentes condiciones edafo-climáticas, así como las posibilidades de procesamiento mediante la utilización de tecnologías apropiadas en cuatro municipios de alta vulnerabilidad alimentaria nutricional.

Por otro lado, Fernández (2010), evaluó el efecto de un suplemento elaborado con hojas de moringa, sobre la prevalencia de deficiencia de vitamina A, hierro y zinc en 51 preescolares con riesgo de desnutrición en zonas marginadas de la costa de Hermosillo, México. El grupo suplementado disminuyó la deficiencia de vitamina A de un 40% a 14% y los niveles de hemoglobina se mantuvieron estables a respecto del grupo testigo.

Sindhu, Mangala y Sherry (2013), evaluaron el efecto de moringa en el tratamiento de anemia por deficiencia de hierro en un grupo de mujeres de edad reproductiva. El estudio se realizó en zonas rurales y suburbanas de Bangalore. El estudio mostró que los niveles de hemoglobina de las mujeres en grupo de edad reproductiva tuvieron una significativa mejora después de la intervención con moringa, por tanto, concluye que podría ser promovido en la comunidad como un profiláctico y una suplementación dietética en mujeres anémicas.

5. LITERATURA CITADA

Ávila, A., Chávez, A., Shamah, T., y Madrigal, H. 1993. La desnutrición infantil en el medio rural mexicano: análisis de las encuestas nacionales de alimentación. *Salud Pública de México* 35: 658-666.

- Arnold, M. y F. Osorio. 1998. Introducción a los conceptos básicos de la teoría general de sistemas. Cinta Moebio 3:40-49.
- Alfaro, V. N., y W. Martínez. 2006. Informe final: Rendimiento y uso potencial de Paraíso Blanco, *Moringa oleifera* Lam. en la producción de alimentos de alto valor nutritivo para la utilización en comunidades de alta vulnerabilidad alimentaria de Guatemala. Proyecto Fodecyt 26: 1-136.
- Bourges, H. R., y E. Casanueva. 2002. Pautas para la orientación alimentaria en México. *In: El ABCD de la evaluación del estado de la nutrición.* (ed). A. Suverza y K. Haua. México. pp: 56-75.
- Boletín Epidemiológico de la Secretaría de Salud. Disponible en: <https://www.gob.mx/salud/acciones-y-programas/direccion-general-de-epidemiologia-boletin-epidemiologico> Consultado 10 de febrero de 2019.
- Cardero R, Y., R. Sarmiento G., y A. Selva C. 2009. Importancia del consumo de hierro y vitamina C para la prevención de la anemia ferropénica. MEDISAN 6: 1-13.
- Canett R, R., V. H. Domínguez C., y G. Torres M. 2016. Aspectos importantes de *Moringa oleifera*: una alternativa para tratar la anemia por deficiencia de hierro. Revista de Ciencias Biológicas y de salud 1: 3-9.
- Consejo de Salubridad General. 2010. Prevención, diagnóstico y tratamiento de la anemia por deficiencia de hierro en adultos y niños. Disponible en http://www.cenetec.salud.gob.mx/descargas/gpc/CatalogoMaestro/415_IMSS_10_Anemia_def_hierro_May2a/GRR_IMSS_415_10.pdf Consultado 10 de febrero de 2019.
- Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL). 2017. Disponible en: <https://www.forbes.com.mx/los-10-estados-con-mas-pobres-en-mexico/> Consultado 11 de enero de 2019.
- ENSANUT (Encuesta Nacional de Salud y Nutrición). 2012. Estado de nutrición, anemia, seguridad alimentaria en la población mexicana. Instituto Nacional de Salud Pública. 200 pág.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación). 2011. La seguridad alimentaria: información para la toma de decisiones. Guía práctica. Disponible en: <http://www.fao.org/3/al936s/al936s00.pdf> consultado el 18 de mayo de 2019.

- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación). 2016. La biodiversidad para el mantenimiento de los agroecosistemas. Disponible en: ftp://ftp.fao.org/paia/biodiversity/agroeco_biod_es.pdf. Consultado el 01 mayo 2019.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación). 2018. El estado de la seguridad alimentaria y la nutrición en el mundo. Fomentando la resiliencia climática en aras de la seguridad alimentaria y la nutrición. FAO, Roma. Disponible en: <http://www.fao.org/3/I9553ES/i9553es.pdf>, Consultado el 01 de marzo 2019.
- Fernández, I.V. 2010. *Moringa oleifera* y su impacto en el estado nutricional de vitamina A, hierro y zinc en preescolares: Estudio piloto. Tesis de Maestría, Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, Hermosillo, Sonora.
- Foidl, N., P. S. Makkar., y K. Becker. 2001. The potential of *Moringa oleifera* for agricultural and industrial uses. *In: The miracle tree: The multiple attributes of Moringa*. Wageningen, The Netherlands. pp 45.
- Fuglie, L. J. 2001. The miracle tree. *Moringa oleifera*. *In: Natural nutrition for the tropics training manual*. (ed) New York: Church World Service. Dakar, Senegal.
- Guesry, R. P. 2005. Impact of functional food. *Forum Nutritional*. 57: 73-83.
- Greco, S. y A. Tonollini. 2012. Agroecosistemas. Agroecología y Ambientes Rurales Ingeniería en Recursos Naturales Renovables . Consultado en: http://campus.fca.uncu.edu.ar/pluginfile.php/11356/mod_resource/content/0/Agroecosistemas2012.pdf el día 01 de mayo de 2019.
- González M, A. D. 2016. Validación de un instrumento para evaluar la seguridad alimentaria familiar en comunidades indígenas. Estudio piloto. Universidad Autónoma De San Luis Potosí. San Luis Potosí, México.
- Hunter, D y D. Fanzo. 2012. Agricultural biodiversity, diverse diets and improving nutrition. *In: Diversifying food and Diets. Using agricultural biodiversity to improve nutrition and health*. (ed) Routledge Taylor & Francis Group. Biodiversity International, New York. 1-13 p.
- Lockett, C. T., C. C. Calvert., y L. E. Grivetti. 2000. Energy and micronutrient composition of dietary and medicinal wild plants consumed during drought: Study of rural Fulani, Northeastern Nigeria. *International Journal of Food Science and Nutrition* 51:195-208.
- Mahmood, K. T., T. Mugal., y I. Ul Haq. 2010. *Moringa oleifera*: a natural gift: a review. *Journal of Pharmaceutical Sciences and Research* 2:775-781.

- Machado, K., A. Montano., y M. Armúa. 2012. Valoración del crecimiento y el estado nutricional en el niño. *Tendencias en Medicina* 41: 30-37.
- OMS (Organización Mundial de Salud). 2008. Definición desnutrición. <http://www.spp.org.py/revistas/ed.html> consultado el 01 de diciembre de 2017.
- OMS (Organización Mundial de Salud). 2017. Metas mundiales de nutrición 2025: documento normativo sobre emaciación disponible en: https://www.fundacionbengoa.org/publicaciones/WHO_NMH_NHD_14.8_spa.pdf consultado el 22 de julio de 2019.
- OMS (Organización Mundial de Salud). 2018. El estado de la seguridad alimentaria y la nutrición en el mundo. Fomentando la resiliencia climática en aras de la seguridad alimentaria y la nutrición. FAO, Roma. Disponible en: <http://www.fao.org/3/I9553ES/i9553es.pdf>, Consultado el 01 de marzo 2019.
- Olson M., y J. Fahey. 2011. *Moringa oleifera*: un árbol multiusos para las zonas tropicales secas. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 82:1071-1082.
- Ortega, I. E. 2015. Mapa de vulnerabilidad a la inseguridad alimentaria y nutricional. Tesis de Maestría. Universidad Veracruzana. Veracruz, México.
- OCDE (Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico). 2015. Pobreza en México. Consultado en: <https://thp.org.mx/mas-informacion/datos-de-hambre-y-pobreza/> el día 01 de julio de 2019.
- OXFAM. 2018. MÉXICO justo: Propuestas de políticas públicas para combatir la desigualdad. Consultado en: <https://www.oxfamMexico.org/sites/default/files/Informe%20Me%CC%81xico-DAVOS-reducido.pdf> el día 01 de julio de 2019.
- Ruiz R, O. 1993. Agroecosistema. Término, concepto y su definición bajo el enfoque agroecológico y sistémico. In: Seminario Internacional de Agroecología. UACH. Estado de México. pp. 29-31.
- Ruiz, G. 2009. Fundamentos de hematología. 4th ed. Editorial médica panamericana. México. Pp 37-38
- Ruiz, H. R. 2016. Crecimiento y producción de biomasa de *Moringa oleifera* Lam. bajo diferentes condiciones de manejo en la zona centro de Veracruz, México. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. Veracruz, México.

- Santilli-Da Rocha, J. F. 2009. Agrobiodiversidade e direitos dos agricultores. Tese de doutoramento. Programa de Pós-Graduação em Direito. Pontifícia Universidade Católica Do Paraná, Brasil. 409p.
- Sindhu, S., Mangala, S., y Sherry, B. 2013. Efficacy of *Moringa oleifera* in treating iron deficiency anemia in women of reproductive age group. International Journal Of Phytotherapy Research 3: 1-19.
- Soriano, A., y M. R. Aguilar. 1998. Estructura y funcionamiento de agroecosistemas. Ciencia e Investigación 50:63-74.
- Tété-Benissan, A., M. L. Quashie., K. Lawson-Evi., K. Kokou., y M. Gbeassor. 2012. Nutritional recovery of HIV positive and HIV negative undernourished patients utilizing *Moringa oleifera* leaves. Journal of Animal and Plant Sciences 15: 2184- 2199.
- Termote C, M., B. Bwama M., B. Dhed'a D., L. Huybregts., C. Lachat, P. Kolsteren y P. Van D. 2012. A biodiverse rich environment does not contribute to a better diet: a case study from DR Congo. PloS ONE 7, (1): e30533. Doi: 10.1371/journal.pone.0030533
- UNICEF (Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia). 2018. El estado de la seguridad alimentaria y la nutrición en el mundo. Fomentando la resiliencia climática en aras de la seguridad alimentaria y la nutrición. FAO, Roma. Disponible en: <http://www.fao.org/3/I9553ES/i9553es.pdf>, Consultado el 01 de marzo 2019.

CAPÍTULO I. ESTADO DEL ARTE DE *Moringa oleifera* Lam. Y SU POTENCIAL NUTRITIVO EN LA SALUD HUMANA

RESUMEN

Moringa (*Moringa oleifera* Lam.) es la especie de mayor popularidad del género *Moringa*. Su origen se sitúa en la India, Afganistán, Bangladesh y Pakistán. Actualmente, se desconoce el impacto significativo que tiene la moringa en la salud y en otros campos de la ciencia. Es imprescindible contar con la información completa sobre su biología, variedades, usos y aplicaciones para que el potencial de la planta pueda ser utilizado al máximo. El objetivo de esta revisión fue explorar los diversos estudios publicados en revistas con alto impacto nacional e internacional, sobre la beneficios, importancia y potencial nutracéutico de ésta planta a nivel global. Se utilizó una revisión sistemática de artículos científicos, revistas indexadas, libros de biología, medicina herbolaria y tropical de editoriales con alto impacto científico como son: Scielo, Redalyc, Elsevier, Sciencedirect, entre otras. Los resultados indicaron las propiedades antiinflamatorias, antihipertensivas, hipoglucemiantes de *Moringa oleifera*, además que coadyuva al aumento de hierro en anemias por déficit de este mineral. Por ello, ésta planta ha tomado importancia en centros de investigación en México y a nivel internacional para los estudios acerca de su producción, procesos de transformación y comercialización en distintos productos que favorezcan su potencial nutracéutico en el consumo humano y animal.

Palabras clave: Moringa, multidisciplina, beneficios, salud, potencial nutracéutico

CHAPTER I. STATE OF THE ART OF *Moringa oleifera* Lam. AND ITS NUTRITIVE POTENTIAL IN HUMAN HEALTH

ABSTRACT

Moringa (*Moringa oleifera* Lam.) is the most frequent species of the genus *Moringa*. Its origin center is in India, Afghanistan, Bangladesh and Pakistan. Currently, the significant impact that moringa has on people's health and other fields of the science is unknown. It is essential to have complete information about its biology, varieties, uses and health applications so that the potential of the plant can be fully used. The objective of this essay was to explore the various studies published in journals with high national and international impact, on the benefits, importance and nutraceutical potential of this plant globally. This is a systematic review of scientific articles, indexed journals, biology books, herbal and tropical medicine from publishers with high scientific impact such as: Scielo, Redalyc, Elsevier, Scencedirect, among others. The results indicated the anti-inflammatory, antihypertensive, hypoglycemic properties of *Moringa oleifera*, in addition it contributes to the increase iron in anemias due to deficit of this mineral. Therefore, this plant is quite important in research centers in Mexico and at international level for its research on production, transformation processes in different products that favor its nutraceutical potential in human health and animal consumption.

Keywords: *Moringa*, multidiscipline, benefits, health, nutraceutical potential.

1.1. INTRODUCCIÓN

Moringa (*Moringa oleifera* Lam.) es la especie de mayor popularidad del género moringa. Su origen puede situarse al sur del Himalaya, el noreste de la India, Afganistán, Bangladesh y Pakistán. Actualmente se distribuye en gran parte del mundo. En Centroamérica se introdujo como especie ornamental en los años XX (Foidl *et al.*, 1999).

Actualmente existe un auge del cultivo de moringa a nivel mundial (Fuglie, 2001). El árbol ha llegado a México en forma de semillas desde África y la India, generalmente para su cultivo en campos especializados, con la finalidad de cosechar hojas. Sin embargo, en los últimos años ha incrementado su producción con fines comerciales (Olson y Fahey, 2011).

Actualmente, se desconoce el impacto significativo que tiene la moringa en la salud y en otras áreas especializadas, ya que durante los últimos años se han realizado diversas investigaciones enfocadas al estudio de ésta planta y se han publicado numerosos reportes sobre la evaluación científica de los procesos de utilización así como la identificación de principios activos y mecanismos de acción, lo que ha permitido explicar muchos de los efectos benéficos previamente conocidos, optimizar su explotación y proponer nuevas aplicaciones. Sin embargo, algunos usos aún no han sido confirmados científicamente y requieren de investigación futura.

Es imprescindible contar con la información completa sobre su biología, variedades, usos y aplicaciones para que el potencial de la planta pueda ser utilizado al máximo.

Es por esto, que esta investigación tuvo como propósito revisar los diversos estudios publicados en revistas con alto impacto nacional e internacional, sobre la beneficios, importancia y potencial nutracéutico de *Moringa oleifera* Lam.

1.2. MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizó una revisión sistemática de artículos científicos, revistas indexadas, libros de biología, medicina herbolaria y tropical de editoriales nacionales e internacionales reconocidas como: Scielo, Redalyc, Elsevier, Sciencedirect, entre otras.

Se utilizó una técnica exploratoria y analítica para la recolección de información relevante sobre los conocimientos existentes, actualizados y efectivos.

Los trabajos se separaron de acuerdo a los tópicos siguientes: Generalidades agronómicas y agroecológicas de *Moringa oleifera*, usos medicinales de moringa, usos en alimentación y otros usos. Los temas se analizaron comparando las investigaciones realizadas por tópico y por tema resaltando los aportes más significativos en cada área del conocimiento particularmente en temas de la salud.

Mediante una técnica comparativa se sintetizó la información relevante lo que permitió establecer los pasos o guías necesarias que permitieron la creación de la metodología propuesta en esta revisión de literatura.

1.3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1.3.1. Generalidades de la planta

En el Cuadro 4, se presenta la clasificación taxonómica de la moringa de acuerdo a su familia, origen, clase, género y especies.

1.3.1.1. Clasificación taxonómica de la moringa

Cuadro 4. Clasificación taxonómica de la moringa

Familia	Moringáceas
Origen	Capparidales
Clase	Magnoleopsida
Género	Moringa
Especies	<i>arborea</i> , <i>concanensis</i> , <i>drocanensis</i> , <i>drouhardii</i> , <i>hildebrandtii</i> , <i>pygmaea</i> , <i>peregrina</i> , <i>ovalaifolia</i> , <i>rospoliana</i> , <i>stenopetala</i> , <i>rivae</i> , <i>oleifera</i> , <i>borziana</i>

Fuente: Liñán, 2010.

1.3.1.2. Nomenclatura

Nombre científico: *Moringa oleifera* Lam (García-Roa, 2003).

Nombres comunes: Se conoce como: paraíso blanco, acacia, árbol de las perlas, chinto borrego, flor de Jacinto, paraíso de España, paraíso extranjero, paraíso francés, perlas de oriente, San Jacinto, libertad, árbol de mostaza, árbol de rábano picante, maringa calalu, marango, moringa, palo jeringa, carague o carango. En Guatemala también es conocido con los siguientes nombres: arango, badumbo, brotón, caraño, jazmín, palo blanco, paraíso, tamarindo cimarrón, tamarindo extranjero (Alfaro, 2006). En México se le conoce como moringa esencialmente.

1.3.2. Generalidades agronómicas y agroecológicas de *Moringa oleifera* Lam.

1.3.2.1. Descripción botánica del cultivo de moringa

Es un árbol grande y frondoso, que puede medir 10 metros de altura (Figura 2), la corteza es blanquecina, el tronco es generalmente espeso e irregular en tamaño y forma. Las hojas son compuestas, de unos 20 cm de largo, con hojuelas delgadas, oblongas u ovaladas de 1 a 2 cm de largo y de color verde claro. Las flores son de color crema, muy numerosas y fragantes que miden de 1 a 1.5 cm de largo. Éstas se encuentran agrupadas y están compuestas por sépalos lineales a lineal-oblongo, de 9 a 13 mm de largo. Los pétalos son un poco más grandes que los sépalos. (CONCYT, 2008).



Figura 2. Árboles de *Moringa oleifera* Lam. con fines comerciales en Soledad de Doblado, Ver.

El fruto es una cápsula colgante color castaño, triangular, con 30 cm de largo y 1.8 cm de diámetro. Las semillas son de color castaño oscuro con tres alas blancas delgadas. La raíz es principalmente gruesa. El árbol florece y produce semillas durante todo el año. (Reyes, 2004).

1.3.2.2. Condiciones agroclimáticas del cultivo de moringa

El árbol de moringa es muy versátil, aporta una elevada cantidad de nutrimentos al suelo, además de protegerlo de factores externos como la erosión, la desecación y las altas temperaturas. Se puede cultivar en climas cálidos, húmedos y lluviosos. Es un árbol de fácil crecimiento; sin embargo, se ve afectado en las temperaturas frescas disminuyendo su velocidad de crecimiento y desarrollo. Se cultiva mejor en el sol y no en la sombra. Las partes de la planta de mayor uso para consumo son las semillas y hojas. Las hojas de las plantas son las más usadas y las de mayor valor nutritivo (Fuglie, 2001).

En general se puede decir que es una especie de gran plasticidad ecológica, ya que se encuentra localizada en diferentes condiciones de suelo, precipitación y temperatura (Pérez *et al.*, 2010). moringa crece en lugares con precipitaciones que varían desde 250 hasta 3,000 mm de lluvia y con alturas de hasta 1,110 msnm. Este árbol puede desarrollarse en una amplia variedad de tipos de suelo, pero prefiere los suelos bien drenados, arenosos o francos. Tolera suelos arcillosos, pero no puede tolerar el anegamiento durante un periodo prolongado de tiempo. Cuando la planta encuentra condiciones óptimas de humedad y nutrimentos puede crecer hasta más de tres metros en nueve meses (García, 2003).

El desarrollo de este cultivo está asociado al tipo de clima, suelo, pH y manejo. Las sumas de éstos factores determinan la altura, el diámetro del tallo y la producción de biomasa (Martínez *et al.*, 2014). Por ello, la moringa puede llegar a alcanzar grandes rendimientos en altas densidades y en diferentes frecuencias de corte (Castillo *et al.*, 2013). La altura de corte más recomendada es de 1.0 m a 1.50 m (Ruiz, 2016). Aunado a esto, a mayor frecuencia de corte existe mayor concentración de proteína encontrándose hasta el 22.8% de proteína en periodos de cosecha de 75 días (Reyes, 2006) y 23-27% de proteína cruda en hojas en periodos de corte de 100 días

(González, 2013). En periodos de cosecha más largos hay mayor porcentaje de nutrimentos (Bamishaiye *et al.*, 2011).

En las temperaturas menores de 14 °C no florece y solamente se puede reproducir vegetativamente (por estacas) a diferencia de los meses más cálidos donde tolera temperaturas de 38 °C a 48 °C. Por otra parte, García-Roa (2003) explica que *M. oleifera* es resistente al frío por corto tiempo, y no menos de 2 a 3 °C.

1.3.2.3. Distribución de la moringa

En México actualmente es parte de la horticultura tradicional desde hace mucho tiempo, principalmente con fines ornamentales por lo que es posible encontrarla abundantemente en los pueblos de toda la costa del Pacífico, desde el sur de Sonora hasta Chiapas, incluyendo el sur de la península de Baja California (al sur de La Paz y de Todos Santos) (Navie y Csuerhes, 2010). Los ejemplares de moringa son especialmente abundantes y frondosos en las llanuras calientes del sur del istmo de Tehuantepec. Además, gracias a la distribución cultivada, la moringa es una planta característica de zonas cálidas que nunca sufren heladas. En general, prospera mejor por debajo de los 500 msnm y crece muy poco cuando se cultiva a altitudes mayores a 1,500 metros (Olson y Fahey, 2011).

1.3.3. Usos medicinales de *Moringa oleifera*

1.3.3.1. Actividad antimicrobiana

Existen al menos 616 trabajos publicados sobre la actividad antimicrobiana de las distintas partes de la planta sobre diferentes microorganismos. Al respecto, Cáceres *et al.*, (1991) demostraron la inhibición del crecimiento de *Pseudomonas aeruginosa* y *Staphylococcus aureus* por extractos acuosos de las hojas. Por otra parte, Chuang (2007) demostró la actividad antifúngica de aceites esenciales de las hojas y de extractos alcohólicos de las semillas y las hojas contra dermatofitos como *Trichophyton rubrum* y *Trichophyton mentagrophytes*.

En una investigación muy reciente realizada en Kenya se demostró la actividad antimicrobiana de extractos de semillas de moringa sobre las bacterias *Salmonella typhi*, *Vibrio cholerae* y *Escherichia coli*, causantes de la fiebre tifoidea, el cólera y la gastroenteritis, respectivamente. Este resultado puede tener un gran impacto, ya que se trata de agentes antimicrobianos naturales que constituyen un método económico y sostenible para el testigo de enfermedades, además de mejorar la calidad de vida en comunidades con altos índices de marginación.

1.3.3.2. Actividad anticancerígena

Los efectos de los extractos de esta planta en la prevención del cáncer se deben a la presencia de fitoquímicos que modulan la actividad de las enzimas, lo que facilita la detoxificación y garantiza la actividad antitumoral. Por ejemplo, se ha comprobado la acción inhibitoria del 4-(4'-O-acetil- α -L-ramnopiranosiloxi)-isotiocionato de bencilo y de la niacimicina sobre los ésteres forbólicos responsables de la activación temprana de antígenos en células linfoblastoides (Guevara, Vargas y Sakurai, 1999). Al respecto en revistas de altos impacto se han publicado más de 300 artículos con el tópico de las propiedades anticancerígenas de esta planta.

1.3.3.3. Actividad antioxidante

Las plantas contienen compuestos antioxidantes como los carotenoides, tocoferoles, ascorbatos y fenoles que pueden atenuar el daño oxidativo; ya sea de manera indirecta, al activar las defensas celulares, o directa, al eliminar los radicales libres. Las diferentes partes de moringa contienen más de 40 compuestos con actividad antioxidante las cuales han sido publicado en casi 900 trabajos.

Diferentes estudios han demostrado que los extractos de hojas, frutos y semillas de moringa, debido a sus propiedades antioxidantes, protegen las células vivas del daño oxidativo del ADN asociado con el envejecimiento, el cáncer y las enfermedades degenerativas (Singh *et al.*, 2009). También se ha demostrado que dichos extractos inhiben la peroxidación lipídica, por tanto, se ha propuesto a la moringa como un candidato ideal para las industrias farmacéutica, nutracéutica y de alimentos funcionales.

1.3.3.4. Actividad antiinflamatoria

Se ha comprobado el efecto protector de semillas de moringa contra diferentes condiciones patológicas inflamatorias. Los extractos de las semillas suprimen varios mediadores inflamatorios involucrados en patologías como la artritis crónica. Además, los flavonoides de moringa incrementan la densidad ósea, lo que permite prevenir la osteoporosis. Sin embargo, todos éstos efectos han sido demostrados en estudios experimentales en animales por lo que hace falta mayor evidencia científica en humanos (Mehta y Agrawal, 2008).

1.3.3.5. Actividad hipoglucemiante y antihipertensiva

Las hojas de moringa presentan actividad hipoglucemiante e hipotensora de lo cual existe evidencia científica en aproximadamente 34 artículos publicados, además de presentar otras actividades biológicas.

Francis *et al.*, (2004) lograron aislar y purificar a partir de frutos de esta planta ocho compuestos biológicamente activos, de los cuales un tiocarbamato, dos carbamatos y un fenilglucósido estimularon la secreción de insulina en células pancreáticas β de ratas.

El alto contenido de vitaminas en la moringa es esencial en su uso para la terapia de la diabetes. La vitamina D es fundamental para el funcionamiento correcto del páncreas y la secreción de insulina. La presencia de β -caroteno reduce el riesgo de ceguera en diabéticos.

La vitamina B-12 es útil en el tratamiento de la neuropatía diabética y la vitamina C previene la acumulación de sorbitol y la glicosilación de las proteínas, dos factores muy importantes en el desarrollo de complicaciones diabéticas como las cataratas.

1.3.3.6. Actividad en el incremento de Hierro

Teté-Benissan *et al.* (2012), determinaron el efecto de moringa en la evolución del perfil del hemograma en niños desnutridos VIH positivos de Togo. El uso de moringa aumentó significativamente el índice de masa corporal (IMC), el peso varió de 1.5 a 2.0 kg y la altura de

1.8 a 4.0 cm en los pacientes. El análisis del hemograma reveló que el consumo de ésta planta permitió un aumento significativo de glóbulos rojos (RBC), hemoglobina (HB), hematocrito (HCT), volumen celular medio (MCV), concentración media de hemoglobina celular.

En un estudio realizado por Cannett (2015), se determinó que la absorción de hierro aumenta con la presencia de vitamina A y C, así como con tratamientos térmicos antes de su consumo. Debido a la cantidad elevada de nutrimentos que contiene la moringa se podría utilizar para combatir déficits nutricionales, en especial la anemia por deficiencia de hierro.

Es de interés el enfoque sobre el estudio de las partes de esta planta a corto, mediano y largo plazo, así como sus repercusiones en el ser humano, en especial los efectos de nutrimentos que proporcionen bienestar a la población.

1.3.4. Usos de *Moringa oleifera* en alimentación

A nivel alimenticio, la moringa tiene gran importancia, ya que tiene todos los aminoácidos, vitaminas y minerales valiosos entre otras propiedades nutritivas. Además de poseer un amplio uso medicinal, exige poco cuidado agrícola, crece rápidamente (hasta alcanzar entre 3 y 5 metros en un año) y es resistente a la sequía. Esta última característica, unida al bajo costo de producción, la hace ideal para cultivarla en extensas zonas desérticas o semidesérticas, donde existen graves problemas de hambre, desnutrición y subalimentación (González, 2009).

Las vainas, las hojas, las flores, las raíces y el aceite son altamente apreciados por su valor nutritivo y se utilizan para la elaboración de diferentes platos en diversas partes del mundo (Ghazali y Mohammed, 2011).

Las hojas deshidratadas y pulverizadas aportan a la dieta un alto valor nutritivo y pueden incluirse en diferentes preparaciones alimenticias sin interferir en el sabor y gusto de la preparación. Las hojas de moringa poseen un porcentaje superior al 20% de proteínas esto es similar al contenido en el huevo o el doble que la leche, cuatro veces la cantidad de vitamina “A” de las zanahorias y de la cantidad de calcio de la leche, siete veces la cantidad de vitamina

“C” de las naranjas, tres veces más potasio que los plátanos, cantidades significativas de hierro, fósforo y otros elementos (CENADOJ, 2005).

Las nutrimentos, vitaminas y aminoácidos son mostraron en el Cuadro 5, 6, 7 y 8.



Figura 3. Hoja característica de moringa (*Moringa oleifera* Lam.)

Cuadro 5. Contenido de macronutrimentos en hojas en polvo de *Moringa oleifera* en 100 g de porción comestible por diversos autores.

Nutriente	Polvo de hojas secas			
	Fluglie (2001)	Owusu <i>et al.</i> (2008)	Del Toro Martínez (2016)	Pérez (2012)
Humedad (%)	7.5	-	5	4.8
Proteína (g)	27.1	27.5	19.50	33.5
Grasa (g)	2.3	2.2	5.70	9.75
Fibra (g)	19.2	12.1	7.80	7.48
Hidratos de carbono (g)	38.2	43.9	52.10	-
Cenizas (g)	-	7.1	9.90	3.61

Fuente: Fluglie ¹, 2001; Owusu² *et al.* 2008; Del Toro Martínez ³, 2016; Pérez ⁴, 2012.

Cuadro 6. Contenido de vitaminas y minerales en hojas de moringa en 100 g de porción comestible

Vitaminas/minerales	Hojas frescas	Hojas secas
Caroteno	6.78 mg	18.9 mg
Tiamina (B1)	0.06 mg	2.64 mg
Riboflavina(B2)	0.05 mg	20.5 mg
Niacina (B3)	0.8 mg	8.2 mg
Vitamina C	220 mg	17.3 mg
Calcio	440 mg	2,003 mg
Calorías	92 cal	205 cal
Hidratos de carbono	12.5 g	38.2 g
Cobre	0.07 mg	0.57 mg
Grasa	1.70 g	2.3 g
Fibra	0.90 g	19.2 g
Hierro	0.85 mg	28.2 mg
Magnesio	42 mg	368 mg
Fosforo	70 mg	204 mg
Potasio	259 mg	1,324 mg
Proteína	6.70 g	27.1 g
Zinc	0.16 mg	3.29 mg

Fuente: Trees for Life, 2011.

Cuadro 7. Contenido de aminoácidos en polvo de hojas de moringa en 100 g de porción comestible.

Aminoácidos (mg)	Vaina (100 g)	Hoja frescas de moringa (100 g)	Hojas deshidratadas (100 g)
Arginina	360	406.6	1325
Histidina	110	149.8	613
Lisina (mg)	150	342.4	1325
Triptófano	80	107	425
Fenilalanina	430	310.3	1388
Metionina	140	117.7	350
Treonina	390	117.7	1188
Leucina	360	492.2	1950
Isoleucina	440	299.6	825
Valina	540	374.5	1063

Fuente: Trees for Life, 2011.

Cuadro 8. Comparación del contenido de algunos nutrimentos de la hoja de *Moringa oleifera* con otros alimentos.

Nutrimento	Hojas de moringa	Zanahoria	Naranja	Leche de vaca	RDD (Adulto/día)
Caroteno (mcg)	6780	2813	7	28	100
Vitamina C (mg)	220	6	42	1	60
Calcio (mg)	440	32	43	152	500

Fuente: Trees for Life, 2011.

De cualquier forma, que sean consumidas las partes de la moringa, se ha comprobado que aporta nutrimentos y puede mejorar el valor nutritivo de algunos alimentos cuyo aporte nutricional no es significativo.

1.3.5. Otros usos no medicinales de la moringa

1.3.5.1. En la alimentación animal

Para la alimentación animal, las hojas de moringa constituyen uno de los forrajes más completos, ya que son ricas en proteínas, vitaminas y minerales. Además de poseer una palatabilidad excelente, las hojas son ávidamente consumidas por todo tipo de animales: rumiantes, camellos, cerdos, aves, incluso carpas, tilapias y otros peces herbívoros (Magaña, 2012).

Garavito (2008) le concede gran importancia a la moringa en la alimentación animal, ya que por los contenidos de proteína y vitaminas puede ser un suplemento de importancia en la ganadería de leche y de ceba, así como en la dieta de aves, peces y cerdos, siempre que haya un balance nutricional adecuado.

1.3.5.2. Purificación del agua

El uso de las semillas de moringa para la purificación de agua es una opción económicamente atractiva para los países subdesarrollados, teniendo en cuenta el alto costo de muchos coagulantes químicos. Además, algunos de ellos como el sulfato de aluminio (alumbre) pueden tener efectos adversos en la salud humana (Mendoza *et al.*, 2000). La aplicación de la semilla al tratamiento de aguas genera menores volúmenes de lodo, en comparación con el alumbre.

1.3.5.3. Usos como insumo agrícola

Las hojas se emplean como, biopesticidas y además tienen efectos bactericidas y fungicidas contra *Pythium debangemum* (hongos que atacan a las plántulas pequeñas).

El árbol de moringa también se emplea como cerca viva o cortina rompevientos, para el testigo de la erosión en áreas donde ocurren simultáneamente vientos fuertes y periodos de sequía ya que su crecimiento es rápido (Fahey, 2005; Thurber, 2009).

1.4. CONCLUSIONES

El interés de ésta planta en el área de salud se ha incrementado a lo largo de los años a medida que se hicieron evidentes sus excelentes propiedades antiinflamatorias, antihipertensivas, hipoglucemiantes etc. Por lo cual, ésta planta está tomando importancia en centros de investigación en México y a nivel internacional para su producción y comercialización en distintos productos que potencien su poder nutracéutico en el consumo humano. La publicación de artículos en revistas nacionales e internacionales y en diferentes congresos evidencian la importancia de la moringa en México con fines productivos, comerciales y alimenticios.

1.5. LITERATURA CITADA

- Alfaro, V. N., y W. Martínez. 2006. Informe final: Rendimiento y uso potencial de Paraíso Blanco, *Moringa oleífera* Lam en la producción de alimentos de alto valor nutritivo para la utilización en comunidades de alta vulnerabilidad alimentaria de Guatemala. Proyecto Fodecyt 26: 1-136.
- Bamishaiye, E. I., F. F. Olayemi., E. F. Awagu., y O. M. Bamshaiye. 2011. Proximate and phytochemical composition of *Moringa oleifera* Lleaves at three stages of maturation. *Advance Journal of Food Science and Technology* 3: 233-237.
- Cáceres, A., O. Cabrera., O. Morales, P. Mollinedo., y P. Mendia. 1991. Pharmacological properties of *M. oleifera*. 1: Preliminary screening for antimicrobial activity. *Journal of Ethnopharmacology*. 33:213.
- Castillo, A., C. Castillo, J. Ramírez, L. Ávilas., y R. Cantos. 2013. Efecto de la densidad y frecuencia de la poda en el rendimiento y calidad de la *Moringa oleifera* Lam. XIII Congreso de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal (ALPP) 87 p.

- Canett R, R., V. H. Domínguez C., y G. Torres M. 2016. Aspectos importantes de *Moringa oleifera*: una alternativa para tratar la anemia por deficiencia de hierro. Revista de Ciencias Biológicas y de Salud 1: 3-9.
- CENADOJ (Centro Nacional de Análisis y Documentación Judicial). 2005. Ley del Sistema Nacional de Seguridad Alimentaria y Nutricional. Decreto número 32. Guatemala. pp: 1-15.
- CONCYT (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología). 2008. Uso potencial de la Moringa (*Moringa oleifera* LAM) para la producción de alimentos nutricionales y mejorados. www.sica.int/busqueda/busqueda_archivo.aspx?Archivo=libr...3 Consultado el 28 de noviembre de 2017.
- Chuang, P. H. 2007. Anti-fungal activity of crude extracts and essential oil of *Moringa oleifera* Lam. Bioresource Technology. 98:232-236.
- Del Toro Martínez, J. J., Carballo Herrera, A., y Rocha Román, L. 2011. Valoración de las propiedades nutricionales de *Moringa oleifera* en el departamento de Bolívar. Revista de Ciencias 15: 23-30
- Fahey, J. 2005. *Moringa oleifera*: A review of the medical evidence for its nutritional, therapeutic, and prophylactic properties. Trees for Life 1:1-24.
- Foidl, N., L. Mayorga., y W. Vásquez. 1999. Utilización del marango (*Moringa oleifera*) como forraje fresco para ganado. Agroforestería para la Producción Animal en Latinoamérica. Producción y Sanidad Animal 143: 341-350.
- Fuglie, L. J. 2001. The miracle tree. *Moringa oleifera*. En: Natural nutrition for the tropics training manual. New York: Church World Service. Dakar, Senegal.
- Francis, J.A., B. Jayaprakasam., y L. K. Olson. 2004. Insulin secretagogues from *Moringa oleifera* with cyclooxygenase enzyme and lipid peroxidation inhibiting activities. Helvetica Chimica Acta. 87:317-326.
- García-Roa, M. 2003. Producción de semillas forestales de especies forrajeras enfatizados en sistemas silvopastoriles. Instituto Nacional Forestal de Nicaragua. Agosto. pp: 37.
- Garavito, U. 2008. *Moringa oleifera*, alimento ecológico para ganado vacuno, porcino, equino, aves y peces, para alimentación humana, también para producción de etanol y biodiesel. Cultivos Tropicales: 1-7.

- González, G. N. 2009. Datos generales sobre las propiedades nutricionales y medicinales de la planta *Moringa oleifera*. Instituto Finlay, La Habana, Cuba.
- Guevara, A. P., C. Vargas., and H. Sakurai. 1999. An antitumor promoter from *Moringa oleifera* Lam. Mutation Research/Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis, 440: 181-188
- Ghazali, H.M. A. S. Mohammed. 2011. Moringa (*Moringa oleifera*) seed oil: composition, nutritional aspects, and health attributes. In: Nuts and Seeds in Health and Disease Prevention. (ed.) Preedy, V. R., R. Ross., and V.B. Patel. Elsevier Inc, Amsterdam, The Netherlands. pp:787.
- Liñán, T. F. 2010. *Moringa oleifera* el árbol de la nutrición. Ciencias y Salud Virtual 2:10-138.
- Magaña B, W. 2012. Aprovechamiento poscosecha de la Moringa. Revista Iberoamericana de Tecnología 13: 171-174.
- Martínez P. S., F. González., y C. A. Suárez., y M. L. Escobar. 2014. Adaptación y producción de biomasa de Moringa (*Moringa oleifera* Lam.) en tres localidades del departamento de Santander. 6to Simposio Nacional Forestal 4 p.
- Mendoza, I. N., G. Fernández., y A. Díaz. 2000. Uso de la *Moringa oleifera* como coagulante en la potabilización de las aguas. Ciencia. 8:235-242.
- Mehta, A., y B. Agrawal. 2008. Investigation into the mechanism of action of *Moringa oleifera* for its anti-asthmatic activity. Oriental Pharmacy and Experimental Medicine 8: 24-31.
- Navie, S., y S. Csurhes. 2010. Horseradish tree. *Moringa oleifera*. Biosecurity Queensland. In: Department of Employment, Economic Development and Innovation. Brisbane, Australia. pp: 246-267.
- Owusu, D., W. O. Ellis., y I. Oduro. 2008. Nutritional potential of two leafy vegetables: *Moringa oleifera* and Ipomoea batatas leaves. Scientific Research and ESNay 3: 057-060.
- Olson M., y J. Fahey. 2011. *Moringa oleifera*: un árbol multiusos para las zonas tropicales secas. Revista Mexicana de Biodiversidad 82:1071-1082.
- Pérez, A., T. Sánchez, N. Armengol., y F. Reyes. 2010. Características y potencialidades de *Moringa oleifera*, Lamark: Una alternativa para la alimentación animal. Pastos y Forrajes, 33: 1-1.

- Reyes, N. S.; Ledin, S. and Ledin, I. 2006. Biomass production and chemical composition of *Moringa oleifera* under different management regimes in Nicaragua. *Agroforestry Systems*. 66:231–242.
- Ruiz H, R. 2016. Crecimiento y producción de biomasa de *Moringa oleifera* Lam. bajo diferentes condiciones de manejo en la zona centro de Veracruz, México. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. Veracruz, México
- Singh, B. N., B. R. Singh., y D. Prakash. 2009. Oxidative DNA damage protective activity, antioxidant and anti-quorum sensing potentials of *Moringa oleifera*. *Food and Chemical Toxicology* 47: 1109-1116.
- Tété-Benissan, A., M. L. Quashie., K. Lawson-Evi., K. Kokou., y M. Gbeassor. 2012. Nutritional recovery of HIV positive and HIV negative undernourished patients utilizing *Moringa oleifera* leaves. *Journal Animals and Plant Science* 15: 2184- 2199.
- Thurber, M., and J. W. Fahey. 2009. Adoption of *Moringa oleifera* to combat under-nutrition viewed through the lens of the “Diffusion of Innovations” theory. *Ecology of food and nutrition* 48: 212-225
- Tress for life. 2011. Composición nutricional de la Moringa. Consultado en: <https://treesforlife.org/our-work/our-initiatives/Moringa> el día 19 de junio de 2019.

CAPÍTULO II. CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA Y NUTRIMENTAL DE UN SUPLEMENTO ALIMENTICIO CON HARINA DE *Moringa oleifera* Lam.

RESUMEN

El enriquecimiento de productos alimenticios que sean nutritivos para una población en desnutrición ha cobrado auge en los últimos años. La escasez de alimentos ricos en nutrientes afecta el crecimiento, desempeño intelectual y desarrollo de capacidades de los grupos vulnerables. Por tanto, se necesitan productos alimenticios accesibles, disponibles de localmente y que se adapte a los hábitos alimenticios de la población. En este sentido, moringa, ha probado ser una alternativa viable por su alto valor nutricional. El objetivo fue realizar la caracterización fisicoquímica de un suplemento alimenticio con harina de *M. oleifera* y determinar su aporte de hierro. Se realizó el análisis proximal de las hojas deshidratadas de moringa provenientes de dos tipos de secado: natural (Sn) y artificial (Sa), con el fin de seleccionar la harina con mayor valor nutricional y elaborar el muffin. Los resultados mostraron que la harina con Sn tuvo un mayor contenido de humedad y proteínas con respecto a la harina con Sa ($p < 0.05$). El muffin presentó un contenido nutrimental mayor a otros suplementos enriquecidos con moringa. Los valores fueron: por cada 100 g de hoja fresca: Humedad (31.43 ± 0.84), Extracto etéreo (16.80 ± 2.82), Fibra (14.76 ± 1.70), Proteínas (17.00 ± 1.70), Cenizas (4.27 ± 0.71), Hidratos de carbono (15.74 ± 5.81), Hierro (84.58 ± 5.24). De manera que, la harina y muffin son una alternativa para mejorar el estado nutricional y enriquecer la dieta diaria de niños en comunidades vulnerables.

Palabras clave: Moringa, Suplemento, Nutrición, Alimentación, Salud

CHAPTER II. PHYSICOCHEMICAL AND NUTRITIONAL CHARACTERIZATION OF A FOOD SUPPLEMENT WITH FLOUR OF *Moringa oleifera* Lam.

ABSTRACT

The fortification of food products that are nutritious to improve nutrition and health in recent years has gained popularity. The shortage of nutrient-rich foods is related to the growth, intellectual performance and capacity development of vulnerable groups. Therefore, moringa has proven to be an alternative due to its high nutritional value. The objective was to carry out the physicochemical characterization of a food supplement with *M. oleifera* flour and determine its nutritional contribution. The proximal analysis of the dried moringa leaves according to the type of drying: natural (Sn) and artificial (Sa) was carried out, to choose the flour with the highest nutritional value and make the muffin. The results showed that Sn flour has a higher moisture and protein content with respect to the Sa flour ($p < 0.05$). The muffin made with this flour had a higher nutritional content than other supplements enriched with moringa. The values were: per 100 g of fresh leaf: Moisture (31.43 ± 0.84), Ethereal Extract (16.80 ± 2.82), Fiber (14.76 ± 1.70), Proteins (17.00 ± 1.70), Ash (4.27 ± 0.71), Carbs (15.74 ± 5.81), Iron (84.58 ± 5.24). Therefore, flour and muffin are an alternative to improve nutritional status and enrich the daily diet of children in vulnerable communities

Keywords: Moringa, Supplement, Nutrition, Food, Health

2.1. INTRODUCCIÓN

Durante los últimos años, a nivel mundial se han buscado alimentos que puedan beneficiar a la población de escasos recursos que viven en zonas remotas con dificultad para acceder a obtención de alimentos y, además, poseen patologías que cursen con déficit, excesos o desequilibrios en la ingesta calórica y de nutrimentos tales como: la desnutrición, emaciación, retraso del crecimiento y carencia de vitaminas o minerales (FAO, 2018).

En México, 1.5 millones de niños padece algunas de éstas formas de malnutrición y es más prevalente en la región sur, así como en las zonas con población indígena (Gutiérrez et al., 2012). La UNICEF (2019) indica que en grupos escolares de edad entre cinco a catorce años la desnutrición crónica es de 7.25% en las poblaciones urbanas, y la cifra se duplica en poblaciones rurales.

La escasez de alimentos ricos en proteínas, Hidratos de carbono aminoácidos y otros nutrimentos, afecta el crecimiento, desempeño intelectual y desarrollo de capacidades de los grupos vulnerables (niños, mujeres en edad reproductiva y tercera edad), cuya ingesta de macronutrimentos y micronutrimentos deben duplicarse para suplir las necesidades del organismo durante estos ciclos de la vida (OMS, 2017).

Moringa oleifera Lam. es parte de la familia llamada Moringaceae, es un árbol originario del sur del Himalaya, y se ha adaptado en México en varias zonas del Pacífico y el Caribe (Pérez *et al*, 2010). Todas las partes de éste árbol tienen un alto valor nutricional, sin embargo, en sus hojas el porcentaje es mayor, por lo que podría subsanar deficiencias alimentarias en zonas de alta marginación (Olson y Fahey, 2011).

Las hojas de moringa podrían ser consideradas un suplemento alimenticio para niños de poblaciones rurales y/o urbanas que no tengan acceso a una dieta balanceada y coadyuvar a un sano crecimiento en esta etapa de la vida.

Por tanto, el objetivo fue realizar la caracterización fisicoquímica de un suplemento alimenticio con harina de moringa y determinar su aporte nutrimental en la dieta de mujeres y niños con anemia en una comunidad vulnerable del Estado de Veracruz, México.

2.2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.2.1. Área de estudio

La plantación y Laboratorio de Alimentos se ubican en el Colegio de Posgraduados, Campus Veracruz, municipio de Manlio Fabio Altamirano, en la zona centro del estado de Veracruz, coordenadas 19° 11' 14.92'' LN y 96° 20' 47.03'' LO, a una altitud de 30 msnm (Cruz Rubio *et al.*, 2015).



Figura 4. Plantación de moringa (*Moringa oleifera* Lam.) en el Colegio de Postgraduados, (CP-Ver).

2.2.2. Colecta de Material biológico y preparación de muestra

Se recolectaron hojas de moringa maduras, en plantas con seis meses de crecimiento con una altura promedio de 4.41 ± 0.22 m y un diámetro promedio del tallo de $117.84 (\pm 16.92)$ cm. La distancia entre surcos fue de 4 m y 2 m entre plantas.

Las hojas se lavaron y desinfectaron con agua purificada y posteriormente fueron deshidratadas empleando dos equipos de secado: 1) Secador natural o solar (Sn). En este se colocaron las hojas frescas formando un lecho en cada bandeja y el secador fue ubicado en un área abierta, orientado

respecto a la alineación del sol y en contra del viento, para recibir la mayor exposición a la radiación y un mayor flujo de aire en las rendijas de entrada del secador (Figura 5-A). 2) Secador artificial (Sa), se realizó con un equipo de lecho fluidizado por lote (Marca Apex modelo SNE65, USA.) (Figura 5-B). Se deshidrataron de 600 a 1200 g de hoja de moringa con aire que se hizo pasar a través del lecho de hojas a una velocidad de 0.5 m/s. y a una temperatura de 60 °C durante 3 horas. Las condiciones de secado en los procesos natural y artificial se tomaron de la investigación de Hernández-Torres *et al.*, (2018). Posteriormente las hojas secas se trituraron con un molino de tejido vegetal (Mod. 3383-L10 Thomas Scientific, USA), con un tamiz de malla # 40. La harina se envasó en bolsas de polietileno al vacío y se almacenaron en un sitio fresco y ventilado (Figura 6).

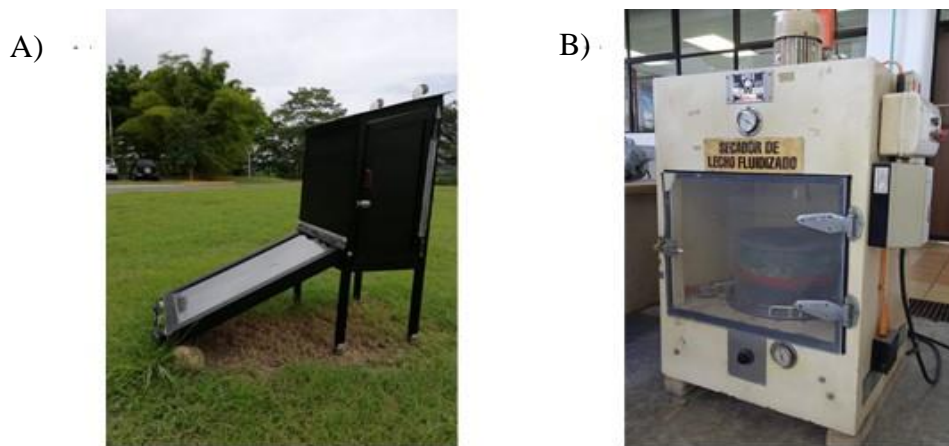


Figura 5. Tipos de secado para la elaboración de la harina de moringa. A) Secador natural, B) Secador artificial



Figura 6. Proceso de molienda de hojas de moringa y obtención de la harina en el Colegio de Postgraduados, Campus-Ver.

2.2.3. Elaboración del muffin

Cada muffin contenía la siguiente formulación: harina de moringa (10 %) y harina de trigo (80 %). Los otros ingredientes para la mezcla fueron: sustituto de leche, huevo, cacao, azúcar y sal (10 %). Cada muffin pesó 46 g, de los cuales 2 g correspondieron a la harina de moringa procedente del secador natural. Las asignaciones de éstos valores se basaron en las Recomendaciones de Nutrimientos en la Población Mexicana (Bourges y Casanueva, 2002). La cocción de los muffins se realizó en un horno convencional a una temperatura de 180 °C durante 25 minutos.



Figura 7. Muffin elaborado con harina de moringa

2.2.4. Elaboración de las cápsulas

Las cápsulas fueron envasadas en una encapsuladora semiautomática de acrílico modelo MX204. El testigo positivo recibió cápsulas con harina de moringa, y el testigo negativo cápsulas con harina de maíz, ya que se ha demostrado que esta sin adición de vitaminas y/o minerales no ejerce ningún efecto en la absorción de nutrimentos en el organismo (Rosado, 1999).



Figura 8. Encapsuladora y cápsulas con harina de moringa

2.2.5. Análisis químico de la harina de moringa y suplemento

Los análisis bromatológicos se llevaron a cabo en el Laboratorio de alimentos del Colegio de Postgraduados-Campus Veracruz. La humedad se cuantificó acorde al método de la AOAC 32.1.03. (1995). El contenido de humedad fue reportado como la diferencia entre peso inicial y final en g/100 g de muestra seca. La ceniza se analizó mediante la NMX-F-066-S-1978. En este método toda la materia orgánica se oxida y el material inorgánico que no se volatiliza corresponde a cenizas (UNAM, 2007). El extracto etéreo se analizó de acuerdo a la NMX-F-089-S-1978 (2004), usando un equipo tipo Soxhlet (Nielsen, 1998). La proteína se realizó según la NMX-F-068-S-1980, se utilizó el método Kjeldahl. La fibra cruda se analizó de acuerdo a la NOM-F-90-S-1978 (1978). Los Hidratos de carbono se obtuvieron por diferencia de peso (restando del 100 % la suma de todos los resultados del análisis proximal). El hierro se analizó mediante el método oficial de la AOAC 968.08 por absorción atómica en el laboratorio de alimentos del Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo en Sonora, México. Cada muestra fue analizada por triplicado.

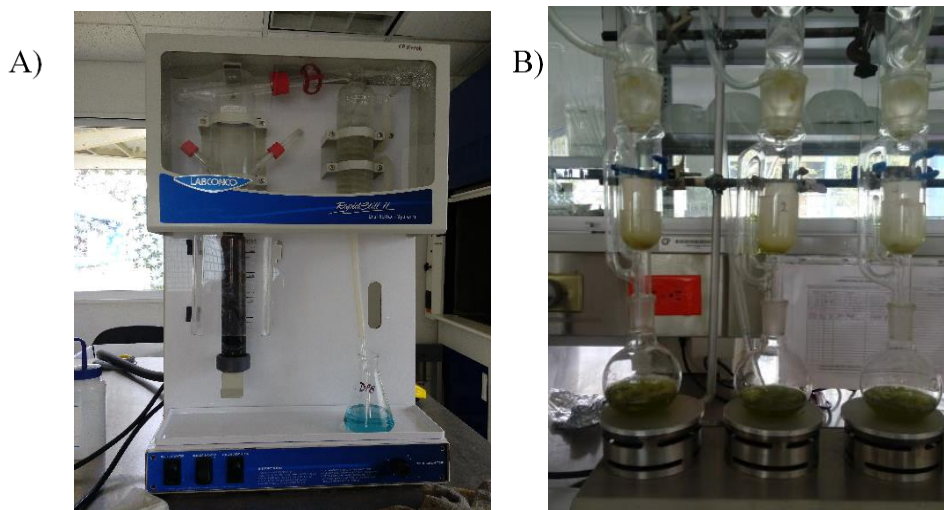


Figura 9. A). Análisis de proteínas mediante el método Kjeldahl. y B) Extracción de grasa por el método Soxhlet de harina de moringa

2.2.6. Análisis estadístico

Para observar diferencias significativas se utilizó la prueba Shapiro Wilk a un nivel de significancia de $p < 0.05$ y la diferencia de medias mediante el método T-student. Los datos fueron procesados mediante el programa estadístico Statistica Versión 8.0

2.3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

2.3.1. Análisis proximal de la harina de moringa

El cuadro 9 muestra los resultados del análisis proximal realizados a la harina de hojas de moringa deshidratadas mediante el secador natural y el secador de lecho fluidizado. Los resultados expresados a continuación muestran la media, desviación estándar y las diferencias estadísticas obtenidas.

2.3.1.1. Humedad

El porcentaje de humedad, en base húmeda de la harina de hojas de moringa, presentaron diferencias estadísticas significativas ($p < 0.05$) de acuerdo al tipo de secado. Las hojas deshidratadas en el secador natural tuvieron un porcentaje de humedad promedio de 4.69 ± 0.72 , a diferencia del secador artificial de 3.41 ± 0.22 . Estos valores coinciden con otros estudios de análisis bromatológicos en hojas secas de moringa. Del Toro Martínez *et al.*, (2011) reportaron 5.0 ± 1.41 % de humedad y Fuglie (2001) 7.5 %. Esto indica que el secador artificial logró eliminar mayor cantidad de agua de las hojas en menor tiempo, respecto al secador natural. Esto puede ser debido principalmente al mayor flujo de aire que se ejerce sobre las hojas dentro de la cámara del secador artificial. Para este estudio, se usaron hojas deshidratadas mediante secado natural para elaborar la harina y los muffins.

2.3.1.2. Extracto etéreo

El porcentaje de extracto etéreo en la harina del secador natural tuvo una media de 7.55 ± 3.56 , y del secador artificial fue de 4.58 ± 0.79 , no encontrándose diferencias estadísticas significativas ($p > 0.05$). Estos valores coinciden con los obtenidos por Fernández (2010) con un promedio de 9.88 ± 1.2 % y Del Toro Martínez *et al.*, (2011) con 5.70 ± 0.57 %.

2.3.1.3. Fibra

El contenido de fibra de la harina de moringa del secador natural fue de 19.85 ± 0.52 % y del secador artificial de 19.25 ± 0.25 % sin diferencias significativas ($p > 0.05$). Estos valores coinciden con los obtenidos por Owusu *et al.*, (2008) para harina de moringa en África, quienes reportan un promedio 19.25 ± 0.07 % y por Fuglie (2001) con un valor de 19.2 %.

2.3.1.4. Proteína

La harina de moringa de secado por lecho fluidizado a 60 °C durante tres horas tuvo un porcentaje promedio de 16.60 ± 0.58 , mientras que con el secador natural fue de 19.37 ± 1.08 . Estos valores coinciden con Del Toro Martínez *et al.*, (2011) en Colombia, quienes reportan un contenido de proteínas de 19.50 ± 0.71 %, y Hernández-Torres *et al.*, (2018) quienes obtuvieron un valor promedio de 19% para ambos métodos. Por otra parte, los valores de proteína de hojas de moringa cosechadas en otros países difieren significativamente. Ndong *et al.*, (2007) encontraron un valor promedio de 35.0 ± 0.01 % en hojas de moringa cosechadas en Tokio, Japón. Esto puede ser debido un efecto por el tipo de suelo y clima con el contenido de proteína en las hojas.

Las diferencias estadísticas significativas ($p < 0.05$) registradas en el contenido de proteínas de las hojas con respecto al tipo de secador usado, pudo deberse al efecto de la temperatura para la activación de reacciones de desnaturalización. Por tanto, para la elaboración del muffin se seleccionó la harina elaborada con hojas deshidratadas mediante el secado natural.

Cabe destacar que los valores de proteína obtenidos en la harina de moringa del presente estudio, son comparables a los valores de referencia para otros alimentos en la dieta diaria.

Es decir, tiene un porcentaje de proteínas equivalente a 100 g de pollo y dos veces más que el arroz o el queso, alimentos de primera necesidad. Por tanto, las hojas de moringa por su alto valor nutricional, representan una fuente de proteína importante, debido a su alta fuente de aminoácidos esenciales, que ayuda a satisfacer correctamente las necesidades proteicas de un niño o adulto en particular (Instituto Tomás Pascual Sanz, 2010).

2.3.1.5. Cenizas

El porcentaje de cenizas en el secador natural fue de 8.76 ± 0.85 , similar al secador artificial (9.35 ± 0.54) sin diferencias estadísticas significativas ($p > 0.05$). Esta medición concuerda con Del Toro Martínez *et al.*, (2011) ya que reportan una media en el contenido de cenizas de 9.90 ± 0.14 %. Por otra parte, Ruiz (2016) y Fernández (2010) reportan un porcentaje mayor de cenizas 12.3% y 12.08% respectivamente. Esto resulta de vital importancia, ya que la cuantificación de éstas permite relacionarla con la cantidad total de minerales inorgánicos específicos, como Ca, Na, K y Cl.

2.3.1.6. Hidratos de carbono

La cantidad de Hidratos de carbono promedio en la harina obtenida mediante secado natural fue de 39.11 ± 5.85 % muy similar al secado artificial con valor de 47.12 ± 1.49 %. El análisis estadístico indicó que no hay diferencias significativas ($p > 0.05$) por el tipo de secado usado. Esto coincide con los resultados de Del Toro Martínez *et al.*, (2011) quienes reportan una media de Hidratos de carbono 52.10 ± 1.56 % y con Owusu *et al.*, (2008) quienes obtienen 43.88 ± 0.01 %.

2.3.1.7. Hierro

El promedio de este mineral en la harina de hoja de moringa obtenida por secado natural fue de 91.72 ± 1.71 mg /100 g, lo cual resulta superior a los valores registrados en otros estudios. En México, Guzmán-Maldonado *et al.*, (2015) reportaron un valor de hierro en hoja deshidratada de 32.1 ± 1.3 %, y; Llerena *et al.*, (2018) registraron un valor de 58 % en Nicaragua. Incluso, en otros países el porcentaje de hierro es significativamente menor, Ndong *et al.*, (2007) en Senegal

registraron valores de hierro en la harina de moringa de 18.39 ± 0.60 %. Del Toro Martínez *et al.*, (2011) obtuvieron un valor de 60.5 % de hierro en harina de maíz fortificada con harina de moringa. Estos contrastes pueden deberse a la influencia del clima y nutrimentos presentes en cada tipo de suelo.

Cuadro 9. Análisis proximal de la harina de *Moringa oleifera* obtenida por el método de secado natural y lecho fluidizado (Media \pm Desviación estándar)

Variable	Tipo de secado		
	Natural	Artificial	p-valor
Humedad	4.69 \pm 0.72	3.41 \pm 0.22	0.04*
Extracto etéreo	7.54 \pm 3.55	4.58 \pm 0.79	0.23
Fibra	19.85 \pm 0.52	19.25 \pm 0.25	0.14
Proteínas	19.37 \pm 1.08	16.60 \pm 0.58	0.01*
Ceniza	8.76 \pm 0.85	9.35 \pm 0.54	0.37
Hidratos de carbono	39.11 \pm 5.85	47.12 \pm 1.49	0.08

* Diferencia significativa (prueba T student)

Los resultados obtenidos en la harina de moringa proveniente del secado natural demostraron que es una alternativa adecuada para elaborar cápsulas que sirvan como suplemento diario de mujeres o niños con deficiencias de hierro, ya que el consumo diario de 3 g de harina de esta planta, cubre los requerimientos de este mineral en esta población (Bourges y Casanueva, 2002).

2.3.2. Análisis proximal del Muffin

La Figura 10 muestra los resultados del análisis proximal realizados al muffin enriquecido con harina de moringa, Los resultados muestran la media, desviación estándar y las diferencias estadísticas obtenidas.

2.3.2.1. Humedad

El porcentaje de humedad fue de 31.43 ± 0.84 . Este valor es mayor en comparación con los análisis de otros productos enriquecidos con moringa. Srinivasamurthy *et al.*, (2017) encontraron un porcentaje de humedad de 17.67 ± 1.76 y Owusu *et al.*, (2008) obtuvieron un porcentaje menor de 6.53 ± 0.02 , que lo atribuyen a la presencia de *Ipomoea batata* en su formulación.

2.3.2.2. Extracto etéreo

El porcentaje de grasa en el muffin fue de 16.80 ± 2.82 . Este dato es similar a los valores encontrados por Srinivasamurthy *et al.*, (2017) cuyo porcentaje fue de 15.04 ± 0.03 , y Llerena *et al.*, (2018) con 17 %.

2.3.2.3. Fibra

El promedio de fibra en el muffin enriquecido con moringa correspondió a 14.76 ± 0.49 %, con valores significativamente mayores con respecto a otros productos similares. Owusu *et al.*, (2008) reportó valores de 2.23 ± 0.03 , al igual que Rivera (2017) quien reportó un porcentaje de 2.0 % de fibra dietaría en su producto.

2.3.2.4. Proteína

El contenido de proteínas promedio en el muffin fue de 17.00 ± 1.70 %. Este valor resulta mayor a otros suplementos similares reportados. Llerena *et al.*, (2018) reportaron 11.1 % de proteínas en un snack enriquecido con moringa y amaranto. Srinivasamurthy *et al.*, (2017) obtuvieron un valor de 7.5 ± 0.15 % y Rivera (2017) elaboró diferentes formulaciones de muffins enriquecidos con moringa, encontrando un valor promedio de 4.2 %.

2.3.2.5. Cenizas

El promedio de cenizas en el muffin fue de 4.27 ± 0.71 %. Este resultado coincide con Del Toro Martínez *et al.* (2011) con un promedio de 4.5 %; aunque difiere con otros autores. Owusu *et al.*, (2008) encontraron un porcentaje mayor con 7.13 ± 0.03 % y Srinivasamurthy *et al.* (2017) reportan un contenido menor con 1.63 ± 0.12 %.

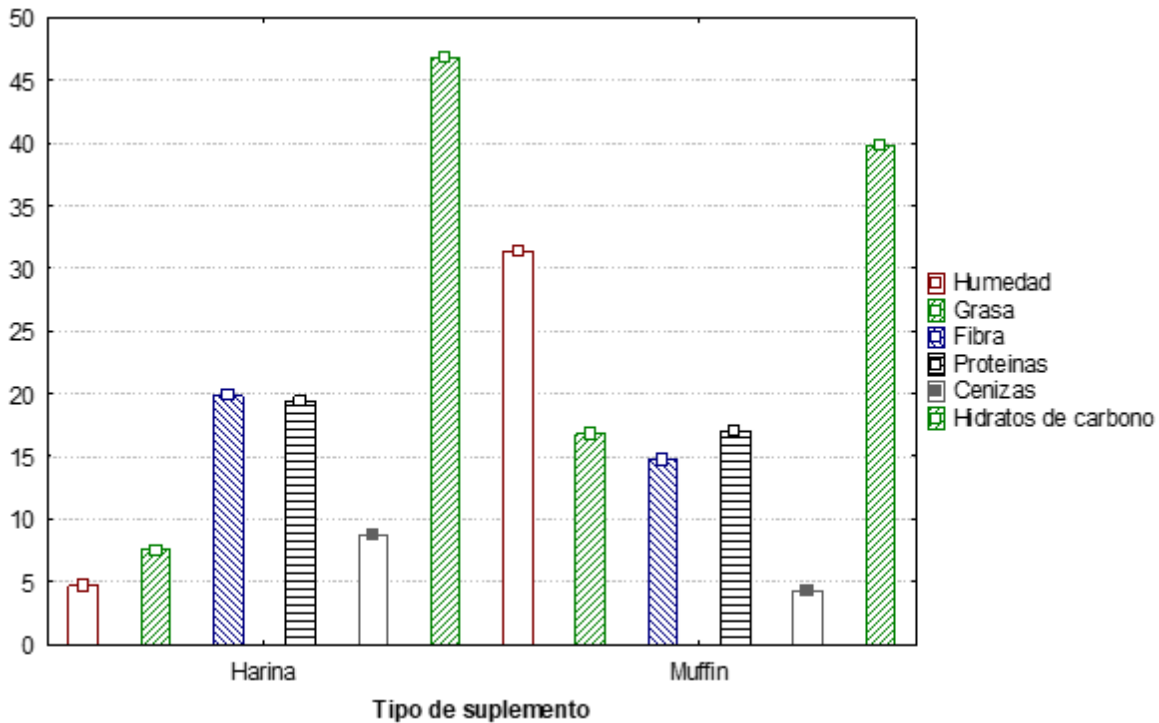


Figura 10. Análisis bromatológico de la harina y muffin de harina de moringa

2.3.2.6. Hierro

En este estudio el valor de hierro en el muffin correspondió a 84.58 ± 5.24 mg /100 g, lo cual es significativamente superior a otros productos fortificados con harina de moringa en diferentes países. En África, Owusu *et al.*, (2008) registraron un valor promedio de hierro de 28.29 % en un producto similar, en Costa Rica, Rivera (2017) reportó un valor de 5.65 %. Inclusive, en la India, los valores resultaron significativamente menores, Srinivasamurthy *et al.*, (2017) registraron 3.55 ± 0.25 % de hierro en el suplemento elaborado con moringa.

En general, se puede observar en Cuadro 10 que la harina de moringa usada para elaborar el muffin tuvo altas concentraciones de hierro a diferencia de otros productos enriquecidos con ésta planta. Esto en conjunto, con el contenido de proteínas contribuye a enriquecer considerablemente el valor nutricional del muffin. Por tanto, se considera una alternativa importante el incluir este suplemento en la dieta diaria de grupos vulnerables como niños en etapa preescolar, escolar y adolescentes.

Cuadro 10. Promedio y desviación estándar de hierro en los diferentes tipos de suplementos con moringa

Variable	Tipo de producto	
Hierro (Fe)	Harina	Muffin
mg/100 g	91.72 ± 1.71	84.58 ± 5.24

Fuente: Elaboración propia (2019)

2.4. CONCLUSIONES

El análisis bromatológico de la harina de moringa proveniente de dos diferentes tipos de secadores, indicó que el porcentaje de proteínas fue mayor en el secador natural. Se puede considerar un método económico, accesible, pero sobre todo eficaz para la deshidratación de hojas de *Moringa oleifera*. En términos generales esta puede ser una tecnología accesible dentro de las comunidades donde se cultive y se quiera introducir como un cultivo de primera necesidad para fortificar sus alimentos. Por las características nutricionales de la harina de moringa se obtuvo un muffin y cápsulas con un valor nutricional alto en cuanto al contenido de proteínas, fibra y hierro con respecto a otros productos similares.

Se confirma que, *Moringa oleifera* seleccionada por la FAO para solventar problemas de inseguridad alimentaria y su uso para la elaboración de suplementos, es una alternativa en la lucha contra diferentes formas de malnutrición en México y América Latina.

2.5. LITERATURA CITADA

- AOAC. 1990. Official Methods of Analysis. 15th ed. Association of Official Analytical Chemists. Washington, D.C.
- Bourges, H. R., y Casanueva E. 2002. Pautas para la orientación alimentaria en México. En: El ABCD de la evaluación del estado de la nutrición. Suverza Fernández, A. y Haua Navarro, K (ed), pp: 56-75. México.
- Cruz Rubio, B. A., Pérez-Vázquez, A., García Pérez, E., Gallardo López, F., y Soto Hernández, R. M. 2015. Análisis químico-morfológico comparativo de accesiones de *Jatropha curcas* L. del estado de Veracruz. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas 6: 589-601.
- Del Toro Martínez, J. J., Carballo Herrera, A., y Rocha Román, L. 2011. Valoración de las propiedades nutricionales de *Moringa oleifera* en el departamento de Bolívar. Revista de Ciencias 15: 23-30.
- Fernández, I.V. 2010. *Moringa oleifera* y su impacto en el estado nutricional de vitamina A, hierro y zinc en preescolares: Estudio piloto. Tesis maestría, Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, Hermosillo, Sonora. 106 pág.
- Fuglie, L. J. 2001. Combating malnutrition with *Moringa oleifera*. [Consultado 10 enero 2019] Disponible en: <https://pdfs.semanticscholar.org/aa77/260dfaad027362e2a2dbf41c5e12d440e212.pdf>.
- Fuglie, L. J. 2001. The miracle tree. *Moringa oleifera*. En: Natural nutrition for the tropics training manual. New York: Church World Service. Dakar, Senegal.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación). 2018. El estado de la seguridad alimentaria y la nutrición en el mundo. Fomentando la resiliencia climática en aras de la

- seguridad alimentaria y la nutrición. FAO, Roma. Disponible en: <http://www.fao.org/3/I9553ES/i9553es.pdf>, Consultado el 01 de marzo 2019.
- Guzmán-Maldonado, S. H., Zamarripa-Colmenares, A., y Hernández-Duran, L. G. 2015. Calidad nutrimental y nutracéutica de hoja de Moringa proveniente de árboles de diferente altura. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 6: 317-330.
- Gutiérrez, J. P., J. Rivera-Dommarco, T. Shamah-Levy, S. Villalpando-Hernández, A. Franco, L. Cuevas-Nasu, M. Romero-Martínez, y M. Hernández-Ávila. 2012. Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2012. Instituto Nacional de Salud Pública. México.
- Hernández-Torres Y., Castillo-Zamudio, R. I., Pérez –Vázquez A. y Salgado-Cervantes M. A. 2018. Efecto del tipo de secador sobre la calidad fisicoquímica de harina de Moringa (*Moringa oleifera* L.). *Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos*. 3: 423-429.
- Instituto Tomás Pascual Sanz. 2010. Vive Sano, Las proteínas. [Consultado 10 enero 2019] Disponible en: http://www.institutotomaspascualsanz.com/descargas/publicaciones/vivesano/vivesano_13mayo10.pdf?pdf=vivesano-130510
- Llerena Ramírez, C., Velastegui, R., Barberán, A.J. y Pazán, E. 2018: Desarrollo de un alimento nutritivo y energético tipo barra a partir de Moringa, quinua y amaranto. *Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana*. 1-18.
- Norma Mexicana Oficial NMX-F-066-S-1978. Determinación de cenizas en alimentos. [Consultado 7 enero 2019]. Disponible en: <https://www.colpos.mx/bancodenormas/nmexicanas/NMX-F-066-S-1978.PDF>
- Norma Mexicana Oficial NMX-F-089-S-1978. Determinación de extracto etéreo (Método Soxhlet) en alimentos. [Consultado 7 enero 2019]. Disponible en: <https://www.colpos.mx/bancodenormas/nmexicanas/NMX-F-089-S-1978.PDF>
- Norma Mexicana Oficial NMX-F-068-S-1980. Determinación de proteínas en alimentos. [Consultado 7 enero 2019]. Disponible en: <https://www.colpos.mx/bancodenormas/nmexicanas/NMX-F-068-S-1980.PDF>
- Nielsen, S. 1998. *Food Analysis Second Edition* En: An Aspen Publication. Gaithersburg, Maryland. p:7.

- Ndong, M., Uehara, M., Katsumata, S., Sato, S., y Suzuki, K. 2007. Preventive effects of *Moringa oleifera* (Lam) on hyperlipidemia and hepatocyte ultrastructural changes in iron deficient rats. *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*, 71: 1826-1833.
- Owusu, D., Ellis, W. O., y Oduro, I. 2008. Nutritional potential of two leafy vegetables: *Moringa oleifera* and *Ipomoea batatas* leaves. *Scientific Research and ESNay* 3: 057-060.
- Olson M., y Fahey, J. 2011. *Moringa oleifera*: un árbol multiusos para las zonas tropicales secas. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 82:1071-1082.
- OMS (Organización Mundial de la Salud). 2017. Guías para la fortificación de alimentos con micronutrientes. Disponible en : <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/255541/9789243594019-spa.pdf;jsessionid=58EDECA3320B7C9FD2F4DD26C70392AC?sequence=1>
Consultado el 01 de marzo 2019.
- Pérez, A., T. Sánchez, N. Armengol., y F. Reyes. 2010. Características y potencialidades de *Moringa oleifera*, Lamark: Una alternativa para la alimentación animal. *Pastos y Forrajes*, 33: 1-1.
- Rosado, J.L. 1999. Adición de vitaminas y minerales a harinas de trigo y maíz en México. *Salud Pública de México* 2: 130-134.
- Ruiz H, R. 2016. Crecimiento y producción de biomasa de *Moringa oleifera* Lam. bajo diferentes condiciones de manejo en la zona centro de Veracruz, México. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Veracruz, México. 100 p.
- Rivera T, A. 2017. Aceptabilidad de meriendas modificadas con *Moringa oleifera* como complemento natural para prevenir anemia ferropénica en mujeres de 20 a 55 años en una zona urbana de San José. Universidad Hispanoamericana. Tesis de licenciatura. San José, Costa Rica.
- Srinivasamurthy, S., Y. Upasana, S. Surbhi Sahay., y S. Anamika. 2017. Development of muffin by incorporation of dried *Moringa oleifera* (Drumstick) leaf powder with enhanced micronutrient content. *International Journal of Food Science and Nutrition* 2:173-178
- UNICEF (Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia). 2018. El estado de la seguridad alimentaria y la nutrición en el mundo. Fomentando la resiliencia climática en aras de la seguridad alimentaria y la nutrición. FAO, Roma. Disponible en: <http://www.fao.org/3/I9553ES/i9553es.pdf>, Consultado el 01 de marzo 2019

Universidad Nacional Autónoma de México. 2007. Fundamentos y técnicas de alimentos.
[Consultado 27 diciembre 2018] Disponible en:
http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/fundamentosytecnicasdeanalisidealimentos_12286.pdf.

CAPÍTULO III. VALORACIÓN DEL NIVEL DE INSEGURIDAD ALIMENTARIA EN UNA POBLACIÓN VULNERABLE

RESUMEN

Actualmente, se estima un incremento de la población mundial subalimentada de aproximadamente 821 millones de personas. En América Latina, existen al menos 40 millones de personas subalimentadas, de los cuales un 12% se ubican en México (FAO, 2018). Por tanto, resulta imperativo buscar recursos alimentarios que se encuentren accesibles económicamente y disponibles para producirse localmente y cuya utilización se adapte a los hábitos alimentarios de la población. Un ejemplo de ello es la Moringa “El árbol de vida” es originaria de la India y actualmente se cultiva en México. Sus hojas tienen un alto valor nutricional y son utilizadas para la fortificación de alimentos. El objetivo fue valorar el nivel de inseguridad alimentaria y socioeconómico de una comunidad vulnerable del estado de Veracruz, México. Se construyó un cuestionario que fue aplicado a 50 familias (mujeres y niños) pertenecientes a la comunidad y que asisten al Centro Social Calazans (CSC) ubicado en los Predios I, II y III en Veracruz, México. La medición de inseguridad alimentaria fue realizada bajo la reestructuración de la metodología utilizada por la FAO (2013), CONEVAL (2010) y González, (2016) donde los resultados obtenidos fueron clasificados en cuatro categorías (Seguridad alimentaria, Inseguridad alimentaria leve, moderada y grave). El promedio total de los hogares estudiados fue de 0.48, es decir, el 100 % de los hogares entrevistados que asisten al CSC ubicado en los Predios I, II y III en Veracruz, México sufren de Inseguridad Alimentaria moderada. Se concluye que los problemas de seguridad alimentaria, en el caso estudiado, se encuentran asociados a la disponibilidad de alimentos y las diferentes condiciones que afectan el acceso físico y económico. Las condiciones socioeconómicas de los hogares son una pieza fundamental para el diagnóstico de inseguridad alimentaria, por tanto, se deben mejorar los factores y causantes que influyen en su seguimiento.

Palabras clave: Seguridad alimentaria, inseguridad alimentaria, disponibilidad, acceso económico, acceso físico, utilización, estabilidad

CHAPTER III. VALUATION OF THE FOOD INSECURITY LEVEL IN A VULNERABLE POPULATION

ABSTRACT

Currently, an increase in the undernourished population of approximately 821 million people worldwide is estimated. In Latin America, there are at least 40 million undernourished people, of which 12% belongs to Mexico (FAO, 2018). Therefore, it is imperative to search for food resources that are economically accessible and available to be produced locally and whose use is adapted to the dietary habits of the population. An example of this is Moringa "The Tree of Life", native from India which is currently grown in Mexico. Its leaves have a high nutritional value and are used for food fortification. The objective was to assess the level of food and socioeconomic insecurity of a vulnerable community in the state of Veracruz, Mexico. A questionnaire was constructed that was applied to 50 families (women and children) belonging to the community and who attend the Calazans Social Center (CSC) located at Predio I, II and III in Veracruz, Mexico. The measurement of food insecurity was carried out under the restructuring of the methodology used by FAO (2013), CONEVAL (2010) and González, (2016), and the results were classified into four categories (Food Security, Mild, Moderate Food Insecurity and serious). The total average of the households studied was 0.48, that is to say, 100% of the households interviewed attending the CSC located in Predio I, II and III in Veracruz, Mexico suffer from Moderate Food Insecurity. It can be concluded that food safety problems, are associated with the availability of food and the different conditions that affect physical and economic access. The socioeconomic conditions of the households are a fundamental piece for the diagnosis of food insecurity, therefore, the factors and causes that influence their monitoring must be improved

Keywords: Food security, food insecurity, availability, economic access, physical access, utilization, stability.

3.1. INTRODUCCIÓN

De acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2018), la definición de seguridad alimentaria existe “cuando una persona en todo momento tiene acceso económico y físico a suficientes alimentos inocuos y nutritivos para satisfacer sus necesidades y preferencias alimenticias a fin de llevar una vida sana y activa”. Esto es considerado según el Artículo 25° de la Declaración Universal de Derechos Humanos una prioridad universal con énfasis en las personas con mayor grado de vulnerabilidad como los niños y mujeres en edad reproductiva.

Actualmente, se estima un incremento del número de personas subalimentadas a nivel mundial de aproximadamente en 821 millones. Es decir, que alrededor de una de cada nueve personas en el mundo padece hambre. En América latina, existen al menos 40 millones de personas subalimentadas, de los cuales un 12% se ubican en México (FAO, 2018).

Durante el 2013 en México se creó el programa nacional llamado Cruzada Nacional contra el Hambre, el cual beneficiaría a niños y grupos vulnerables de la desnutrición proteico-calórica. Sin embargo, entre 2014 y 2017 murieron en México al menos 33 mil 668 personas por desnutrición o alguna enfermedad relacionada. El 47.5 por ciento (15 mil 993 personas) falleció en alguno de los municipios donde se aplicó este programa (INEGI, 2019; SINAIS, 2019).

Aunado a esto, el 70 % de los hogares en México es clasificado en alguna de las tres categorías de inseguridad alimentaria y el 81 % de éstos en el estrato rural padecen de algún grado de la misma (ENSANUT, 2012).

Debido a la relevancia de obtener una nutrición adecuada, que permita alternativas para luchar contra la inseguridad alimentaria y que las comunidades de escasos recursos tengan acceso y disponibilidad de alimentos nutritivos con aprovechamiento de sus recursos naturales, se necesitan implementar nuevas alternativas para abordar el estado de salud de los ciudadanos.

Por lo tanto, la moringa es un arbusto originario de la India y que se cultiva en México en múltiples estados, es prometedora para enriquecer los alimentos en los trópicos y asegurar su consumo durante todo el año, debido a que conserva sus hojas incluso al final de la temporada seca, cuando otros alimentos suelen ser escasos (Fuglie, 2001; Mendieta-Araica *et al.*, 2011). Sus hojas tienen un alto valor nutricional y son utilizadas para la fortificación de alimentos como pan, salsas, jugos y leche (Lockett *et al.*, 2000; Mahmood *et al.*, 2010).

Esta investigación tuvo como objetivo valorar el nivel de inseguridad alimentaria, y socioeconómico de una comunidad vulnerable del estado de Veracruz, México.

3.2. MATERIALES Y MÉTODOS

3.2.1. Área de estudio

El estudio tuvo lugar en el Centro Social Calazans de la Universidad Cristóbal Colón ubicado en el municipio de Veracruz, en la zona centro del estado Veracruz, coordenadas 19° 9' 30.93'' LN y 96° 10' 11.05'' LO, a una altitud de 6.6 msnm. Este centro es parte de un programa social que apoya a mujeres y niños de escasos recursos en el aspecto nutricional, educativo, psicológico y social de la comunidad los Predios I, II, y III ubicado en la misma zona.

3.2.2. Construcción del instrumento para medir el nivel de inseguridad alimentaria

La medición de inseguridad alimentaria fue realizada bajo la reestructuración de la metodología utilizada por la CONEVAL (2010), FAO (2013), y González, (2016) donde los resultados obtenidos fueron clasificados en cuatro categorías, mismas que se basaron en las dimensiones de seguridad alimentaria de la FAO (Disponibilidad, acceso, utilización y estabilidad). Con base en las definiciones de seguridad alimentaria se construyó un cuestionario que fue aplicado a 50 familias (mujeres y niños) pertenecientes a la comunidad Centro Social Calazans y este estuvo estructurado de la siguiente manera:

- 1) **Datos generales de la población:** nombre de la madre de familia, edad, escolaridad, ocupación; número de hijos y número de integrantes que viven en el hogar.
- 2) **Dimensión de Acceso a los alimentos.** Para la identificación socioeconómica del hogar se preguntó el número de integrantes que aportan económicamente y el tipo de trabajo que tenían; y si el hogar contaba con algún apoyo de gobierno. Para conocer el acceso a los alimentos en el hogar se preguntó sobre fuentes de abastecimiento de alimentos y si hubo dinero suficiente para comprarlos. Otro factor que se tomó en cuenta fueron las consecuencias que se pueden generar por la escasez de los alimentos como es la sensación de hambre en los integrantes del hogar y las estrategias de afrontamiento como disminuir el número de comidas al día o pedir dinero prestado para comprar los alimentos. En cuanto al acceso físico, se preguntó respecto al acceso a caminos en buen estado y a la cercanía de su hogar con respecto al mercado local y tienda más cercana.
- 3) **Dimensión Disponibilidad.** Se consideró solo un indicador, alimentos disponibles en la tienda o mercado local, basado en la pregunta de variedad de alimentos preferidos por la familia.
- 4) **Dimensión Utilización.** Se hizo un listado por grupos de alimentos en el que se incluyeron alimentos locales, además se consideró si tenían lugar adecuado para almacenar los alimentos, prácticas de higiene para la elaboración de alimentos, el tipo de agua utilizada para cocinar y beber. Además, se realizaron preguntas relacionadas con enfermedades y síntomas relacionados con alteraciones en la absorción de nutrimentos y que afectan directamente la salud nutricional de los integrantes del hogar.
- 5) **Dimensión Estabilidad:** Se midió en la planeación de preguntas en lo correspondiente al último mes previo a la aplicación del instrumento.

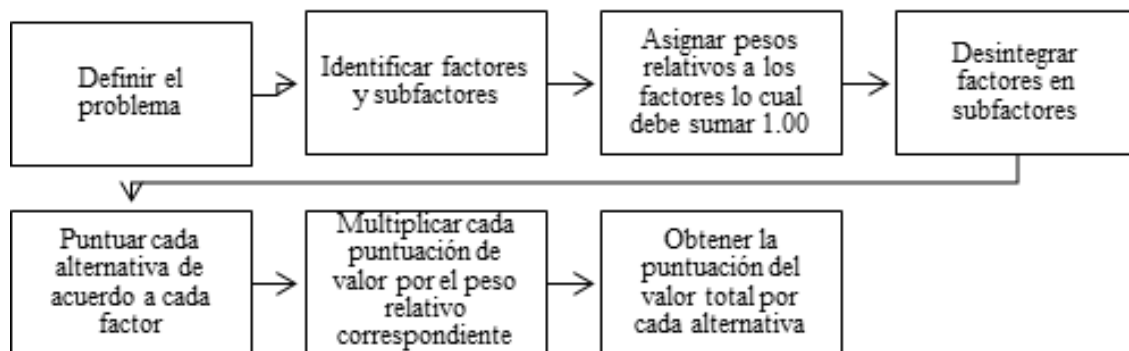
Las respuestas de cada pregunta se sumaron para obtener un resultado final que ubica al hogar en alguna de las cuatro categorías planteadas: Seguridad alimentaria, Inseguridad alimentaria leve, moderada y severa.

3.2.3. Integración y ponderación de las dimensiones de la inseguridad alimentaria

De acuerdo con los datos obtenidos, se realizó una escala adecuada para ordenarlos y cuantificarlos. Esto permitió realizar una suma ponderada de los indicadores que se utilizaron y obtener el valor total que corresponde al índice de inseguridad alimentaria. Para ello se realizó un procedimiento general (Figura 11) para comparar alternativas complejas de atributos múltiples basado en la metodología de Van Gigch, (1993)., de acuerdo a dos operaciones: 1. Igualar las escalas entre sí, llevándolas a un máximo común y 2. Ponderar los indicadores.

Para igualar la escala se escogió el valor de 1. Para la ponderación se basó en la experiencia de investigadores consolidados en el área y se asignaron pesos de acuerdo a la influencia relativa que cada indicador tiene con respecto a la variable tomada en su conjunto. Las dimensiones se ponderaron de la siguiente forma:

- Dimensión Disponibilidad: 0.30
- Dimensión Acceso: 0.40
- Dimensión Utilización: 0.30







Fuente: Modificada de Van Gigch (1993)

Figura 11. Secuencia de pasos para comparar alternativas complejas de atributos múltiples

Por otra parte, el índice ponderado se expresa en el Cuadro 11 a continuación:

Cuadro 11. Rangos de valores para el diagnóstico de Inseguridad Alimentaria (IA)

Valores	Condición	Semaforización
≥ 0.75 a ≤ 1	Seguridad alimentaria	
≥ 0.50 a ≤ 0.74	Inseguridad alimentaria leve	
≥ 0.25 a ≤ 0.49	Inseguridad alimentaria moderada	
≥ 0 a ≤ 0.24	Inseguridad alimentaria grave	

Fuente: Elaboración propia (2019)

3.2.4. Población y muestra

La población constó con 50 familias (mujeres y niños) pertenecientes a los Predios I, II y III que acuden al Centro Social Calazans. A estos se les aplicó un cuestionario que se estructuró de la siguiente manera: datos generales, datos socioeconómicos, características del hogar y diversidad alimentaria.

3.2.5. Análisis Estadístico

Se utilizó estadística descriptiva de acuerdo al tipo de variable y escala de medición, además de realizar análisis bivariado de acuerdo a la escala de medida de cada variable. Para el caso de dos variables con escala de razón o de intervalo se realizó correlación de Pearson o no paramétrica Spearman de acuerdo a su distribución; y para el caso de variables cuantitativas y cualitativas se aplicó el método de T-student con un intervalo de confianza de 95 para ver diferencias estadísticas de sus medias. Para estos análisis se utilizó el programa estadístico Statistica Versión 8.0.

3.3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.3.1. Perfil socioeconómico

De la población femenina la edad máxima estuvo comprendida por los 51 años y la edad mínima por los 16 años, con un promedio de 36 años. En cuanto a los infantes, el 52 % fueron de género femenino y el 48 % género masculino con una edad mínima 5 años y una edad máxima de 11 años y un promedio de 7 años de edad.

En cuanto a escolaridad de las mujeres, se determinó que el 48% cursaron diferentes años de primaria. Sin embargo, 24% finalizaron la secundaria y un 16 % y 4 % cursaron diferentes años de bachillerato y universidad respectivamente. Por tanto, solo el 8 % se catalogaron como analfabetas. En el Cuadro 12 se puede observar las diferentes características que de las familias entrevistadas en la comunidad del Centro Social Calazans.

Cuadro 12. Perfil socioeconómico de las familias del Centro Social Calazans

Variable	Categorías	N	%
Ocupación	Ama de casa	39	78
	Estudiante	6	12
	Comerciante	5	10
No. De integrantes de la familia	2-4	20	40
	4-6	25	50
	7 o más	5	10
No. de hijos por hogar	0-2	30	60
	3-6	19	38
	7 o más	1	2
Características de la casa			
Tipo de pared	Block	40	80
	Zinc	7	14
	Madera	3	6
Tipo de piso	Rustico	43	86
	Tierra	6	12
	Mosaico	1	2
Tipo de techo	Zinc	40	80

	Concreto	8	16
	Cartón	2	4
Mobiliario domestico	Tv y estufa	13	26
	Refrigerador	18	36
	Licuada	7	14
	Microondas	4	8
	Parilla	8	16
Servicios	AP + L	14	28
	L + SP	23	46
	Pavimentación	1	2
	Todos los servicios	12	24

AP; Agua potable, L; Luz; SP; Saneamiento público

Fuente: Elaboración propia, 2019.

Se encontró que el 78 % de las madres de familia se dedican al hogar, un 12 % continúa estudiando y sólo un 5 % realiza alguna actividad remunerada, por lo que el sustento económico a las familias de esta comunidad lo lidera la figura paterna. Álvarez (2005) menciona que a menor nivel educativo de los pilares del hogar en este caso madre o padre, se presenta mayor prevalencia de inseguridad alimentaria. Esto coincide ya que a mayor nivel educativo mejores ingresos económicos y, por tanto, incrementa eventualmente el acceso a los alimentos.

El 50 % de las familias tienen de 4 a 6 integrantes por hogar con un promedio de 2 hijos. Sin embargo, existe un 2% con 14 integrantes por hogar, en el cual 7 miembros son hijos de una misma madre.

En cuanto a las características de la casa, un 80 % tienen paredes de Block con techo de zinc y un 86 % piso rústico, esto se puede observar en la Figura 12. Por tanto, menos del 10 % de la población refirió paredes de madera, piso de tierra y techo de cartón.



Figura 12. Características de las viviendas pertenecientes a los Predios I, II y II, Veracruz, México

En cuanto al mobiliario doméstico un 36% de la población refiere tener refrigerador, 26 % televisión y estufa, mientras que, un 16 % estufa tipo parrilla y menos del 15 % de la población total tiene licuadora o microondas.

Respecto a servicios públicos, un 46 % de la comunidad tiene acceso a luz y saneamiento público. Sin embargo, 28 % no tiene servicios disponibles de agua potable ni aseo público, sólo un 2 % refiere pavimentación de las calles para acceder a la comunidad y en contraparte, un 24 % de la comunidad refiere tener todos los servicios en su hogar.

Al respecto Martínez (2005), plantea que las personas con mayores proporciones de vulnerabilidad viven en el área rural o en zonas periféricas a las cabeceras municipales y estas tienen poco o nulo acceso a los servicios de agua potable y saneamiento público, además presentan bajo nivel educativo y condiciones socioeconómicas desfavorables.

3.3.2. Índice de inseguridad alimentaria (IIA)

Para la evaluación del índice de inseguridad alimentaria se analizaron las dimensiones que lo componen:

3.3.2.1. Disponibilidad

El 52 % de las familias pocas veces consiguen variedad de alimentos disponibles en la tienda o mercado local; un 40 % refirió que algunas veces los consigue y menos del 10 % nunca o de forma seguida tienen disponibilidad de alimentos. Esto se observa en la Figura 13.

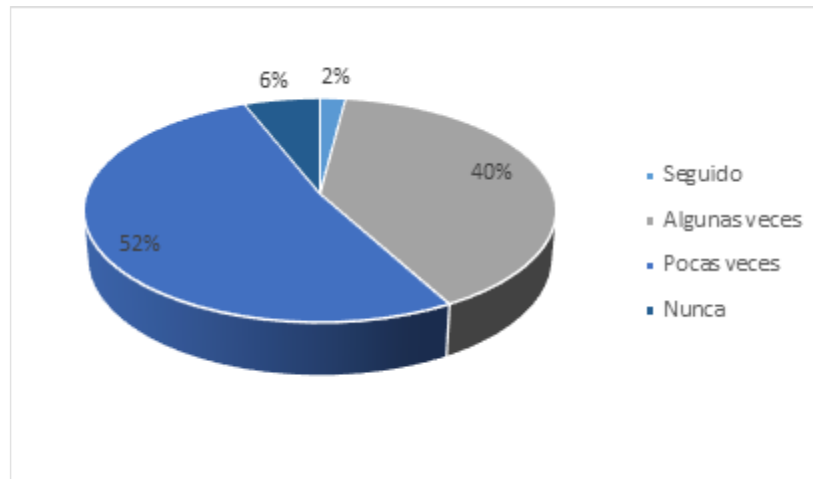


Figura 13. Porcentaje de disponibilidad de alimentos variados en el mercado/tienda por las familias del Centro Social Calazans.

El promedio ponderado de disponibilidad es 0.49, esto se observa en la figura 14 a continuación.

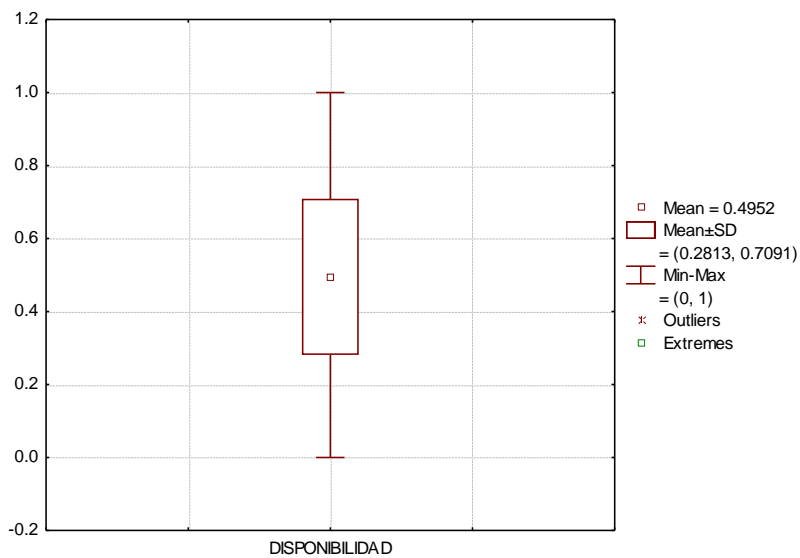


Figura 14. Promedio ponderado de la dimensión disponibilidad

3.3.2.2. Acceso

Esta dimensión se compone de nueve variables principales: las cuales hacen referencia al acceso a los alimentos en el aspecto socioeconómico y físico.

Existen múltiples instrumentos diseñados para medir el acceso físico o económico a los alimentos entre ellos el Módulo para la Medición de la Seguridad Alimentaria Familiar (HFSSM), ya que mide el acceso a los alimentos, con preguntas conductuales a condiciones de escasez de alimentos y estabilidad durante el tiempo (Segall *et al.*, 2012). Este instrumento fue adaptado para países de América Latina y del Caribe, llamándolo ELCSA con dos opciones de respuesta: afirmativa y negativa. Existen otros como el CUSAFI (González, 2016) con características similares a éste trabajo.

La Figura 15 muestra el acceso económico y físico a los alimentos, se determinó: que un 98 % de las familias refirió que “pocas veces” y 2 % “algunas veces” el camino hacia la tienda o mercado se encontraba en buenas condiciones. Aunado a esto; con respecto a si les alcanzó el dinero para comprar alimentos suficientes, un 70 % contestó que “pocas veces” y un 16 % y 14 % refirieron que “nunca” y “algunas veces” respectivamente.

Por otra parte, 60% de las familias indicaron que “algunas veces” tenían suficiente cantidad de comida para niños y/o adultos, un 20 % “pocas veces”, 8 % “nunca” y sólo un 12% refirió que “seguido” tenía suficiente cantidad de comida. Además, 62% de los hogares pocas veces refirieron ingerir tres comidas al día, 18 % “algunas veces” y 10 % “nunca”.

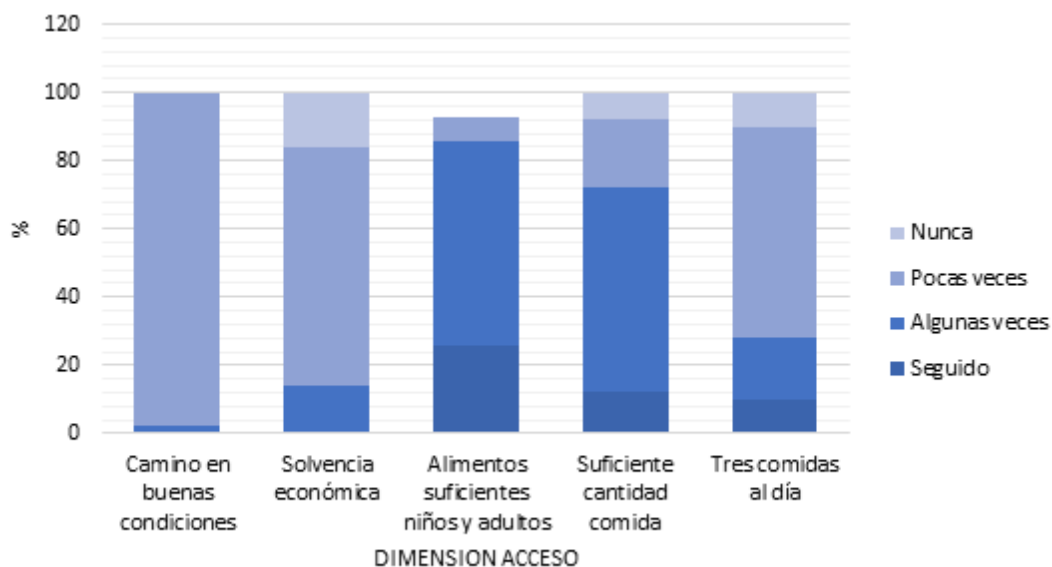


Figura 15. Promedio de variables de la dimensión acceso en los hogares del CSC en los predios I, II y III, Veracruz, México

Cuadro 13. Porcentaje promedio de las variables socioeconómicas de la dimensión acceso en los hogares del CSC en los predios I, II y III, Veracruz, México

Variable	Categoría	%
Obtención de alimentos	Mercado/tienda	86
	Huerto	2
	Regalo o intercambio	12
Tipo de trabajo	Fijo	16
	Temporal	84
Aportación económica al hogar	Si se cumple	16
	No se cumple	84
Apoyo gobierno	Si	22
	No	78
Préstamo de dinero	Si	54
	No	46

Fuente: Elaboración propia (2019)

Cabe mencionar que la mayoría de las familias entrevistadas (86 %) refieren obtener los alimentos del mercado o de la tienda ya que se encuentran con menor distancia de su domicilio.

En cuanto al aspecto socioeconómico, el Cuadro 13 muestra que, un 12 % refiere obtener sus alimentos de intercambios con familiares y/o vecinos, y sólo un 2 % de los hogares indicó tener huerto en sus patios. En cuanto al tipo de trabajo, un 84 % de las personas que llevan el sustento económico a los hogares tiene trabajo temporal con oficios desde albañil, herrero, jardinero o comerciante y sólo el 16 % refirió tener un trabajo fijo. La aportación económica a los hogares está determinada por el número de integrantes por familia y las personas que aportan económicamente en él. Esta relación supone la condición de que dependiendo del número de integrantes en el hogar habrá al menos un integrante aportando económicamente., Por lo tanto, en esta comunidad en el 84 % de los hogares no se cumple esta relación y en el 16 % si se cumple. A pesar de esto más de la mitad de las familias han tenido que pedir prestado dinero para sustento del hogar durante los últimos 30 días. El 78 % de las familias no percibe ningún apoyo del gobierno y el 22 % sí a través de distintos programas sociales como Programa de Abasto Social de Leche y Prospera.

El acceso a los alimentos en esta comunidad tiene un valor ponderado de mínimo 0.13 y máximo de 0.69, por lo cual, el promedio corresponde a 0.43 con respecto a la sumatoria de todas las variables que la componen; esto se puede observar en la Figura 16.

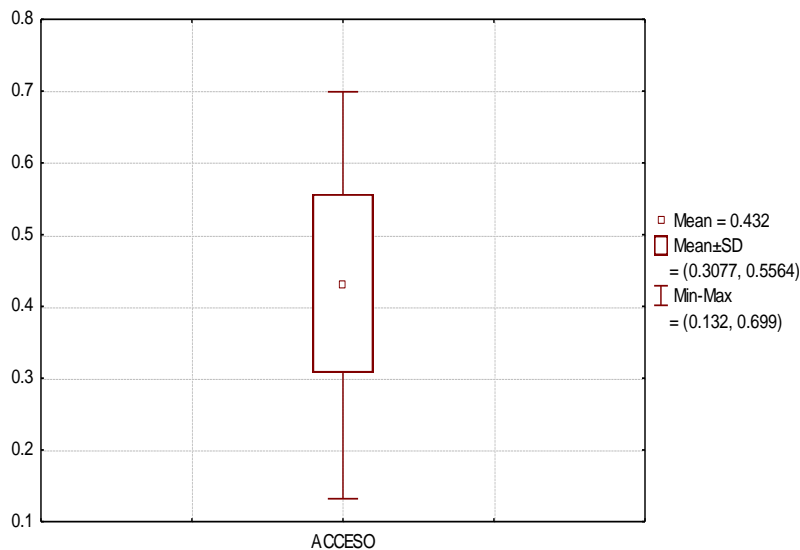


Figura 16. Promedio ponderado de la dimensión acceso en los hogares del CSC en los predios I, II y III, Veracruz, México

3.3.2.3. Utilización

En el Cuadro 14 se pueden observar el promedio de las variables que componen la dimensión Utilización, donde se observa que el 22 % de las familias utiliza agua de la llave para tomar y un 78% lo hace para cocinar o preparar sus alimentos, sólo un 22 % utiliza el agua de garrafón para realizar cualquiera de estas actividades. Además, un 34 % refiere no tener un lugar para cocinar a diferencia de un 66 % que si lo tiene. Un 38 % de los hogares en esta comunidad utiliza desinfectante para lavar alimentos frescos, y por el contrario un 36 % utiliza agua con jabón y sólo un 26 % agua. En cuanto al almacenaje de los alimentos secos un 48 % los guarda en recipientes de plástico, un 26 % en alacenas o estantes, 16 % no lo almacena y un 8 % los guarda en el refrigerador. Por el contrario, para el almacenaje los alimentos frescos un 62 % de los hogares compra los alimentos frescos de forma diaria ya que el ingreso económico se obtiene por día trabajado.

Cuadro 14. Promedio de variables que componen la dimensión de Utilización en los hogares en los predios I, II y III, Veracruz, México

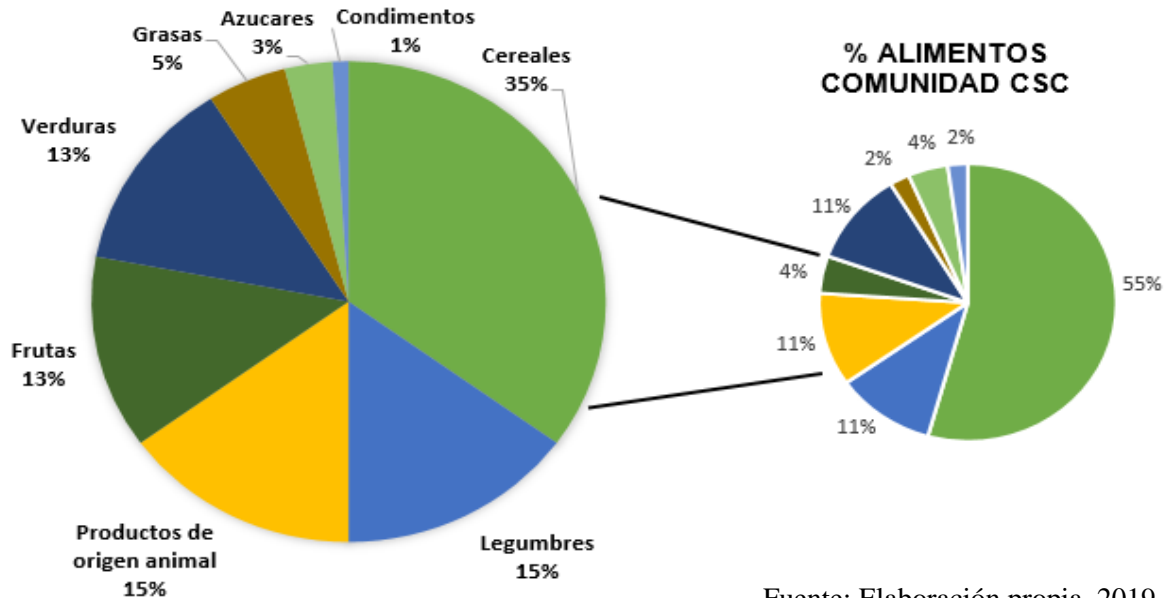
Variable	Categoría	%
Agua para tomar	Llave	78
	Garrafón	22
Agua para cocinar	Llave	78
	Garrafón	22
Lugar para cocinar	Sí	66
	No	34
Higiene alimentos	Agua	26
	Agua y Jabón	36
	Desinfectante	38
Almacenaje alimentos secos	Alacena/estante	26
	Refrigerador	2
	Recipiente	48
	Compro al día	8
	No se almacena	16
Almacenaje alimentos frescos	Alacena/estante	2
	Refrigerador	36
	Recipiente	0
	Compro al día	62
	No se almacena	0

Aunado a esto, el 75 % de las madres de familia tienen una enfermedad crónico- degenerativa siendo: hipertensión arterial, diabetes mellitus tipo 2 y dislipidemias las más frecuentes, además también cursan con síntomas relacionados con la alteración de absorción de nutrimentos., siendo diarrea la enfermedad más frecuente.

Pérez-Escamilla *et al.*, (2007) resalta un hallazgo importante y es la presencia de diabetes mellitus e hipertensión en adultos en México, donde el vivir en un hogar con inseguridad alimentaria representa un factor de riesgo para la Diabetes mellitus tipo 2 en mujeres, pues el riesgo aumenta 22% en la inseguridad alimentaria leve, 53% en la moderada y 38% en la severa, en relación con hogares con seguridad alimentaria.

Además, existe evidencia de que la IA impone costos a los individuos afectados, pero también al sistema socioeconómico de los países, ya que la presencia de enfermedades carenciales o crónico degenerativas entre la población ocasionan pérdidas de capital humano y, por ende, aumentan los gastos del sistema de salud para atender las enfermedades y las consecuencias que éstas acarrear (Cook, 2009).

Por otra parte, en la Figura 17 se puede observar el promedio de grupos de alimentos recomendados por la NOM-043-SSAA2-2005 para el Plato del Bien Comer y además el porcentaje del grupo de alimentos que se consumieron en los hogares de la comunidad del Centro social Calazans en los últimos 30 días. Se encontró que la mayoría consumió el 44% de los alimentos recomendados de acuerdo con el Plato del Bien Comer de forma diaria. Al realizar un análisis de comparación de medias para una muestra se encontró que existen diferencias estadísticas significativas ($p < 0.05$) para cada caso.



Fuente: Elaboración propia, 2019

Figura 17. Porcentajes de los grupos de alimentos del Plato del Bien Comer con respecto a las familias del CSC

Los alimentos que se consumen con mayor prevalencia en los hogares del CSC durante los últimos 30 días fueron los cereales (55 %): maíz, trigo y arroz; seguido de las legumbres como el frijol o las lentejas en un 15 %. Las verduras y frutas ocuparon un 13 % c/u, las más consumidas fueron cebolla, chile, calabaza y jitomate; y frutas como el plátano, la naranja y la mandarina o bien aquellas que se encontraran en temporada por su bajo valor económico; de productos de origen animal: leche, huevos y pollo (15 %); éste último debido a su elevado costo el 58% de las familias lo consume de 1- 2 veces por semana, de grasas utilizan aceite para cocinar. Además, endulzan sus bebidas con azúcar y principalmente utilizan la sal para condimentar sus alimentos.

González (2016) en un estudio similar menciona que la mayoría de los hogares en la comunidad El Tocoy (San Luis Potosí, México) no alcanzó el 50% de lo recomendado por la NOM-043-SSAA2-2005, ya que la dieta de esta comunidad está basada en cereales principalmente y tienen un consumo menos frecuente de frutas, verduras y proteínas de origen vegetal y animal.

Esto resulta perjudicial para el organismo, ya que aquellos hogares que no cuenten con diversidad de nutrimentos en su organismo conlleva a la afección del estado de salud o funcionamiento de los órganos, sobretodo en poblaciones con mayores condiciones de vulnerabilidad.

El promedio ponderado de esta dimensión oscila entre 0.04 y 0.83 con un promedio de 0.55 con respecto a las variables evaluadas, esto se puede observar en la Figura 18 a continuación.

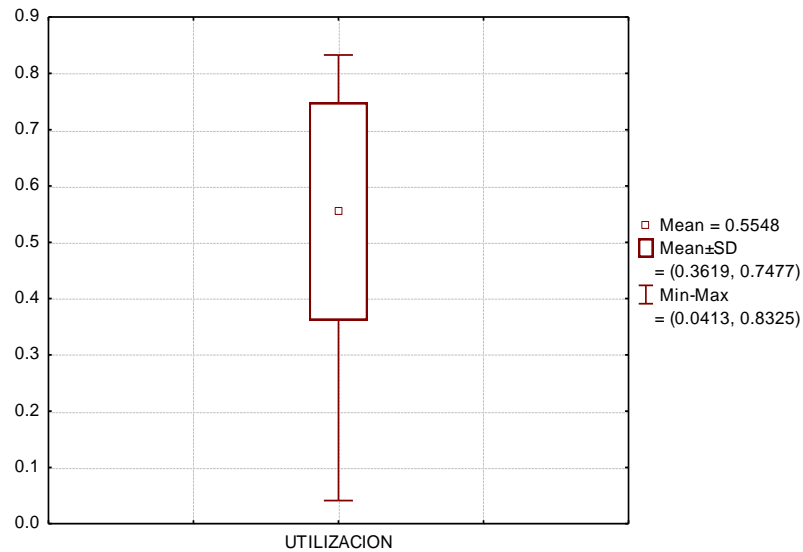


Figura 18. Promedio ponderado de la dimensión Utilización de los hogares en los predios I, II y III, Veracruz, México

Los promedios ponderados de estas dimensiones fueron sumados, con esto se obtuvo el Índice de Inseguridad Alimentaria de las familias que asisten al Centro Social Calazans (CSC). Es así como, en ésta población el índice oscila entre 0.22 con familias que sufren de inseguridad alimentaria severa a 0.70 con una sola familia que se acerca al rango de seguridad alimentaria. Sin embargo, el promedio total de los hogares es de 0.48, es decir, el 100 % de los hogares entrevistados que asisten al CSC ubicado en los Predios I, II y III en Veracruz, México sufren de Inseguridad Alimentaria moderada.

Al respecto, Zárate *et al.*, (2016) realizaron una investigación en Xochiapulco, Puebla e indican que el 55% de los hogares tienen inseguridad alimentaria leve. El 37% presenta inseguridad alimentaria moderada y en el 3% la inseguridad es severa. No obstante, sólo el 4% de los hogares indica tener seguridad alimentaria. De la Cruz (2014) encontró que los hogares de Tocoy (San Luis

Potosí) sufrían de inseguridad alimentaria severa. En cambio, de acuerdo con las categorías de inseguridad alimentaria del CUSAFI donde se evalúan las cuatro dimensiones (González, 2016), se encontró que los hogares de Tocooy se encuentran en inseguridad alimentaria leve.

Aunado a esto, en la Figura 19 se observa que la dimensión menos afectada con respecto a las demás fue: *Utilización*, seguido de *Disponibilidad*; esto es debido a que es una comunidad que se encuentra en la zona periurbana de la ciudad de Veracruz y a pesar de contar con pocos recursos socioeconómicos, existen comercios cercanos a sus hogares y, por tanto, pueden encontrar diversidad de alimentos en los distintos locales comerciales o supermercados e incrementar la variabilidad con la proceden a la higiene de sus alimentos, preparación o almacenaje de éstos. Esto tiene relación con Álvarez-Uribe (2010) donde menciona que la población clasificada en estrato bajo reportaron prevalencias de inseguridad alimentaria moderada y severa muy altas.

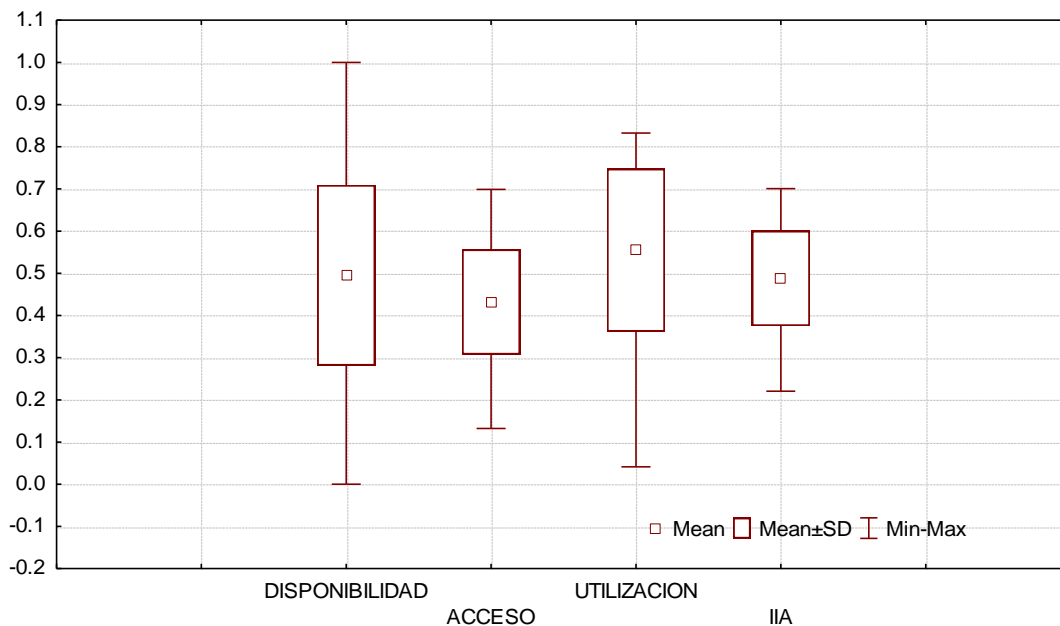


Figura 19. Dimensiones de la inseguridad alimentaria de las familias del CSC en los predios I, II y III, Veracruz, México

En México, al analizar la inseguridad alimentaria por ubicación geográfica, un tercio de los hogares en zonas rurales fueron clasificados en las categorías moderada y severa, mientras que, alrededor de un cuarto de los hogares en áreas urbanas fue ubicado en estas mismas categorías (Flores *et al.*, 2009). Los estados con mayor prevalencia de IA moderada y severa en el país son Tabasco

(49.0%), Guerrero (44.0%), Chiapas (38.9%), Oaxaca (38.6%) y Campeche (35.9%). En contraste, las entidades con menor proporción de IA moderada y severa fueron Chihuahua, Jalisco y Querétaro con menos de 20 % (Mundo-Rosas *et al.*, 2013). Como se observa la mayor afectación a nivel nacional es en los estados catalogados con mayor pobreza en México, Por tanto, a pesar de que Veracruz no se encuentra en ésta lista, no queda exento de sufrir un elevado IIA en la actualidad.

3.3.3 Análisis de correlación entre los factores Socioeconómicos y el índice de Inseguridad Alimentaria

Se analizaron diferentes indicadores del aspecto socioeconómico de la comunidad de los Predios I, II y III y se pudo establecer que siete de quince indicadores tienen relación con el IIA, esto se observa en el Cuadro 15.

Cuadro 15. Resultados de la correlación de los indicadores socioeconómicos y el grado de inseguridad seguridad alimentaria

Indicadores socioeconómicos Vs IIA	R spearman	p-valor
Años de escolaridad	0.31	0.02*
Integrantes de la familia	0.23	0.10
No. hijos por hogar	-0.00	0.97
Relación entre el No. integrantes por familia y personas que aportan económicamente al hogar	0.42	0.00*
Tipo de pared de la vivienda	0.16	0.24
Tipo de techo de la vivienda	-0.02	0.87
Tipo de piso de la vivienda	0.42	0.00*
Servicios disponibles en la vivienda	0.13	0.35
Mobiliario en la vivienda	0.08	0.53
Solvencia económica para comprar alimentos	0.38	0.00*
Disponibilidad de comida en el hogar	0.00	0.99
Tipo de trabajo	0.41	0.00*
Apoyo del gobierno	0.37	0.02*
Préstamo de dinero para comprar alimentos	0.35	0.01*
Agua potable	0.12	0.39

*Diferencias significativas < 0.05

Al calcular la relación entre escolaridad, tipo de trabajo y solvencia económica para comprar alimentos existe una alta correlación con el IIA (Figura 20). Esto tiene sentido según Maldonado (2016), ya que en los hogares cuyos miembros presentan escolaridad baja tendrán menor probabilidad de inaccesibilidad a una cantidad suficiente de alimentos. Según Álvarez (2007) si una persona en la vivienda tiene trabajo remunerado, la probabilidad que el hogar sufra de inseguridad alimentaria se reduce en un 2,8 %.

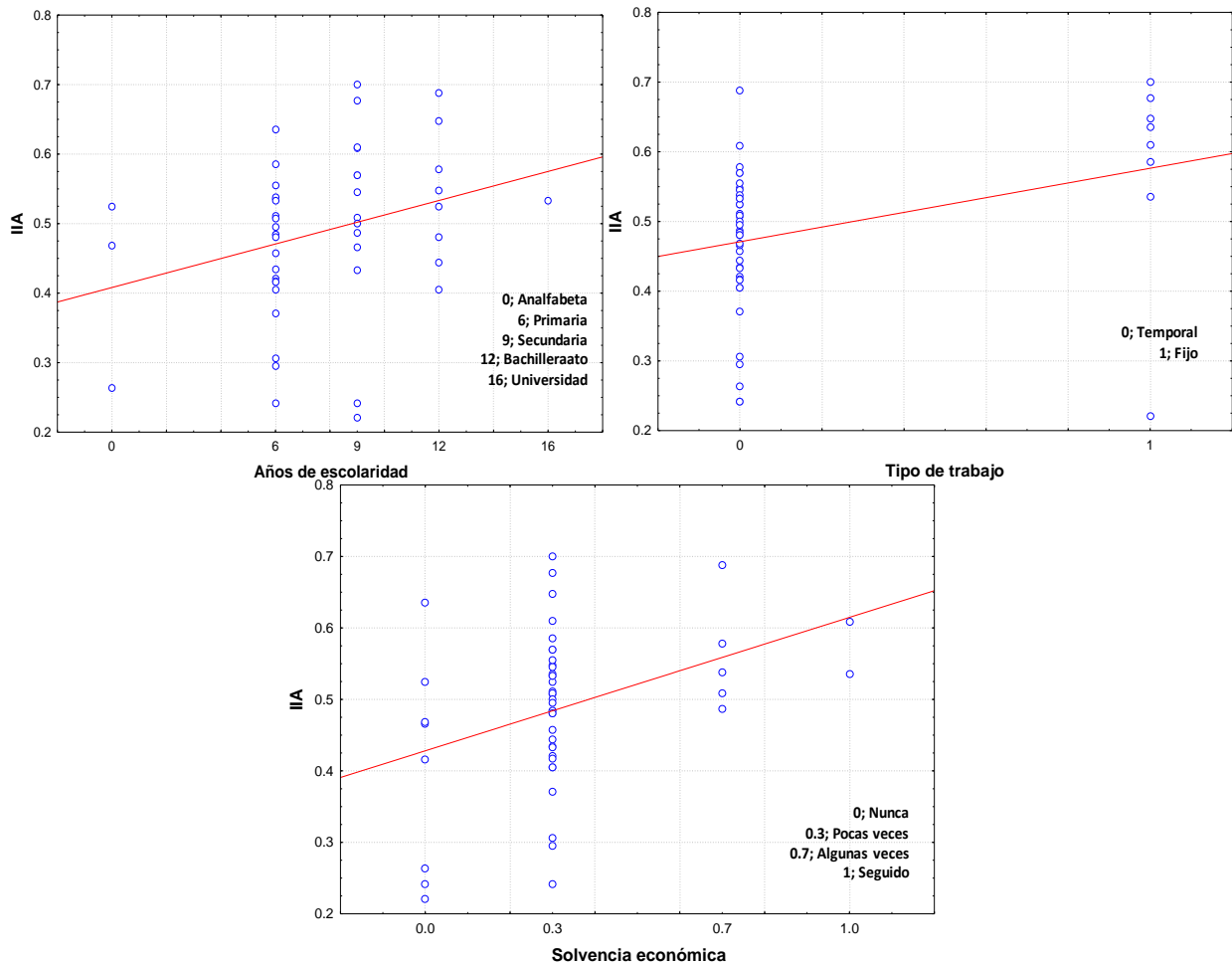


Figura 20. Correlación del Índice de Inseguridad Alimentaria Vs Factores socioeconómicos (Escolaridad, Solvencia económica y Tipo de empleo) en la comunidad de los Predios I, II, III

En este caso, además, existe una alta correlación ($p < 0.05$) entre el IIA y el número de personas que aporten económicamente al hogar respecto al número de integrantes de la vivienda. Es decir que a mayor número de integrantes por familia menos sustento económico al hogar y por tanto aumenta el IIA.

Al respecto, Calero (2011) menciona que los hogares que presentan mayores índices de inseguridad alimentaria son más numerosos, tienen más niños menores de cinco años y una gran proporción de miembros dependientes económicamente.

Al calcular la relación entre el acceso a servicios básicos y el grado de seguridad alimentaria se pudo determinar lo siguiente: El acceso a agua potable, luz y saneamiento público no tiene relación con el grado de seguridad alimentaria ($p > 0.05$) al igual que el mobiliario que exista en la vivienda (refrigerador, estufa, televisión, microondas etc.). Sin embargo, el tipo de piso en estas viviendas en su mayoría es de tierra, lo cual tiene un alto grado de correlación ($p < 0.05$) con el IIA. Esto tiene sentido según Maldonado (2016) ya que los indicadores relacionados con las condiciones del hogar como material del piso, cocina exclusiva y material de construcción, denotan el grado de pobreza que tiene una población

Por otra parte, se observa que las personas que reciben algún apoyo del gobierno (Prospera o Liconsa), o bien, que han recurrido durante el último mes a un préstamo de dinero para comprar alimentos, tienen una alta correlación ($p < 0.05$) con la Inseguridad Alimentaria, ya que es indicativo de una baja solvencia económica para la compra de alimentos y manutención de los recursos alimenticios en el hogar.

Existen otros indicadores socioeconómicos que tienen una baja correlación con respecto al índice de inseguridad alimentaria ($p < 0.05$) sin embargo, son importantes al evaluar la condición de pobreza que existe en una vivienda.

3.4. CONCLUSIÓN

De acuerdo al análisis de las diferentes dimensiones de la inseguridad alimentaria en los hogares de los Predios I, II y III que asisten al CSC, se concluye que el 100 % de éstos padecen algún grado de IA con un promedio que se ajusta a la categoría moderada. Se demuestra que existe un incremento significativo del porcentaje de inseguridad alimentaria en los grupos menos favorecidos económicamente. Es decir, la población que se encuentra en el nivel bajo de condiciones de bienestar, así como los estados con mayor pobreza en los cuales Veracruz ocupa

un lugar importante y coincide firmemente con otras investigaciones llevadas a cabo en México y otros países; pues se ha encontrado una relación estrecha entre el nivel de inseguridad alimentaria y la pobreza medida a través de ingresos o gastos en el hogar, por lo que las condiciones socioeconómicas de los hogares son una pieza fundamental para el diagnóstico de inseguridad alimentaria. Por tanto, se deben mejorar los factores y las causantes que influyen en su manifestación.

Finalmente, se puede concluir que los problemas de seguridad alimentaria, para el caso que nos ocupa, se encuentra asociado a la disponibilidad de alimentos y a las diferentes limitantes que existen con respecto al acceso (número de integrantes de la familia, tipo de trabajo, suficiente cantidad de comida o recursos económicos para el abastecimiento de productos de primera necesidad entre otros).

3.5. RECOMENDACIONES

Se recomienda buscar alternativas pertinentes para revertir el nivel de pobreza y, gestionar mejores condiciones de desarrollo como: huertos familiares para incrementar la disponibilidad de alimentos en los hogares a través del fortalecimiento de la agricultura familiar con cultivos característicos de la zona de alto valor alimenticio como: maíz, frijol, jitomate, chile, y plantas como la *Moringa oleifera*. Con esto existiría una mejora de la estabilidad con productos que pueden ser consumidos durante temporada o de forma permanente. Además, mejoras en la diversidad dietética y el consumo de macro y micro nutrientes con efectos positivos en la nutrición y salud de las personas. Por último, se recomienda el consumo de productos enriquecidos con plantas con alto valor nutricional como la moringa, la cual puede ser incorporada a la dieta diaria de los hogares y con esto coadyuvar a la disminución de la IA en los hogares.

3.6. LITERATURA CITADA

Álvarez-Uribe, M. C., A. Estrada-Restrepo., y Z. Y. Fonseca-Centeno. 2010 Caracterización de los hogares colombianos en inseguridad alimentaria según calidad de vida. Revista de Salud pública 6: 877-888.

- Álvarez, M., A. López, J. Monsalve, N. Giraldo, O. Zapata., y O. Vélez. 2005. Contexto sociodemográfico, estado nutricional y de salud e ingesta dietética de los niños que participan del programa de Complementación Alimentaria alianza MANA ICBF. Evaluación económica, de la participación comunitaria e institucional para el desarrollo del programa y utilización del complemento alimentario en el hogar. Medellín, Colombia.
- Álvarez U, M. C., L. P. Mancilla L., y J. E. Cortés T. 2007. Caracterización Socioeconómica y de Seguridad Alimentaria de los hogares productores de alimentos para el autoconsumo, Antioquia-Colombia. *Agroalimentaria* 12:109-122.
- Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL). 2010. Dimensiones de la seguridad alimentaria: Evaluación Estratégica de Nutrición y Abasto. México.
- Cook, J., y K. Jeng. 2009. *Child Food Insecurity: The Economic Impact on our Nation*. Feeding America and The Conagra Foods Foundation, Chicago, IL, 32p.
- Calero, C. J. 2011. *La Seguridad Alimentaria en Ecuador desde un enfoque de accesibilidad alimentaria*. Tesis de Maestría. Quito, Ecuador.
- De la Cruz, A. 2014. *Vulnerabilidad por inseguridad alimentaria: experiencias en familias indígenas de la Huasteca Potosina*. Tesis de Licenciatura. Facultad de Medicina. Universidad Autónoma de San Luis Potosí, México.
- ENSANUT (Encuesta Nacional de Salud y Nutrición). 2012. Estado de nutrición, anemia, seguridad alimentaria en la población mexicana. Instituto Nacional de Salud Pública. 200 pág.
- Fuglie, L. J. 2001. *The miracle tree. Moringa oleifera*. In: *Natural nutrition for the tropics training manual*. (ed) New York: Church World Service. Dakar, Senegal.
- Flores M., N. Macías, M. Rivera, S. Barquera, L. Hernández, A. García-Guerra., y J. A. Rivera. 2009. Energy and nutrient intake among mexican school-aged children, Mexican National Health and Nutrition Survey. *Salud Pública México* 51: 540-550.
- FAO. 2013. *The State of Food Insecurity in the World 2013. The multiple dimensions of food security*. Rome: FAO.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación). 2018. *El estado de la seguridad alimentaria y la nutrición en el mundo. Fomentando la resiliencia climática en aras de la*

- seguridad alimentaria y la nutrición. FAO, Roma. Disponible en: <http://www.fao.org/3/I9553ES/i9553es.pdf>, Consultado el 01 de marzo 2019.
- González M, A. D. 2016. Validación de un instrumento para evaluar la seguridad alimentaria familiar en comunidades indígenas. Estudio piloto. Tesis de Licenciatura. San Luis potosí. INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). 2019. Cruzada contra el hambre. Disponible en: <https://www.milenio.com/politica/cruzada-hambre-4-10-municipios-crecio-muerte-desnutricion> Consultado 19 junio de 2019.
- Lockett, C. T., C. C. Calvert, y L. E. Grivetti. 2000. Energy and micronutrient composition of dietary and medicinal wild plants consumed during drought: Study of rural Fulani, Northeastern Nigeria. *International Journal of Food Science and Nutrition* 51:195-208.
- Mahmood, K. T., T. Mugal., y I. Ul Haq. 2010. *Moringa oleifera*: a natural gift: a review. *Journal of Pharmaceutical Sciences and Research* 2:775-781.
- Mendieta-Araica, B., R. Spörndly., N. Reyes-Sánchez., y E. Spörndly. 2011. *Moringa (Moringa oleifera)* leaf meal as a source of protein in locally produced concentrates for dairy cows fed low protein diets in tropical areas. *Livestock Science* 137: 10-17.
- Martínez R, L. A., E. Espíndola, A. Fernández, A. Ávila., y P. Pinto. 2005. Hambre y desigualdad en los países andinos. La desnutrición y la vulnerabilidad alimentaria en Bolivia, Colombia, Ecuador y Perú. Santiago: Naciones Unidas, p. 10-12.
- Mundo-Rosas, V., T. Shamah-Levy., y J. A. Rivera-Dommarco. 2013. Grupo de Seguridad Alimentaria en México. *Epidemiología de la inseguridad alimentaria en México. Salud Pública México* 2: 206-213.
- Maldonado, P. 2016. Seguridad alimentaria y su relación con factores socioeconómicos: caso familia de productores de quinua de la parroquia San Isidro, cantón Espejo, provincia del Carchi. *Revista PUCE*: 309-324.
- Norma Oficial Mexicana. NOM-043-SSA2-2005. Servicios básicos de salud. Promoción y educación para la salud en materia alimentaria. Criterios para brindar orientación. Disponible en: <http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/compi/043ssa205.pdf> consultada el día 05 de junio de 2019.
- Pérez-Escamilla, R., H. Melgar-Quiñonez, M. Nord, M. C. Álvarez., y A. M. Segall-Correa. 2007. Escala Latinoamericana y Caribeña de Seguridad Alimentaria (ELCSA). *Memorias de la*

- 1ª conferencia en América Latina y el Caribe sobre la medición de la seguridad alimentaria en el hogar. *Perspectivas en Nutrición Humana* 117-134.
- Segall, A., M. Álvarez, H. Melgar., y R. Pérez. 2012. La Escala Latinoamericana y Caribeña de Seguridad Alimentaria (ELCSA): desarrollo y preguntas que la conforman. *Escala Latinoamericana y caribeña de seguridad alimentaria (ELCSA): Manual de uso y Aplicaciones* pp 18-29.
- SINAIS (Sistema Nacional de Información en Salud). 2019. Disponible en: <https://www.milenio.com/politica/cruzada-hambre-4-10-municipios-crecio-muerte-desnutricion> Consultado 19 junio de 2019.
- Van Gigch, J. P. 1993. *Teoría general de sistemas*. (ed) Arias, G. F. (ed) Trillas. México.
- Zárate G, G. S. *et al.* 2016. Análisis de la seguridad alimentaria en los hogares el municipio de Xochiapulco Puebla, México. *Estudios Sociales* 47: 67-85.

CAPÍTULO IV. EFECTO DEL CONSUMO DE SUPLEMENTOS CON *Moringa oleifera* Lam. EN EL ESTADO NUTRICIONAL DE UNA POBLACIÓN VULNERABLE

RESUMEN

La anemia es una de las patologías más frecuentes, tanto en los países altamente desarrollados como en los de bajos ingresos socioeconómicos (Cardero *et al.*, 2009). La OMS (2018), reporta que alrededor del 25 % de la población mundial padece ésta enfermedad. En México, La Encuesta Nacional de Salud Pública (2012) señala que existen dos millones de niños menores de cinco años que sufren anemia (23.3% de la población infantil). En mujeres en edad reproductiva, de acuerdo a la OMS (2018), la prevalencia de anemia en el ámbito mundial es de 33 % y alrededor del 15 % se encuentran en el país. Por tanto, el objetivo de esta investigación fue determinar el efecto del consumo de suplementos con moringa en el estado nutricional de mujeres y niños en una comunidad vulnerable con riesgo de inseguridad alimentaria en Veracruz, México. El estudio tuvo lugar en el Centro Social Calazans ubicado en el municipio Veracruz, en la zona centro del estado. Se trató de un estudio longitudinal-observacional ya que se investigó al mismo grupo de personas de manera repetida durante un periodo de tres meses. Se utilizaron dos tratamientos: un testigo positivo y un testigo negativo para un total de 50 repeticiones cada uno. Se realizó una evaluación nutricional y bioquímica. Los resultados indicaron que, al cabo de tres meses, hubo un incremento significativo ($p < 0.05$) de los valores de hemoglobina, hematocrito y VCM en mujeres y niños. Por tanto, La suplementación con cápsulas a mujeres y muffins con *Moringa oleifera* para niños coadyuvó a la disminución de la prevalencia de anemia en grupos escolares y mujeres en edad reproductiva en el municipio de Veracruz. Es importante que se sigan promoviendo alternativas alimentarias ricas en nutrimentos para poblaciones de bajos recursos y que se puedan distribuir en diferentes zonas del estado y del país, contribuyendo a la disminución de los índices de malnutrición.

Palabras clave: moringa, anemia, malnutrición, mujeres, niños

CAPÍTULO IV. EFFECT OF SUPPLEMENT CONSUMPTION WITH *Moringa oleifera* Lam. IN THE NUTRITIONAL STATE OF A VULNERABLE POPULATION

ABSTRACT

Anemia is one of the most frequent pathologies, both in highly developed and low-income countries (Cardero *et al.*, 2009). The WHO (2018) reports that about 25% of the world's population suffers from this disease. In Mexico, the National Public Health Survey (2012) indicates that there are two million children under five who suffer from anemia (23.3% of the child population). In women of reproductive age, according to the WHO (2018), the prevalence of anemia worldwide is 33% and around 15% are in the country. Therefore, the objective of this research was to determine the effect of the consumption of moringa supplements on the nutritional status of women and children in a vulnerable community at risk of food insecurity in Veracruz, Mexico. The study was carried out at the Calazans Social Center located in the Veracruz municipality, in the downtown area of the state. It was a longitudinal-observational study since the same group of people was repeatedly investigated over a period of three months. Two treatments were used: a positive control and a negative control for a total of 50 repetitions each. A nutritional and biochemical evaluation was performed. The results indicated that, after three months, there was a significant increase ($p < 0.05$) in the values of hemoglobin, hematocrit and MCV in women and children. Therefore, supplementation with capsules to women and muffins with *Moringa oleifera* for children contributed to the decrease in the prevalence of anemia in school groups and women of reproductive age in the municipality of Veracruz. It is important that nutrient-rich food alternatives continue to be promoted for low-income populations that can be distributed in different areas of the state and the country, contributing to the decline in malnutrition rates.

Key words: Moringa, anemia, malnutrition, women, children

4.1. INTRODUCCIÓN

Actualmente, la OMS (2018), reporta que alrededor del 25 % de la población mundial padece anemia, que es la disminución de glóbulos rojos en el cuerpo y como consecuencia; una inadecuada oxigenación de sangre al organismo causando deterioro en diversos órganos. La anemia por déficit de hierro ha sido reconocida a nivel mundial por traer graves consecuencias a la salud de las poblaciones con mayores porcentajes de vulnerabilidad, como los niños y las mujeres en edad reproductiva y/o embarazadas (OMS, 2019; Fernández, 2010).

En México, esta condición se considera un problema de salud pública severo. La Encuesta Nacional de Salud Pública (2012) señala que existen dos millones de niños menores de cinco años que sufren anemia (23.3% de la población infantil), y en niños de 5-11 años una prevalencia de 10.1 % (De la Cruz-Góngora *et al.*, 2013). Estas dos cifras son superiores al promedio mundial (25.4 %). Sin embargo, en mujeres en edad reproductiva, de acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (2018), la prevalencia de anemia en el ámbito mundial es de 33 % y alrededor del 15 % de mujeres en etapa reproductiva a nivel nacional padece esta enfermedad (Shamah-Levy, 2018). A nivel estatal, Veracruz presenta el mismo comportamiento respecto a estos retos nacionales en el ámbito de la Salud Pública con un 12% de prevalencia (ENSANUT, 2012).

Bajo este contexto, hay que tomar en consideración que la anemia por déficit de hierro continúa siendo la principal consecuencia de la carencia nutricional en México y en el mundo (Freire, 1998; Villalpando *et al.*, 2003). Las medidas llevadas a cabo para su prevención y manejo son limitadas. Los elevados índices en las diferentes formas de malnutrición son una clara y urgente advertencia de buscar recursos alimentarios que se encuentren accesibles económicamente y disponibles para producirse localmente y cuya utilización se adapte a los hábitos alimentarios de la población (Guesry, 2005).

Por lo tanto, se ha considerado la introducción de nuevas alternativas de alimentos naturales, los cuales destacan por sus propiedades nutricias como la *Moringa oleifera* Lam (Nambiar *et al.*, 2003; Fahey, 2005; Fernández, 2016).

La moringa es un árbol miembro de la familia *moringaceae* que crece en el trópico y es originaria del sur del Himalaya, en la India. Actualmente, su cultivo se ha extendido en varios estados de México, incluyendo Veracruz (Ruíz, 2016). Las hojas de moringa aportan un elevado contenido de nutrimentos a la dieta por ser ricas en proteínas, vitaminas, minerales y aminoácidos, incluso en mayor porcentaje que alimentos convencionales (Del Toro Martínez, 2016; Mathur, 2005).

Por lo tanto, el objetivo de la presente investigación fue determinar el efecto del consumo de suplementos con moringa en el estado nutricional de mujeres y niños en una comunidad vulnerable con riesgo de inseguridad alimentaria en Veracruz, México.

4.2. MATERIALES Y MÉTODOS

4.2.1. Área de estudio

El estudio experimental tuvo lugar en el Centro Social Calazans ubicado en el municipio Veracruz, en la zona centro del estado Veracruz, coordenadas 19° 9' 30.93'' LN y 96° 10' 11.05'' LO, a una altitud de 6.6 msnm. Esta comunidad pertenece al programa Social de la Universidad Cristóbal Colón, el cual apoya a mujeres y niños de escasos recursos en el aspecto nutricional, educativo y social.

4.2.2. Tipo de estudio, duración y diseño experimental

Se trató de un estudio longitudinal-observacional ya que se investigó al mismo grupo de personas de manera repetida durante un periodo de tres meses. Se utilizaron, dos tratamientos: un testigo positivo (25 mujeres y 25 niños que consumen suplementos con moringa) y un testigo negativo (25 mujeres y 25 niños que consumen suplementos sin moringa) para un total de 50 repeticiones cada uno. Cada individuo (mujer y niño/niña), corresponde a una unidad experimental.

Los suplementos elaborados para el estudio fueron: cápsulas con 500 mg de harina de hojas de moringa, que se suministraron a las mujeres en edad reproductiva. Cada mujer consumió una dosis de seis cápsulas diarias distribuidas en tres horarios, durante 24 h (3g diarios). con. Por otra parte,

un muffin con 2g de harina de moringa, se ofreció a los niños/niñas diariamente. La duración de los tratamientos fue de 90 días.

Se analizaron estadísticamente los índices en el estado nutricio y bioquímicos antes, durante (para el caso de las mujeres) y al final del periodo evaluado para cada unidad experimental.

4.2.2.1. Elaboración del muffin

El muffin contenía la siguiente formulación: harina de moringa seleccionada (10 %) y harina de trigo (80 %). Los otros ingredientes utilizados para la mezcla fueron: sustituto de leche, huevo, cacao, azúcar y sal (10 %). Cada muffin pesó 46 g, de los cuales 2 g correspondieron a la harina de moringa procedente del secador natural. Las asignaciones de éstos valores se basaron en las Recomendaciones de Nutrimientos en la Población Mexicana (Bourges y Casanueva, 2002). La cocción de los muffins se realizó en un horno convencional a una temperatura de 180 °C durante 25 minutos.

4.2.2.2. Elaboración de las cápsulas

Las capsulas con 500 mg de harina de hojas de moringa deshidratadas obtenidas mediante secado natural, fueron envasadas en una encapsuladora semiautomática de acrílico modelo MX204. De esta misma forma, se envasaron 500 mg de harina de maíz.

El testigo positivo recibió capsulas con harina de moringa, y el testigo negativo capsulas con harina de maíz, ya que se ha demostrado que ésta, sin adición de vitaminas y minerales, no ejerce ningún efecto en la absorción de nutrimentos en el organismo (Rosado, 1999).

4.2.3. Población y muestra

La población y muestra constó con 50 mujeres edad reproductiva de 15 a 49 años y 50 niños en etapa escolar de 5 a 11 años. Este muestreo fue de tipo no probabilístico por conveniencia dada las características de las personas que acuden a la comunidad donde se llevó a cabo el estudio.

4.2.3.1. Criterios de inclusión para el estudio

Los criterios fueron. 1) el intervalo de edades para ingresar al estudio, entre 15 y 49 años para mujeres y entre los 5 y 11 años para los niños. 2) Los candidatos (as) para el estudio fueron aquellas mujeres o niños con diagnóstico hematológico de anemia leve o moderada con un valor de hemoglobina < 12.5 g/dl y 11.5 g/dl, respectivamente. 3) si cumplían con los requisitos anteriores, deberían pasar por una desparasitación intestinal con Albendazol 400 mg VO (vía oral), DU (dosis única) previo al inicio del estudio.

4.2.3.2. Criterios de exclusión para el estudio

Las personas que no podían ingresar al estudio eran: mujeres embarazadas o en periodo de lactancia, mujeres o niños/niñas con algún tipo de alergia alimentaria como a lácteos y /o chocolate, mujeres y /o niños/niñas con anemia severa u otras patologías crónicas que afecten el sistema inmunológico, mujeres o niños/niñas que tomen suplementos vitamínicos, personas con un exceso en el consumo de alimentos que limiten absorción de hierro como: café, té, vino tinto o cerveza (taninos), cereales integrales (fosfatos), lácteos (sustancias alcalinas).

4.2.4. Evaluación nutricional

Se utilizó un monitor de composición corporal modelo OMRON HBF-514C para medir peso, IMC, grasa corporal, grasa visceral, musculo esquelético y edad corporal. Las variables peso/edad, talla/edad, IMC/ edad en niños fueron procesadas mediante el programa WHO ANTHRO PLUS versión 1.0 4. Las variables; talla, circunferencia abdominal, cintura y cadera fueron recolectadas a través de un estadiómetro portátil y una cinta métrica. Los pliegues cutáneos se midieron con un plicómetro metálico Lange Profesional.

Las variables fueron registradas en un cuestionario (Anexo 1) individualizado por cada unidad de estudio (mujeres y niños) donde se asentaron datos nutricionales, además de los conocimientos de moringa que tenían al inicio de la fase experimental.



Figura 21. Evaluación nutricional de las unidades de estudio

4.2.5. Evaluación bioquímica

Se extrajeron 5 ml de sangre a cada unidad de estudio. Para el caso de las mujeres las muestras fueron tomadas durante 3 periodos (1) abril, (2) mayo y (3) junio para el caso de los niños se tomaron al inicio y final del estudio. La sangre se obtuvo por venopunción con agujas estériles y estas se colectaron en tubos. Dichas muestras fueron transportadas al Laboratorio ABC en Veracruz, Ver para su posterior análisis.



Figura 22. Análisis bioquímico de las unidades de estudio

4.2.6. Análisis estadístico

Se realizaron análisis de estadística descriptiva, y además para determinar la probable existencia de diferencias significativas entre los tratamientos se realizaron pruebas T-student para muestras dependientes. Además, se realizaron análisis de Chi-cuadrada y de varianza (ANOVA) con una comparación de las medias empleando la prueba de Tukey ($p < 0.05$) para cada variable medida mediante el programa estadístico Statistica Versión 8.0

4.3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.3.1. Conocimientos sobre *Moringa oleifera* en mujeres

Alrededor de un 44 % de las mujeres indicó haber consumido la moringa antes del tratamiento de forma esporádica. Las partes de las plantas que un 28 % consumía con mayor frecuencia eran las semillas y un 16 % las hojas. Por otra parte, un 56 % de las mujeres niegan el consumo o conocimientos de moringa antes del tratamiento.

En cuanto a las mujeres que sí la han consumido, un 24 % indicó que su último consumo fue hace 6 a 12 meses, 18 % de 1 a 6 meses, sólo un 2 % refiere haber consumido moringa hace más de 12 meses. Las causas por las cuales consumieron esta planta, un 32 % indicó que para bajar de peso y 12 % refirió que para estabilizar valores de glicemia. La frecuencia de uso de la moringa oscilaba en un 40 % de forma diaria y un 4 % tres veces por semana. Aunado a esto, un 14 % refiere haber perdido peso, 10 % refiere mejora en sus tomas de glicemia, pero un 20 % indicó sentirse con mayor energía.

Además, se les preguntó de temas relacionados con los conocimientos que tienen de moringa para mejorar ciertas patologías, donde un 62 % indica que es beneficiosa en enfermedades como la diabetes mellitus y la hipertensión arterial, 34 % indica que, para el sobrepeso, mientras que un 8 % desconoce sus beneficios.

El 100 % de las mujeres estuvieron dispuestas a consumir moringa en cápsulas, y para sus niños el 80 % indicó que de preferencia en muffin y el 20 % refirió en licuado o galleta.

4.3.2. Diagnóstico nutricional en mujeres

De la población femenina, la edad máxima estuvo comprendida por los 49 años y la edad mínima por los 16 años, con un promedio de 36 años de edad.

Alrededor de un 4% de las mujeres que acuden al CSC tienen un peso insuficiente, 8% obesidad mórbida, 18% peso normal y 70% con algún grado de sobrepeso. Además, un 6% de las mujeres presentaron obesidad periférica (muslos, caderas o glúteos). Sin embargo, el 76% tiene obesidad central (grasa localizada en abdomen). En cuanto al índice de cintura/ cadera, un 68 % de éstas presentaban valores a > 0.85 , por lo cual presentan un elevado riesgo de enfermedades cardiovasculares, además de contener grasa abdomino-visceral. De acuerdo con las cifras de la circunferencia de brazo, pliegue cutáneo bicipital y tricípital, 16% de las mujeres están en riesgo de malnutrición. ($< P10$).

En cuanto a la hemoglobina, <12.0 ; Volumen corpuscular medio <80 , eritrocitos <4.1 y hematocrito <36 ; un 50% de las mujeres al inicio del estudio presentaban anemia leve a moderada. Esto según la clasificación de anemia de la OMS (2011) un 36 % de las mujeres padecía de anemia leve (11-11.9 g/dl) y un 12 % anemia moderada (8-10.9 g /dl). Para el periodo de mayo estas cifras habían cambiado a un 10 % para los casos leves y 4 % para los casos moderados. Es decir que las cifras disminuyeron en un 26 % y 8 % respectivamente obteniendo diferencias significativas mediante el análisis de Chi cuadrada ($p<0.05$).

De igual forma, para mes de junio existen diferencias significativas ($p< 0.05$) posterior a un periodo de 90 días de suplementación, en el caso de las mujeres un 88 % no padecía ningún tipo de anemia y sólo un 12 % persistió con este trastorno en la categoría leve. Por lo tanto, las mujeres que padecían este trastorno en la categoría moderada mejoraron sus cifras, aumentando los valores de Hb (Hemoglobina). Por lo tanto, de un 50 % de las mujeres diagnosticadas con esta enfermedad, existe una mejoría de un 38 % obteniendo diferencias significativas al respecto ($p<0.05$).

Aunado a estos valores, un 54 % padecía signos y síntomas relacionados con un déficit de hemoglobina y en consecuencia presentaban al inicio del estudio: cefaleas, mareos, palidez cutáneo-mucosa, fatiga, falta de energía o debilidad (astenias), dolor en el pecho y/o palpitaciones. Sin embargo, para finales del estudio posterior a un periodo de 90 días estos síntomas disminuyeron a un 8 %.

Los niveles de hemoglobina, hematocrito, VCM, eritrocitos y plaquetas con media, desviación estándar, valores mínimos y máximos del grupo testigo y del grupo suplementado con moringa se presentan en el Cuadro 16 y 17, respectivamente.

Cuadro 16. Niveles de las variables bioquímicas en sangre en mujeres del **grupo testigo** (mujeres de 15-49 años) al inicio (abril) y después de tres meses de tratamiento (junio) (n=25)

Variable	Inicio (Abril)			Final (Junio)		
	Concentración mín.	Concentración máx.	Media±DS	Concentración mín.	Concentración máx.	Media±DS
Hb (g/dl)	11.9	15.6	13.78±0.78	11.9	14	13.23±0.56
Hcto (%)	35.7	46.8	41.36± 2.34	35.7	42	39.69± 1.70
VCM (f/L)	71.6	99.5	84.32±5.55	71.6	105.8	90.25± 7.38
PLT (x10 ³ /uL)	175	481	325.12± 72.78	169	464	319.08 ± 73.40
RBC (x10 ⁶ /uL)	3.89	5.22	4.60± 0.32	3.93	5.26	4.63±0.30

Hb Hemoglobina; Hcto, Hematocrito; VCM, Volumen corpuscular medio; PLT, Plaquetas; RBC, Eritrocitos

*Diferencias significativas: p< 0.05

Cuadro 17. Niveles de las variables bioquímicas en sangre en mujeres del **grupo con tratamiento de moringa** (mujeres de 15-49 años) al inicio (abril) y después de tres meses de tratamiento (junio). (n=25)

Variable	Inicio (Abril)			Final (Junio)		
	Concentración mín.	Concentración máx.	Media±DS	Concentración mín.	Concentración máx.	Media±DS
Hb* (g/dl)	9.1	12.7	11.58±0.85	11.2	14	12.66±0.80
Hcto* (%)	27.3	38.1	34.76± 2.57	33.6	42	37.99± 2.42
VCM* (f/L)	66	90.4	84.32±5.55	74.1	97.2	88± 7.68
PLT (x10 ³ /uL)	187	470	308.64± 62.87	214	494	314.8 ± 68.91
RBC (x10 ⁶ /uL)	3.43	4.92	4.36± 0.30	3.74	5.04	4.46±0.30

Hb, Hemoglobina; Hcto, Hematocrito; VCM, Volumen corpuscular medio; PLT, Plaquetas; RBC, Eritrocitos

*Diferencias significativas: p< 0.05

Los resultados mostraron que existen diferencias significativas (p<0.05) en las variables de hemoglobina y hematocrito, respectivamente, en las mujeres suplementadas con moringa durante el periodo comprendido entre abril a junio, inicio y fin del estudio. En las Figura 23 y 24, se evidencia que tanto la Hb y como Hcto, llegaron a valores óptimos: Hb >12.5 y Hcto > 36) y no se encontraron diferencias significativas (p<0.05) entre el primer y segundo mes del tratamiento. Para el grupo testigo no hubo diferencias estadísticas significativas entre ellos, aunque, si con el grupo suplementado (p< 0.05).

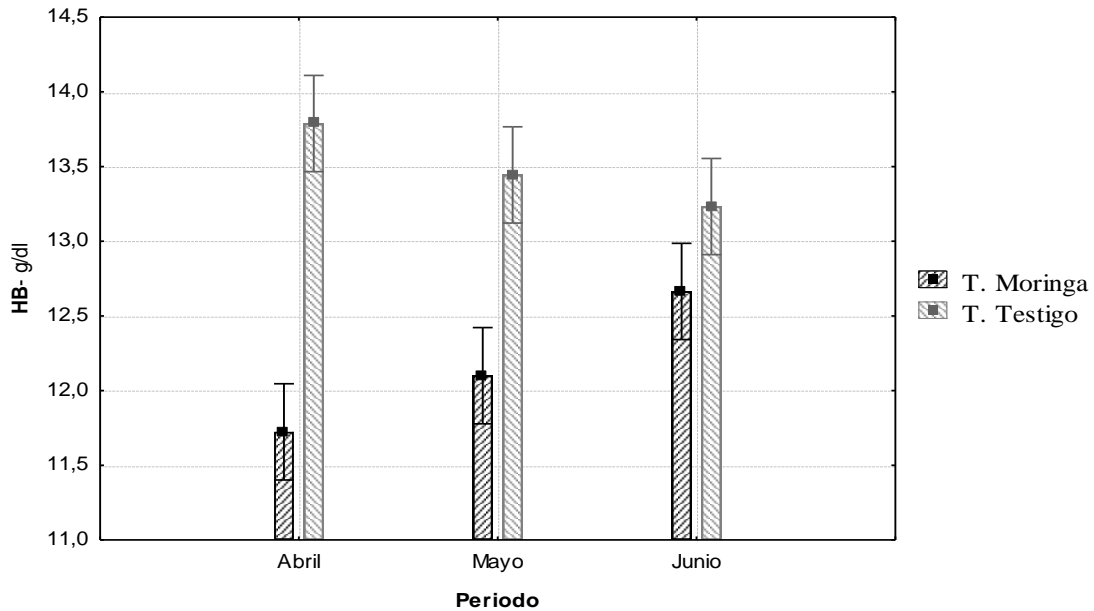


Figura 23. Variación en los valores de Hemoglobina en las mujeres durante los 3 meses del estudio

En el Cuadro 18 se observa los promedios en las concentraciones de hemoglobina y hematocrito obtenido por otros autores. Al respecto, Sindhu *et al.*, (2013) reportaron niveles de hemoglobina en mujeres con anemia entre 8 y 10.8 g/dl, Posterior a la intervención con moringa, durante un periodo de tres meses, incrementaron los niveles de hemoglobina en un 77 % de las mujeres: de entre 9.4 a 10.2 g/dl y de 10.8 a 11.2 g/dl. Por el contrario, en el grupo testigo, observaron que los niveles de Hb bajaron en un 80 %.

Cuadro 18. Comparación del promedio de las variables hemoglobina y hematocrito en mujeres con diferentes autores

Variable	Inicio				Final			
Hemoglobina (g/dl)	11.58 ¹	9.4 ²	10.5 ³	<11.5 ⁴	12.66 ¹	10.2 ²	11.94 ³	>12.0 ⁴
Hematocrito (%)	80.91 ¹		< 33 ³		37.99 ¹		> 38.8 ³	

Fuente: Paola T¹ Sindhu *et al.*,² (2013); Estiyani *et al.*,³ (2017); Idohou-Dossou⁴ (2011)

Por otra parte, Estiyani *et al.*, (2017) realizaron un estudio para aumentar los niveles de hierro en mujeres, donde revelaron que existió una diferencia significativa entre la media del nivel de

hemoglobina entre el grupo intervención (11.94 g/dl) y el grupo testigo (11.06 g/dl). Similar a este estudio, Idohou-Dossou (2011) indicó que las concentraciones medias de hemoglobina en las mujeres aumentaron significativamente en ambos grupos (testigo y suplementado). El 32% de las mujeres en el grupo de moringa mejoraron su concentración de Hb ($Hb \geq 12.0$ g /dl) en comparación con el 21% en el grupo testigo.

El aumento significativo en la concentración de hemoglobina del grupo suplementado con moringa podría explicarse por un incremento en la ingesta de proteínas o por la presencia de ácido ascórbico y betacaroteno presente en el polvo de la hoja de moringa, el cual mejora la biodisponibilidad del hierro (Fuglie, 1999; García-Casal, 1998).

Otra variable medida en este estudio fue el hematocrito, el cual indica el porcentaje de glóbulos rojos total de la sangre. El valor de ésta variable es proporcional al contenido de hemoglobina y eritrocitos que hay en el organismo. El valor del hematocrito ésta sujeto a un aumento o disminución del agua plasmática, sin embargo, también puede estar influenciado por la temperatura, ambiente o policitemia (Guyton, 1992 y Susanto, 2011).

Por ello, en el estudio realizado por Estiyani *et al.*, (2017) se evidenciaron diferencias significativas el hematocrito del grupo intervenido con moringa con 38.38 % y el grupo testigo con 33.81 %, al igual que en la presente investigación, con un hematocrito inicial de 34.76 % y uno final de 38 %.

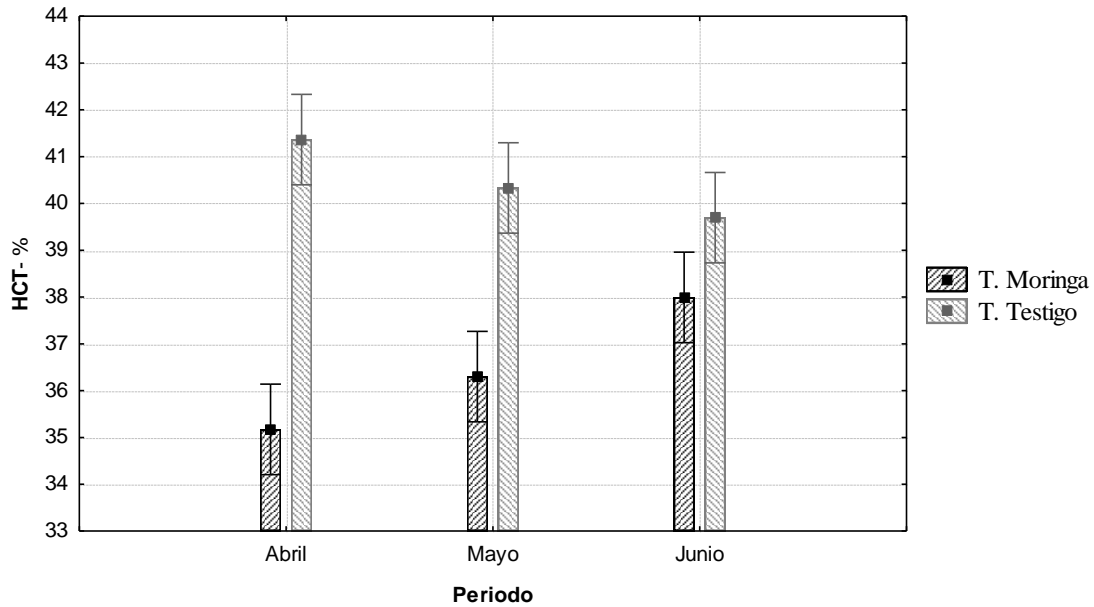


Figura 24. Variación en los valores de Hematocrito en las mujeres durante tres meses del estudio

En la Figura 25 se presenta la variable VCM de las mujeres. En el grupo con tratamiento de moringa, existieron diferencias estadísticas significativas ($p < 0.05$) entre el primer y tercer mes donde se observa un incremento exponencial de volumen corpuscular medio. A diferencia del grupo testigo, donde solo existen diferencias estadísticas significativas de acuerdo al tipo de tratamiento suministrado en la fase inicial.

Es importante resaltar que ésta variable mide el volumen promedio de todos los glóbulos rojos. Un volumen corpuscular medio o bajo significa que las células son más pequeñas que lo normal. Esto normalmente es causado por deficiencia de hierro o enfermedades crónicas. Un volumen corpuscular medio alto puede ser causado por medicamentos que alteren su estructura (Guyton, 1992).

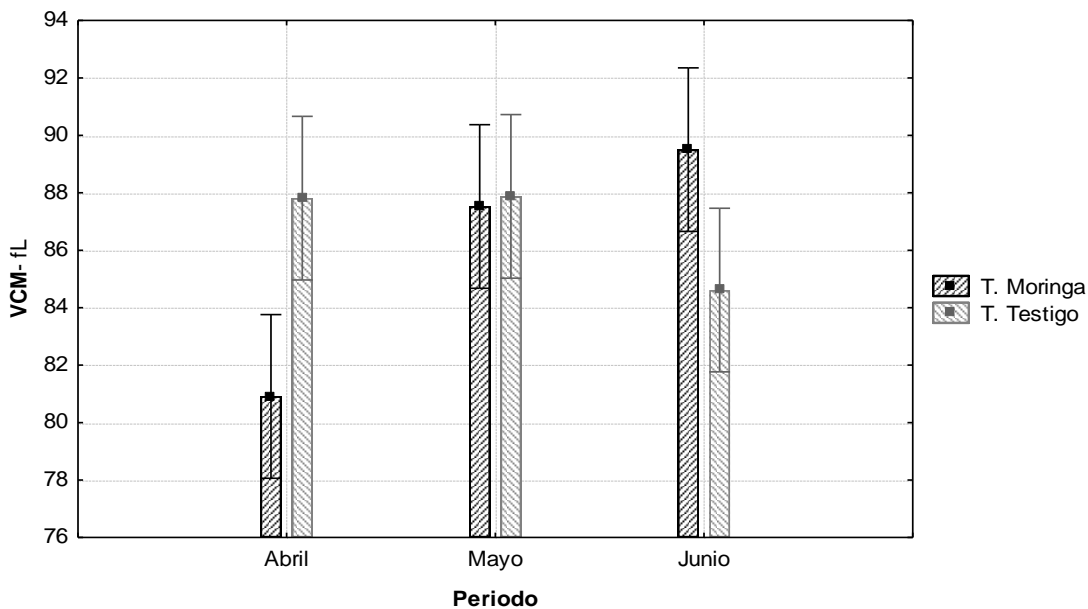


Figura 25. Variación en los valores de VCM en las mujeres durante los 3 meses del estudio

En el caso de los eritrocitos (Figura 26), a pesar de que existe un ligero aumento de los grupos suplementados y un déficit eritrocitario de aquellas mujeres que conformaron el grupo testigo no se encontraron diferencias significativas para estos casos ($p > 0.05$). Durante el mes de mayo, existieron diferencias significativas sin embargo predominan los meses durante los cuales permanecieron iguales.

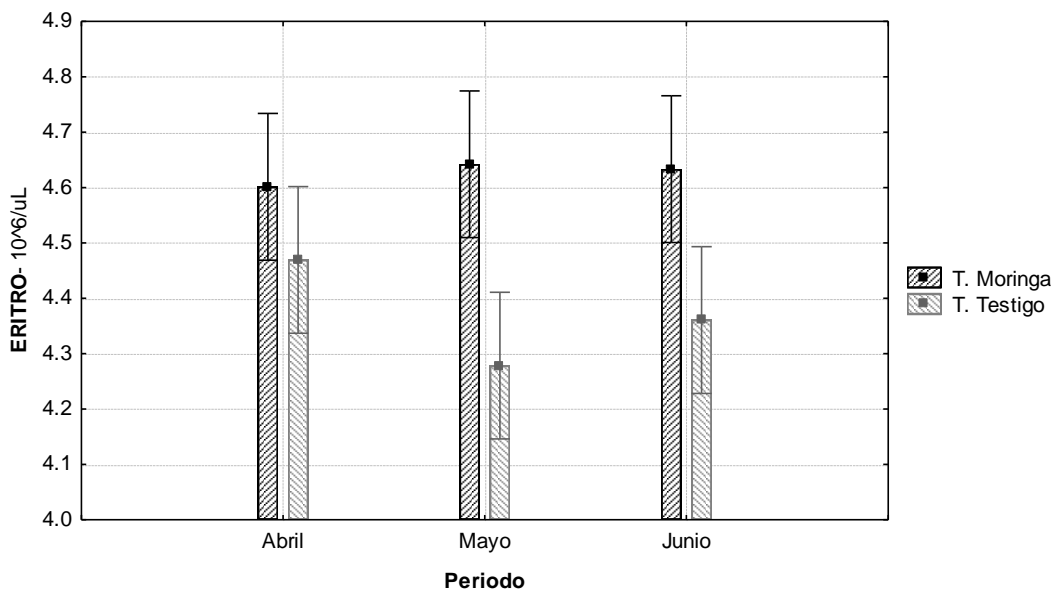


Figura 26. Variación en los valores de Eritrocitos en las mujeres durante los 3 meses del estudio

En este sentido, Estiyani *et al.*, (2017) encontraron que si hubo diferencias de los valores eritrocitarios siendo de $4.30 (x10^6 /uL)$ para el grupo intervenido y $3.78 (x10^6 /uL)$ para el grupo no intervenido.

La formación de eritrocitos es influenciada por la vitamina B12, ácido fólico, hierro, proteínas y hormonas glicoproteicas y oxígeno. Por tanto, las hojas de moringa tienen un papel fundamental, ya que son ricas en nutrientes y vitaminas tales como: hierro, vitamina A, vitamina C, vitamina K, vitamina B6, tiamina, riboflavina, flavonoide (Winarno, 1997 y Trees for Life, 2011). Por ende, dichos nutrientes ejercen funciones en la formación y maduración de la serie roja.

En la Figura 27, se muestran las variaciones de los valores de plaquetas, y a pesar de que existió un aumento del grupo suplementado con moringa y un déficit plaquetario de aquellas mujeres que conformaron el grupo testigo no se encontraron diferencias significativas ($p>0.05$) para ambos tratamientos. A diferencia de lo que encontraron Estiyani *et al.*, (2017), en los cuales si existió un aumento significativo en el grupo intervenido.

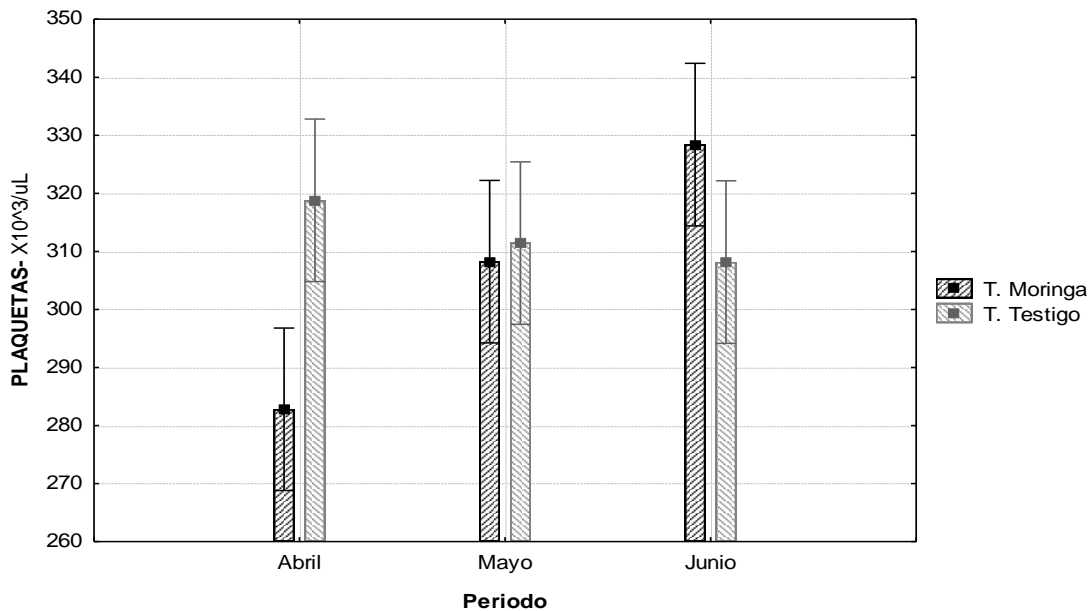


Figura 27. Variación en los valores de Plaquetas en las mujeres durante los 3 meses del estudio

Este aumento se explica ya que los flavonoides existentes en las hojas de moringa tienen influencia en la estructura, biodisponibilidad y actividad biológica de las células sanguíneas que se forman

en la médula ósea (Bergquist, 2005). Por tanto, las hojas de moringa son una medida profiláctica a la trombocitopenia que puede estar generada en enfermedades como la anemia.

Un comportamiento similar a la presente investigación fueron los resultados observados por Ndong (2007) quien explica que el contenido de polifenoles que pueden estar presentes en concentraciones altas en el polvo de hojas de moringa, pueden, disminuir la biodisponibilidad del hierro, y por ende, pueden no existir cambios significativos que alteren la serie roja.

4.3.3. Diagnostico nutricional niños

En cuanto a los infantes, el 52 % pertenecían al género femenino y el 48 % género masculino con una edad mínima de 5 años, máxima de 11 años y un promedio de 8 años de edad.

De acuerdo a los índices antropométricos Peso/edad, IMC/edad, y Talla/edad, 40 % de los niños tienen riesgo de malnutrición. En cuanto a (HB<11.5; HTO <35; VCM <77; Eritrocitos <4.1) un 50% de los niños presentaba algún tipo de anemia.

Un 36 % de los infantes presentaron cifras de anemia leve (11-11-4 g /dl) y 16 % anemia moderada (8 a 10.9 g /dl) en la fase inicial del estudio, sin embargo, posterior a un periodo de 90 días con la suplementación estas cifras disminuyeron en un 28 % para los casos leves obteniendo diferencias significativas ($p < 0.05$). Por tanto, posterior a un periodo de tres meses sólo un 8 % de los infantes permanecía con este diagnóstico y un 42 % estabilizaron sus valores llegando a rangos óptimos. Es así como más del 92 % de la población infantil mejoró su estado nutricio al finalizar este estudio. Aunado a esto, el 66% de los niños presentó los siguientes signos y síntomas al inicio del estudio: dolor de cabeza, mareos, palidez cutáneo-mucosa, fatiga, falta de energía o debilidad, y retraso pondo-estatural. Sin embargo, posterior a un periodo de tres meses los síntomas como: cefaleas, debilidad y mareos disminuyeron a un 10 %.

En los Cuadros 19 y 20, se evidencian los niveles de diferentes variables bioquímicas de sangre para realizar el diagnóstico de anemia en el grupo de niños/niñas testigo y suplementados con moringa, respectivamente. Además, se observan las variaciones ocurridas al inicio y final del estudio. Además, en el Cuadro 21 se presentan las diferencias de éstos valores representados por su promedio y desviación estándar.

Cuadro 19. Niveles de las variables bioquímicas en sangre en el grupo testigo (niños de 5-11 años) antes y después de los 3 meses de tratamiento (n=25).

Variable	Inicio (Abril)			Final (Junio)		
	Concentración mín.	Concentración máx.	Media±DS.	Concentración máx.	Concentración mín.	Media±DS
Hb (g/dl)	11.8	14.8	13.28±0.57	11.8	14	13.22±0.56
Hcto (%)	35.7	41.2	37.93±1.54	35.7	43.7	39.74± 2.39
VCM (f/L)	72.1	86.9	77.98±3.74	72.1	95.3	82.32± 6.17
PLT (x10 ³ /uL)	205	571	360.52±86.5 2	140	571	329.88±94.5
RBC (x10 ⁶ /uL)	4.24	5.18	4.87± 0.23	4.41	5.19	4.83±0.20

Hb, Hemoglobina; Hcto, Hematocrito; VCM, Volumen corpuscular medio; PLT, Plaquetas; RBC, Eritrocitos

Cuadro 20. Niveles de las variables bioquímicas en sangre en el grupo suplementado con moringa (niños de 5 a 11 años) antes y después de los 3 meses de tratamiento (n=25).

Variable	Inicio (Abril)			Final (Junio)		
	Concentración mín.	Concentración máx.	Media±DS	Concentración máx.	Concentración mín.	Media±DS
Hb* (g/dl)	10.6	13.3	12.24±0.60	10.9	13.9	12.42±0.75
Hcto* (%)	31	42.6	35.66± 2.60	33.1	43	38.43± 2.52
VCM* (f/L)	70.2	92	78.51± 4.73	70.2	92	83.25± 6.39
PLT (x10 ³ /uL)	247	456	356.36± 57.56	235	512	364.12± 74.89
RBC (x10 ⁶ /uL)	4.03	5.12	4.55± 0.29	4.03	5.05	4.58±0.26

Hb, Hemoglobina; Hcto, Hematocrito; VCM, Volumen corpuscular medio; PLT, Plaquetas; RBC, Eritrocitos

*Diferencias significativas: p< 0.05

Cuadro 21. Diferencia de la concentración promedio de hemoglobina entre grupo testigo y con moringa al inicio y final del tratamiento

Variable	Inicio	Final
Hemoglobina (g/dl)	1.04±0.73	0.8±0.56
Hematocrito (%)	2.26±1.60	1.30±0.92
VCM (f/L)	0.52±0.37	0.93±0.65
Plaquetas (x10 ³ /uL)	4.16±2.94	34.24±24.21
Eritrocitos (x10 ⁶ /uL)	0.32±0.22	0.25±0.18

La Figura 28 representa las variaciones de la hemoglobina en ambos grupos (testigo y moringa) al inicio y final del estudio, donde se evidencia que existen diferencias estadísticas significativas ($p < 0.05$) en cuanto los periodos en el grupo suplementado con moringa, sin embargo, en el grupo testigo no se encuentran diferencias significativas importantes. Solo es importante acotar que las diferencias para éste último se ven reflejadas en el periodo inicial al compararse ambos grupos.

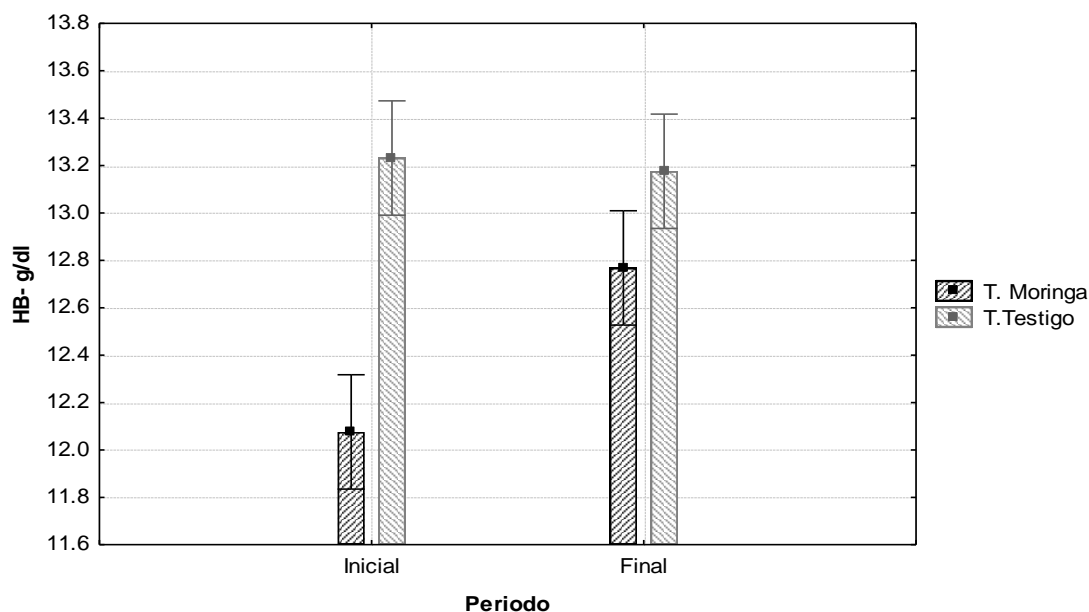


Figura 28. Variación en los valores de Hemoglobina en los niños en el periodo inicial y final posterior a 90 días de tratamiento

Al respecto, More (2017), refiere que en el grupo experimental la concentración de hemoglobina después de recibir el suplemento enriquecido con moringa (galleta) fue significativa, con una

media de 12.45 ± 0.69 g/dl. Un estudio similar fue el de Teté-Benissan *et al.*, (2012) con el mismo periodo de tratamiento, pero utilizaba la moringa como adición a una bebida de cereales, obtuvieron un aumento de la hemoglobina obteniendo un valor máximo de $11,1 \text{ g/dl} \pm 1,32 \text{ g/dl}$.

Con respecto al grupo testigo, en la presente investigación no presentó variaciones estadísticas significativas lo cual es similar al estudio realizado por Zongo *et al.*, (2013) quienes brindaron un suplemento placebo con avena a su grupo testigo continuando éste grupo con anemia ya que sus valores se mantuvieron de 9.47 ± 1.45 g/dl antes de la ingesta del placebo, a 9.74 ± 2.25 g/dl después de la ingesta. Incluso, en otro estudio, Fernández (2010), indica que el grupo testigo disminuyó los valores de hemoglobina de 12.3 a 11.5 g/dl similar a lo que ocurrió en este caso.

El comportamiento de las variables hematocito y VCM se presenta en las Figuras 29 y 30, respectivamente. Para ambas variables, se encontraron diferencias estadísticas significativas ($p < 0.05$) al inicio del tratamiento entre los grupos testigo y experimental y con respecto al tiempo del tratamiento en el grupo que recibió el suplemento con moringa. Por otra parte, en el grupo testigo el porcentaje de hematocrito no sufrió variaciones por lo que su promedio se mantuvo, no existiendo diferencias estadísticas significativas para ellos ($p > 0.05$).

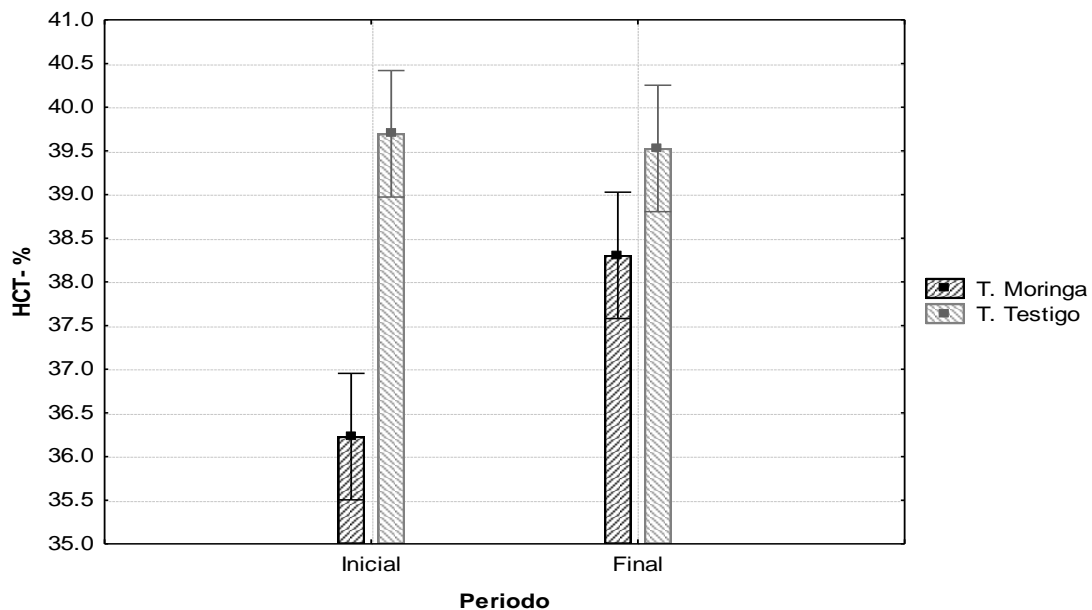


Figura 29. Variación en los valores de Hematocrito en los niños en el periodo inicial y final posterior a 90 días de tratamiento

Teté-Benissan *et al.* (2012) refieren en su estudio que en aquellos infantes que recibieron suplementos enriquecidos con moringa, el VCM mejoró significativamente, por tanto, los infantes pasaron de una anemia microcítica-hipocrómica de un 84 % a un 40 % aproximadamente. Sin embargo, en el grupo testigo éste tipo de anemia persistió en un 90 %, por lo que los valores de VCM no aumentaron sino por el contrario tuvieron una disminución similar a lo que ocurrió en este estudio.

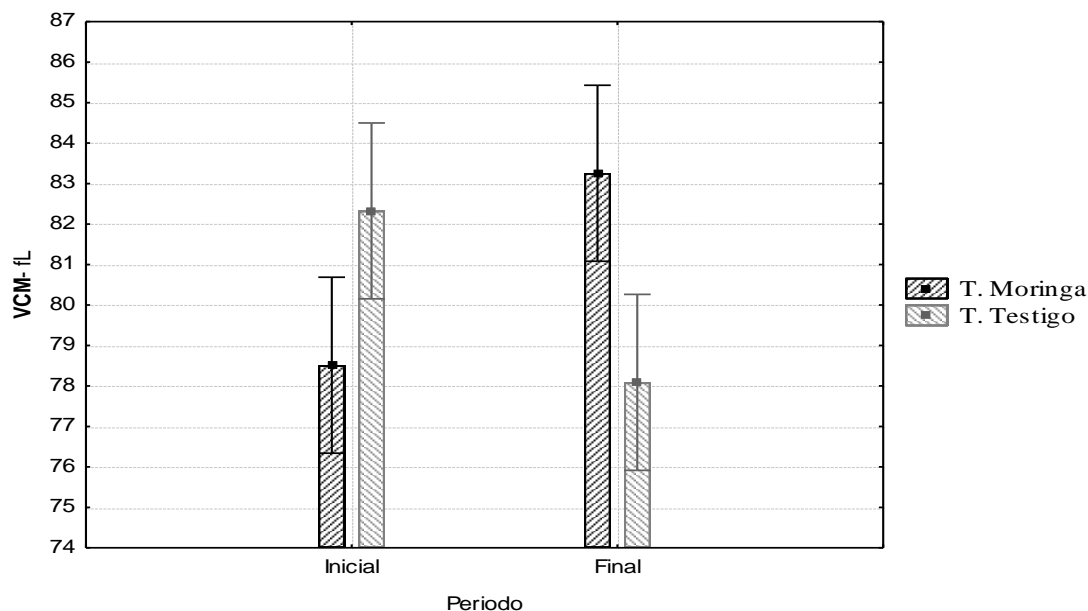


Figura 30. Variación en los valores de VCM en los niños en el periodo inicial y final posterior a 90 días de tratamiento

En las variables plaquetas y eritrocitos, a pesar de que existe un ligero aumento de los grupos suplementados y un déficit plaquetario y eritrocitario de aquellos que conformaran el grupo testigo, no se encontraron diferencias estadísticas significativas ($p > 0.05$) Esto se puede observar en el Cuadro 21.

Bourges y Casanueva (2002) explican que la deficiencia de hierro en éstas variables en las que no ocurrieron cambios significativos, puede deberse a que la principal fuente de hierro que se consumió fue de origen vegetal (hierro no hémico); el cual presenta menor biodisponibilidad que el proveniente de las carnes (hierro hémico). Esto se relaciona con la diversidad alimentaria a la

que están expuestos los infantes en la que sólo consumen una o dos veces cada 15 días carnes. Por tanto, la disponibilidad de este mineral se ve considerablemente afectada.

4.4. CONCLUSIÓN

Los resultados mostraron que la población estudiada presenta elevados índices de malnutrición en diferentes escalas como anemia por déficit de hierro, desnutrición, talla baja entre otros, lo cual constituye un problema de salud pública y esto es un reflejo del panorama que se vive a nivel nacional no solo en las zonas rurales sino también en las zonas periurbanas.

La suplementación con capsulas y muffins de *Moringa oleifera* para mujeres y niños respectivamente, coadyuvó a la disminución de la prevalencia de anemia en un grupo de mujeres en edad reproductiva y grupos escolares en el municipio Veracruz, por tanto, estos resultados podrían impactar a nivel nacional. Además, los suplementos con moringa demostraron tener un efecto protector para la estabilización de los niveles de hemoglobina, hematocrito y VCM a valores óptimos de referencia.

Los altos índices de marginación en los grupos de estudio justifican la necesidad de buscar recursos alimenticios que se adapten a los hábitos de una población que se puedan producir de forma local y que sean de bajo costo. Por lo tanto, moringa demostró ser un producto de buena aceptación y que gradualmente se va incorporando a la dieta de las personas.

Es importante que se sigan explorando nuevas alternativas alimentarias ricas en nutrientes para poblaciones de bajos recursos y que se puedan distribuir en diferentes zonas del estado y del país, contribuyendo a la disminución de los índices de malnutrición.

4.5. LITERATURA CITADA

- Bergquist, S. A., U. E. Gertsson, P. Knuthsen., y M.E. Olsson. 2005. Flavonoids in baby spinach (*Spinacia oleracea* L.): changes during plant growth and storage. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 53: 9459-9464.
- Bourges, H. R., y E. Casanueva. 2002. Pautas para la orientación alimentaria en México. In: El ABCD de la evaluación del estado de la nutrición. (ed). A. Suverza y K. Haua. México. pp: 56-75.
- Cardero R, Y., R. Sarmiento G., y A. Selva C. 2009. Importancia del consumo de hierro y vitamina C para la prevención de la anemia ferropénica. *MEDISAN* 6: 1-13.
- De la Cruz-Góngora, V., S. Villalpando, V. Mundo-Rosas, y T. Shamah-Levy. 2013. Prevalencia de anemia en niños y adolescentes mexicanos: comparativo de tres encuestas nacionales. *Salud Pública México* 2013 54: 180-S189.
- Estiyani, A. et al. 2017. The effect of *Moringa oleifera* leaves on change in blood profile postpartum mothers. *Belitung Nursing Journal* 3:191-197.
- Freire, W. B. 1998. La anemia por deficiencia de hierro: estrategias de la OPS/ OMS para combatirla. *Salud Pública México* 40:199-205
- Fuglie, L. J., y M. Mané. 1999. Valeur nutritionnelle des feuilles et des gousses. In: L'arbre del vie: *Moringa oleifera*, Traitement et prévention de la malnutrition, CWS. 15-26.
- Guyton, A. C. 1992. Human physiology and mechanisms of disease: WB Saunders Co.
- Garcia-Casal, M. N et al. 1998. Vitamin A and β -carotene can improve nonheme iron absorption from rice, wheat and corn by humans. *Journal of Nutrition* 128:646-650.
- Idohou-Dossou, N. et al. 2011. Impact of daily consumption of *Moringa (Moringa oleifera)* dry leaf powder on iron status of senegalese lactating women. *Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development* 11: 4985-4999.
- Mathur, B. 2005. Trees for life. Recuperado el 4 de mayo de 2012, de Trees for life : [http://www.treesforlife.org/sites/default/files/documents/Moringa_Book_Sp\(screen\).pdf](http://www.treesforlife.org/sites/default/files/documents/Moringa_Book_Sp(screen).pdf)
- More T, K. 2017. Efecto de galletas de *Moringa Oleífera* sobre la concentración de hemoglobina en niños anémicos de 3 a 5 años. Trujillo, Perú.

- Ndong, M. et al. 2007. Valeur nutritionnelle du *Moringa oleifera*, étude de la biodisponibilité du fer, effet de l'enrichissement de divers plats traditionnels sénégalais avec la poudre des feuilles. *Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development* 7:1-17.
- Organización Mundial de la Salud (OMS). 2019. Prevalencia mundial de anemia (1993-2005). Disponible en: https://www.who.int/vmnis/database/anaemia/anaemia_data_status_t2/es/, consultado el día 08 de julio de 2019.
- Rosado, J.L. 1999. Adición de vitaminas y minerales a harinas de trigo y maíz en México. *Salud Pública de México* 2: 130-134.
- Susanto, H. S. I. Maslikah., y W. D. Therik. 2011. Efek nutrisi tepung daun kelor (*Moringa oleifera*) varietas NTT terhadap kadar albumin tikus Wistar kurang energi protein. Paper presented at: Publikasi Ilmiah Seminar Nasional.
- Sindhu, S., Mangala, S., y Sherry, B. 2013. Efficacy of *Moringa oleifera* in treating iron deficiency anemia in women of reproductive age group. *International Journal of Phytotherapy Research* 3: 1-19.
- Shamah-Levy, T., F. Mejía-Rodríguez, I.M. Méndez Gómez-Humarán, V. D. L. Mundos-Rosas., y S. Villalpando-Hernández. 2018. Tendencia en la prevalencia de anemia entre mujeres mexicanas en edad reproductiva 2006-2016. *Ensanut MC 2016. Salud Pública México* 60:301-308.
- Trees for life. 2011. Composición nutricional de la Moringa. Consultado en: <https://treesforlife.org/our-work/our-initiatives/Moringa> el día 19 de junio de 2019.
- Tete-Benissan, A., M. L. Quashie., K. Lawson-Evi., K. Kokou., y M. Gbeassor. 2012. Nutritional recovery of HIV positive and HIV negative undernourished patients utilizing *Moringa oleifera* leaves. *Journal Animal and Plant Science* 15: 2184- 2199.
- Zongo, U., S. L. Zoungrana, A. Savadogo., y A. S. Traoré. 2013. Nutritional and Clinical Rehabilitation of Severely Malnourished Children with *Moringa oleifera* Lam. Leaf Powder in Ouagadougou (Burkina Faso). *Food and Nutrition Sciences* 4: 991-997.
- Villalpando, S., A. García-Guerra, A., I. C. Ramirez-Silva, F. Mejia-Rodriguez, G. Matute, T. Shamah-Levy., y J. A. Rivera. 2003. Iron, zinc and iodide status in Mexican children under 12 years and women 12-49 years of age. A probabilistic national survey. *Salud Pública México* 45: 520-529.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES GENERALES

En esta investigación se encontró que:

- a) La moringa está tomando importancia en centros de investigación en México y a nivel internacional para su producción y comercialización en distintos productos que potencien su poder nutracéutico en el consumo humano.
- b) La deshidratación de hojas de moringa con el método natural (solar) es una alternativa económica, accesible, pero sobre todo eficaz y esta puede ser considerada una tecnología dentro de las comunidades donde se cultive esta planta y se quiera introducir como un cultivo de primera necesidad para fortificar los alimentos. Además, por las características nutricionales de la harina de moringa se obtuvo un muffin y cápsulas con un valor nutricional alto, en cuanto al contenido de proteínas, fibra y hierro con respecto a otros productos similares realizados en otros países.
- c) Los problemas de seguridad alimentaria, se encuentran asociados a la baja disponibilidad de alimentos y a las diferentes limitantes que existen con respecto al acceso económico o físico. En los hogares de los Predios I, II y III que asisten al CSC en Veracruz, México, se concluye que el 100 % de éstos padece de Inseguridad alimentaria con un promedio que se ajusta a la categoría moderada.
- d) La población estudiada presenta elevados índices de malnutrición en diferentes escalas como anemia por déficit de hierro, desnutrición, talla baja entre otros, lo cual es un reflejo del panorama que se vive a nivel nacional no solo en las zonas rurales sino también en las zonas periurbanas. La suplementación con capsulas y muffins de *Moringa oleifera* para mujeres y niños respectivamente, coadyuvó a la disminución de la prevalencia de anemia en un grupo de mujeres en edad reproductiva y grupos escolares en el municipio Veracruz. Por tanto, los suplementos con moringa demostraron tener un efecto protector para la estabilización de los niveles de hemoglobina, hematocrito y VCM a valores óptimos de referencia.

Por lo tanto, de acuerdo a los resultados obtenidos, no se rechazan las hipótesis planteadas:

Específicas:

- a) Los productos alimenticios elaborados con harina de moringa presentan un alto contenido nutricional y de minerales, lo cual mejora la nutrición de mujeres y niños en comunidades vulnerables.
- b) Las mujeres y niños de una comunidad periurbana del estado de Veracruz, presentan elevados índices inseguridad alimentaria y déficit nutricional
- c) La inclusión de moringa en la dieta diaria de mujeres y niños de una comunidad vulnerable disminuye la condición de anemia y mejora la condición nutricional debido a su elevado porcentaje de compuestos nutricionales y hierro.

General:

El consumo de un suplemento alimenticio con harina de Moringa oleifera, disminuye la prevalencia de deficiencia de hierro en mujeres y niños con riesgo de malnutrición en una comunidad con Inseguridad Alimentaria.

ANEXOS

5.1. Instrumento utilizado en la comunidad CSC



El presente cuestionario tiene el propósito de registrar información para evaluar aspectos socioeconómicos, evaluación dietética, estado de salud actual y conocimientos de *Moringa oleifera*. Este cuestionario está dirigido a mujeres en edad reproductiva y niños (a) en una edad de 5-11 años. Agradecemos amablemente su cooperación contestando de manera sincera las siguientes preguntas.

Entrevistador: _____ Fecha: _____

Anexo I. Evaluación socioeconómica para las mujeres y / o tutores de los niños en el Centro Social Calasanz, Colonia Los Predios, Las Bajadas, Veracruz.

1. DATOS PERSONALES

- 1.1. Nombre: _____
- 1.2. Edad: _____
- 1.3. Ocupación: _____
- 1.4. Escolaridad (K, P, S,B,U): _____
- 1.5. Localidad/colonia: _____
- 1.6. Municipio: _____
- 1.7. No. de integrantes de la familia: _____
- 1.8. N° de hijos: _____
- 1.9. Edad(es) de hijo(s): _____

2. CARACTERISTICAS DEL HOGAR

- 2.1. Paredes de: Block () Ladrillo () Madera () Zinc () Otro: _____
- 2.2. Tipo de Techo: Lámina zinc () Lámina de cartón () Concreto () Otro: _____
- 2.3. Tipo de Piso: Tierra () Piso de rústico () Mosaico () Otro: _____
- 2.4. Número de cuartos: 1 () 2 () 3 () Más de 3 ()
- 2.5. Servicios de los que dispone en su hogar:
Agua potable () Alcantarillado () (Camión basura) () Luz ()
- 2.6. Equipos electrónicos que dispone:
TV () Radio () Licuadora () Refrigerador () Estufa ()

3. ESCALA DE INSEGURIDAD ALIMENTARIA EN EL HOGAR SEGÚN SUS CUATRO DIMENSIONES: DISPONIBILIDAD, ACCESO, UTILIZACIÓN Y ESTABILIDAD.

3.1. Acceso y disponibilidad a alimentos

Indique la frecuencia con la que ocurrió algunas de estas situaciones en su hogar durante los últimos 30 días (1 mes)

	Seguido(más de 10 veces en el último mes)	Algunas veces (entre tres y diez veces en el último mes)	Pocas veces(1- 2 veces en el último mes)	Nunca	No sé
3.1.1. Pude ir a la tienda o mercado a comprar los alimentos porque el camino estaba en buenas condiciones					
3.1.2. Encontré los alimentos que más le gustan a mi familia en la tienda o mercado					
3.1.3. Me alcanzo el dinero para comprar alimentos suficientes para darle de comer a mi familia					
3.1.4. En mi familia tuvimos las tres comidas al día porque hubo dinero para comprar los alimentos					
3.1.5. En mi familia quedamos satisfechos después de cada comida porque hubo suficiente cantidad para todos					
3.1.6. Los alimentos alcanzaron lo suficiente para darles de comer a niños y adultos					

3.2. Acceso, Utilización y estabilidad

3.2.1. ¿Cuántos integrantes de su familia aportan económicamente al hogar? También marque el tipo de trabajo que tienen los que aportan económicamente al hogar

- ___1 Trabajo fijo___ Por temporada___
 ___2 Trabajo fijo___ Por temporada___
 ___3 Trabajo fijo___ Por temporada___
 ___4 Trabajo fijo___ Por temporada___
 ___5 o más Trabajo fijo___ Por temporada___

3.2.2. ¿Usted o algún miembro de su familia cuenta con algún apoyo de gobierno?

___No ___Sí ¿Cuál? _____

3.2.3. ¿De dónde obtuvieron los alimentos en el último mes? Puede haber más de una respuesta

___De la tienda o mercado ___De regalo de algún familiar, ___Intercambio con otras
 ___Del huerto/milpa de la familia ___amigo o vecino personas
 ___Ninguna de las anteriores

3.2.4. ¿Alguna vez en el último mes, algún familiar, amigo o vecino le prestó dinero a usted o a su familia porque en su hogar no tenían dinero para comprar los alimentos?

___Sí ___No ___No sé

- 3.2.5. ¿De qué agua utiliza para beber? Puede haber más de una respuesta
 ___agua de garrafón (santorini, bonafont, ciel) ___agua de garrafón de rellenadora ___agua hervida
 ___agua de la llave
- 3.2.6. ¿De qué agua utiliza para cocinar? Puede haber más de una respuesta
 ___agua de garrafón (santorini, bonafont, ciel) ___agua de garrafón de rellenadora ___agua hervida
 ___agua de la llave
- 3.2.7. ¿En su hogar cuentan con un lugar específico para preparar los alimentos?
 ___Sí ___No ___No sé
- 3.2.8. ¿Qué hace con los alimentos frescos que compra en la tienda o mercado? Puede haber más de una respuesta
 ___Los lava con agua ___Los desinfecta con cloro o gotas de yodo o cualquier otro desinfectante ___No se lavan los alimentos
 ___Los lava con agua y jabón ___Ninguna de las anteriores
- 3.2.9. ¿En dónde almacena los alimentos secos que obtiene o compra para su hogar? Puede haber más de una respuesta
 ___Alacena/estante ___Techo ___No se almacena la comida
 ___Suelo ___Recipiente de madera o plástico
- 3.2.10. ¿En dónde almacena los alimentos frescos (que necesitan refrigeración) que obtiene o compra para su hogar? Puede haber más de una respuesta
 ___Refrigerador ___Techo ___Hielera
 ___Alacena/estante ___Recipiente de madera o plástico ___Compro al día los alimentos y no necesitamos refrigerador
 ___Suelo
- 3.2.11. Si le sobra la comida que prepara en su hogar, ¿Dónde la almacena o guarda? Puede haber más de una respuesta
 ___Refrigerador ___En la mesa ___Las sobras se las damos a los animales
 ___Hielera ___Suelo ___No sobra comida
 ___Alacena/estante ___Recipiente de madera o plástico
- 3.2.12. ¿Alguien en su familia tienen alguna de las siguientes enfermedades? Puede haber más de una respuesta
 ___Sobrepeso ___Desnutrición ___Hipertensión
 ___Obesidad ___Ninguna las anteriores
 ___Diabetes ___Anemia
- 3.2.13. ¿En el último mes usted o alguien de su familia ha sido diagnosticado con alguna de las siguientes enfermedades? Puede haber más de una respuesta
 ___Cólera ___Enfermedades del Páncreas ___Colitis
 ___Esofagitis ___Amibiasis ___No nos hemos checado
 ___Intolerancia a la lactosa ___Gastritis ___Ninguna de las anteriores
 ___Parasitosis ___Enfermedad hepática crónica

3.2.14. ¿En el último mes usted o alguien de su familia tuvo algunos de los siguientes síntomas? Puede haber más de una respuesta

Diarrea
 Cólicos
 Ninguna de las anteriores
 Inflamación en el estómago
 Gases
 Estreñimiento

3.3. Consumo de alimentos durante los últimos 30 días

3.3.1. Cereales	<input type="checkbox"/> Avena(atole) <input type="checkbox"/> Harina de trigo (pan, tortillas, pastas) <input type="checkbox"/> Arroz <input type="checkbox"/> Maíz(nixtamal: tamales, tortillas; atole)
3.3.2. Legumbres, semillas, frutos secos	<input type="checkbox"/> Frijol <input type="checkbox"/> Lenteja <input type="checkbox"/> Garbanzo <input type="checkbox"/> Habas <input type="checkbox"/> Nuez <input type="checkbox"/> Cacahuete <input type="checkbox"/> Ajonjolí <input type="checkbox"/> Cacao (grano, molido) <input type="checkbox"/> Café (grano, molido)
3.3.3. Raíces y tubérculos	<input type="checkbox"/> Yuca <input type="checkbox"/> Jícama <input type="checkbox"/> Camote <input type="checkbox"/> Papa <input type="checkbox"/> Zanahoria <input type="checkbox"/> Calabaza/Calabacitas <input type="checkbox"/> Ajo
3.3.4. Verduras	<input type="checkbox"/> Brócoli <input type="checkbox"/> Chile frescos (jalapeño, serrano, piquín) <input type="checkbox"/> Cilantro <input type="checkbox"/> Lechuga <input type="checkbox"/> Chayote <input type="checkbox"/> Nopal <input type="checkbox"/> Jitomate <input type="checkbox"/> Tomate <input type="checkbox"/> Cebolla <input type="checkbox"/> Elote <input type="checkbox"/> Flor de calabaza <input type="checkbox"/> Hongos <input type="checkbox"/> Chicharro
3.3.5. Frutas	<input type="checkbox"/> Guayaba <input type="checkbox"/> Maracuyá <input type="checkbox"/> Litchi <input type="checkbox"/> Mango <input type="checkbox"/> Naranja <input type="checkbox"/> Mandarina <input type="checkbox"/> Limón <input type="checkbox"/> Lima <input type="checkbox"/> Mamey <input type="checkbox"/> Guanábana <input type="checkbox"/> Uvas <input type="checkbox"/> Ciruela <input type="checkbox"/> Manzana <input type="checkbox"/> Melón <input type="checkbox"/> Papaya <input type="checkbox"/> Plátano
3.3.6. Carnes	<input type="checkbox"/> Res(cecina, bistec, menudo) <input type="checkbox"/> Puerco (costilla, pierna, chorizo) <input type="checkbox"/> Borrego(barbacoa) <input type="checkbox"/> Pollo
3.3.7. Huevos y menudencias	<input type="checkbox"/> Huevos <input type="checkbox"/> Hígado <input type="checkbox"/> Chicharrón de res
3.3.8. Pescados y mariscos	<input type="checkbox"/> Tilapia <input type="checkbox"/> Bagre <input type="checkbox"/> Carpa <input type="checkbox"/> Mojarra <input type="checkbox"/> Atún <input type="checkbox"/> Sardina <input type="checkbox"/> Camarón <input type="checkbox"/> Cozoles <input type="checkbox"/> Huevera (huevos de pescado)
3.3.9. Leche y productos lácteos	<input type="checkbox"/> Leche de vaca <input type="checkbox"/> Crema <input type="checkbox"/> Yogurt <input type="checkbox"/> Queso de aro <input type="checkbox"/> Queso asadero <input type="checkbox"/> Queso guaje <input type="checkbox"/> Quesosón
3.3.10. Aceites y grasas	<input type="checkbox"/> Aceite <input type="checkbox"/> Manteca <input type="checkbox"/> Mantequilla <input type="checkbox"/> Mayonesa <input type="checkbox"/> Aguacate
3.3.11. Dulces	<input type="checkbox"/> Miel <input type="checkbox"/> Pilon/Piloncillo <input type="checkbox"/> Azúcar <input type="checkbox"/> Caramelos <input type="checkbox"/> Galletas <input type="checkbox"/> Chocolates <input type="checkbox"/> Pasteles <input type="checkbox"/> Pan dulce
3.3.12. Condimentos	<input type="checkbox"/> Pimienta <input type="checkbox"/> Sal <input type="checkbox"/> Orégano <input type="checkbox"/> Ajo molido <input type="checkbox"/> Chiles secos (cascabel, piquín, chino) <input type="checkbox"/> Clavo <input type="checkbox"/> Comino <input type="checkbox"/> Epazote <input type="checkbox"/> Cubitos de consomé de pollo
3.3.13. Bebidas	<input type="checkbox"/> Jugos de frutas azucarados <input type="checkbox"/> Agua de fruta natural azucarada <input type="checkbox"/> Refrescos <input type="checkbox"/> Café <input type="checkbox"/> Té <input type="checkbox"/> Atole <input type="checkbox"/> Bebidas alcohólicas

4. CONOCIMIENTO DE LA MORINGA

4.1. ¿Ha consumido la planta de moringa? Sí () No ()

En caso de que la respuesta sea negativa, continuar en la pregunta 6.9

4.2. ¿Qué parte de la planta ha consumido?

Raíz () Flores ()
 Tallo () Semillas ()
 Corteza () Vaina ()
 Hojas () Otra parte ()

4.3. ¿Cuándo fue la última vez que la consumió? _____

Durante la última semana ()

Hace 1-3 meses ()

Hace 1 año o más ()

Hace 5-11 meses ()

No recuerda () No la he consumido ()

4.4. ¿Para qué la consumió? _____

4.5. ¿Con qué frecuencia usa o consume la moringa? _____

4.6. ¿Qué beneficio le ha brindado el consumo de moringa? _____

4.7. ¿Sabe si el consumo de moringa es útil para curar ciertos síntomas de enfermedades?

Sí () No (). ¿Cuáles? _____

4.8. ¿Estaría usted dispuesto a consumir moringa? Sí () No ()

4.9. ¿De qué forma le gustaría consumir la moringa?

Licuido () Muffin () Cápsula () Galleta () Otro ()

4.10. ¿De qué forma cree que sus hijos le gustaría consumir la moringa?

Licuido () Muffin () Cápsula () Galleta () Otro ()

5. HISTORIAL MÉDICO

5.1. MUJERES

5.1.1. ¿En los últimos meses ha disminuido su peso? Sí () No ()

5.1.2. ¿Ha disminuido la ingesta de alimentos últimamente? Sí () No ()

5.1.3. ¿Padece alguna patología médica? Sí () No ()

Si es si, ¿Cuál? _____

5.1.4. ¿De los signos y síntomas presentados a continuación cuales ha presentado en los últimos tres meses?

Falta de energía/debilidad ()

Mareos ()

Palidez ()

Palpitaciones ()

Uñas hundidas o en forma de cuchara ()

Palidez ()

Dolor de Cabeza ()

Dolor en el pecho ()

Desmayos ()

Palidez cutáneo-mucosa ()

Fatiga ()

1. Peso (kg)						
2. Talla (cm)						
3. IMC						
4. Circunferencia abdominal						
5. Cintura						
6. Cadera						
7. Índice Cintura/Cadera						
8. Circunferencia de brazo						
9. Pliegue cutáneo bicipital						
10. Pliegue cutáneo tricipital						
Indicadores de dimensión corporal	% Grasa corporal	Índice Cintura/Cadera	Nivel de Grasa visceral	%Musculo esquelético	Edad corporal	Metabolismo basal

5.2. NIÑOS ESCOLARES (5-11ª)

NOMBRE DEL NIÑO _____

MADRE O TUTOR _____

5.2.1. ¿Cuántas veces durante el último mes ha tenido diarrea? _____

5.2.2. ¿Cuántas veces ha padecido constipación? _____

5.2.3. ¿En los últimos meses ha disminuido su peso? Si () No ()

5.2.4. ¿Ha disminuido la ingesta de alimentos últimamente? Si () No ()

5.2.5. ¿Padece alguna patología médica? Si () _____ No ()

De ser si, ¿Cuál? _____

5.2.6. ¿De los signos y síntomas presentados a continuación cuáles ha presentado alguno en los últimos tres meses?

Falta de energía/debilidad ()

Palidez ()

Uñas hundidas o en forma de cuchara ()

Dolor de Cabeza ()

Desmayos ()
 Fatiga ()
 Mareos ()

Palpitaciones ()
 Palidez ()
 Dolor en el pecho ()
 Palidez cutáneo-mucosa ()

1. Peso (kg)					
2. Talla (cm)					
3. IMC					
4. Pliegue cutáneo escapular					
5. Pliegue cutáneo tricipital					
Indicadores de dimensión corporal	Peso/edad	Peso/Talla	Talla/edad	Circunferencia del cefálica	Circunferencia del brazo