



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

CENTRO REGIONAL UNIVERSITARIO CENTRO NORTE

POSGRADO EN CIENCIAS EN DESARROLLO RURAL REGIONAL

Hábitos de consumo de los integrantes de las familias rurales de la comunidad

El Fuerte, Villanueva, Zacatecas

Que como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRA EN CIENCIAS EN DESARROLLO RURAL REGIONAL

Presenta:

MARÍA FERNANDA PASILLAS DÍAZ

Bajo la supervisión de: DR. FIDEL BLANCO MACÍAS

Morelos, Zacatecas, México, noviembre de 2024



Te
Cr

Autor: María Fernanda Pasillas Díaz
Director de tesis: Fidel Blanco Macías

ór



HÁBITOS DE CONSUMO DE LOS INTEGRANTES DE LAS FAMILIAS
RURALES DE LA COMUNIDAD EL FUERTE, VILLANUEVA, ZACATECAS

Tesis realizada por **MARÍA FERNANDA PASILLAS DÍAZ** bajo la supervisión
del Comité Asesor indicado, aprobada por el mismo y aceptada como requisito
parcial para obtener el grado de:

**MAESTRO EN CIENCIAS EN DESARROLLO RURAL
REGIONAL**

DIRECTOR:



DR. FIDEL BLANCO MACIAS

ASESOR:



DR. RICARDO DAVID VALDEZ CEPEDA

ASESOR:



DR. MIGUEL MARQUEZ MADRID

Contenido

DEDICATORIAS	VII
AGRADECIMIENTOS	VIII
DATOS BIOGRÁFICOS	IX
RESUMEN GENERAL	I
GENERAL ABSTRACT	I
1. INTRODUCCIÓN	1
2. MARCO TEÓRICO	3
2.2. Inseguridad Alimentaria (IA)	4
2.3. Poder adquisitivo	4
2.4. Estrategias de supervivencia	5
2.5. Seguridad de abastecimiento de agua para consumo	6
2.6. Hábitos de consumo de alimentos	7
2.7. Importancia del consumo de calorías alimentarias	8
DI3. MATERIALES Y MÉTODOS	10
4. RESULTADOS	11
4.1. Confiabilidad del instrumento	11
4.2. Datos generales de los encuestados	11
4.3. Composición del hogar	12
4.4. Características del hogar	14
4.5. Economía del hogar	15
4.6. Migración y remesas	17
4.7. Consumo de alimentos	19
4.8. Consumo de agua natural	23
4.9. Programas de asistencia social	24
4.10. Estrategias de supervivencia	25
5. DISCUSIÓN	30
6. CONCLUSIONES	33
7. BIBLIOGRAFÍA	34
8. APÉNDICES	40

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Estimadores estadísticos de las personas encuestadas (n=35) en El Fuerte, Villanueva, Zacatecas.....	12
Cuadro 2. Composición de los hogares en El Fuerte, Villanueva, Zacatecas (n=35).....	13
Cuadro 3. Características de los hogares en El Fuerte, Villanueva, Zacatecas (n=35).....	14
Cuadro 4. Economía de los hogares en El Fuerte, Villanueva, Zacatecas (n=35).	16
Cuadro 5. Migración y remesas de las familias en El Fuerte, Villanueva, Zacatecas (n=35).	18
Cuadro 6. Valores propios, proporciones de varianza explicada y varianza.....	20
Cuadro 7. Consumo de agua natural en hogares de El Fuerte, Villanueva, Zacatecas (n=35).	23
Cuadro 8. Programas de asistencia social en hogares de El Fuerte, Villanueva, Zacatecas (n=35).	24
Cuadro 9. Valores propios, proporciones de varianza explicada y varianza acumulada asociados a los primeros cuatro Componentes Principales (CP's) correspondientes a 15 enunciados del apartado de Estrategias de Supervivencia (ES) según la percepción de 35 jefes de hogar encuestados. ...	26

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Las 6 "Ps", causas de condiciones de mala nutrición (HMS, 2022).....	7
Figura 2. Posición de las 35 personas encuestadas según su percepción de los 16 enunciados del apartado de Consumo de Alimentos (CA) en el plano ortogonal definido por los primeros dos CP's extraídos.	22
Figura 3. Dendrograma de 35 personas encuestadas al considerar su percepción sobre 16 enunciados del apartado de Consumo de Alimentos (CA).	23
Figura 4. Posición de las 35 personas encuestadas según su percepción de los 15 enunciados del apartado de Estrategias de Supervivencia (ES) en el plano ortogonal definido por los primeros dos CP's extraídos.	28
Figura 5. Dendrograma de 35 personas encuestadas al considerar su percepción sobre 15 enunciados del apartado de Estrategias de Supervivencia (ES).	29

LISTA DE APÉNDICES

Apéndice 1. Coeficientes de correlación entre las variables y los primeros cinco Componentes principales (CP's) correspondientes a 16 enunciados del apartado de Consumo de Alimentos (CA) según la percepción de 35 jefes de hogar encuestados.....	40
Apéndice 2. Coeficientes de correlación entre las variables y los primeros cuatro Componentes Principales (CP's) correspondientes a 15 enunciados del apartado de Estrategias de Supervivencia (ES) según la percepción de 35 jefes de hogar encuestados.....	42
Apéndice 3. Artículo científico	44

DEDICATORIAS

A dios: El motor de mi vida.

A mi madre: Por el ejemplo de la excelencia.

A mi padre: Un ejemplo a seguir y mi fuerza vital.

A mi esposo: Mi mejor amigo y mi compañero eterno.

AGRADECIMIENTOS

Al CONSEJO NACIONAL DE HUMANIDADES, CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS (CONAHCYT) por el apoyo económico otorgado a través del Programa de Becas Nacionales, para la realización y término de mis estudios de posgrado.

A la **Maestría en Ciencias en Desarrollo Rural Regional**, de la Dirección de Centros Regionales Universitarios, perteneciente a la Universidad Autónoma Chapingo, por brindarme la oportunidad de continuar con mi preparación profesional.

A mi **Comité Asesor** por el apoyo otorgado para la realización de este trabajo.

A mi director, **Dr. Fidel Blanco Macías**: gracias por su atención, su tiempo y su comprensión en cada corrección. **Dr. Ricardo David Valdez Cepeda**: gracias por su apoyo en el desarrollo de cada sección y por compartirme sus asombrosos conocimientos. **Dr. Miguel Márquez Madrid**: gracias por su disposición y apoyo.

A **los habitantes de la comunidad de El Fuerte, Villanueva, Zacatecas** por su tiempo y su apoyo en proporcionarme la información necesaria para lograr este trabajo. A la Maestra Josefina Medina Gaytán y profesor Roberto Rivas por el enorme apoyo que me proporcionaron para la aplicación y la recolección de los datos, sin su apoyo esto no hubiera sido posible.

DATOS BIOGRÁFICOS

Datos personales

Nombre: María Fernanda Pasillas Díaz

Fecha de nacimiento: 17 de junio de 1994

Lugar de nacimiento: Zacatecas, Zacatecas.

CURP: PADF940617MZSSZR07

Profesión: Licenciada en Nutrición

Cédula profesional: 12991034



Datos académicos

Preparatoria: Liceo E.S.L. Guadalupe (2009 - 2012).

Licenciatura: Licenciatura en Nutrición en la Universidad Autónoma de Zacatecas (2012 – 2017).

Datos profesionales

1) Programa Escuelas de Tiempo Completo (ETC). Coordinadora del Servicio de Alimentación de Escuelas Rurales. Malpaso y El Fuerte, Villanueva. (2017 – 2021).

2) Programa Transversal de Cultura Física y Deporte del Área de Arte y Cultura de la Universidad Autónoma de Zacatecas. Zacatecas, Zacatecas (2021- 2022).

RESUMEN GENERAL

Hábitos de consumo de los integrantes de las familias rurales de la
comunidad El Fuerte, Villanueva, Zacatecas

La seguridad alimentaria es crítica para la existencia de la especie humana. Por ello, lo necesario es generar más conocimiento sobre matices y estrategias que implementan los jefes de familia de bajos ingresos en áreas rurales con el propósito de que todos los miembros de la familia dispongan de alimentos que cubran sus necesidades nutricionales, diversidad, cultura y preferencias alimentarias. Por consiguiente, los objetivos de esta investigación fueron entender los hábitos de consumo de los integrantes de las familias rurales de la comunidad El Fuerte, Villanueva, Zacatecas, así como su dependencia de los factores humanos, sociales, económicos y físicos. Para lograr dicho objetivo se diseñó y se aplicó un cuestionario semiestructurado a 35 responsables de hogar de El Fuerte, Villanueva, Zacatecas. Los enunciados involucrados consideran aspectos de los dominios humano, social, físico y económico, así como la escala de Likert con cinco niveles de percepción. La base de datos se sometió a Análisis de Componentes Principales y Multivariado de Agrupamiento. Un grupo de 13 hogares se caracteriza porque la cantidad de alimento ha disminuido debido al aumento de precios, al cambio de los alimentos que compraban por otros más económicos, la reducción en gastos en salud y educación, la preocupación de que los alimentos se consuman apropiadamente, eliminación

Tesis de Maestría en Ciencias en Desarrollo Rural Regional. Universidad Autónoma
Chapingo
Autor: María Fernanda Pasillas Díaz
Director de tesis: Fidel Blanco Macías

del consumo ciertos alimentos porque son caros, a la compra diaria de solamente lo necesario y los ahorros se gastan en la compra de alimentos.

Palabras clave: Seguridad alimentaria, necesidades nutricionales, familias rurales, disponibilidad, alimentos.

GENERAL ABSTRACT

Hábitos de consumo de los integrantes de las familias rurales de la
comunidad El Fuerte, Villanueva, Zacatecas

Food security is critical for human beings' existence. Then, there are needed generation of knowledge on nuances and strategies allowing rural low-income householders to ensure all their family's members have enough food to cover nutritional necessities, and food diversity, culture and preferences. Therefore, the aims of this research work were to understand rural families' members food intake habits living in the El Fuerte village, Villanueva, Zacatecas as well as these habits dependence on human, social, physical, and economic factors. For that, a semi-structured questionnaire was designed and applied to 35 householders. Involved items were designed under human, social, physical, and economic factors, and on the 5 perception levels Likert scale. Database was involved in Principal Components and Cluster Analyses. A 13 households' group is characterized by food quantity reduction due to foods' price increases, food change acquisition to buy other cheaper foods, and expenses reduction concerning health and education services, concern for food to be consumed properly, elimination of the consumption of expensive food, daily purchase of necessary food, and the savings are spent on buying food.

Key words: Food security, rural, householders, habits, food.

Tesis de Maestría en Ciencias en Desarrollo Rural Regional. Universidad Autónoma
Chapingo
Autor: María Fernanda Pasillas Díaz
Director de tesis: Fidel Blanco Macías

1. INTRODUCCIÓN

La Seguridad Alimentaria (SA) se refiere a que los individuos dispongan en el hogar de existencias alimentarias para que las necesidades nutricionales, la diversidad, la cultura y las preferencias alimentarias sean satisfechas (PESA, 2011). La SA también incluye al suministro, la disponibilidad y la estabilidad de alimentos adecuados (PESA, 2011). La SA implica la ausencia de restricciones para el acceso a alimentos seguros y de buena calidad (Rouzaud, 2008).

La SA contempla cuatro dimensiones (Marcial *et al.*, 2019). La primera dimensión es la disponibilidad (Swaminathan & Bhavani, 2013) y se refiere a la presencia física de los alimentos en un lugar determinado (Wineman, 2016). La segunda dimensión es el acceso (Wineman, 2016); éste concierne a la capacidad de obtener alimentos (Wineman, 2016) adecuados y disponibles para lograr una dieta nutritiva (Fawole *et al.*, 2016). En un hogar, el acceso a los alimentos depende de los ingresos económicos para comprarlos, de sus precios en el mercado, de tener superficie cultivable y recursos suficientes para producir alimentos, así como recibir subsidios de programas gubernamentales y otras redes no oficiales en momentos de necesidad (Alam *et al.*, 2017). La tercera dimensión es el consumo y el uso correcto de los alimentos por el organismo (Mahadevan & Hoang, 2016); ambos elementos corresponden a la capacidad biótica para obtener beneficio de los alimentos en términos de salud personal (Wineman, 2016). La cuarta dimensión es la estabilidad (Wheeler & Von Braun, 2013); ésta se refiere a tener acceso adecuado a los alimentos de forma permanente o constante (Wheeler & Von Braun, 2013).

Entonces, la SA es crítica para la existencia de la especie humana (Inegbedion, 2020). Por ello, lo necesario es generar más conocimiento sobre matices y estrategias que implementan los jefes de familia de bajos ingresos en áreas rurales con el propósito de que todos los miembros de la familia dispongan de alimentos que cubran sus necesidades nutricionales, diversidad, cultura y preferencias alimentarias (Byker *et al.*, 2022). Por consiguiente, los objetivos de

esta investigación fueron entender los hábitos de consumo de los integrantes de las familias rurales de la comunidad El Fuerte, Villanueva, Zacatecas, así como su dependencia de los factores humanos, sociales, económicos y físicos. Mientras que la pregunta científica correspondiente es ¿Cuáles serán los hábitos alimenticios en hogares en El Fuerte, Villanueva, Zacatecas? En este sentido, la hipótesis planteada es la siguiente: La mayoría de los integrantes de las familias en El Fuerte, Villanueva, Zacatecas viven con disponibilidad limitada o incierta de alimentos nutricionalmente adecuados e inocuos.

2. MARCO TEÓRICO

El termino SA se usó por primera vez en el decenio de 1970 (Larochez & Huchet, 2016). Desde este decenio, el concepto SA ha tenido cambios importantes y ha estado en evolución constante (Fawole *et al.*, 2016). En 1974, la SA fue definida por la Cumbre Mundial de Alimentación como la disponibilidad en todo momento de los alimentos básicos dentro de los hogares y el mantenimiento de la producción y los precios de los alimentos (ONU, 1975). En 1983, la FAO amplió el concepto de SA para incluir la garantía de acceso a los suministros disponibles, lo que implicaba que la atención debería equilibrarse entre la demanda y la oferta; es decir, debería garantizar que todas las personas tengan en todo momento acceso físico y económico a los alimentos básicos que necesitan para llevar una vida sana (FAO, 1983). En 1990, el concepto SA cambió para dar más importancia a los valores nutricionales de los alimentos que se consumen (Fawole *et al.*, 2016). En 1996, la Cumbre Mundial sobre la Alimentación definió a la SA a nivel individual, familiar, nacional, regional y mundial como aquella que se logra cuando todas las personas tienen en todo momento acceso físico y económico a suficientes alimentos inocuos y nutritivos para satisfacer sus necesidades alimenticias y sus preferencias de alimentos para llevar una vida activa y sana (FAO, 1996). En 2001, la SA se redefinió como un estado que ocurre cuando todas las personas tienen en todo momento acceso físico, social y económico a suficientes alimentos inocuos y nutritivos para satisfacer sus necesidades alimenticias y sus preferencias en cuanto a los alimentos a fin de llevar una vida activa y sana (FAO, 2002). Actualmente, la SA se refiere a que los individuos dispongan en el hogar de existencias alimentarias para que las necesidades nutricionales, la diversidad, la cultura y las preferencias alimentarias sean satisfechas (PESA, 2011).

2.2. Inseguridad Alimentaria (IA)

Inseguridad alimentaria (IA) es el antónimo de SA (Borch & Kjaernes, 2016). La IA ocurre cuando las personas tienen disponibilidad limitada o incierta de alimentos nutricionalmente adecuados e inocuos, o una habilidad incierta o limitada para adquirir alimentos aceptables en formas socialmente aceptables (Bickel *et al.*, 2000); por ejemplo, sin recurrir a suministros alimentarios de emergencia, mendigar, rebuscar en la basura, robar u otras estrategias de supervivencia (Bickel *et al.*, 2000).

Actualmente, en el mundo más de 900 millones de personas carecen de comida suficiente para cubrir sus necesidades de alimento (Inegbedion, 2020). Este número de personas es obstinadamente grande y carece de indicador alguno de disminución en un futuro próximo (Osundahunsi *et al.*, 2016). Una estimación del programa del Banco Mundial indicó que más de una de cada siete personas en el planeta Tierra, lo cual representa a mil millones (14.3%), padecen hambre (Inegbedion, 2020); es decir, estas personas carecen de comida suficiente para garantizar vidas productivas y sanas (Inegbedion, 2020).

El número de personas con IA grave ha aumentado en todo el mundo desde 2014 (WHO, 2020). En México, desde 2012, los niveles de IA han aumentado (2012 a 2014 fue de 21.6% a 23.4%, respectivamente) (Monroy *et al.*, 2021; Shamah *et al.*, 2020). En 2018, 44.5% de los hogares presentaron SA (Monroy *et al.*, 2021; Shamah *et al.*, 2020). En cuanto a los niveles de IA, 22.6% tenían IA moderada y severa, mientras que 32.9% tenían IA leve (Monroy *et al.*, 2021; Shamah *et al.*, 2020).

2.3. Poder adquisitivo

Los hogares con ingresos económicos bajos son más susceptibles a encontrarse en situación de IA (Cook & Frank, 2008; Richardson, 2010; Vasylieva, 2018; Wangu, 2021). La IA se presenta con mayor frecuencia en aquellos hogares que tienen más integrantes que son dependientes económicamente (Sandoval & Urzua, 2009; Agboola & Balcilar, 2012; Mundo *et*

al., 2019). Recursos económicos insuficientes en el hogar limitan la capacidad de adquisición de alimentos para cubrir la necesidad en cuanto a su cantidad y calidad (Herrington & Mix, 2021). Esto significa que los alimentos con calidad pueden estar disponibles en el mercado, pero las familias con ingresos muy limitados carecen de capacidad para comprarlos y consumirlos (Sarma & País, 2011; Olofin *et al.*, 2015).

Un aumento de los ingresos de las familias equivale a mejorar su capacidad para acceder a una dieta equilibrada y diversificada (Ayaviri-Nina *et al.*, 2022). Un nivel de ingresos grande incrementa la capacidad de consumo y facilita a las familias el acceso a una mayor cantidad de alimentos con mejor valor nutricional (Chand & Jumrani, 2013; Adem *et al.*, 2018; Pico Fonseca & Pachón H. 2012; Sen 1983). Por lo tanto, un incremento del ingreso económico de las familias conlleva a mejorar su habilidad para acceder a una dieta diversificada y balanceada (Ayaviri-Nina *et al.*, 2022). Si se toma en cuenta que la gente pobre gasta la mayor parte de su ingreso en alimentos, un incremento o decremento en el ingreso puede tener efectos inmediatos sobre la SA familiar (Richardson, 2010; Sims *et al.*, 2021).

2.4 Estrategias de supervivencia

Las estrategias de supervivencia son mecanismos de afrontamiento que los integrantes de la familia usan para garantizar una alimentación adecuada (Byker *et al.*, 2022). Los mecanismos de afrontamiento identificados son cinco: i). Coordinación de fuentes de alimentos, ii). Gestión de recursos alimentarios, iii). Reducción de la calidad, iv). Racionamiento de alimentos y v). Desesperación excepcional (Byker *et al.*, 2022).

El primer mecanismo de respuesta es la coordinación de las fuentes de alimentos (Byker *et al.*, 2022). Esta se define como la sincronización de múltiples sistemas y fuentes alimentarias, incluidos sistemas formales (como asistencia alimentaria federal) e informal (por ejemplo, plan de alimentos o comestibles gratuitos) y fuentes alternativas de alimentos (por ejemplo, las donaciones de amigos y familiares para la satisfacción de necesidades

nutricionales) (Byker *et al.*, 2022). El segundo mecanismo de afrontamiento es la coordinación de las fuentes de alimentos (Byker *et al.*, 2022). Esta se define como la habilidad de gestión de los recursos alimentarios al comprar con presupuesto limitado para obtener suficientes y nutritivos alimentos, (por ejemplo, elegir el mismo producto cada mes para adaptarse al presupuesto, comprar y elegir una marca genérica más económica (Byker *et al.*, 2022).

La reducción de la calidad de las comidas o los alimentos como mecanismo de supervivencia es el tercer mecanismo de afrontamiento (Byker *et al.*, 2022). La reducción de la calidad se definió como la realización de recetas o comidas con alimentos que normalmente no se sirven juntos, el consumo o la compra de alimentos caducados, la elección de opciones alimentarias más baratas procesadas en lugar de alimentos frescos y la preparación de comidas sencillas con menos variedad (Byker *et al.*, 2022). El cuarto mecanismo de afrontamiento es el racionamiento de alimentos (Byker *et al.*, 2022). Este se define como comer menos durante las comidas, reducir el tamaño de las raciones o utilizar las sobras para alargar la vida de los alimentos (Byker *et al.*, 2022). El quinto mecanismo de afrontamiento es la desesperación excepcional (Byker *et al.*, 2022). Esta estrategia de supervivencia incluye que los adultos se salten comidas para dar prioridad a los niños, vender o empeñar artículos, robar comida u otros artículos y evitar desperdiciar restos de comida, aunque no fueran apetecibles (Byker *et al.*, 2022).

2.5 Seguridad de abastecimiento de agua para consumo

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), 780 millones de personas en el mundo carecen de acceso a una fuente de agua de buena calidad y 2,500 millones de personas carecen de ambiente limpio (Monroy-Torres *et al.*, 2021). Estas carencias presentan uno de los principales riesgos ambientales (CONAGUA, 2022). Ello conlleva a que microorganismos patógenos diversos se transmitan a través del ambiente y llegan a la población a través de la contaminación del agua usada para beber (CONAGUA, 2022).

La carencia de acceso al agua potable suele estar presente en los hogares que sufren de pobreza (Monroy-Torres *et al.*, 2021); el acceso a los servicios básicos de vivienda, agua y drenaje influye e impacta sobre la higiene de los alimentos (Monroy-Torres *et al.*, 2021). Además de ser un indicador de salud, el acceso al agua potable es un derecho humano (HMS, 2022); por lo tanto, este indicador forma parte del modelo de las Seis “P” (HMS, 2022). En este modelo de las Seis “P” se integran las dimensiones que pueden provocar una mala nutrición (*Figura 1*) (HMS, 2022).

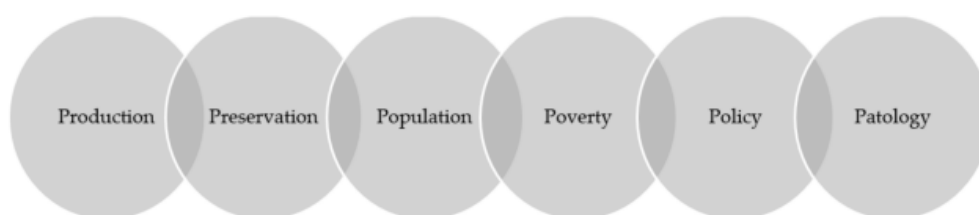


Figura 1. Las 6 "Ps", causas de condiciones de mala nutrición (HMS, 2022).

En México, 8'411,920 hogares (25% de la población total) tienen acceso limitado a agua potable (Monroy-Torres *et al.*, 2021). De los 2,457 municipios y delegaciones, sólo 827 (34%) cuentan con tratamiento de aguas residuales (Schumacher *et al.*, 2017). El escenario para México involucra diversos factores sociodemográficos y climáticos, como la urbanización, la industrialización y el mejoramiento del nivel de vida, así como la gran demanda de recursos naturales como agua, suelo, aire y energía solar, entre otros (Monroy-Torres *et al.*, 2021). En el planeta, se estima que anualmente se generan 842,000 muertes por falta de agua potable y saneamiento e higiene deficientes (Schafer, 2012).

2.6 Hábitos de consumo de alimentos

La elección de alimentos es un proceso complejo y depende no sólo de factores individuales, sociales, culturales, políticos o educativos, sino también del género o de la influencia de los padres (Woodhall-Melnik & Matheson, 2017). Desde una perspectiva sociológica, las elecciones alimentarias conforman la identidad de las personas y estilos de vida, y generan diferencias según el grupo o la

clase social a la que pertenecen (Rojas *et al.*, 2019). No obstante, las elecciones alimentarias de los consumidores también se ven influidas por el valor simbólico y el significado que la gente suele conferir a los alimentos (Piacentini & Maller, 2004 Ritzer & Jurgenson, 2010).

Las elecciones alimentarias de las sociedades contemporáneas están relacionadas con fenómenos como el crecimiento demográfico y la urbanización (Rojas *et al.*, 2019). Los cambios en los patrones alimentarios asociados al alto consumo de alimentos ultra procesados va en aumento (Rojas *et al.*, 2019). Esto ha llevado al crecimiento de las enfermedades crónico-degenerativas en la sociedad (Ares, 2018). Por otra parte, la asociación de la calidad de los alimentos y la exacerbación del escenario clínico en pacientes con desnutrición por exceso de consumo energético se ha presentado en países en vías de desarrollo, identificando la occidentalización de la dieta como una de las causas (Reyes *et al.*, 2020). La dieta occidental se caracteriza por grandes aportes de azúcares y harinas refinadas, gran consumo de grasas saturadas, niveles reducidos de fibra, consumo escaso de aceites insaturados, y consecuentemente, pocos aportes de micronutrientes y antioxidantes, que son los principales reguladores del metabolismo y del sistema inmune (Butler & Barrientos, 2020).

Estos malos hábitos y una dieta desequilibrada provocan una activación crónica del sistema innato y una inhibición de la respuesta del sistema inmunitario adaptativo al aumentar el estrés oxidativo, creando finalmente un retraso en la respuesta adaptativa como defensa frente a patógenos (Butler & Barrientos, 2020; Green & Beck, 2017). Por este motivo, las recomendaciones indican la mejora de los hábitos alimentarios a través de una dieta equilibrada, segura y variada para mantener las enfermedades crónicas controladas, y así fortalecer el sistema inmunitario (Reyes *et al.*, 2020).

2.7 Importancia del consumo de calorías alimentarias

La importancia del consumo calórico de los hogares se deriva del papel importante que desempeñan las calorías en la definición de los conceptos de

bienestar, salud y productividad (Stiglitz,1976). La alimentación suficiente se define haciendo hincapié en las calorías y en la satisfacción total de las necesidades energéticas en el organismo para una vida activa y sana, más que en la simple supervivencia (Maxwell & Frankenberger, 1995). La ingesta de calorías alimentarias tiene relación directa con la salud humana y con la productividad (Aromolaran, 2004).

El cuerpo humano necesita energía para mantener las funciones orgánicas normales del cuerpo (tasa metabólica basal), realizar las actividades físicas mínimas necesarias para la salud y la higiene (necesidades de actividad física mínimas) y poder llevar a cabo actividades productivas (Ejercicio físico) (Aromolaran, 2004). Además, la ingesta de calorías alimentarias es necesaria para el crecimiento de los niños y podría afectar la asimilación de micronutrientes, ya que el organismo puede no asimilar nutrientes si hay deficiencia de energía alimentaria en el organismo (Aromolaran, 2004). El nivel de ingesta calórica (tanto de reserva como de flujo) de un individuo debe ser adecuado para mantener estas funciones a lo largo de toda su vida (Aromolaran, 2004). Cuando este patrón de consumo de calorías a lo largo de la vida no alcanza un umbral mínimo, el individuo corre un riesgo para su salud (Aromolaran, 2004). En segundo lugar, siempre que se produzca un déficit persistente en el flujo de ingesta de calorías en relación con la cantidad necesaria para una actividad productiva óptima, es probable que se vea afectado el flujo de ingesta de otros nutrientes, ya que los recursos necesarios para adquirirlos se obtienen del trabajo productivo (Aromolaran, 2004). Esta situación es especialmente cierta en poblaciones en las que el principal activo para la obtención de ingresos es el esfuerzo del trabajo humano (Aromolaran, 2004). Por el contrario, el aumento de la ingesta calórica puede implicar un aumento de la productividad, de los ingresos y, por tanto, de la nutrición (Strauss,1986). El aumento de la nutrición se asocia a incrementos sostenidos de la productividad y, por tanto, a un acceso sostenido a la ingesta de energía alimentaria (Aromolaran, 2004).

DI3. MATERIALES Y MÉTODOS

Esta investigación pretendió generar y analizar información cualitativa y cuantitativa sobre los hábitos de consumo y la seguridad alimentaria actual de los integrantes de las familias rurales de la comunidad de El Fuerte, Villanueva, Zacatecas, y su dependencia a los factores humanos, sociales, económicos y físicos. Para lograr dicho objetivo se diseñó y se aplicó un cuestionario semiestructurado a 35 hogares de El Fuerte, Villanueva, Zacatecas. Los enunciados involucrados consideran aspectos de los dominios humano, social, físico y económico con base en la Ley de Desarrollo Rural Sustentable. Los enunciados fueron elaborados considerando la escala de Likert de cinco niveles de percepción. La confiabilidad del instrumento se estimará mediante el Alfa de Cronbach. El análisis de la información se hará con los métodos de componentes principales para identificar los elementos importantes de los diferentes capitales de desarrollo que definen la dieta, así como el método de conglomerados para clasificar a las familias. El cuestionario se aplicó a 35 jefes de familia.

4. RESULTADOS

4.1. Confiabilidad del instrumento

El instrumento de generación de datos fue una encuesta semiestructurada. Ésta consideró un total de 124 enunciados y se estructuró en once dominios: Datos Generales (DG, 7 enunciados), Composición del Hogar (CH, 18 enunciados), Características del Hogar (CHo, 20 enunciados), Economía del Hogar (EH, 11 enunciados), Migración y Remesas (MR, 6 enunciados), Consumo de Alimentos (CA, 17 enunciados), Recordatorio de 24 Horas (R24h, 13 enunciados), Análisis de la Alimentación (AA, 8 enunciados), Consumo de Agua Natural (CAN, 3 enunciados), Programas de Asistencia Social (PAS, 6 enunciados) y Estrategias de Supervivencia – Medios de Vida (ESMV, 15 enunciados).

Los dominios CA y ESMV están diseñados con enunciados tipo escala Likert. El Alfa de Cronbach del dominio CA = 0.749; este valor indica que el instrumento tiene una confiabilidad aceptable (George & Marely, 2010). Mientras que, los valores del alfa de Cronbach en el dominio de estrategias de supervivencia – medios de vida es de 0.806, lo que indica una confiabilidad buena (George & Marely, 2010).

4.2. Datos generales de los encuestados

Un total de 35 personas pertenecientes a familias de El Fuerte, Villanueva, Zacatecas participaron en esta investigación respondiendo el cuestionario semiestructurado (97.14% mujeres y 2.85% hombres). La mayoría de los participantes tenía edad dentro de los rangos de 26 a 35 años y 36 a 45 años. El 48.57% y el 22.86% de los participantes manifestó tener educación a nivel secundaria y preparatoria, respectivamente (Cuadro 1).

Cuadro 1. Estimadores estadísticos de las personas encuestadas (n=35) en El Fuerte, Villanueva, Zacatecas.

Datos Generales	Número de encuestados / porcentaje
Edad	
18-25 años	4 / 11.43%
26 -35 años	17 / 48.57%
36-45 años	12 / 34.29%
46-55 años	1 / 2.86%
>55 años	1 / 2.86%
Sexo	
Hombre	1 / 2.85%
Mujer	34 / 97.14%
Escolaridad	
Primaria	7 / 20.0%
Secundaria	17 / 48.57%
Preparatoria	8 / 22.86%
Licenciatura	1 / 2.86%
Otro	2 / 5.71%

4.3. Composición del hogar

Las respuestas de las personas encuestadas indican que el 71.42% de los jefes de hogar son hombres y el 28.57% son mujeres (Cuadro 2). Los rangos de edad de los jefes de hogar con frecuencias mayores fueron de 26 a 35 años y 36 a 45 años (40% y 34.29%, respectivamente). El 57.14% de los jefes de hogar están casados y el 28.57% se encuentran en unión libre. El 57.14% había concluido la secundaria como escolaridad máxima. Los motivos por los cuales la persona encuestada definió al jefe de hogar fue el aporte mayor de recurso al hogar (40.0%) y el aporte total de los recursos (34.28%). Además, el 60% de las familias se conforma por 3 a 4 personas y el 40% por 5 a 7 personas. El 94.28% de estas familias está integrado por infantes con edades de 11 años y menos y sólo el 5.71% carece de niños. Por último, el 57.14% de las familias se caracterizan por tener 1 núcleo de familia dentro del hogar.

Cuadro 2. Composición de los hogares en El Fuerte, Villanueva, Zacatecas (n=35).

Composición del hogar	Número de encuestados / porcentaje
El jefe de hogar es	
Hombre	25 / 71.42%
Mujer	10 / 28.57%
Edad del jefe de hogar	
18-25 años	5 / 14.29%
26-35 años	14 / 40.00%
36-45 años	12 / 34.29%
46-55 años	2 / 5.71%
>55 años	2 / 5.71%
Estado civil del jefe de hogar	
Casado	20 / 57.14%
Divorciado	3 / 8.57%
Unión libre	10 / 28.57%
Viudo	0 / 0.0%
Soltero	2 / 5.71%
Escolaridad del jefe de hogar	
Primaria	7 / 20.0%
Secundaria	20 / 57.14%
Preparatoria	7 / 20.0%
Licenciatura	0 / 0.0%
Otro	1 / 2.85%
El jefe de hogar es debido a que el/ella	
Toma las decisiones	6 / 17.14%
Aporta el mayor de los recursos	14 / 40.0%
Aporta el total de los recursos	12 / 34.28%
Es el único padre/madre soltera	3 / 8.57%
Otro	0 / 0.0%
El número de personas que forman parte del hogar	
2 personas	0 / 0.0%
3-4 personas	21 / 60.0%
5-7 personas	14 / 40.0%
8-10 personas	0 / 0.0%
>10 personas	0 / 0.0%
Número de núcleos de familia dentro del hogar	
1 núcleo	20 / 57.14%
2 núcleos	6 / 17.14%
3 núcleos	4 / 11.42%
≥4 núcleos	5 / 14.28%
No aplica	0 / 0.0%

4.4. Características del hogar

El 97.14% de los hogares son casas y el 2.86% son viviendas rústicas (Cuadro 3). El 45.71% de los hogares se refiere a viviendas propias y pagadas, mientras que el 28.57% concierne a viviendas prestadas. Los materiales predominantes del piso son cemento pulido (60%) y vitropiso (37.14%). Los materiales predominantes del techo son losa de concreto (42.86%) y embovedado (34.92%).

Todos los hogares cuentan con los servicios de energía eléctrica y agua potable (Cuadro 3). El 85.71% de los hogares cuenta con servicio telefónico (línea fija o móvil). El 74.28% de los hogares cuenta con servicio de acceso a internet. El 80% de los hogares cuenta con servicio de gas natural. Además, el 51.4% de los hogares cuenta con el servicio de recolección de basura.

En el 97.14% de los hogares existe un refrigerador (Cuadro 3). Todos los hogares tienen estufa. En el 42.85% de los hogares hay horno microondas. En el 97.14% de los hogares existe lavadora. En el 94.28% de los hogares hay televisión. En sólo el 2.85% de los hogares hay computadora. En el 97.14% de los hogares hay licuadora. Por último, el 60% de los encuestados manifestó que la familia dispone de un vehículo motorizado (automóvil o motocicleta) propio.

Cuadro 3. Características de los hogares en El Fuerte, Villanueva, Zacatecas (n=35).

Características del hogar	Número de encuestados / porcentaje
Tipo de vivienda donde habita la familia	
Vivienda rustica	1 / 2.86%
Casa	34 / 97.14%
Apartamento	0 / 0.0%
Cuarto	0 / 0.0%
Casa quinta	0 / 0.0%
El hogar en el que viven es	
Propia pagándose	5 / 14.29%
Prestada	10 / 28.57%
Regalada	1 / 2.86%
Rentada	3 / 8.57%
Propia pagada	16 / 45.71%
El material predominante del piso es	

Suelo	0 / 0.0%
Cemento	21 / 60.0%
Tablas	0 / 0.0%
Vitropiso	13 / 37.14%
Piso cerámico	1 / 2.86%
El material predominante del techo es	
Losa de concreto	15 / 42.86%
Madera o tejamanil	0 / 0.0%
Lámina metálica/asbesto	8 / 22.86%
Lamina de cartón	0 / 0.0%
Embovedado	12 / 34.92%
En mi hogar se tienen estos servicios	
Luz eléctrica	35 / 100.0%
Agua	35 / 100.0%
Telefonía celular o en domicilio	30 / 85.71%
Internet	26 / 74.28%
Gas natural	28 / 80.0%
Recolección de basura	18 / 51.4%
En mi hogar se tienen estos artefactos	
Refrigerador	34 / 97.14%
Estufa	35 / 100.0%
Horno microondas	15 / 42.85%
Lavadora	34 / 97.14%
Televisor	33 / 94.28%
Computadora	1 / 2.85%
Licuada	34 / 97.14%
Vehículo (automóvil o motocicleta)	21 / 60.0%

4.5. Economía del hogar

Las respuestas de las 35 personas encuestadas indican que un miembro de la familia genera ingresos en el 65.71% de los hogares; dos integrantes generan ingresos en el 28.57% de los hogares; y tres miembros generan ingresos en el 5.71% de los hogares (Cuadro 4).

Las fuentes principales de ingresos corresponden a trabajo asalariado (68.57%) y empleo informal (25.71%). El aporte económico de la fuente principal de ingresos cubre del 80 al 100% del ingreso total en el 68.57% de los hogares. El 97.14% de las familias carecen de ahorros. Sin embargo, el 94.29% de los hogares no tienen deudas o créditos. La razón principal para endeudarse o solicitar créditos es para pagar servicios necesarios en el hogar o la renta (17.14%).

Cuadro 4. Economía de los hogares en El Fuerte, Villanueva, Zacatecas (n=35).

Economía del hogar	Número de encuestados / porcentaje
Cantidad de miembros que generan ingresos	
1	23 / 65.71%
2	10 / 28.57%
3	2 / 5.71%
4	0 / 0.0%
≥ No aplica	0 / 0.0%
La principal fuente de ingresos es debido a	
Trabajo asalariado	24 / 68.57%
Empleo informal	9 / 25.71%
Negocio propio	0 / 0.0%
Jubilado	1 / 2.86%
Agricultor o ganadero	1 / 2.86%
Proporción de la principal fuente de ingresos al ingreso total familiar	
<20%	0 / 0.0%
30-50%	4 / 11.42%
60-80%	7 / 20.0%
80-100%	24 / 68.57%
No aplica	0 / 0.0%
La segunda fuente de ingresos es debido a	
Trabajado asalariado	9 / 25.71%
Negocio propio	23 / 65.71%
Jubilado	1 / 2.86%
Agricultor o ganadero	1 / 2.86%
No aplica	1 / 2.86%
Proporción de la segunda fuente de ingresos al ingreso total familiar	
<20%	3 / 8.57%
30-50%	7 / 20.0%
60-80%	1 / 2.85%
80-100%	1 / 2.85%
No aplica	23 / 65.71%
La tercera fuente de ingresos es debido a	
Trabajado asalariado	0 / 0.0%
Negocio propio	2 / 5.71%
Empleo informal	0 / 0.0%
Agricultor o ganadero	33 / 94.29%
No aplica	0 / 0.0%
Proporción de la tercera fuente de ingresos al ingreso total familiar	
>20%	2 / 5.71%
30-50%	0 / 0.0%
60-80%	0 / 0.0%
80-100%	0 / 0.0%
No aplica	33 / 94.28%
La familia tiene ahorros en este momento (En caso de no, pasar a la 31).	

Sí	1 / 2.85%
No	34 / 97.14%
Meses durante los cuales la familia podría subsistir con los ahorros	
1 mes	1 / 2.86%
2 meses	1 / 2.86%
3 meses	0 / 0.0%
≥ 4 meses	0 / 0.0%
No aplica	33 / 94.29%
El hogar tiene alguna deuda o crédito que pagar en este momento	
Sí	12 / 34.28%
No	23 / 65.71%
Razón principal para solicitar deudas o crédito	
Comprar comida	1 / 2.86%
Pagar servicios o renta	6 / 17.14%
Gastos educación	1 / 2.86%
Gastos salud	3 / 8.57%
No aplica	24 / 68.57%

4.6. Migración y remesas

El 94.28% de los encuestados expresaron que ningún miembro de la familia se ha ido a vivir a otro país (Cuadro 5); el 5.71% manifestó que un integrante se fue a vivir a otro país. El motivo principal para que emigraran fue el desempleo (5.71%). Sólo el 2.85% de los hogares reciben ayuda económica del integrante que emigró; la frecuencia de dicho apoyo es de 6 meses en el 2.86% de los hogares. Por último, ese recurso se usa para compra de alimentos (2.86%) y pagar servicios básicos y de asistencia médica (2.86%).

Cuadro 5. Migración y remesas de las familias en El Fuerte, Villanueva, Zacatecas (n=35).

Migración y remesas	Número de encuestados / porcentaje
¿Algún miembro de su familia se ha ido a vivir a otro país durante los últimos 5 años? (Si la respuesta es no, pasar a la 36).	
Sí	2 / 5.71%
No	33 / 94.28%
Número de personas que ha emigrado de su hogar a otro país.	
1 persona	3 / 8.57%
2 personas	0 / 0.0%
3 personas	0 / 0.0%
≥ 4 personas	0 / 0.0%
No aplica	32 / 91.42%
Principal motivo por los cuales se fue (fueron) al país de destino.	
Desempleo	2 / 5.71%
Falta de dinero para alimentos	1 / 2.86%
Inseguridad/Violencia	0 / 0.0%
Se casó/Unió	0 / 0.0%
No aplica	32 / 91.43%
Usted recibe ayuda económica de familiares o amigos que viven en el extranjero (Si la respuesta es no, pasar a la 39).	
Sí	1 / 2.85%
No	34 / 97.14%
¿Con qué frecuencia recibe usted ayuda de familiares en el extranjero?	
1 mes	1 / 2.86%
2 meses	0 / 0.0%
6 meses	1 / 2.86%
Al año	0 / 0.0%
No aplica	33 / 94.29%
Necesidades principales que se cubren con el dinero recibido de familiares en el extranjero.	
Alimentos	1 / 2.86%
Educación	0 / 0.0%
Servicios básicos o de salud	1 / 2.86%
Ahorro / pago de deudas	0 / 0.0%
No aplica	33 / 94.29%

4.7. Consumo de alimentos

El análisis multivariado de CP's considerando los 16 enunciados del apartado de Consumo de Alimentos (CA) según la percepción de 35 jefes de hogar encuestados permitió definir que los cinco primeros CP's resumen de manera suficiente la variación de dicha matriz de datos (67.1%, Cuadro 6). El CP1 explica el 26.1%, el CP2 explica el 15.0%, el CP3 explica el 9.7%, el CP4 explica el 8.8% y el CP5 explica el 7.5% de la varianza total.

El CP1 es una variable compuesta cuya estructura está definida por los enunciados 39.5, 39.6, 39.13, 39.14, 39.15 y 39.16 (Apéndice 1). Ello implica que este componente está conformado por la percepción que en su hogar se consume con frecuencia el huevo, pescado y mariscos (filete de pescado, camarón, atún, sardina, almeja, pulpo), refrescos y bebidas embotelladas (refrescos con o sin azúcar, jugos industriales y té helados), comidas hechas fuera de casa (tacos, hamburguesas, hot dogs), dulces, galletas y frituras (gomitas, paletas, paletas de nieve, chocolate, nieve, papitas, galletas) y embutidos (jamón, salchicha, chorizo). Por su parte, la estructura del CP2 es dominada por los enunciados 39.4, 39.8, y 39.11; esto significa que dicho componente se soporta en la percepción de que en el hogar se consume en su mayoría alimentos como la leche, lácteos o derivados (leche, queso, yogurt, requesón, crema), carnes blancas (pollo, pavo, conejo) y grasas (aceite, manteca, margarina, mantequilla, mayonesa). Además, la estructura del CP3 está definida por los enunciados 39.1 y 39.9; es decir, la estructura de dicho componente está en función principalmente de la percepción de las personas

encuestadas respecto a que en el hogar se consume principalmente cereales (papa, tortilla de maíz, tortilla de harina, arroz, avena), y verduras (lechuga, jitomate, cebolla, pepino, zanahoria, calabacita, pimiento, nopal). Por su parte, la estructura del CP4 está definida por los enunciados 39.3 y 39.12; ello implica que este componente está conformado por la percepción que en el hogar se consumen con mayor frecuencia los alimentos como los frutos secos (Nuez, almendra, semillas de calabaza, semilla de girasol, piñones, pistacho, cacahuates) y grasas saludables (Aguacate, aceite de oliva). Por último, el CP5 es una variable compuesta cuya estructura está definida por los enunciados 39.2, 39.7 y 39.10; ello implica que este componente está conformado por la percepción que en su hogar se consume con frecuencia las leguminosas (Frijoles, lentejas, habas, garbanzos), carnes rojas (carne de res, puerco, chivo) y frutas (Plátano, manzana, pera, sandia, durazno, guayaba, melón, piña, papaya, fresas).

Cuadro 6. Valores propios, proporciones de varianza explicada y varianza acumulada asociados a los primeros cinco Componentes Principales (CP's) correspondientes a 16 enunciados del apartado de Consumo de Alimentos (CA) según la percepción de 35 jefes de hogar encuestados.

	CP1	CP2	CP3	CP4	CP5
Valor propio	4.171	2.404	1.549	1.411	1.199
Proporción de varianza	0.261	0.150	0.097	0.088	0.075
Varianza Acumulada	0.261	0.411	0.508	0.596	0.671

En el bi-gráfico de CP1 vs CP2 como plano ortogonal (Figura 2) se ubican las 35 personas encuestadas y las 16 variables. Ésta Figura permitió identificar tres

grupos de hogares según su consumo de grupos de alimentos. El primer grupo está integrado por los entrevistados 1, 3, 24, 4, 7, 23, 22, 8, 32, 25 y 9; éste grupo se caracteriza por respuestas neutras o ligeramente negativas sobre el consumo de comidas hechas fuera de casa (Tacos, hamburguesas, hot dogs) y el consumo de embutidos (Jamón, salchicha, chorizo); éste grupo puede dividirse en dos subgrupos, en el primer subgrupo se encuentra el entrevistado 1; el cual se caracteriza por un mayor consumo de pescado y mariscos (Filete de pescado, camarón, atún, sardina, almeja y pulpo). En el segundo subgrupo se encuentran los entrevistados 9, 22 y 25; éste subgrupo se caracteriza por un mayor consumo de dulces, galletas y frituras (Gomitas, paletas, paletas de nieve, chocolate, nieve, papitas y galletas) y grasas (aceite, manteca, margarina, mantequilla y mayonesa). El segundo grupo está integrado por los entrevistados 5, 10, 35, 14, 6, 15, 17, 21, 31, 18, 20 y 33; éste grupo se caracteriza por un mayor consumo de comidas hechas fuera de casa (Tacos, hamburguesas, hot dogs), embutidos (Jamón, salchicha, chorizo) y grasas (aceite, manteca, margarina, mantequilla y mayonesa).

El tercer grupo está integrado por los entrevistados 2, 29, 11, 28, 30, 13, 19, 12, 16, 26, 27 y 34; éste grupo se caracteriza porque en los hogares se consume poco comidas hechas fuera de casa (Tacos, hamburguesas y hot dogs), embutidos (Jamón, salchicha, chorizo), grasas, (aceite, manteca, margarina, mantequilla y mayonesa) y dulces (Gomitas, paletas, paletas de nieve, chocolate, nieve, papitas y galletas); éste grupo tiene un subgrupo, en este subgrupo se encuentra el entrevistado 11, 28, 13, 29, 30 y 19; este subgrupo se

caracteriza por tener también un bajo consumo de leche, lácteos o derivados (Leche, queso, yogurt, requesón y crema).

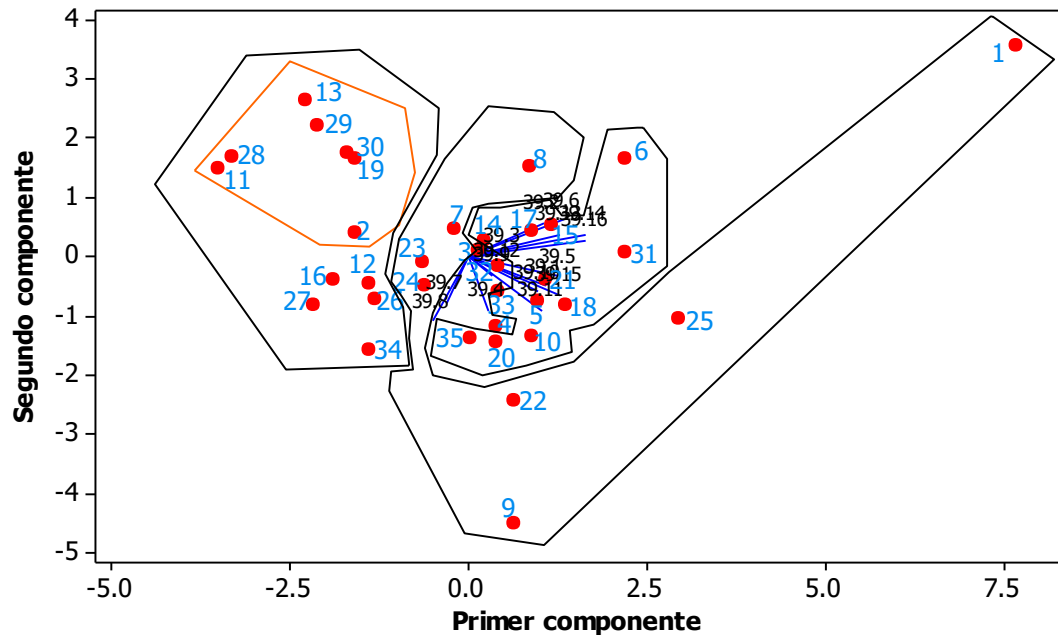


Figura 2. Posición de las 35 personas encuestadas según su percepción de los 16 enunciados del apartado de Consumo de Alimentos (CA) en el plano ortogonal definido por los primeros dos CP's extraídos.

Un proceso cuantitativo más robusto de agrupamiento a los 35 jefes de familia encuestados fue realizado mediante el Análisis Multivariado de Agrupamiento mediante el método de Ward y la correlación de Euclidean considerando a las 16 variables (Figura 3). La similaridad = 9.65 permitió identificar a los tres grupos evidenciados previamente a través del Análisis de CP's.

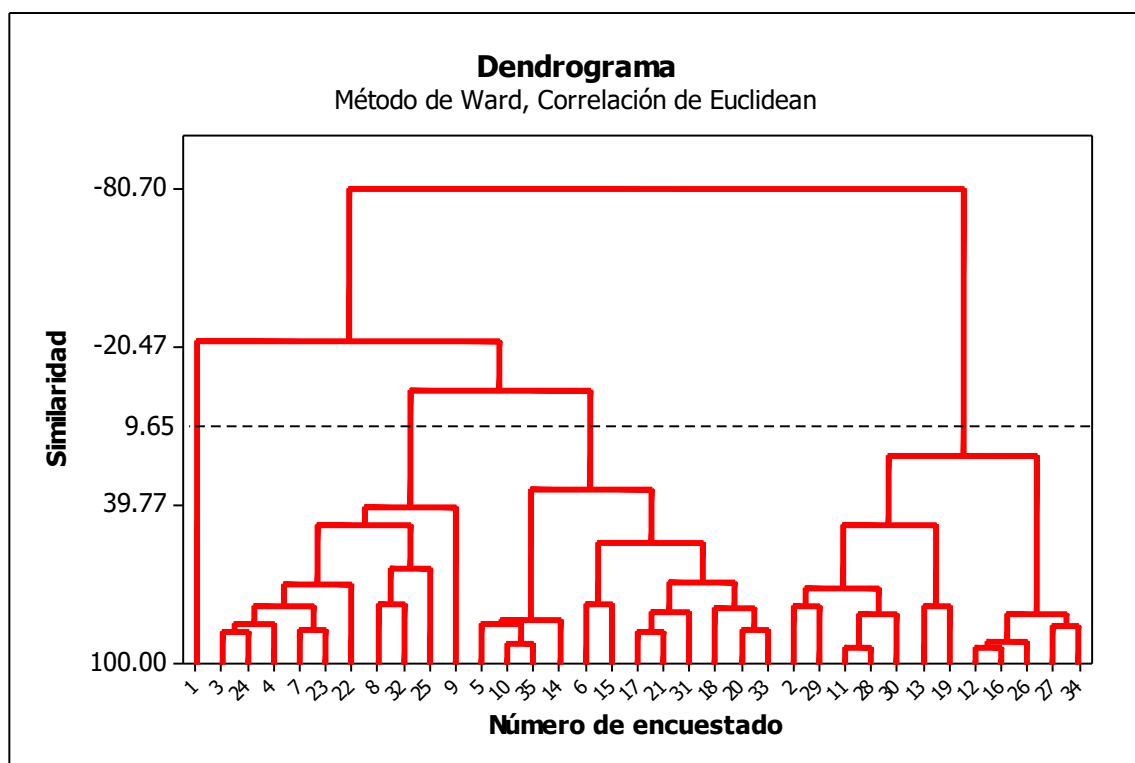


Figura 3. Dendrograma de 35 personas encuestadas al considerar su percepción sobre 16 enunciados del apartado de Consumo de Alimentos (CA).

4.8. Consumo de agua natural

La fuente principal de agua para beber en los hogares es el garrafón (65.71%).

Los encuestados que no consumen agua de garrafón utilizan el método de hervir el agua para purificarla (5.71%) y filtrarla (2.86%). El 54.28% de los hogares consumen de 31 a 40 litros.

Cuadro 7. Consumo de agua natural en hogares de El Fuerte, Villanueva, Zacatecas (n=35).

Consumo de agua natural	Número de encuestados / porcentaje
La fuente principal de agua para beber en el hogar es	
Grifo o llave	10 / 28.57%
Pozo	2 / 5.71%
Garrafón	23 / 65.71%
Embotellada	0 / 0.0%

Otro	0 / 0.0%
El hogar purifica el agua para beber	
Hirviéndola	2 / 5.71%
Filtrándola	1 / 2.86%
Hirviéndola y filtrándola	0 / 0.0%
Tratada químicamente	0 / 0.0%
No aplica	32 / 91.43%
Cantidad aproximada de agua para beber que se consumen el hogar en el transcurso de una semana (en litros).	
≤ 20 litros	9 / 25.71%
21 a 30 litros	1 / 2.85%
31 a 40 litros	19 / 54.28%
41 a 50 litros	2 / 5.71%
≥ 51 litros	4 / 11.42%

4.9. Programas de asistencia social

Las respuestas de las personas encuestadas sugieren que el 94.28% de las familias no recibe leche de la Distribuidora e Impulsora Comercial de la Compañía Nacional de Subsistencias Populares, S. A. de C. V. (DICONSA) (Cuadro 8). Las personas encuestadas señalaron que sus familias no reciben despensa de alimentos; así mismo, los menores de edad son no beneficiarios del “Programa de alimentos escolares”. Sólo el 8.57% de las familias cuenta con un integrante beneficiario del programa “Jóvenes escribiendo el futuro”. En el 2.85% de las familias hay al menos un integrante beneficiario del programa “Jóvenes construyendo el futuro”. Por último, sólo el 11.42% de las familias cuenta con al menos un integrante beneficiario del programa “Pensión para el bienestar de las personas adultas mayores”.

Cuadro 8. Programas de asistencia social en hogares de El Fuerte, Villanueva, Zacatecas (n=35).

Programas de asistencia social	Número de encuestados / porcentaje
Recibo leche DICONSA (<i>líquida o en polvo</i>).	
Sí	2 / 5.71%
No	33 / 94.28%
Recibo despensa de alimentos o apoyos alimentarios del DIF.	
Sí	0 / 0.0%
No	35 / 100.0%

Los menores de edad son beneficiarios del "Programa de alimentos escolares".	
Sí	0 / 0.0%
No	35 / 100.0%
Un familiar o más es beneficiario de "Jóvenes escribiendo el futuro".	
Sí	3 / 8.57%
No	32 / 91.42%
Un familiar o más es beneficiario de "Jóvenes construyendo el futuro".	
Sí	1 / 2.85%
No	34 / 97.14%
Un familiar o más es beneficiario de "Pensión para el bienestar de las personas adultas mayores"	
Sí	4 / 11.42%
No	31 / 88.57%

4.10. Estrategias de supervivencia

El análisis multivariado de CP's considerando los 15 enunciados del apartado de Estrategias de Supervivencia (ES) según la percepción de 35 jefes de hogar encuestados permitió definir que los cuatro primeros CP's resumen de manera suficiente la variación de dicha matriz de datos (61.7%, Cuadro 9). El CP1 explica el 28.0%, el CP2 explica el 14.2%, el CP3 explica el 11.6% y el CP4 explica el 7.8% de la varianza total. El CP1 es una variable compuesta cuya estructura está definida por los enunciados 61, 62, 63 Y 73 (Apéndice 3). Ello implica que este componente está conformado por la percepción que en su hogar se han quedado sin alimentos, se han dejado de consumir ciertos alimentos porque son caros, han disminuido la cantidad de alimentos que compraban por el aumento de precios y que han disminuido gastos en salud y educación. Por su parte, la estructura del CP2 es dominada por los enunciados 65, 66, 69, 71, 74 y 75; esto significa que dicho componente se soporta en la percepción de que en el hogar han ajustado las porciones de los alimentos debido a que ahora se compra menos cantidad de alimentos, han dejado de tener una alimentación saludable, nutritiva y balanceada debido a problemas económicos, compran diariamente lo necesario, gastan ahorros en la compra de alimentos, venden los activos o bienes del hogar, pasan hambre en el trabajo

(mayores de edad) o en la escuela (en el caso de los menores de edad). Además, la estructura del CP3 está definida por los enunciados 64, 70 y 72; es decir, la estructura de dicho componente está en función principalmente de la percepción de las personas encuestadas respecto a que en el hogar han cambiado los alimentos que compraban por otros más económicos, usan el intercambio de artículos o alimentos y extienden el periodo de lactancia a los hijos(as) debido a la falta de alimentos. Por su parte, la estructura del CP4 está definida por los enunciados 60, 67 y 68; ello implica que este componente está conformado por la percepción que en el hogar se preocupan de que los alimentos se consuman apropiadamente, se compran alimentos a crédito y piden dinero prestado para comprarlos.

Cuadro 9. Valores propios, proporciones de varianza explicada y varianza acumulada asociados a los primeros cuatro Componentes Principales (CP's) correspondientes a 15 enunciados del apartado de Estrategias de Supervivencia (ES) según la percepción de 35 jefes de hogar encuestados.

	CP1	CP2	CP3	CP4
Valor propio	4.486	2.267	1.859	1.254
Proporción de varianza	0.280	0.142	0.116	0.078
Varianza Acumulada	0.280	0.422	0.538	0.617

En el bi-gráfico de CP1 vs CP2 como plano ortogonal (Figura 1) se ubican las 35 personas encuestadas y las 15 variables. Ésta Figura permitió identificar cuatro grupos de jefes de hogar. El primer grupo está integrado por los entrevistados 1, 20, 2, 16, 14, 17, 29, 32, 4, 10, 28, 30 y 35; éste grupo se caracteriza porque en el hogar ha disminuido la cantidad de alimentos que compraban por el aumento de precios, se han cambiado los alimentos que compraban por otros más económicos, se han reducido gastos en salud y educación, se han preocupado de que los alimentos se consuman apropiadamente, se han dejado de consumir ciertos alimentos porque son caros, se compra diariamente lo necesario y se gastan ahorros en la compra de alimentos; el entrevistado 14 se caracteriza principalmente debido a que en su hogar ha disminuido la cantidad de alimentos que compraban por el aumento de

precios. El segundo grupo está integrado por los entrevistados 5, 13, 9, 19, 33, 22, 31, 12, 21, 26 y 18; éste grupo se caracteriza porque en el hogar se han ajustado las porciones de los alimentos debido a que ahora se compra menos cantidad, se ha dejado de tener una alimentación saludable, nutritiva y balanceada debido a problemas económicos y se compran alimentos a crédito; el hogar del entrevistado 18 se caracteriza porque las porciones de los alimentos se han ajustado debido a que ahora se compra menos cantidad.

Por su parte, el tercer grupo está integrado por los entrevistados 3, 7, 8, 23, 11, 27, 6 y 34; este grupo puede dividirse en tres subgrupos; en el primer subgrupo se encuentran los entrevistados 6 y 34; el entrevistado 6 se caracteriza por vender activos o bienes del hogar para lograr tener una alimentación saludable, nutritiva, balanceada y no ajustar las porciones de los alimentos. En el segundo subgrupo se encuentran los entrevistados 7, 8, 3 y 23; este subgrupo se caracteriza porque en el hogar no se han ajustado las porciones de los alimentos, no han dejado de tener una alimentación saludable, nutritiva y balanceada debido a problemas económicos y no han comprado alimentos a crédito. Por su parte, en el tercer subgrupo se encuentran los entrevistados 27 y 11 sin enunciado alguno que los caracterice. El cuarto grupo está integrado por los entrevistados 15, 24 y 25; éste grupo se caracteriza porque en los hogares no se han preocupado de que los alimentos se consuman apropiadamente en el hogar, no han dejado de consumir ciertos alimentos porque son caros, no han disminuido la cantidad de alimentos que compraban por el aumento de precios, no han cambiado los alimentos que compraban por otros más económicos, no compran diariamente lo necesario, no gastan ahorros en la compra de alimentos y no reducen gastos en salud y educación.

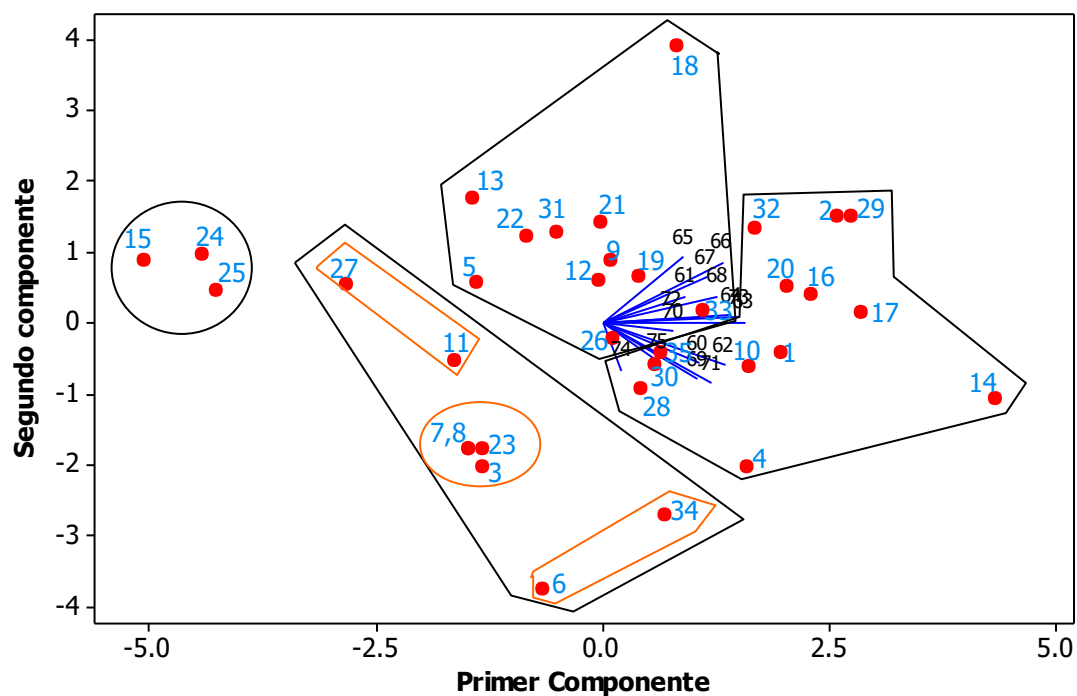


Figura 4. Posición de las 35 personas encuestadas según su percepción de los 15 enunciados del apartado de Estrategias de Supervivencia (ES) en el plano ortogonal definido por los primeros dos CP's extraídos.

Un proceso cuantitativo más robusto de agrupamiento a los 35 jefes de familia encuestados fue realizado mediante el Análisis Multivariado de Agrupamiento mediante el método de Ward y la correlación de Euclidean considerando a las 15 variables (Figura 2). La similitud = -24.4 permitió identificar a los cuatro grupos evidenciados previamente a través del Análisis de CP's.

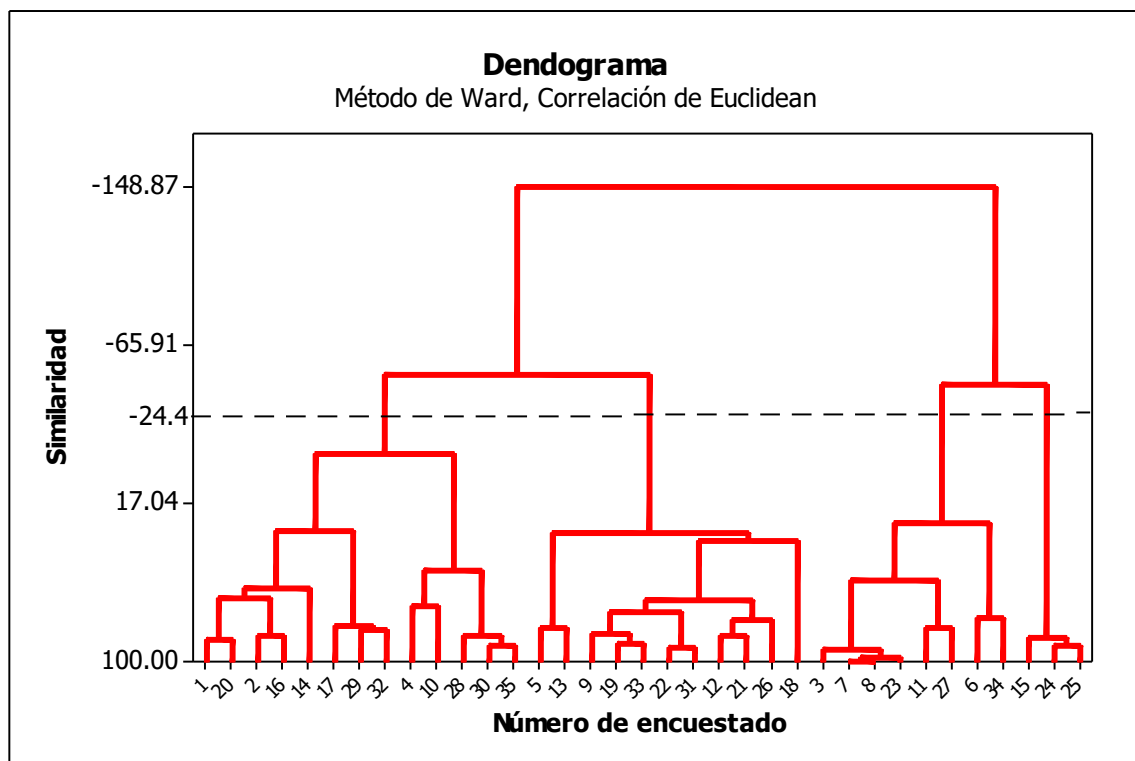


Figura 5. Dendrograma de 35 personas encuestadas al considerar su percepción sobre 15 enunciados del apartado de Estrategias de Supervivencia (ES).

5. DISCUSIÓN

El resultado más destacable es la cantidad de familias con consumo insuficiente de alimentos en El Fuerte, Villanueva, Zacatecas. De las 35 familias involucradas, 33 incumplen con las ingestas de calorías recomendadas por la FAO (1985) y Moreiras *et al.* (2016) al considerar la estructura familiar (integrantes y sus edades). Entonces, esas 33 familias incumplen con el acceso adecuado a alimentarse constantemente (Wheeler & Von Braun, 2013) y el uso apropiado de los alimentos en el cuerpo (Mahadevan & Hoang, 2016), es decir, con las tercera y cuarta dimensiones indispensables para lograr seguridad alimentaria. Además, este resultado discrepa de lo señalado por el Banco Mundial (2010) al indicar que 14.3% de la población a nivel mundial consume alimentos en cantidad insuficiente para garantizar una vida saludable y productiva. La discrepancia evidenciada puede deberse que en este trabajo se involucró una muestra pequeña asociada a una comunidad rural.

En el 65.71% de los hogares solo un miembro de la familia genera ingresos. El aporte económico de la fuente principal de ingresos cubre del 80 al 100% del ingreso total; solo en el 68.57% de los hogares y las fuentes principales de ingresos corresponden a trabajo asalariado (68.57%) y empleo informal (25.71%). Por lo tanto, los resultados muestran que, de las 35 familias involucradas, 33 incumplen con las ingestas de calorías recomendadas por la FAO (1985) y Moreiras *et al.* (2016). Las personas con consumo de alimento deficiente pueden tener deficiencias de vitaminas y minerales (FAO, 2013). Estas deficiencias causan deterioro neurocognitivo, emaciación, anemia, inmunosupresión y aumento a la vulnerabilidad a enfermedades infecciosas (FAO, 2013). Dichos problemas (efectos) pueden conducir a una productividad laboral deficiente (Inegbedion, 2020). La pérdida del trabajo afecta al consumo de alimentos dentro del hogar (Rahman *et al.*, 2020). Por lo tanto, la alimentación en los hogares involucrados en este estudio puede ser aún más afectada por la pérdida del trabajo en futuros escenarios debido a que el 97.14% de los hogares carecen de ahorros generalmente y el 34.28% tiene alguna deuda o crédito que pagar. En otras palabras, el consumo insuficiente

de alimento es atribuible a vivir en hogares con ingresos económicos reducidos o inestables debido a la carencia de medios adecuados para garantizar su acceso a los alimentos incluso cuando están disponibles en los mercados locales o regionales (Stamoulis & Zezza, 2016).

Por otro lado, nuestros resultados muestran que el 100% de los hogares tienen servicio de agua potable. Este resultado discrepa a lo mencionado por INEGI (2015), quien señala que el 95% de los hogares tienen disponibilidad de agua entubada. Sin embargo, en el 28.57% de los hogares se dispone de agua del grifo para beber. En el 5.71% de los hogares se hierve el agua para purificarla; en el 2.86% se filtra y el agua no se purifica en el 20.0%. Este resultado es alarmante debido a que, de manera general, el agua entubada carece de calidad para ser bebida (Gómez, 2018; Islas, 2011; Tarqui *et al.*, 2016). El agua contaminada bebida por las personas puede causar enfermedades cancerígenas y de la piel (Echeverry *et al.*, 2015; Núñez, 2015), problemas gastrointestinales (Gómez, 2018; Guzmán, Nava & Díaz, 2015; Hernández *et al.*, 2011; Monteverde *et al.*, 2010; Ramos, 2018; Ríos, Agudelo & Gutiérrez, 2017; Rodríguez, C. García & J. García, 2016; Sánchez, Vargas & Méndez, 2000; Tarqui *et al.*, 2016) y mortalidad (Guzmán *et al.*, 2015).

Los resultados de ordenamiento y clasificación mediante el ACP'S y el AMA respecto a las estrategias de supervivencia que se utilizan los hogares para cubrir su consumo de alimentos sugiere cuatro grupos de hogares evidenciados al involucrar 35 personas encuestadas y las 15 variables. El primer grupo está conformado por 13 hogares caracterizados porque la cantidad de alimento ha disminuido debido al aumento de precios, al cambio de los alimentos que compraban por otros más económicos, la reducción en gastos en salud y educación, la preocupación de que los alimentos se consuman apropiadamente, eliminación del consumo ciertos alimentos porque son caros, a la compra diaria de solamente lo necesario y los ahorros se gastan en la compra de alimentos; el hogar 14 se caracteriza principalmente porque se ha disminuido la cantidad de alimentos que compraba debido al aumento de precios. Este resultado concuerda con Byker *et al.*, (2022), quienes señalaron la reducción de la calidad

y la cantidad de los alimentos que se compran y que los alimentos se consuman apropiadamente como estrategias de supervivencia. El segundo grupo está conformado por 11 hogares caracterizados porque la adaptación de las porciones de los alimentos debido a que ahora se compra menos cantidad, se ha dejado de tener una alimentación saludable, nutritiva y balanceada debido a problemas económicos y se compran alimentos a crédito; el hogar del entrevistado 18 se caracteriza porque las porciones de los alimentos se han ajustado debido a que ahora se compra menos cantidad. Este resultado concuerda con Byker *et al.*, (2022), quienes señalaron la adaptación de la cantidad de porciones. El tercer grupo está conformado por 8 hogares. En el primer subgrupo se encuentran los entrevistados 6 y 34; el entrevistado 6 está caracterizado por la venta de activos o bienes del hogar para lograr tener una alimentación saludable, nutritiva, balanceada y no ajustar las porciones de los alimentos. En el segundo subgrupo se encuentran los entrevistados 7, 8, 3 y 23; este subgrupo se caracteriza porque en el hogar no se han ajustado las porciones de los alimentos, no han dejado de tener una alimentación saludable, nutritiva y balanceada debido a problemas económicos y no han comprado alimentos a crédito. Por su parte, en el tercer subgrupo se encuentran los entrevistados 27 y 11 sin enunciado alguno que los caracterice. El cuarto grupo está integrado por los entrevistados 3 hogares; éste grupo se caracteriza porque en los hogares no se han preocupado de que los alimentos se consuman apropiadamente en el hogar, no han dejado de consumir ciertos alimentos porque son caros, no han disminuido la cantidad de alimentos que compraban por el aumento de precios, no han cambiado los alimentos que compraban por otros más económicos, no compran diariamente lo necesario, no gastan ahorros en la compra de alimentos y no reducen gastos en salud y educación.

6. CONCLUSIONES

El cuestionario semiestructurado diseñado con base en la escala de Likert para ser aplicado a los hogares de El Fuerte, Villanueva, Zacatecas permitió entender los hábitos de consumo de los integrantes de las familias rurales de la comunidad El Fuerte, Villanueva, Zacatecas, así como su dependencia de los factores humanos, sociales, económicos y físicos. Los resultados de este estudio sugieren que es necesario mayor trabajo de campo para conocer si los hogares están cubriendo sus necesidades energéticas al considerar la estructura familiar (integrantes y sus edades). Debido a que nuestros resultados discrepan de lo señalado por el Banco Mundial (2010). La discrepancia evidenciada puede deberse que en este trabajo se involucró una muestra pequeña. Estos datos generados pueden ser útiles para los educadores sanitarios. Ellos, podrán identificar en nuestros resultados datos sobre la población respecto a su consumo de alimentos y respecto al cubrimiento de sus requerimientos energéticos en la población. A nivel de salud pública, estos datos también pueden ser útiles para la política y la planificación en materia de nutrición. ¿Qué podría hacerse a nivel político para aumentar el consumo de alimentos dentro de los hogares en las comunidades de México y que puedan cubrir sus necesidades energéticas diarias?

7. BIBLIOGRAFÍA

- Adem, M., Tadele, E., Mossie, H., & Ayenalem, M. (2018). Income diversification and food security situation in Ethiopia: A review study. *Cogent Food & Agriculture*, 4(1), 1-17. <https://doi.org/10.1080/23311932.2018.1513354>
- Agboola, M. O., & Balcilar, M. (2012). Impact of food security on urban poverty: a case study of Lagos State, Nigeria. *Procedia-social and Behavioral Sciences*, 62, 1225-1229. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.09.209>
- Alam, M. M., Siwar, C., Talib, B. A., & Wahid, A. N. (2017). Climatic changes and vulnerability of household food accessibility: A study on Malaysian East Coast Economic Region. *International Journal of Climate Change Strategies and Management*, 9(03), 387-401. <https://doi.org/10.1108/IJCCSM-06-2016-0075>
- Ares, G. (2018). Methodological issues in cross-cultural sensory and consumer research. *Food Quality and Preference*, 64, 253-263. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodqual.2016.10.007>
- Aromolaran, A. B. (2004). Household income, women's income shares and food calorie intake in South Western Nigeria. *Food Policy*, 29(5), 507-530. <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2004.07.002>
- Ayaviri-Nina, V. D., Quispe-Fernández, G. M., Vanegas, J. L., Ortega-Mejía, V., & Cordero-Ahiman, O. V. (2022). Importance of Purchasing Power and Education in the Food Security of Families in Rural Areas—Case Study: Chambo, Ecuador. *Sustainability*, 14(10), 6068. <https://doi.org/10.3390/su14106068>
- Azcona, Á. C. (2013). Manual de nutrición y dietética. *Departamento de Nutrición-M-008157. Madrid*.
- Barritta de Defranchi, R. L., & Nelson, J. K. (2009). Evolution and trends of the dietetics profession in the United States of America and in Argentina: North and South united. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 59(2ben), 113-119. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06222009000200001&lng=es&nrm=iso (Consultado el día 15 de noviembre 2022).
- Bengoa, J. M. (2002). Nutrición en América Latina. Algunos Eslabones de su Historia. Historias de la Nutrición en América Latina. *Sociedad Latinoamericana de Nutrición. Buenos Aires, Argentina, 2000*, 13-34. <https://www.researchgate.net/publication/326522615> (Consultado el día 11 de enero 2023).
- Bickel, G., Nord, M., Price, C., Hamilton, W., & Cook, J. (2000). Guide to measuring household food security. pó USDA; 2000,1-76. <https://nhis.ipums.org/nhis/resources/FSGuide.pdf> (Consultado el día 15 de noviembre 2022).
- Borch, A., & Kjaernes, U. (2016). Food security and food insecurity in Europe: An analysis of the academic discourse (1975–2013). *Appetite*, 103, 137-147. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2016.04.005>

- Butler, M. J., & Barrientos, R. M. (2020). The impact of nutrition on COVID-19 susceptibility and long-term consequences. *Brain, behavior, and immunity*, 87, 53-54. <https://doi.org/10.1016/j.bbi.2020.04.040>
- Byker Shanks, C., Andress, L., Hardison-Moody, A., Jilcott Pitts, S., Patton-Lopez, M., Prewitt, T. E., Dupuis, Wong, K., Kirk-Epstein, M., Engelhard, E., Hake, M., Osborne, I., Hoff, C., Haynes-Maslow, L. (2022). Food Insecurity in the Rural United States: An Examination of Struggles and Coping Mechanisms to Feed a Family among Households with a Low-Income. *Nutrients*, 14(24), 5250. <https://doi.org/10.3390/nu14245250>
- Byker Shanks, C., Andress, L., Hardison-Moody, A., Jilcott Pitts, S., Patton-Lopez, M., Prewitt, T. E., Dupuis, Wong, K., Kirk-Epstein, M., Engelhard, E., Hake, M., Osborne, I., Hoff, C., Haynes-Maslow, L. (2022).
- Chand, R., & Jumrani, J. (2013). Food security and undernourishment in India: Assessment of alternative norms and the income effect. *Indian Journal of Agricultural Economics*, 68(902-2016-66815), 39-53.
- CONAGUA. (2010). Disponible en línea: <http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Contenido/Documentos/elaguaenmexicocaucesyencauces.pdf> (Consultado el día 9 de noviembre 2022).
- Cook, J. T., & Frank, D. A. (2008). Food security, poverty, and human development in the United States. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1136(1), 193-209. <https://doi.org/10.1196/annals.1425.001>
- Díaz, R. F. (2010). Alimentación y balance energético. *Fundación para el Estudio, la Prevención y el Tratamiento de la Enfermedad Vascular Aterosclerótica*, 2(1), 58-74.
- FAO (1996), "Rome declaration on world food security summit action plan", World Food Summit, FAO, Rome, 13-17 https://doi.org/10.1057/9780230589780_35
- FAO (2002), "The state of food insecurity in the world 2001", FAO, Rome. <https://www.fao.org/documents/card/en/c/62e4c9ae-f1e7-508e-8207-ff283a65d9ec> (Consultado el día 11 de noviembre 2022).
- FAO, R. C. C. (1985). OMS/UNU DE EXPERTOS EN NECESIDADES DE ENERGIA Y PROTEÍNAS, Roma, 1981. *Informe. Ginebra, Organización Mundial de la Salud*.
- FAO. (1983). World food security: a reappraisal of the concepts and approaches. *Director General's Report*.
- FAO. El Estado Mundial de la Agricultura y la Alimentación. (2013) Available online: <http://www.fao.org/3/i3301s/i3301s.pdf>
- Fawole, W. O., Ozkan, B., & Ayanrinde, F. A. (2016). Measuring food security status among households in Osun State, Nigeria. *Br. Food J.* 2016, 118, 1554-1567. <https://doi.org/10.1108/BFJ-11-2015-0425>
- Green, W. D., & Beck, M. A. (2017). Obesity impairs the adaptive immune response to influenza virus. *Annals of the American Thoracic Society*, 14(Supplement 5), 406-409. <https://doi.org/10.1513/AnnalsATS.201706-447AW>

- Herrington, A., & Mix, T. L. (2021). Invisible and insecure in rural america: Cultivating dignity in local food security initiatives. *Sustainability*, 13(6), 3109. <https://doi.org/10.3390/su13063109>
- Inegbedion, H. E. (2020). COVID-19 lockdown: implication for food security. *Journal of Agribusiness in Developing and Emerging Economies*, 6, 2044–2839. <https://doi.org/10.1108/JADEE-06-2020-0130>
- Inegbedion, H. E. (2020). COVID-19 lockdown: implication for food security. *Journal of Agribusiness in Developing and Emerging Economies*, 11(5)-437-451. <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/jadee-06-2020-0130/full/html>
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). (2015). Encuesta intercensal 2015.
- Larochez-Dupraz, C., & Huchet-Bourdon, M. (2016). Agricultural support and vulnerability of food security to trade in developing countries. *Food security*, 8, 1191-1206. <https://doi.org/10.1007/s12571-016-0623-5>
- Mahadevan, R., & Hoang, V. (2016). Is there a link between poverty and food security? *Social Indicators Research*, 128, 179-199. <https://doi.org/10.1007/s11205-015-1025-3>
- Mahadevan, R., & Hoang, V. (2016). Is there a link between poverty and food security? *Social Indicators Research*, 128, 179-199.
- Marcial Romero, N., Sangerman-Jarquín, D. M., Hernández Juárez, M., León Merino, A., & Escalona Maurice, M. J. (2019). Food vulnerability in rural households and its relationship with food policy in Mexico. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 10(4), 935-945: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S200709342019000400935&script=sci_arttext&tlng=en (Consultado el día 18 de enero 2023).
- Marcial Romero, N., Sangerman-Jarquín, D. M., Hernández Juárez, M., León Merino, A., & Escalona Maurice, M. J. (2019). Food vulnerability in rural households and its relationship with food policy in Mexico. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 10(4), 935-945.
- Maxwell, S., & Frankenberger, T. R. (1995). Household food security: concepts, indicators, measurements: a technical review. *UNICEF*: <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20016784923> (Consultado el día 11 de noviembre 2022).
- Maxwell, S., & Slater, R. (2003). Food policy old and new. *Development Policy Review*, 21(5-6), 531-553.
- Monroy Torres, R.; Ruiz González, S.R.; Castillo Chávez, A.M. (2021). Inseguridad Alimentaria y su Asociación con la Obesidad y los riesgos Cardiometabólicos en Mujeres Mexicanas. *Nutrición Hospitalaria*, 38(2), 388-95. <https://doi.org/10.20960/nh.03389>
- Moreiras O, Carbajal A, Cabrera L, Cuadrado C (2016). Tablas de composición de alimentos y energía. Ediciones Pirámide (Grupo Anaya, SA). 18ª edición.
- Mundo-Rosas, V., Unar-Munguía, M., Hernández, M., Pérez-Escamilla, R., & Shamah-Levy, T. (2019). La seguridad alimentaria en los hogares en pobreza de México: una mirada desde el acceso, la disponibilidad y el

- consumo. *Salud Pública de México*, 61(6), 866-875. <https://doi.org/10.21149/10579>
- Olofin, O. P., Olufolahan, T. J., & Jooda, T. D. (2015). Food security, income growth and government effectiveness in West African countries. *European Scientific Journal*, 11(31), 1857–7881: <https://core.ac.uk/download/pdf/236415471.pdf> (Consultado el día 3 de enero 2023)
- Organización de las Naciones Unidas (ONU). (1975), “Report of the World Food Conference, Rome 5-16 November 1974”, United Nations, New York, NY. <https://digitallibrary.un.org/record/701143#record-files-collapse-header> (Consultado el día 11 de noviembre 2022).
- Osundahunsi, O.F., Abu, T.F.A. and Enujiugha, V.N. (2016), “Effects of food safety and food security on the economic transformation of Nigeria”. *Journal of Agriculture and Crops*, Vol. 2 No. 7, pp. 62-82: <http://arpgweb.com/?ic=journal&journal=14&info=aims> (Consultado el día 4 de enero 2023).
- Pérez, A. B., Palacios, B., Castro, A. L., & Flores, I. (2014). SMAE, Sistema Mexicano de Alimentos Equivalentes. *Ciudad de México, México: Fomento de Nutrición y Salud*.
- Piacentini, M., & Mailer, G. (2004). Symbolic consumption in teenagers' choices. *Journal of Consumer Behaviour: An International Research Review*, 3(3), 251-262. <https://doi.org/10.1002/cb.138>
- Pico Fonseca, S. M., & Pachón, H. (2012). Factores asociados con la seguridad alimentaria en un Municipio Rural del norte del Cauca, Colombia. *Archivos latinoamericanos de nutrición*, 62(3), 227-233. <http://www.alanrevista.org/ediciones/2012/3/art-4/> (Consultado el día 12 de diciembre 2022).
- Pozos-Parra, P., Chávez-Bosquez, O., & Anlehu-Tello, A. (2018). Diseño de software para validación dietética de menús nutritivos. *Revista Española de Nutrición Humana y Dietética*, 22(2), 117-131. <https://doi.org/10.14306/renhyd.22.2.419>
- Programa Especial de Seguridad Alimentaria (PESA). (2011). Seguridad alimentaria y nutricional. *Conceptos básicos*. <https://www.fao.org/3/at772s/at772s.pdf> (Consultado el 9 de diciembre de 2022).
- Rahman, S., Hossain, I., Mullick, A. R., & Khan, M. H. (2020). Food security and the coronavirus disease 2019 (COVID-19): a systemic review. *J. Med. Sci. Clin. Res.*, 8(5), 180-184.
- Ramos R. (1985). Alimentación normal en niños y adolescentes: teoría y práctica. México, D.F.: *El manual moderno*.
- Reyes-Olavarría, D., Latorre-Román, P. Á., Guzmán-Guzmán, I. P., Jerez-Mayorga, D., Caamaño-Navarrete, F., & Delgado-Floody, P. (2020). Positive and negative changes in food habits, physical activity patterns, and weight status during COVID-19 confinement: associated factors in the Chilean population. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(15), 5431. <http://dx.doi.org/10.3390/ijerph17155431>

- Richardson, R. B. (2010). Ecosystem services and food security: Economic perspectives on environmental sustainability. *Sustainability*, 2(11), 3520-3548. <https://doi.org/10.3390/su2113520>
- Ritzer, G., & Jurgenson, N. (2010). Production, consumption, prosumption: The nature of capitalism in the age of the digital 'prosumer. *Journal of consumer culture*, 10(1), 13-36. <https://doi.org/10.3390/10.1177/1469540509354673>
- Rojas-Rivas, E., Espinoza-Ortega, A., Thomé-Ortíz, H., Moctezuma-Pérez, S., & Cuffia, F. (2019). Understanding consumers' perception and consumption motives towards amaranth in Mexico using the Pierre Bourdieu's theoretical concept of Habitus. *Appetite*, 139, 180-188. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2019.04.021>
- Rouzaud, O. (2008). El concepto 'seguridad alimentaria'. *Revista Universidad de Sonora*, 22, 44-46. <http://www.revistauniversidad.uson.mx/revistas/22-22articulo%2010.pdf>
- Sandoval, H., & Urzúa, C. (2009). Negative net incomes and the measurement of poverty: a note. *Journal of Management, Finance and Economics*, 3(1), 29-36: <https://econpapers.repec.org/article/egarafega/200903.htm> (Consultado el día 8 de febrero del 2023).
- Sarma, M., & Pais, J. (2011). Financial inclusion and development. *Journal of International Development*, 23(5), 613-628. <https://doi.org/10.1002/jid.1698>
- Schafer, A. (2012) Primera ayuda psicológica: Guía para trabajadores de campo. Ginebra: OMS. <https://www.paho.org/es/node/44399> (Consultado el día 11 de noviembre 2022).
- Sen, A. (1983). Development: Which way now? *The economic journal*, 93(372), 745-762. <https://doi.org/10.2307/2232744>
- Shamah-Levy, T.; Vielma-Orozco, E.; Heredia-Hernández, O.; Romero-Martínez, M.; Mojica-Cuevas, J.; Cuevas-Nasu, L.; SantaellaCastell, J.A.; Rivera-Dommarco, J. 2020. Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2018-19: Resultados Nacionales. Cuernavaca, México: Instituto Nacional de Salud Pública: <https://www.insp.mx/produccion-editorial/novedades-editoriales/ensanut-2018-nacionales> (Consultado el día 14 de enero 2023).
- Sims, A., van der Pligt, P., John, P., Kaushal, J., Kaur, G., & McKay, F. H. (2021). Food insecurity and dietary intake among rural indian women: An exploratory study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(9), 4851. <https://doi.org/10.3390/ijerph18094851>
- Stamoulis, K.G. and Zezza, A. (2016), "Socioeconomic policies and food security", Encyclopedia of Life Support Systems (EOLSS) <https://core.ac.uk/download/pdf/7089736.pdf>
- Stamoulis, K.G. and Zezza, A. (2016), "Socioeconomic policies and food security", Encyclopedia of Life Support Systems (EOLSS) <https://core.ac.uk/download/pdf/7089736.pdf>.
- Stiglitz, J. E. (1976). The efficiency wage hypothesis, surplus labour, and the distribution of income in LDCs. *Oxford economic papers*, 28(2), 185-207. <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.oep.a041340>

- Strauss, J. (1986). Does better nutrition raise farm productivity? *Journal of political economy*, 94(2), 297-320. <https://doi.org/10.1086/261375>
- Swaminathan, M. S., & Bhavani, R. V. (2013). Food production & availability-Essential prerequisites for sustainable food security. *The Indian Journal of Medical Research*, 138(3), 383-391: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3818607/> (Consultado el día 11 de noviembre 2022).
- Vasylieva, N. (2018). Ukrainian agricultural contribution to the world food security: economic problems and prospects. *Montenegrin Journal of Economics*, 14(4), 215-224. <https://doi.org/10.14254/1800-5845/2018.14-4.15>
- Wangu, J. (2021). The need for a food systems approach in smallholder food and nutrition security initiatives: Lessons from inclusive agribusiness in smallholder communities. *Foods*, 10(8), 1785. <https://doi.org/10.3390/foods10081785>
- Wheeler, T., & Von Braun, J. (2013). Climate change impacts on global food security. *Science*, 341(6145), 508-513. <https://doi.org/10.1126/science.1239402>
- Wheeler, T., & Von Braun, J. (2013). Climate change impacts on global food security. *Science*, 341(6145), 508-513.
- Wineman, A. (2016). Multidimensional household food security measurement in rural Zambia. *Agrekon*, 55(3), 278-301. <http://dx.doi.org/10.1080/03031853.2016.1211019>
- Woodhall-Melnik, J., & Matheson, F. I. (2017). More than convenience: the role of habitus in understanding the food choices of fast-food workers. *Work, employment and society*, 31(5), 800-815. <https://doi.org/10.1177/0950017016648255>
- World Health Organization (WHO). (2020). The state of food security and nutrition in the world 2020: transforming food systems for affordable healthy diets. *Food & Agriculture (Vol. 2020)*, 2663-8061. <https://doi.org/10.4060/ca9692en>

8.APÉNDICES

APÉNDICE 1

Apéndice 1. Coeficientes de correlación entre las variables y los primeros cinco Componentes principales (CP's) correspondientes a 16 enunciados del apartado de Consumo de Alimentos (CA) según la percepción de 35 jefes de hogar encuestados.

Variable		Componente Principal				
		1	2	3	4	5
¿Cuántos días durante la última semana, los miembros de su hogar consumieron los siguientes alimentos?						
39.1	Cereales (Papa, tortilla de maíz, tortilla de harina, arroz, avena).	0.260	-0.207	0.331	0.070	-0.124
39.2	Leguminosas (Frijoles, lentejas, habas, garbanzos).	0.253	0.236	0.203	0.090	0.421
39.3	Frutos secos (Nuez, almendra, semillas de calabaza, semilla de girasol, piñones, pistachos, cacahuates).	0.122	0.014	0.207	-0.611	0.057
39.4	Leche, lácteos o derivados (Leche, queso, yogurt, requesón, crema).	0.068	-0.379	0.350	-0.007	-0.274
39.5	Huevo.	0.303	-0.139	0.073	0.131	0.302
39.6	Pescado y mariscos (Filete de pescado, camarón, atún, sardina, almeja, pulpo).	0.321	0.260	-0.258	-0.202	-0.147
39.7	Carnes rojas (Carne de res, de puerco, chivo).	-0.075	-0.325	-0.226	0.010	0.445
39.8	Carnes blancas (Pollo, pavo, conejo).	-0.118	-0.452	-0.189	-0.067	0.240
39.9	Verduras (Lechuga, jitomate, cebolla, pepino, zanahoria, calabacita, pimienta, nopal).	0.084	-0.129	-0.581	-0.310	-0.025
39.10	Frutas (Plátano, manzana, pera, sandía, durazno, guayaba, melón, piña, papaya, fresas).	0.235	-0.244	-0.035	-0.237	-0.364
39.11	Grasas (aceite, manteca, margarina, mantequilla, mayonesa).	0.248	-0.375	0.037	0.209	-0.006
39.12	Grasas saludables (Aguacate y aceite de oliva).	0.104	-0.097	0.290	-0.510	0.344

39.13	Refrescos y bebidas embotelladas (Refrescos con o sin azucar, jugos industriales, té helados).	0.310	0.154	0.078	0.212	0.160
39.14	Comidas hechas fuera de casa (Tacos, hamburguesas, hot dogs),	0.392	0.159	-0.223	0.021	0.168
39.15	Dulces, galletas y frituras (Gomitas, paletas, paletas de nieve, chocolate, nieve, papitas, galletas).	0.310	-0.270	-0.208	0.224	-0.060
39.16	Embutidos (Jamón, salchicha, chorizo).	0.393	0.113	-0.051	-0.022	-0.226

APÉNDICE 2

Apéndice 2. Coeficientes de correlación entre las variables y los primeros cuatro Componentes Principales (CP's) correspondientes a 15 enunciados del apartado de Estrategias de Supervivencia (ES) según la percepción de 35 jefes de hogar encuestados.

Variable		Componente Principal			
		1	2	3	4
Durante los últimos 6 meses...					
60	Me he preocupado de que los alimentos se consuman apropiadamente en el hogar.	0.235	-0.254	0.075	-0.494
61	En el hogar nos hemos quedado sin alimentos.	0.205	0.162	0.112	0.145
62	En el hogar hemos dejado de consumir ciertos alimentos porque son caros.	0.299	-0.264	0.136	0.153
63	En el hogar ha disminuido la cantidad de alimentos que compramos por el aumento de precios.	0.350	0.003	0.261	-0.152
64	En el hogar hemos cambiado los alimentos que comprábamos por otros más económicos.	0.316	0.049	0.317	-0.170
65	En el hogar hemos ajustado las porciones de los alimentos debido a que ahora se compra menos cantidad.	0.200	0.408	0.235	-0.090
66	En el hogar hemos dejado de tener una alimentación saludable, nutritiva y balanceada debido a problemas económicos.	0.295	0.379	0.066	-0.216
Durante los últimos 6 meses, alguien en su hogar tuvo la necesidad de hacer alguna de estas actividades debido a que no había suficientes alimentos o dinero para comprar					

	comida.				
67	Compra alimentos a crédito	0.256	0.285	-0.217	0.379
68	Pide dinero prestado para comprar alimentos.	0.282	0.165	-0.081	0.495
69	Compra diariamente lo necesario.	0.233	-0.352	-0.124	0.075
70	Utiliza el intercambio de artículos o alimentos.	0.174	-0.052	-0.553	-0.294
71	Gasta ahorros en la compra de alimentos.	0.267	-0.379	0.051	0.077
72	Extiende el periodo de lactancia a los hijos(as) debido a la falta de alimentos.	0.170	0.021	-0.505	-0.040
73	Reduce gastos en salud y educación.	0.337	0.035	-0.265	-0.086
74	Vende los activos o bienes del hogar (TV, lavadora, muebles, nevera, cocina, etc.)	0.047	-0.298	0.057	0.248
75	Pasa hambre en el trabajo o en la escuela.	0.136	-0.241	0.171	0.217

APÉNDICE 3

Apéndice 3. Artículo científico



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHAPINGO
DIRECCIÓN DE CENTROS REGIONALES UNIVERSITARIOS
COORDINACIÓN DEPARTAMENTAL DE POSGRADO
CENTRO REGIONAL UNIVERSITARIO CENTRO NORTE



Zacatecas, Zac., 9 de noviembre de 2024.

A Quien Corresponda
Presente

El que suscribe, **Fidel Blanco Macías**, en calidad de Director de Tesis hace constar que ha remitido para su publicación en la Revista *Salud Pública de México*, la contribución intitulada: “**Dietary patterns based on macronutrient shares through Compositional Data Analysis: A Mexican rural case**”, cuyos autores son: María Fernanda Pasillas- Díaz, Ricardo David Valdez- Cepeda, Miguel Márquez- Madrid, Fidel Blanco- Macías, para que en forma exclusiva edite, reproduzca, distribuya y transmita publicamente, e incluya la publicación en índices y bases de datos nacionales e internacionales.

Para efectos de lo anterior, yo declaro bajo protesta de decir la verdad lo siguiente: yo asumo la responsabilidad total del contenido y opiniones incluidas en el trabajo remitido, así como de las consecuencias derivadas de su publicación.

Con la firma del presente documento, el suscrito hace la cesión de los derechos patrimoniales de la contribución referida a la Revista *Salud Pública de México*, una vez que sea aprobada su publicación.

ATENTAMENTE

Fidel Blanco Macías

Profesor Investigador

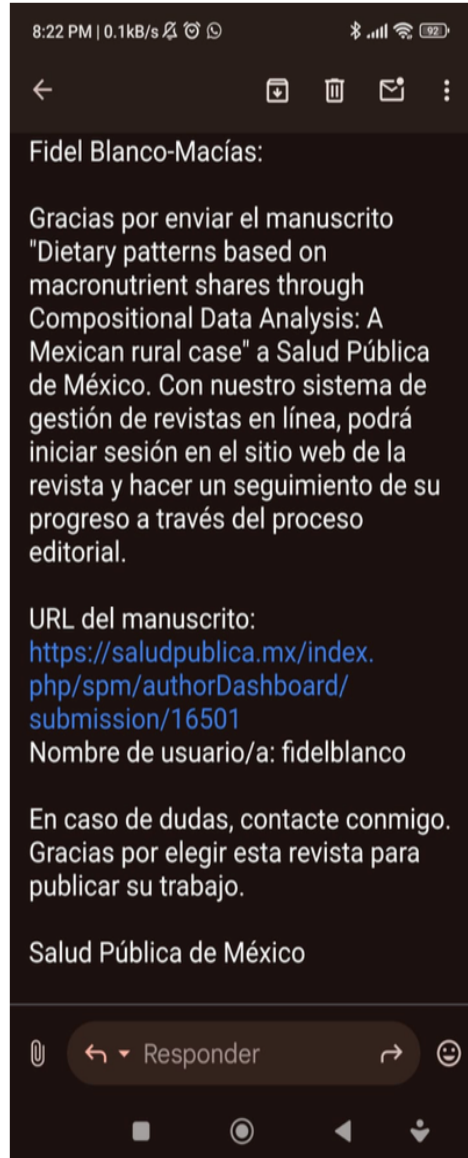
Universidad Autónoma Chapingo

Centro Regional Universitario Centro Norte

Tramo Zacatecas-Fresnillo, Municipio de Morelos, Zac. Km 24.5 Carretera
Panamericana CP:98100. Tel: 01(492)924 6284. **Correo Electrónico:**
fiblama63@gmail.com



UNIVERSIDAD AUTONOMA DE CHAPINGO
DIRECCIÓN DE CENTROS REGIONALES UNIVERSITARIOS
COORDINACIÓN DEPARTAMENTAL DE POSGRADO
CENTRO REGIONAL UNIVERSITARIO CENTRO NORTE



Tramo Zacatecas-Fresnillo, Municipio de Morelos, Zac. Km 24.5 Carretera
Panamericana CP:98100. Tel: 01(492)924 6284. **Correo Electrónico:**
fiblama63@gmail.com

Dietary patterns based on macronutrient shares through Compositional Data Analysis: A Mexican rural case

Short Title: Dietary patterns based on macronutrients

María Fernanda Pasillas-Díaz⁽¹⁾, Ricardo David Valdez-Cepeda^(1, 2),
Miguel Márquez-Madrid⁽¹⁾, Fidel Blanco-Macías^(1*)

¹Universidad Autónoma Chapingo, Centro Regional Universitario Centro Norte. Km 24.5 Carretera Zacatecas-Fresnillo, Morelos, Zacatecas, México. CP 98100.

²Universidad Autónoma de Zacatecas, Unidad Académica de Matemáticas,. Paseo Solidaridad s/n. Zacatecas, Zac., México. CP 98064.

*Corresponding author: Fidel Blanco-Macías. Universidad Autónoma Chapingo, Centro Regional Universitario Centro Norte. Km 24.5 Carretera Zacatecas-Fresnillo, Morelos, Zacatecas, México. CP 98100. Tel. 4921248917

Email: fiblama63@gmail.com

Abstract

Objectives. To identify family diet patterns under the basis of macronutrient shares (calories of carbohydrates (HCO), proteins (PT), and fats or lipids (LP)), and to compare the identified macro-nutritional patterns with the dietary recommendation for healthy eating, emphasizing the needed shares of HCO, PT, and LP. **Material and methods.** Perception from 35 householders living at the El Fuerte, Villanueva, Zacatecas, Mexico was used to identify dietary patterns based on the dietary recommendation for healthy eating, emphasizing the needed shares of carbohydrates. The identified dietary patterns were visualized through tools of the compositional data analysis (CoDA). **Results.** Five household dietary patterns were identified as well as household macronutrient shares status. **Conclusions.** The 'excess of LP, and deficiencies of HCO and PT', and 'deficiencies of HCO, PT and LP' dietary patterns suggest that households consume strongly more LP than HCO. In addition, the 'deficiencies of HCO, LP, and PT' dietary pattern indicates that household intake more HCO than LP.

Keywords: Dietary carbohydrates; Dietary proteins; Dietary lipids; Energy intake.

Patrones dietéticos basados en aportaciones de macronutrientes mediante Análisis de Datos Composicionales: Un caso Rural Mexicano

Título breve: Patrones dietéticos basados en macronutrientes

Resumen

Objetivos. Identificar patrones dietéticos a nivel familiar con base en aportaciones de los macronutrientes (calorías de carbohidratos (HCO), proteínas (PT), y grasas o lípidos (LP)), y comparar los patrones macro nutricionales identificados con la recomendación dietética para ingesta sana, con énfasis en las aportaciones necesarias de HCO, PT y LP. **Material y métodos.** La percepción de 35 jefes de familia que viven en El Fuerte, Villanueva, Zacatecas, México fue usada para identificar patrones dietéticos con base en la recomendación dietética para ingesta sana, con énfasis en las aportaciones necesarias de CHO, PT y LP. Los patrones dietéticos identificados se visualizaron con herramientas del Análisis de Datos Composicionales (CoDA). **Resultados.** Cinco patrones dietéticos a nivel de hogar fueron identificados, así como los estados de las aportaciones macro nutricionales. **Conclusiones.** Los patrones dietéticos ‘exceso de LP, y deficiencias de HCO y PT’, y ‘deficiencias de HCO, PT y LP’ sugieren que las familias consumen mucho más LP que HCO. Además, el patron dietético ‘deficiencias de HCO, LP y PT’ indica que la ingesta familiar considera más HCO que LP.

Palabras clave: Carbohidratos en la dieta; Proteínas en la dieta; Lípidos en la dieta; Ingesta de energía.

Introduction

Livelihood frequently changes and then can influence the daily lives of individuals and households. These facts may impact diets and human health through alterations in individual and family food choice behavior. Food choice is the decision-making process, both conscious and unconscious, through which individuals produce, acquire, prepare, distribute, and consume foods.¹ So, what, how, and why human beings eat the way they do must be understood within the biological, economic, cultural, social, and environmental context in which the decision(s) are performed.¹

Because of these factors, and others, food human diet patterns have evolved. It is widely recognized that dietary patterns are strongly important to human health.² Unbalanced or unhealthy diets (in fact, malnutrition) have continued to raise health concerns due to dietary and nutrient intake deficiency, leading to the burden of health problems.¹ The most common health complications related to food diets are cardiovascular diseases and or non-communicable diseases around the world.¹

Non-communicable diseases are responsible for 71% of global mortality and disability,^{1,3,4} most cases occurring in low- and middle-income countries.^{3,4} Consuming too much or too little of one food might trigger health problems resulting in malnutrition; this issue prevails in many rural communities. However, limited studies have considered the dietary patterns at household level.¹ Thus, the aims of this research work were i) to identify family diet patterns under the basis of macronutrient shares (calories of carbohydrates (CHO), proteins (PT), and fats or lipids (LP)) considering perception from 35 householders living at the El Fuerte, Villanueva, Zacatecas, Mexico, and ii) to compare the identified macro-nutritional patterns with the dietary recommendation for healthy eating, emphasizing the needed shares of carbohydrates, proteins and fats, as pointed out by Rosado, Casanueva, & Bourges (2005)⁵, by means of compositional data analysis (CoDA). The CoDA allowed us to consider the dependence among macronutrient shares and to avoid the problem of overestimation of total calorie intake when using householders' survey data.⁶

Material and methods

Data collection

Food intake information was generated considering the perception of 35 householders (adult respondents) living at El Fuerte village, Villanueva, Zacatecas, Mexico. For that, a dietary questionnaire was designed and applied to collect a weekly dietary recall and other household variables (e.g. education level, gender, income, and current activity). These variables can be explanatory issues and have a potential impact on macronutrient consumption.⁷

Household dietary patterns identification

Classical methods for determining the quantitative contribution of food items and food groups to population intake⁸ were involved in our study. As far we know, these approaches consider the number of respondents, reporting consumption of a food item, the portion sizes consumed by those respondents, and the energy content of the food. In our case, familiar structure (people -age, and gender- living at each house and eating bought food and cooked dishes), and macronutrient consumption amounts (grams) were considered to estimate weekly household diet patterns under the basis of macronutrient shares (calories of carbohydrates (CHO), proteins (PT), and fats or lipids (LP)).

Our database (n=35) consisted of macronutrient compositions, i.e. macronutrient shares (CHO (kcal), Proteins (kcal), and Fats (kcal)). Considering these macronutrient shares, and the family's structures, we estimate the kcal ingested. Afterwards, we identified household dietary patterns using the kcal ingested and the recommended calorie energy intake (60% CHO, 15% PT, and 25% LP) for healthy human beings as consigned by Rosado, Casanueva, & Bourges, 2005⁵. This quasi-ideal calorie energy intake agrees with the acceptable macronutrient distribution ranges (45-65% CHO, 10-35% PT, and 20-35% LP in terms of calories) as recommended by the Departments of Agriculture, and Health and Human Services of the United States of America.⁹

Compositional data analysis

This database was analyzed under the framework of compositional data analysis as developed by Aitchison^{10, 11, 12} and Pawlowsky-Glahn and Egozcue.¹³ Compositional data analysis deals with the analysis of compositions. A composition is a vector of positive measurements that sum to an arbitrary total.¹¹ Then, each macronutrient share is a component or one part of a composition. According to compositional data analysis, each composition was closed¹⁰; that is, each part (i.e. each macronutrient share) was divided by the sum of the measured parts and then multiplied by the unit of measurement, so that the resulting row vector is in S_D . This unit-sum constraint reduced the effective dimension of D-part compositions to $d=D-1$, and an appropriate sample

space for the study of compositions is then the d-dimensional unit simplex,¹¹ i.e. $S_d=S_3$ under the basis of closed components. Interestingly, log transformations from such type of simplex into multidimensional real space exhibit important properties.¹⁴ For instance, they exhibit invariance under scale group of transformations, sub compositional consistency, and correspondence of the group of translations in multidimensional real space.¹⁴

Afterward, we used the centered log-ratio (clr) transformation. The clr of CHO is computed as follows (considering the treated composition):

$$\text{clrCHO} = \ln(\text{CHO}/G(\text{CHO}, \text{PT}, \text{LP})), \quad (1)$$

where $G(\text{CHO}, \text{PT}, \text{LP})$ is the geometric mean of all parts. The clrPT and the clrLP are computed in the same way. Then, we carried out a Principal Components Analysis using clr-transformed compositions.¹³ The clr is symmetric concerning the compositional parts and keeps the same number of parts as the number of components in the composition.¹⁴ Thus, for $d=3$, clr-transformed data can be represented in a three-dimensional real space, though the linear restriction in the components would allow a two-dimensional representation. Therefore, orthogonal references in that subspace are not obtained in a straightforward manner.¹⁴ To overcome this shortcoming, the isometric log-ratio (ilr) transformation was developed by Egozcue et al. (2003).¹⁴

$$\text{ilr}_i = \sqrt{\frac{r \times s}{r + s}} \ln \left(\frac{G_{\text{num}}}{G_{\text{den}}} \right), \quad (2)$$

where r and s are numbers of components at the numerator and denominator, respectively; and G_{num} and G_{den} are geometric means of components at the numerator and denominator, respectively.

Thus, our macronutrient shares data were ilr-transformed. In other words, we performed a decomposition of the vector space S_d into orthogonal subspaces associated with non-overlapping sub compositions.¹⁴ The ilr transformations were performed considering a sequential binary partition (SBP) as pointed out in Table I. It is carried out under the consideration that the compositional vector mapped in the space is R_{d-1} , and R_2 neatly contains the compositions in their corresponding distribution in an elliptical spatial region.¹⁰ In the present case, $d-1=2$ orthonormal ilr's.

<<Table I>>

The isometric log-ratios (ilr's) join different parts of the composition. This transformation is a bijection and is isometric.¹⁴ It assigns to each element in the

simplex its coordinates, and the coordinates are log-contrasts. The ilr coordinate expression of the elements of the simplex allows effective and practical handling of compositional data. So, they can be analyzed as a standard multivariate data set in real space. Besides, the ilr-transformation gives the key to link compositions with different parts into a single composition using an ilr's element as an important point to define independence of random compositions.¹⁴

Orthonormal ilr's can be visualized using an ilr-dendrogram.¹⁵ The ilr-dendrogram illustrates:

- a) the distribution of compositions across it,
- b) the relationship between ilr's along the SBP tree, and
- c) the decomposition of variance.¹³

In addition, an ilr-dendrogram was drawn to show differences among the dietary patterns, in the current case, by coloring facets of the box plots.

Our database was captured and organized in an Excel spreadsheet.¹⁶ The closure procedure, clr and ilr transformations, principal components analysis using clr values were carried out to construct a ternary diagram and a clr biplot in ilr coordinates, and a ilr-dendrogram was drawn using the CoDAPack v2.03.01 program.¹⁷

Results

The main 16 consumed food items by El Fuerte village people are appreciated in Table II. Notably, these 16 top foods (of the 57 original items) provide 85% of the family's energy intake. Markedly, 5 foods (eggs, pasta soup, tortilla, dry beans, and cow milk) are the main energy contributors in the diets at the family level. Interestingly, the 5 or the 16 top foods mostly supply carbohydrates. In addition, 7 of the 10 or 7 of the 16 top foods supply fats, and 5 of the 10 or 7 of the 16 top foods supply proteins.

<<Table II>>

Five dietary patterns were identified using the household kcal ingested and the recommended calorie energy intake (60% CHO, 15% PT, and 25% LP) for healthy human beings. These dietary patterns were excess of LP, and deficiencies of HCO and PT (EX LP-DEF HCO>PT: 19 households), excesses

of HCO and LP, and deficiency of PT (EX HCO>LP-DEF PT: 1 household), deficiencies of HCO, PT, and LP (DEF HCO>PT>LP: 9 households), deficiencies of HCO, LP, and PT (DEF HCO>LP>PT: 5 households), and excess of PT, and deficiencies of HCO and LP (EX PT-DEF HCO>LP: 1 household). Notably, most of the households involve dietary patterns with excess of LP (20 cases) linked with deficiencies of HCO and PT (19 cases), and with excess of CHO and deficiency of PT (1 case). Interestingly, 14 households exhibit deficiencies of the three macronutrient shares (CHO, LP, and PT).

From the ternary diagram (Figure 1), we can see that most family energy intake compositions (centered closed caloric compositions) are concentrated mainly between shares corresponding to $c(\text{clo_kcal CHO})$ and $c(\text{clo_kcal LP})$ along the line denoting the first principal component (PC1). Thus, it might seem that both shares contribute at most to the total variance, i.e., the PC1 explains 64.15% of the whole variance. Interestingly, three family energy intake compositions (17, 20 and 21) of the five Def CHO>LP>PT dietary pattern, and the family energy intake composition (3) labeled as the Ex CHO>LP – Def PT dietary pattern are located near the reference energy intake composition. Nonetheless, the ternary diagram shows that most of the families living at El Fuerte village does not consume a diet very close to the ideal one.

<<Figure 1>>

Notably, an important number of the family energy intake compositions overlap in the ternary diagram, so interpretation is not an easy task. Of course, this turns out to be crucial and it becomes visible when the closed data are expressed in orthonormal coordinates. Therefore, the same information is represented but summarizing the three macronutrient shares in two coordinates (Figure 2) as a covariance biplot of ilr/clr transformations of 35 family's energy intakes as centered closed caloric compositions. Markedly, structure of the CP1 strongly depends on the CHO macronutrient share (loading=0.5581), whereas that of the CP2 depends markedly on the PT macronutrient share, loading=0.6284 (Table III).

<<Figure 2>>

Considering that vertices denote maximum values of each part, most of the family energy intake compositions can be mainly characterized by CHO deficiencies. Clearly, families belonging to householders 20, 21 and 17 denote a slight CHO energy deficiency, that of the householder 3 shows a CHO excess, and those of the remaining householders are strongly CHO energy deficient. On the other hand, most of the family energy intake compositions belong to LP excess; notably families 20 and 17 are strong exceptions. Furthermore, the family energy intake compositions 25 and 3 belong to diets with PT strong

excess and strong deficiency, respectively, when the ideal diet is used as reference.

Nonetheless, other intuitive approach leads to a decomposition of the total variance into marginal variances, which can be assigned either to intra-dietary pattern variability or inter-dietary pattern variability as pointed out by Thió-Henestrosa et al. (2008).¹⁸ To visualize this with other univariate measures (i.e. whole ilr means and variances corresponding, and those belonging to each household energy intake dietary pattern), a specific tool called dendrogram was realized by using the ilr transformation belonging to the involved 5 household energy intake dietary patterns. Results are shown in Figure 3. In this plot, the sample mean corresponding to each ilr is the point where the vertical line end; the proportion of the sample total variance belonging to each ilr is represented by the length of the vertical line; the sum of the vertical line represents the total variance, then, a long line in a specific part of the dendrogram means a large variability in the sample; and summary statistics of each ilr is shown trough a box-plot of percentiles (5, 25, 50, 75, and 95) on each horizontal bar.

<<Figure 3>>

Strongly, the ilr_2 named clo_KCAL HCO to clo_KCAL LP contains more variance than the ilr_1 called clo_KCAL LP and clo_KCAL HCO to clo_KCAL LP as indicated by larger vertical lines (Figure 3). In addition, differences among household energy intake dietary patterns are clearly appreciated in both ilr's. The horizontal junction from clo_KCAL LP and clo_KCAL HCO to clo_KCAL LP corresponds to the ilr_1 ; the whole ilr_1 mean of energy intake is placed on the right side of the horizontal line, so it points out that Fats (LP) and CHO (the numerator) load more than Proteins (the denominator, PT). Markedly, the EX PT – DEF HCO>LP and DEF HCO>LP>PT dietary patterns load more PT than the others. On the other hand, the ilr_2 means of the EX LP – DEF HCO>PT and DEF HCO>PT>LP dietary patterns are located on the left side of the horizontal line; it suggests that these dietary patterns strongly load more LP (the denominator) than HCO (the numerator). In addition, HCO loads more than LP in the DEF HCO>LP>PT dietary pattern.

Discussion and Conclusions

This study aimed to identify family's energy dietary patterns based on macronutrient shares (HCO, PT, and LP), and compare the identified nutritional patterns with the dietary recommendation for healthy eating, emphasizing the needed shares. In this way, perception from 35 householders living at the El Fuerte, Villanueva, Zacatecas, Mexico was involved. Among the five identified dietary patterns, two of them (i.e. 'excess of LP, and deficiencies of HCO and PT'; and 'excesses of HCO and LP, and deficiency of PT') were exhibited by 20

households; these dietary patterns belong to excessive energy from LP-rich sources as well as deficiency of energy from PT foods. This result could be linked to the fact that most of the dishes are cooked with vegetable oil. In addition, almost all the dishes include mainly several of the ten foods rich in carbohydrates (pasta soup, tortilla, dry beans, sugar, rice, toasted tortilla, serrano chili, tomato, onion, and potato) contributing to household energy intake as appreciated in Table 1. In these households, ham and 'oreo' cookies are also included in important quantities. Moreover, it is interesting that both dietary patterns belong to family structures mainly integrated by adults (18- to 63-years old), and children (6- to 11-years old).

The 'excess of LP, and deficiencies of HCO and PT'; and 'excesses of HCO and LP, and deficiency of PT' dietary patterns extend results pointed out by García-Chávez et al. (2020).¹⁹ They consigned that tortilla and corn products, vegetable oils, and white bread and wheat products contributed 20.6%, 4.9%, and 4.9%, respectively, of total energy by Mexican people > 5-years old. These three are within the seven foods contributing 50% of total energy intake.¹⁹

Other important identified dietary patterns are 'deficiencies of HCO, PT, and LP' (9 households), and 'deficiencies of HCO, LP, and PT' (5 households). Both are characterized by deficiencies in the three macronutrient shares. Surprisingly, family structures linked to these dietary patterns are dominated by adults (18- to 63-years old). This could be due to fruits being practically absent in the identified 16 most important foods (Table 1), inadequate knowledge about protein sources and requirements, high cost of PT-rich foods (most householders mentioned they bought eggs, meat, and chicken to cook them three times per week), fear of fat due to misconceptions about its role, and limited consumption of healthy fats (e.g. nuts, seeds, and avocado).

The remaining dietary pattern ('excess of PT, and deficiency of HCO and LP') belongs to a household integrated by 3 little girls (6- to 11-years old) and a couple of adults (18- to 63-years old). In this case, the householder explained that they bought eggs, milk, chicken, chess, cereal flakes, sausage, and other PT-rich foods to cook mainly for their little girls along each week. This dietary pattern may be linked to parents, in this case; they are conscious these foods support children's growth, development, repair of tissues, maintain energy levels, physical activity, and support brain development and cognitive function. In fact, parents prioritize their children's health and well-being.

A notorious strength of our study concerns to using CoDA. This approach allows the visualization and analysis of closed macronutrient shares of HCO, PT, and LP (ternary diagram, Figure 1) as well as the their clr's and ilr's (covariance biplot and dendrogram, Figures 2 and 3, respectively). Specially, the three-components diagram of closed macronutrient shares allowed us to locate the 35 household energy intakes and that considered as quasi-ideal. This field

diagram clearly suggests that 'excess of LP, and deficiencies of HCO and PT' (19 households), 'deficiencies of HCO, PT, and LP' (9 households), and 'deficiencies of HCO, LP, and PT' (5 households) shows a great variability. A second strength refers to inclusion of the principal component analysis. It allowed us to use a covariance biplot of ilr/clr transformations of 35 family energy intakes as centered closed caloric compositions to find structure of the CP1 strongly depends on the CHO macronutrient share (loading=0.5581), whereas that of the CP2 depends markedly on the PT macronutrient share (loading=0.6284). A third strength belongs to a decomposition of the total variance into marginal variances, which can be assigned either to intra-dietary pattern variability or inter-dietary pattern variability visualized in an irl's dendrogram. It allowed us to find ilr_2 named clo_KCAL HCO to clo_KCAL LP contains more variance than the ilr_1 called clo_KCAL LP and clo_KCAL HCO to clo_KCAL LP; moreover, the ilr_2 means of the EX LP – DEF HCO>PT and DEF HCO>PT>LP dietary patterns are located on the left side of the horizontal line. It suggests that these dietary patterns strongly load more LP than HCO. In addition, HCO loads more than LP in the DEF HCO>LP>PT dietary pattern. All these results may be linked to the family structures.

A primary limitation of our results is linked to the fact that database was collected from household survey, and then they should be different from individual-level. Thus, future studies should involve information on individual food consumption at daily level along at least a week to classify consumers based on daily dietary patterns using CoDA. If possible, future studies should include information on individual diseases related to malnutrition and factors influencing food choices. In other words, an interesting aim could be understanding the dominant drivers of food choices across different consumer segments.²⁰ These kind of results can be useful for the development of tailored nutrition promotion messages and health organization' interventions to address obesity and other diet-related diseases.

Aknowledgements

María Fernanda Pasillas-Dáaz thanks to the Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías because of the scholarship to get the Master in Sciences Degree. All authors thank the support from the Universidad Autónoma Chapingo through the Regional Rural Development Master in Sciences Program.

References

- 1.Blake CE, Frongillo EA, Warren AM, Constantinides SV, Rampalli K.K, Bhandari S. Elaborating the science of food choice for rapidly changing food systems in low-and middle-income countries. *Global Food Security*. 2021;28. 100503. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2211912421000134>
- 2.Bird Z, Iese V, Des Combes HJ, Alungo B, Wairiu M. Assessing rural household's food groups-and-sources and dietary diversity pattern in Malaita Province. *Scientific Reports*. 2023;13(1). Report No. 13251. <https://www.nature.com/articles/s41598-023-39124-3.pdf>
- 3.World Health Organization. United Nations Inter-Agency Task Force on the Prevention and Control of Non-communicable Diseases, 2019-2021 Strategy. World Health Organization. Geneva. 2020. 19 p. <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/279895/WHO-NMH-NMA-19.98-eng.pdf?sequence=5>
- 4.World Health Organization. United Nations Inter-Agency Task Force on the Prevention and Control of Non-communicable Diseases, 2022-2025 Strategy. World Health Organization. Geneva. 2022. 13 p.
- 5.Rosado J, Casanueva E, Bourges H. Recomendaciones de Ingestión de Nutrientes para la Población Mexicana. Bases Fisiológicas. Ed. Médica Panamericana, SA de CV, México. 2005. 430 p.
- 6.Trinh HT, Morais J, Thomas-Agnan C, Simioni M. Relations between socio-economic factors and nutritional diet in Vietnam from 2004 to 2014: New insights using compositional data analysis. *Statistical Methods in Medical Research*. 2019;28(8):2305-2325. <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/0962280218770223>
7. Mishra V, Ray R. Dietary diversity, food security and undernourishment: the vietnamese evidence. *Asian Economic Journal*. 2009;23(2): 225-247. https://publications.ut-capitole.fr/id/eprint/25630/1/wp_tse_825.pdf
- 8.Block G. Foods contributing to energy intake in the US: data from NHANES III and NHANES 1999–2000. *Journal of Food Composition and Analysis*. 2004;17(3-4):439-47. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2004.02.007>
- 9.Heymsfield SB, Shapses SA. Guidance on energy and macronutrients across the life span. *New England Journal of Medicine*. 2024;390(14):1299-1310. <https://www.oeaie.org/content/uploads/2024/04/NEJMra2214275.pdf>
- 10.Aitchison J. The statistical analysis of compositional data. *Journal of The Royal Society B* 1982;44(2):139-277. <https://www.jstor.org/stable/2345821>
- 11.Aitchison J. Principles of compositional data analysis. *Multivariate Analysis and Its Applications. IMS Lecture Notes - Monograph Series*. 1994;24:73-81. <https://doi.org/10.1214/lnms/1215463786>
- 12.Aitchison J. A Concise Guide to Compositional Data Analysis. 2015. 134 p. <https://www.goodreads.com/book/show/51168035-a-concise-guide-to->

compositional-data-analysis.

http://www.leg.ufpr.br/lib/exe/fetch.php/pessoais:abtmartins:a_concise_guide_to_compositional_data_analysis.pdf

13.Pawlowsky-Glahn V, Egozcue JJ. Exploring compositional data with the CoDa-dendrogram. *Austrian Journal of Statistics*. 2011;40(1-2):103-113. <https://doi.org/10.17713/ajs.v40i1&2.202>

14.Egozcue J.J, Pawlowsky-Glahn V, Mateu-Figueras G, Barceló-Vidal C. Isometric log ratio transformations for compositional data analysis. *Mathematical Geology*. 2003;35(3):279-300. <https://doi.org/10.1023/A:1023818214614>

15.Egozcue JJ, Pawlowsky-Glahn V. Groups of parts and their balances in compositional data analysis. *Mathematical Geology*. 2005;37(7):795-828 <https://doi.org/10.1007/s11004-005-7381-9>

16.Microsoft Corporation. Microsoft Office Excel 2016 (Computer Program Manual). Troy, NY, USA. 2016.

17.Comas-Cufí M, Thió-Henestrosa S. CoDaPack 2.03.01. Universitat de Girona. 2011. <http://ima.udg.edu/codapack/>

18.Thió-Henestrosa S, Egozcue JJ, Pawlowsky-Glahn V, Kovács LÓ, Kovács GP. Balance-dendrogram. A new routine of CoDaPack. *Computers & Geosciences*. 2008;34(12):1682-96. <https://doi.org/10.1016/j.cageo.2007.06.011>

19.García-Chávez CG, Monterrubio-Flores E, Ramírez-Silva I, Aburto TC, Pedraza LS, Rivera-Dommarco J. Contribución de los alimentos a la ingesta total de energía en la dieta de los mexicanos mayores de cinco años. *Salud Pública de México*. 2020;62(2):166-180. <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=92741>

20.Dana LM, Chapman K, Dixon H, Miller C, Neal B, Kelly B, Ball K, Pettigrew S. The relative importance of primary food choice factors among different consumer groups: A latent profile analysis. *Food Quality and Preference*. 2021; 94. 104199. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2021.104199>

Table I. Sequential binary partition to compute orthogonal isometric log-ratios (ilr's) considering closed macronutrient shares (CHO, Proteins (PT), and Fats (LP) treated as compositions.

ilr	CHO	PT	LP	ilr	R	S	ilr computation
					(Counts of +1)	(Counts of -1)	
ilr ₁	+1	+1	-1	[CHO, PT LP]	2	1	$\sqrt{\frac{2X1}{2+1}}\ln\left(\frac{G(CHO,PT)}{G(LP)}\right)$
ilr ₂	+1	-1	0	[CHO PT]	1	1	$\sqrt{\frac{1X1}{1+1}}\ln\left(\frac{G(CHO)}{G(PT)}\right)$

Table II. Top 16 foods contributing to household energy intake in the diets .
Data was generated considering the perception of 35 householders living at El
Fuerte village, Villanueva, Zacatecas, Mexico.

Food	Energy (Kcal)	Energy (%)	Accumulated energy (%)	Mainly source of
Eggs	1041.43	20.37	20.37	Proteins > Fats
Pasta soup	628.07	12.29	32.66	Carbohydrates
Tortilla	459.51	8.99	41.65	Carbohydrates
Dry beans	405.52	7.93	49.58	Carbohydrates > Fats
Milk	358.13	7.01	56.59	Proteins > Carbohydrates > Fats
Chicken	279.75	5.47	62.06	Proteins > Fats
Vegetable oil	260.17	5.09	67.15	Fats
Chess	165.30	3.23	70.38	Proteins > Fats
Sugar	153.42	3.00	73.38	Carbohydrates
Turkey ham	151.71	2.97	76.35	Proteins > Fats
Rice	94.23	1.84	78.19	Carbohydrates > Proteins
Toasted tortilla	93.28	1.82	80.02	Carbohydrates
Serrano chili	74.63	1.46	81.48	Carbohydrates
Tomato	67.14	1.31	82.79	Carbohydrates
Onion	66.01	1.29	84.08	Carbohydrates
Potato	63.92	1.25	85.33	Carbohydrates > Proteins

- EX LP-DEF HCO>PT
- EX HCO>LP-DEF PT
- DEF HCO>PT>LP
- DEF HCO>LP>PT
- EX PT-DEF HCO>LP
- PC1
- PC2

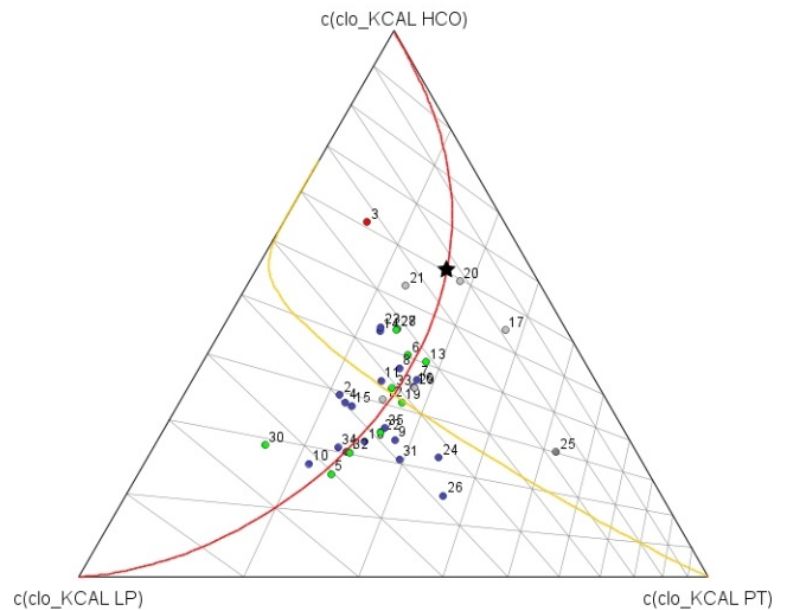


Figure 1. Ternary diagram representing the two first principal components (PC1) and (PC2) directions explaining 64.15 and 35.85% of the whole variance, respectively, in the space of 35 energy intakes involving diets at the family level. These energy intakes are treated as centered closed caloric compositions (i.e. $c(\text{clo_KCAL PT})$, $c(\text{clo_KCAL LP})$ and $c(\text{clo_KCAL HCO})$ for kilocalories from proteins, Fats, and carbohydrates, respectively) distributed in 5 groups. The black star (★) represents the reference centered closed caloric composition corresponding to a food diet supplying needed kilocalories (i.e. 15, 25, and 60% of proteins, fats and carbohydrates as sources, respectively) according to each family's structure. Data was generated considering the perception of 35 householders at El Fuerte village, Villanueva, Zacatecas, Mexico.

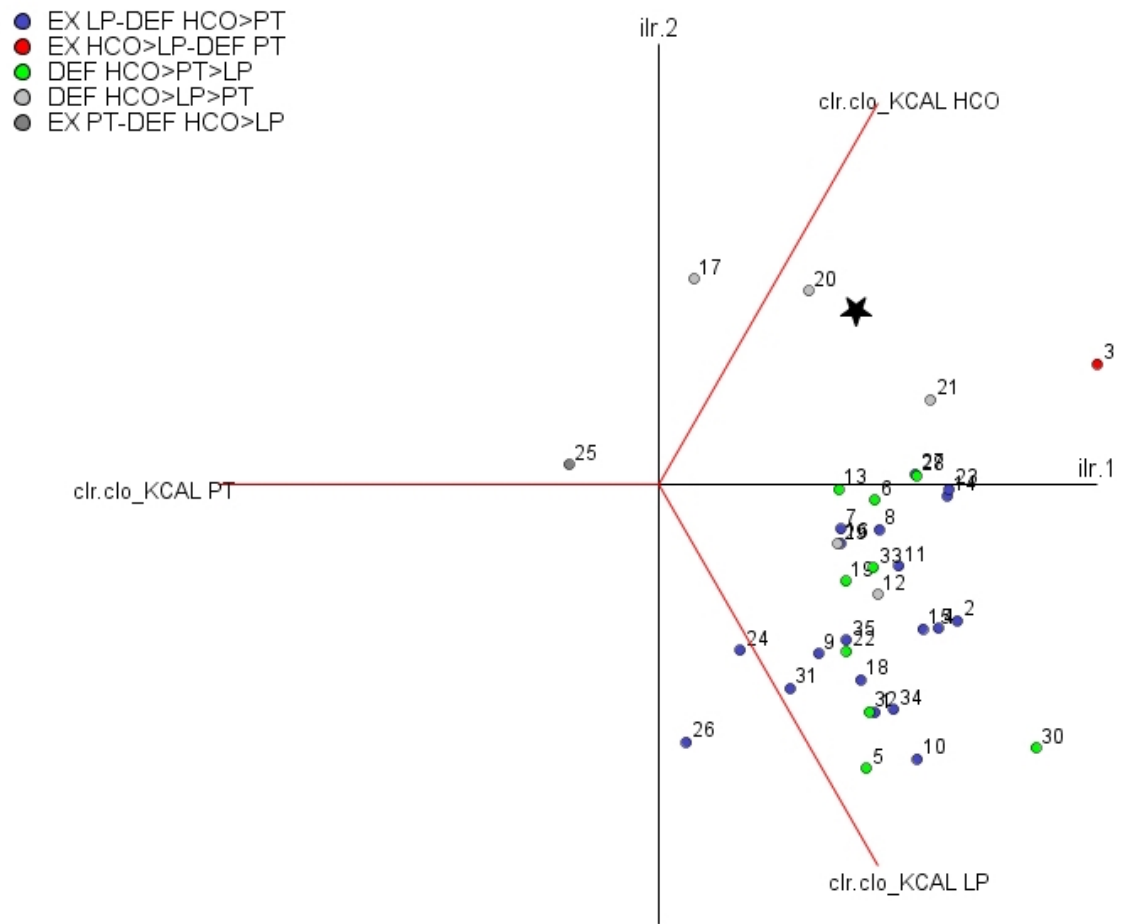


Figure 2. Covariance biplot of ilr/clr transformations of 35 energy intakes at family level when treated as centered closed caloric compositions (i.e. $c(\text{clo_KCAL PT})$, $c(\text{clo_KCAL LP})$ and $c(\text{clo_KCAL HCO})$ for kilocalories from proteins, fats, and carbohydrates, respectively) distributed in 5 groups. Explained variability 100%. The black star represents the reference centered closed caloric composition corresponding to a food diet supplying needed kilocalories (i.e. 15, 25, and 60% of proteins, fats and carbohydrates as sources, respectively) according to the family's structure. Data was generated considering the perception of 35 householders living at El Fuerte village, Villanueva, Zacatecas, Mexico.

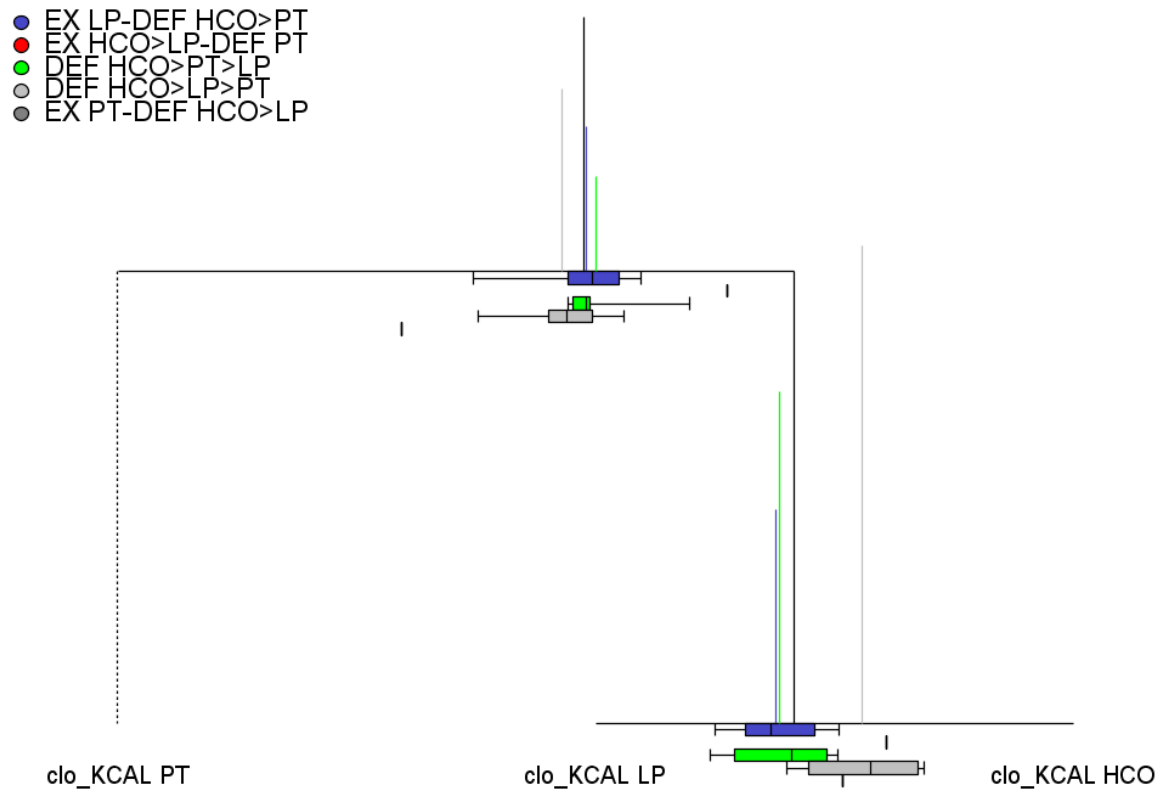


Figure 3. Dendrogram showing 2 orthonormal hierarchical contrasts (variables as isometric log ratios - ilr's). It represents a subspace of energy intake involving diets at the family level in El Fuerte village, Villanueva, Zacatecas, Mexico when treated as centered closed caloric compositions (i.e. $c(\text{clo_KCAL PT})$, $c(\text{clo_KCAL LP})$ and $c(\text{clo_KCAL HCO})$ for kilocalories from proteins, fats, and carbohydrates, respectively) distributed in 5 groups.