

---

Optimización nutricional y tecnológica de menús plant-based para  
comedores comunitarios y universitarios

---

**Mauricio Gutiérrez Palma**

**Licenciatura en Ingeniería Biológica**

**Universidad Autónoma Metropolitana- Cuajimalpa**

<b>Introducción</b>	<b>4</b>
<b>Justificación</b>	<b>5</b>
<b>Objetivo</b>	<b>5</b>
<b>1. Panorama general del sistema alimentario actual en México</b>	<b>5</b>
1.1 Antecedentes históricos: la alimentación precolombina y su base vegetal	8
1.2 Problemática nutricional, ambiental y operativa en México	9
1.2.1 Nutrición en alimentación basada en plantas	10
1.2.2 Perfil de aminoácidos y digestibilidad en leguminosas y cereales	12
1.2.3 Impacto ambiental de alimentos de origen animal vs vegetal	14
<b>2. Relevancia de los menús plant-based en comedores institucionales y universitarios</b>	<b>15</b>
2.1 Panorama general sobre los Comedores institucionales en México	17
2.2 Panorama general sobre los Comedores universitarios en México	18
<b>3. Propuesta de comedores comunitarios y universitarios sostenibles en México</b>	<b>20</b>
3.1 Objetivos de Desarrollo Sostenible como guías estatales y universitarias	23
3.2 Evaluación y comparación de impactos ambientales entre un comedor tradicional y uno sostenible	26
3.3 Propuesta de menús sostenibles y nutritivos para comedores comunitarios y universitarios.	28
3.3.1 Criterios de diseño del menú	29
<b>4. Incorporación de alimentos fermentados como estrategia para mejorar la biodisponibilidad de nutrientes</b>	<b>36</b>
4.1 Vegetales fermentados (tipo curtidos o encurtidos naturales)	36
4.2 Salsas fermentadas	39
4.3 Productos fermentados de soja (como tempeh)	41
4.4 Bebidas fermentadas no alcohólicas (kombucha)	44
4.5 Kéfir de agua	47
<b>Conclusiones</b>	<b>49</b>
<b>Bibliografía</b>	<b>51</b>

## **Introducción**

La estructura del sistema alimentario en México presenta tensiones significativas entre la disponibilidad de recursos naturales, la calidad nutricional de la dieta y los impactos ambientales asociados a los modelos actuales de producción y consumo. La consolidación de sistemas agroindustriales intensivos ha incrementado la presión sobre el agua, el suelo y la biodiversidad, al mismo tiempo que ha favorecido patrones de consumo con alta participación de productos de origen animal, vinculados tanto a un mayor impacto ambiental como a problemáticas de salud pública, así como a preocupaciones éticas relacionadas con el bienestar animal derivadas de los sistemas de producción intensiva. Estas condiciones evidencian la necesidad de replantear los sistemas alimentarios desde un enfoque integral que considere simultáneamente la sostenibilidad ambiental, la salud humana y la viabilidad operativa.

Las estrategias basadas en la incorporación de alimentos de origen vegetal han sido ampliamente propuestas como una alternativa para reducir dichos impactos; sin embargo, su implementación en contextos institucionales requiere un abordaje técnico que vaya más allá de la simple inclusión de estos alimentos. La reformulación de menús mediante la sustitución de productos cárnicos por alternativas basadas en plantas representa una vía potencial para disminuir la presión ambiental del sistema alimentario, siempre que se garantice la calidad nutricional de las preparaciones resultantes. Aspectos como la complementariedad proteica, la biodisponibilidad de micronutrientes y la presencia de compuestos antinutricionales deben ser considerados en el diseño de propuestas alimentarias funcionales y equilibradas.

Los comedores comunitarios y universitarios constituyen espacios estratégicos dentro del sistema alimentario, debido a su capacidad de influir en los patrones de consumo de poblaciones amplias bajo condiciones reales de operación. Su relevancia no se limita a la provisión de alimentos, sino que se extiende a su papel en la promoción de hábitos alimentarios, la mejora del estado nutricional y la implementación de estrategias alineadas con objetivos de sostenibilidad. En este marco, la optimización de menús mediante la incorporación de alimentos de origen vegetal y la reformulación de preparaciones tradicionales permite avanzar hacia modelos alimentarios más eficientes sin comprometer la aceptabilidad ni la accesibilidad.

El aprovechamiento de herramientas propias de la ingeniería biológica permite abordar estos desafíos desde una perspectiva aplicada, integrando conocimientos de nutrición, microbiología y tecnología de alimentos. La utilización de estrategias como la combinación de fuentes proteicas vegetales, el uso de ingredientes como la soja y la aplicación de procesos como la fermentación contribuyen a mejorar la calidad nutricional de los alimentos, particularmente en términos de digestibilidad y biodisponibilidad de nutrientes. La fermentación, en particular, permite reducir compuestos antinutricionales como los fitatos y generar compuestos bioactivos que fortalecen la funcionalidad de los menús diseñados.

El presente proyecto tiene como objetivo desarrollar y optimizar una propuesta de menús basados en plantas para comedores comunitarios y universitarios en México, incorporando criterios nutricionales, tecnológicos y ambientales que permitan su implementación en

condiciones reales. A través del diseño de preparaciones, la evaluación de su aporte nutrimental y la integración de alimentos funcionales, se busca contribuir al desarrollo de sistemas alimentarios institucionales más sostenibles, accesibles y nutricionalmente adecuados.

### **Justificación**

La transición hacia sistemas alimentarios más sostenibles necesita enfoques que disminuyan la utilización de productos de origen animal sin afectar la salud, la funcionalidad ni los gastos en contextos institucionales. Los comedores comunitarios y universitarios son espacios clave para fomentar este cambio, pero necesitan menús basados en plantas (plant-based) técnicamente optimizados, con perfiles nutricionales completos, métodos de preparación eficientes y un diseño que haga más fácil su implementación. Es posible que a través de la ingeniería biológica se puedan integrar análisis nutricionales y consideraciones ambientales para crear menús plant-based capaces de contribuir a los Objetivos de Desarrollo Sostenible, disminuir el impacto ambiental relacionado a la alimentación y refuercen la seguridad nutricional de los consumidores

### **Objetivo**

Optimizar el valor nutricional y la viabilidad tecnológica de menús plant-based destinados a comedores comunitarios y universitarios, mediante el análisis de su perfil de macronutrientes (carbohidratos, grasas y proteínas) y aminoácidos, la aplicación de técnicas de alimentos (culinarias) que mejoren biodisponibilidad y aceptabilidad, y el diseño de propuestas sostenibles que reduzcan el impacto ambiental y operativo del sistema alimentario

## **1. Panorama general del sistema alimentario actual en México**

El sistema alimentario en México atraviesa una etapa de profunda contradicción entre su diversidad biocultural y los impactos ambientales, sanitarios y sociales derivados del modelo agroindustrial dominante. Este sistema puede entenderse como el conjunto de actividades y procesos involucrados en la producción, transformación, distribución, acceso y consumo de alimentos, así como los efectos que estas dinámicas generan en la salud humana, la economía y el medio ambiente. Comprender esta problemática es fundamental porque la forma en que producimos y consumimos alimentos determina no solo la salud de las personas, sino también la salud de los ecosistemas que sostienen la vida presente y futura. México es un país megadiverso y con una larga tradición agrícola sustentada en sistemas policultivo de maíz, frijol, calabaza y otras especies nativas; sin embargo, en las últimas décadas, este equilibrio ha sido desplazado por prácticas intensivas y monocultivos que incrementan la degradación del suelo, el uso excesivo de agua, la deforestación y las emisiones de gases de efecto invernadero, especialmente vinculadas a la ganadería y al consumo creciente de productos de origen animal (FAO, 2013; SEMARNAT, 2020).

La evidencia internacional demuestra que los sistemas alimentarios son responsables de cerca del 34 % de las emisiones globales, y una parte sustancial proviene de la producción de carne y lácteos, lo que plantea un riesgo directo para la estabilidad climática y la seguridad alimentaria de las generaciones futuras (Crippa et al., 2021). En México, estos efectos se manifiestan en la expansión de la frontera agrícola, el agotamiento de los recursos hídricos, la erosión del suelo y la reducción de especies autóctonas, sobre todo en áreas donde la ganadería ha reemplazado ecosistemas como selvas y matorrales. Estas dinámicas no solo generan presiones sobre el medio ambiente; también ponen en riesgo la capacidad del país para asegurar alimentos suficientes y nutritivos en el mediano y largo plazo.

Abordar este asunto es pertinente para las generaciones actuales, ya que la estructura del sistema alimentario afecta directamente las enfermedades crónicas asociadas a malas dietas, al acceso desigual a alimentos frescos y nutritivos, y a los costos sociales que conlleva la malnutrición. Además, es un tema esencial para las generaciones futuras, puesto que la manera en que actualmente producimos alimentos impacta en la disponibilidad de recursos como el suelo fértil, el agua y la biodiversidad, elementos indispensables para mantener cualquier sistema alimentario a lo largo del tiempo. Esta perspectiva se relaciona con principios éticos y ambientales ampliamente aceptados, como el principio de precaución, que sugiere actuar incluso ante la incertidumbre científica para prevenir daños potenciales; el principio intergeneracional, que reconoce la obligación de no dejar un ambiente deteriorado a las futuras generaciones; y el principio de progresividad, que requiere avanzar de manera continua en la garantía de derechos como el acceso a una alimentación adecuada (UNESCO, 2005; Comité DESC, 1999; OCDE, 2016).

Los sistemas alimentarios no son estructuras aisladas: son sistemas complejos e interdependientes impulsados por factores globales como la urbanización, la globalización del comercio, la migración y el crecimiento demográfico; factores que influyen en qué alimentos se producen, cómo se transportan, qué tan accesibles son y cómo son consumidos por las personas. En este sentido, el sistema alimentario no solo se refiere a la producción de calorías, sino también a la calidad de las dietas, la seguridad nutricional, la equidad de acceso, las prácticas culturales y los impactos ambientales asociados, como la emisión de gases de efecto invernadero, el uso de agua y tierra, la biodiversidad y la degradación de ecosistemas productivos.

**Figura 1: Marco de los sistemas alimentarios**



Fuente: Adaptado de Grupo de Alto Nivel de Expertos en Seguridad Alimentaria y Nutrición (2017), “Nutrition and food systems. A report by the High Level Panel of Experts on Food Security and Nutrition of the Committee on World Food Security”, Roma.

La importancia de reformar el sistema alimentario ha sido señalada no solo por la comunidad científica, sino también por tratados y cumbres internacionales. Desde la Declaración de Río sobre Medio Ambiente y Desarrollo en 1992, que enfatizó la necesidad de adoptar modelos sostenibles, hasta la Cumbre Mundial sobre la Alimentación de 1996, el Acuerdo de París de 2015 y la Cumbre de Sistemas Alimentarios de la ONU en 2021, la evidencia es contundente: sin un cambio radical en la manera de producir y consumir alimentos, no será posible alcanzar objetivos globales como limitar el calentamiento climático, proteger ecosistemas clave o asegurar el acceso universal a alimentos nutritivos (ONU, 1992; FAO, 1996; UNFCCC, 2015; ONU, 2021).

En México, la legislación reconoce de manera clara el derecho humano a una alimentación adecuada en el artículo 4° de la Constitución, que establece que todas las personas tienen derecho a una nutrición suficiente, saludable y de calidad (Cámara de Diputados, 2023). Asimismo, el país está comprometido con los Objetivos de Desarrollo Sostenible, en particular con el ODS 2: Hambre Cero, que señala la obligación de asegurar el acceso universal a alimentos nutritivos y de transformar los sistemas agrícolas para hacerlos sostenibles y resilientes al cambio climático (ONU, 2015). Esto hace que el tema de la alimentación sea un asunto relacionado con los derechos humanos, la justicia social y la responsabilidad ambiental.

La combinación de estos factores, la evidencia científica, los principios éticos del medio ambiente, los compromisos a nivel internacional y las obligaciones jurídicas nacionales demuestra que el sistema alimentario vigente no puede sostenerse sin repercusiones graves. La manera en que producimos y consumimos alimentos en la actualidad influirá en las capacidades ecológicas y nutricionales del futuro. Por lo tanto, es esencial ofrecer alternativas sostenibles y respaldadas científicamente, como los menús a base de plantas, para avanzar hacia modelos que disminuyan la presión sobre el medio ambiente y fomenten una alimentación saludable, justa y que respete las responsabilidades intergeneracionales del país.

### **1.1 Antecedentes históricos: la alimentación precolombina y su base vegetal**

Antes de la llegada de los colonizadores europeos, los pueblos mesoamericanos desarrollaron sistemas alimentarios profundamente vinculados a la biodiversidad local y basados casi en su totalidad en alimentos vegetales. Esta estructura alimentaria respondía a una relación equilibrada con el entorno, donde la producción agrícola, el conocimiento ecológico tradicional y la organización comunitaria configuraban un modelo de subsistencia sostenible. La base de esta alimentación era el sistema milpa, una de las innovaciones agroecológicas más importantes del continente, compuesto principalmente por maíz, frijol, calabaza, chile, tomate, amaranto y diversas especies de quelites, alimentos que en conjunto aportaban proteínas completas, fibra, vitaminas, minerales y un alto valor nutricional (Benz, 2012). La combinación de maíz y frijol, en particular, representa una complementación proteica natural que cubre prácticamente todos los aminoácidos esenciales, demostrando que las sociedades prehispánicas tenían una comprensión empírica de la nutrición que hoy respaldan estudios contemporáneos (FAO, 2014).

En este periodo, no existían animales de gran talla para explotación cárnica como vacas, cerdos, cabras o borregos; todos fueron introducidos tras la conquista. Los únicos animales domesticados en Mesoamérica eran el guajolote (*Meleagris gallopavo*) y el xoloitzcuintle, cuyo consumo era ritual o esporádico, no un elemento cotidiano de la dieta (Santamaría, 2009). La proteína cotidiana provenía de leguminosas, semillas, amaranto, chía, calabaza, insectos y hongos, resaltando que la alimentación precolombina era mayoritariamente plant-based no por imposición, sino por coherencia ecológica y cultural. A pesar de esa base vegetal, el equilibrio nutricional era suficiente para sostener poblaciones numerosas y complejas civilizaciones como los mayas, mexicas y zapotecas, con evidencia arqueológica que demuestra una alta expectativa de vida para la época y una salud general adecuada (Coe & Coe, 2013).

Además del aporte nutricional, esta alimentación se estructuraba alrededor de técnicas culinarias sofisticadas como la nixtamalización, proceso que no solo mejoraba la digestibilidad del maíz, sino que aumentaba la biodisponibilidad de la niacina y los aminoácidos esenciales, demostrando un conocimiento empírico avanzado sobre cómo maximizar el valor alimentario de recursos vegetales (Burdett et al., 2020). Esta combinación de tecnociencia tradicional y biodiversidad agrícola sustentaba un sistema autosuficiente, resiliente y adaptado a los ecosistemas locales. Por ello, numerosos estudios contemporáneos reconocen que la alimentación mesoamericana prehispánica constituye un modelo de

sostenibilidad alimentaria que puede inspirar estrategias actuales frente a la crisis climática y nutricional.

El contraste con el sistema posterior a la colonización es notorio: la introducción de ganado bovino, ovino y porcino transformó el paisaje, promovió monocultivos, aceleró la deforestación y modificó profundamente los patrones alimentarios de la región (Melville, 1997). Sin embargo, el reconocimiento de este pasado permite entender que México cuenta con bases históricas y culturales sólidas para transitar nuevamente hacia modelos alimentarios sustentados en plantas. Esto conecta de manera directa con las discusiones actuales sobre sostenibilidad, seguridad alimentaria y mitigación ambiental, mostrando que las prácticas agroalimentarias indígenas no solo eran nutritivas y diversas, sino más respetuosas con los principios ecológicos que hoy intentamos recuperar frente a las crisis contemporáneas que genera el sistema alimentario.

## **1.2 Problemática nutricional, ambiental y operativa en México**

En el sistema alimentario mexicano convergen de manera simultánea desafíos nutricionales, ambientales y operativos, lo que evidencia la necesidad de transformaciones estructurales profundas. Desde el punto de vista nutricional, el país presenta una doble carga de la malnutrición, caracterizada por la coexistencia de desnutrición y deficiencias de micronutrientes junto con altas prevalencias de sobrepeso y obesidad. De acuerdo con la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición, más del 70 % de la población adulta presenta sobrepeso u obesidad, mientras que persisten problemas como anemia y deficiencia de hierro en niñas, niños y mujeres en edad reproductiva (INSP, 2021). Este panorama está estrechamente relacionado con patrones alimentarios dominados por productos ultraprocesados y un elevado consumo de alimentos de origen animal, en detrimento de dietas ricas en alimentos vegetales frescos y mínimamente procesados, esto basado en estudios epidemiológicos que han mostrado que, en adultos, un mayor consumo de alimentos ultraprocesados se asocia con una menor calidad de dietas basadas en plantas, lo cual implica menores ingestas de frutas, verduras, legumbres y otros alimentos vegetales frescos y mínimamente procesados (Moubarac et al., 2023). Esto refuerza la idea de que los patrones alimentarios dominados por ultraprocesados y altos niveles de productos de origen animal reemplazan, de manera secular, a dietas ricas en alimentos vegetales nutritivos y frescos.

A esta problemática nutricional se suma una dimensión ambiental crítica. El sistema alimentario mexicano contribuye de forma significativa a la degradación de los ecosistemas a través del uso intensivo de suelo, agua y energía, así como por la emisión de gases de efecto invernadero. La producción pecuaria, en particular, es responsable de una proporción relevante de las emisiones del sector agropecuario, además de estar asociada a procesos de deforestación, compactación de suelos y contaminación de cuerpos de agua por residuos orgánicos y agroquímicos (FAO, 2013; SEMARNAT, 2020). Estudios internacionales han demostrado que los alimentos de origen animal presentan, en promedio, una huella ambiental considerablemente mayor que los alimentos de origen vegetal en términos de emisiones de carbono, huella hídrica y uso de tierra, lo que convierte a los patrones dietéticos actuales en un factor que exacerba la crisis climática (Poore & Nemecek, 2018).

Desde una perspectiva operativa, estas problemáticas se reflejan de manera directa en la capacidad de las instituciones públicas y educativas para garantizar una alimentación adecuada. Los comedores institucionales y universitarios en México enfrentan restricciones presupuestales, dificultades en el abastecimiento de insumos de calidad, retos logísticos y la necesidad de atender a poblaciones numerosas con recursos limitados. Por ejemplo, en comedores universitarios de la Universidad Autónoma de la Ciudad de México, el costo real de una comida con subsidio puede ascender a más de \$138 pesos, evidenciando la presión económica sobre el servicio (UACM, 2024). Estudiantes de varias universidades públicas han señalado que los alimentos en cafeterías y comedores concesionados tienen precios elevados (80–100 pesos), lo que ha motivado demandas de servicios subsidiados y más accesibles (Hernández Osorio, 2025; Xantomila, 2025). Además, investigaciones recientes muestran que la seguridad alimentaria entre estudiantes está directamente relacionada con la disponibilidad y acceso a opciones nutritivas dentro del campus, subrayando la necesidad de fortalecer los servicios alimentarios institucionales (Nava-Amante et al., 2025). La dependencia de productos de origen animal suele incrementar los costos operativos, la complejidad de almacenamiento y los riesgos sanitarios, además de limitar la flexibilidad en el diseño de menús nutritivos y sostenibles. En contraste, los alimentos de origen vegetal cuando se planifican adecuadamente ofrecen ventajas en términos de estabilidad, costo, vida útil y menor impacto ambiental, lo que los convierte en una alternativa estratégica para mejorar la eficiencia del sistema alimentario institucional (FAO, 2019).

La evidencia científica señala que las dietas basadas en plantas, correctamente diseñadas, pueden cubrir los requerimientos nutricionales de la población y contribuir a la prevención de enfermedades crónicas no transmisibles, al tiempo que reducen de forma significativa la presión ambiental asociada a la alimentación. Sin embargo, la implementación de este tipo de dietas a gran escala requiere un enfoque técnico que considere el perfil de aminoácidos, la digestibilidad de las proteínas vegetales y el uso de tecnologías culinarias y de procesamiento que optimicen la biodisponibilidad de los nutrientes. En este sentido, la problemática actual no radica únicamente en la disponibilidad de alimentos, sino en la forma en que el sistema alimentario está diseñado, operado y priorizado, lo que refuerza la necesidad de intervenciones basadas en evidencia científica, sostenibilidad y justicia social.

### **1.2.1 Nutrición en alimentación basada en plantas**

La alimentación basada en plantas se ha posicionado como un enfoque relevante dentro del análisis nutricional contemporáneo debido a su capacidad para responder a los principales problemas de salud pública asociados al sistema alimentario actual en México. Este tipo de alimentación prioriza el consumo de alimentos de origen vegetal leguminosas, cereales integrales, frutas, verduras, semillas y oleaginosas y desplaza el consumo predominante de productos de origen animal y alimentos ultraprocesados. La calidad nutricional de una dieta basada en plantas se define como un patrón alimentario que prioriza el consumo de alimentos de origen vegetal leguminosas, cereales, frutas, verduras, semillas y oleaginosas y reduce o excluye productos de origen animal. Este enfoque no implica una restricción nutricional per se, sino una reorganización del sistema alimentario que, cuando es adecuadamente

planificada, puede cubrir los requerimientos de energía, macronutrientes y micronutrientes de la población, lo cual resulta especialmente pertinente en un país con amplia disponibilidad histórica y cultural de alimentos vegetales nutritivos.

Diversos organismos internacionales han señalado que los patrones alimentarios ricos en alimentos vegetales frescos y mínimamente procesados se asocian con un mayor aporte de fibra dietética, micronutrientes esenciales y compuestos bioactivos, componentes que desempeñan un papel clave en la prevención de enfermedades cardiovasculares, diabetes tipo 2 y algunos tipos de cáncer (WHO, 2018; FAO & WHO, 2019). En México, la problemática nutricional actual caracterizada por altas tasas de obesidad y enfermedades crónicas está asociada a patrones alimentarios con exceso de grasas saturadas, azúcares añadidos y sodio, y con un consumo insuficiente de fibra, frutas, verduras y leguminosas (INSP, 2021), la promoción de una alimentación basada en plantas representa una estrategia nutricional con potencial preventivo, siempre que se diseñe bajo criterios técnicos adecuados y no se limite a la simple sustitución de productos de origen animal por alternativas de baja calidad nutricional.

No obstante, la adopción de una alimentación basada en plantas también implica retos que deben ser abordados desde un enfoque científico y profesional. Nutrientes como hierro, zinc, calcio, ácidos grasos omega-3 y vitamina B12 requieren especial atención, ya que su biodisponibilidad puede verse influida por la matriz alimentaria y por las técnicas de preparación empleadas. Por ejemplo, el hierro no hemo presente en leguminosas y vegetales de hoja verde muestra una absorción limitada cuando se consume junto con compuestos antinutricionales como fitatos; sin embargo, su biodisponibilidad puede incrementarse mediante la combinación con alimentos ricos en vitamina C, como jitomate, cítricos o pimiento. De manera similar, el zinc contenido en cereales integrales y leguminosas puede verse afectado por la presencia de fitatos, aunque procesos como el remojo, la germinación o la fermentación reducen estos compuestos y mejoran su absorción. En el caso del calcio, su aprovechamiento varía ampliamente según la fuente vegetal y la matriz alimentaria; mientras que vegetales como la col rizada o el brócoli presentan una alta fracción absorbible, otras fuentes ricas en oxalatos, como la espinaca, muestran una biodisponibilidad considerablemente menor. Respecto a los ácidos grasos omega-3, la conversión del ácido  $\alpha$ -linolénico presente en semillas de chía, linaza y nuez a las formas biológicamente activas EPA (ácido eicosapentaenoico) y DHA (ácido docosahexaenoico) es limitada, lo que vuelve relevante la selección de fuentes y, en contextos institucionales, la evaluación de alternativas fortificadas. La evidencia indica que estos requerimientos pueden cubrirse mediante una adecuada selección y combinación de alimentos vegetales, el uso de procesos tradicionales que mejoran la absorción de nutrientes y, cuando es necesario, estrategias de fortificación o suplementación, particularmente en entornos institucionales (FAO & WHO, 2019). Ignorar estos aspectos puede conducir a deficiencias nutricionales, lo que subraya la importancia de una planificación alimentaria basada en evidencia y no en supuestos.

**Tabla 1.** Ejemplos de biodisponibilidad de nutrientes clave en la alimentación basada en plantas

Nutriente	Fuentes vegetales principales	Factor que limita la biodisponibilidad	Estrategias de mejora desde la matriz alimentaria y la preparación
Hierro (no hemo)	Leguminosas, espinaca, acelga, semillas	Presencia de fitatos y polifenoles	Combinación con alimentos ricos en vitamina C; remojo y cocción adecuada
Zinc	Leguminosas, cereales integrales, semillas	Fitatos presentes en la matriz del alimento	Germinación, fermentación y nixtamalización
Ácidos grasos omega-3 (ALA)	Linaza, chía, nuez	Baja conversión a EPA y DHA	Uso regular de semillas molidas; inclusión de alimentos fortificados
Vitamina B12	No presente de forma natural en plantas	Ausencia en la matriz vegetal	Incorporación de alimentos fortificados o suplementación controlada
Calcio	Brócoli, col rizada, bebidas vegetales fortificadas	Oxalatos y fitatos (ej. espinaca)	Selección de fuentes con mayor fracción absorbible; fortificación

La alimentación basada en plantas debe entenderse como un sistema nutricional susceptible de optimización, en el que intervienen variables biológicas, tecnológicas y culinarias. El conocimiento sobre composición nutricional, biodisponibilidad de nutrientes y efectos del procesamiento permite diseñar menús que no solo cubran los requerimientos nutricionales, sino que también sean operativamente viables, culturalmente aceptables y ambientalmente sostenibles. En este sentido, la relevancia de la alimentación basada en plantas en México radica en su potencial para mejorar la calidad nutricional de la población y reducir la carga de enfermedades crónicas, al mismo tiempo que se adapta a los desafíos operativos y ambientales del sistema alimentario institucional.

### 1.2.2 Perfil de aminoácidos y digestibilidad en leguminosas y cereales

Las leguminosas y los cereales constituyen la base proteica de la alimentación basada en plantas y han desempeñado un papel central en la alimentación de la población mexicana. Desde el punto de vista nutricional, la calidad de las proteínas está determinada por su composición de aminoácidos esenciales y no esenciales, así como por su grado de digestibilidad. En este sentido, las proteínas de origen vegetal presentan perfiles de

aminoácidos diferentes a los de origen animal, pero potencialmente complementarios. Las leguminosas, como frijol, lenteja y garbanzo, aportan cantidades elevadas de lisina, un aminoácido esencial limitado en los cereales, mientras que estos últimos, como maíz, arroz y trigo, contienen mayores proporciones de aminoácidos azufrados, particularmente metionina y cisteína, generalmente limitantes en las leguminosas (FAO, 2013).

La combinación estratégica de leguminosas y cereales permite alcanzar un perfil de aminoácidos más equilibrado y adecuado para cubrir los requerimientos proteicos humanos, principio ampliamente documentado en la literatura científica. Este fenómeno resulta especialmente relevante en el diseño de menús institucionales, donde se requiere asegurar una adecuada calidad proteica a partir de materias primas accesibles, de bajo costo y culturalmente aceptadas. En el contexto mexicano, la asociación tradicional entre frijol y maíz representa un ejemplo claro de cómo la complementariedad proteica puede ser aprovechada de forma sistemática en la alimentación colectiva (FAO & WHO, 2019).

Además del perfil de aminoácidos, la digestibilidad de las proteínas vegetales constituye un factor determinante para su aprovechamiento biológico. La presencia de compuestos antinutricionales, como fitatos, taninos e inhibidores de proteasas, puede disminuir la biodisponibilidad de aminoácidos y minerales. No obstante, la evidencia científica demuestra que diversos procesos de preparación y transformación, como el remojo, la cocción, la fermentación y la nixtamalización, reducen significativamente estos compuestos y mejoran la digestibilidad proteica (FAO, 2013). En particular, la nixtamalización del maíz incrementa la disponibilidad de nutrientes clave, lo que evidencia la relevancia de integrar procesos tecnológicos tradicionales en el diseño de sistemas alimentarios nutricionalmente eficientes.

La evaluación de la calidad proteica se apoya en indicadores reconocidos internacionalmente, como el PDCAAS (Protein Digestibility-Corrected Amino Acid Score) y el DIAAS (Digestible Indispensable Amino Acid Score), los cuales consideran tanto la composición de aminoácidos como su digestibilidad. Aunque las proteínas vegetales suelen presentar valores ligeramente inferiores en comparación con las proteínas de origen animal cuando se analizan de forma aislada, la evidencia indica que combinaciones adecuadas de alimentos vegetales y una correcta planificación alimentaria permiten cubrir los requerimientos proteicos de distintas poblaciones. Este análisis resulta fundamental para la optimización de menús plant-based en comedores comunitarios y universitarios, donde la calidad nutricional debe garantizarse junto con la eficiencia operativa y la sostenibilidad del sistema alimentario.

**Figura 2.** Importancia nutricional y ambiental de las leguminosas en la alimentación basada en plantas



Fuente: Elaboración propia a partir de información de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), en el marco del Año Internacional de las Legumbres 2016.

### 1.2.3 Impacto ambiental de alimentos de origen animal vs vegetal

El impacto ambiental de los sistemas alimentarios varía de manera significativa según el origen de los alimentos, particularmente cuando se comparan productos de origen animal con alimentos de origen vegetal. La evidencia científica demuestra que la producción de alimentos de origen animal concentra una mayor carga ambiental debido a su elevada demanda de recursos naturales, incluyendo uso de suelo, consumo de agua dulce y emisiones de gases de efecto invernadero. Estos impactos se intensifican cuando se consideran sistemas de producción intensivos, que predominan en el abastecimiento alimentario a gran escala, como el que abastece a comedores institucionales y universitarios.

Diversos análisis de ciclo de vida han identificado que la ganadería es responsable de una proporción considerable de las emisiones globales de gases de efecto invernadero, principalmente metano y óxido nítrico, así como de procesos de degradación ambiental como deforestación, pérdida de biodiversidad y contaminación de suelos y cuerpos de agua. En contraste, los alimentos de origen vegetal presentan, en promedio, una huella ambiental

significativamente menor por unidad de alimento producido, incluso cuando se consideran factores como transporte y procesamiento (Poore & Nemecek, 2018). Esta diferencia estructural se explica por la ineficiencia inherente a la conversión de energía vegetal en proteína animal, lo que implica mayores insumos para obtener cantidades equivalentes de energía o proteína utilizable.

En México, este contraste adquiere especial relevancia debido a la presión creciente sobre los recursos naturales y la vulnerabilidad del país ante el cambio climático. México enfrenta estrés hídrico en amplias regiones, degradación de suelos agrícolas y una dependencia progresiva de sistemas agroindustriales intensivos. Se ha documentado que México presenta un nivel elevado de estrés hídrico, consumiendo entre el 40% y el 80% del agua disponible anualmente, lo que lo posiciona entre los países con mayor presión sobre este recurso (Infobae, 2024). Asimismo, durante 2024, más del 75% del territorio nacional registró algún grado de sequía, lo que evidencia la magnitud de la crisis hídrica y su impacto directo en la producción de alimentos y en la sostenibilidad de los sistemas agrícolas (iAgua, 2024). Este contexto refuerza la necesidad de promover modelos alimentarios más eficientes en el uso de recursos, como las dietas basadas en plantas, que presentan una menor demanda hídrica y menor impacto ambiental en comparación con los sistemas basados en productos de origen animal.

Respecto al impacto ambiental de los alimentos, este debe analizarse de forma integrada con criterios de sostenibilidad a largo plazo. Los sistemas alimentarios basados en una mayor proporción de alimentos vegetales tienden a ser más resilientes frente a variaciones climáticas, requieren menor dependencia de insumos externos y presentan mayor compatibilidad con principios ambientales como el de precaución y equidad intergeneracional. De esta forma, la incorporación de menús plant-based en comedores comunitarios y universitarios no solo responde a consideraciones nutricionales, sino que constituye una estrategia operativa alineada con los compromisos ambientales nacionales e internacionales, incluidos los Objetivos de Desarrollo Sostenible relacionados con producción y consumo responsables y acción climática.

## **2. Relevancia de los menús plant-based en comedores institucionales y universitarios**

En México, la política alimentaria ha sido abordada históricamente a través de programas sociales orientados a garantizar el derecho humano a una alimentación nutritiva, suficiente y de calidad, especialmente para la población en situación de pobreza o vulnerabilidad. En enero de 2025 se publicó en el Diario Oficial de la Federación el decreto que creó el programa Alimentación para el Bienestar, resultado de la fusión de Seguridad Alimentaria Mexicana (SEGALMEX) con la Distribuidora e Impulsora Comercial CONASUPO (DICONSA), con el objetivo de consolidar y fortalecer el sistema de abasto rural a través de una red ampliada de Tiendas Bienestar. Para junio de 2025, esta red contaba con más de 25 000 establecimientos distribuidos en más de 2 200 municipios de los 32 estados, beneficiando a más de 66.3 millones de personas con reducciones de hasta 20 % en el costo de sus compras

de alimentos básicos y favoreciendo la adquisición de 355 593 toneladas de granos básicos mediante inversiones superiores a 101 mil millones de pesos, lo que también ha impactado positivamente a cerca de 36 800 pequeños productores del país.

Dentro de estos esfuerzos, componentes específicos como el Programa de Abasto Rural y las Tiendas Móviles Bienestar han ampliado la presencia del programa en localidades de difícil acceso, llegando a más de 140 sitios en todo el territorio nacional y ofreciendo márgenes de ahorro en la canasta básica superiores al 25 % en comparación con precios comerciales previos.

Además de estas acciones federales, en el ámbito local se implementan programas complementarios como los Comedores para el Bienestar en la Ciudad de México, dirigidos a contribuir al ejercicio del derecho a una alimentación nutritiva, suficiente y de calidad para personas y familias en zonas con niveles bajos de desarrollo social, incluyendo niñas, niños, personas mayores y grupos en situación de calle. Estos comedores operan como parte de una red de servicios sociales con el objetivo de reducir la carencia por acceso a la alimentación dentro de los sectores más vulnerables de la capital.

Previamente, el Programa de Apoyo Alimentario, promovido por la Secretaría de Bienestar, ha buscado fortalecer el acceso a la alimentación mediante esquemas que inciden positivamente en la disponibilidad de alimentos básicos, la seguridad alimentaria de las comunidades y el bienestar general de la población en situación de pobreza extrema.

Estos programas forman parte de una estructura de políticas públicas que, si bien no están centrados específicamente en el modelo plant-based, establecen un marco institucional para la intervención alimentaria en comedores comunitarios y sociales, lo cual es útil para contextualizar la relevancia de propuestas de menús basados en plantas como una vía complementaria para mejorar la calidad nutricional de los alimentos ofrecidos, reducir costos operativos y atender de manera sostenible las necesidades alimentarias de comunidades vulnerables en México.

Los comedores institucionales y universitarios ocupan una posición estratégica dentro del sistema alimentario, ya que concentran la provisión diaria de alimentos para poblaciones amplias y heterogéneas, y operan bajo esquemas de planeación, estandarización y control que permiten introducir cambios estructurales en los patrones de alimentación. A diferencia del consumo individual, estos espacios funcionan como nodos de intervención colectiva donde las decisiones sobre menús, insumos y métodos de preparación tienen efectos acumulativos tanto en la salud de los usuarios como en el uso de recursos y el impacto ambiental asociado a la alimentación.

La incorporación de menús plant-based en estos entornos resulta relevante porque permite responder simultáneamente a múltiples objetivos del sistema alimentario: mejorar la calidad nutricional de las comidas ofrecidas, reducir costos asociados a insumos de origen animal y disminuir la huella ambiental de la operación alimentaria. La evidencia internacional señala que los menús basados en alimentos vegetales, cuando están adecuadamente planificados,

pueden cubrir los requerimientos nutricionales de poblaciones adultas y jóvenes, al tiempo que favorecen un mayor consumo de fibra, leguminosas y cereales integrales, grupos alimentarios subrepresentados en la alimentación institucional tradicional (FAO & WHO, 2019).

En las universidades, la relevancia de estos menús se amplifica debido a que las instituciones de educación superior no solo cumplen una función alimentaria, sino también formativa y ejemplar. Los comedores universitarios pueden actuar como espacios de aprendizaje informal, donde se refuerzan prácticas alimentarias alineadas con la sostenibilidad, la salud pública y la responsabilidad social. Asimismo, la población universitaria representa un grupo clave para la adopción de cambios alimentarios a largo plazo, dado que los hábitos adquiridos en esta etapa tienden a consolidarse en la vida adulta.

Desde una perspectiva operativa, los menús plant-based ofrecen ventajas en términos de estandarización y flexibilidad. El uso predominante de insumos vegetales facilita el almacenamiento, reduce riesgos sanitarios asociados a productos perecederos de origen animal y permite una mayor adaptabilidad frente a fluctuaciones en precios o disponibilidad. Estas características son especialmente relevantes en comedores institucionales que operan con presupuestos limitados y deben garantizar continuidad en el servicio alimentario. Además, la posibilidad de integrar ingredientes locales y de temporada fortalece la coherencia entre la alimentación institucional y los sistemas agroalimentarios regionales.

La relevancia de los menús plant-based en comedores comunitarios y universitarios no radica únicamente en la sustitución de alimentos de origen animal, sino en la oportunidad de optimizar el sistema alimentario institucional desde una visión integral. Estos menús permiten articular objetivos nutricionales, ambientales y operativos dentro de un mismo esquema de planeación, sentando las bases para modelos alimentarios más sostenibles, eficientes y coherentes con los desafíos actuales del sistema alimentario en México.

## **2.1 Panorama general sobre los Comedores institucionales en México**

Los comedores institucionales en México constituyen un componente relevante de las políticas públicas orientadas a garantizar el derecho humano a la alimentación, particularmente para poblaciones en situación de vulnerabilidad. Estos espacios incluyen comedores comunitarios, escolares, laborales y aquellos operados por dependencias públicas y organizaciones sociales, cuyo objetivo principal es asegurar el acceso regular a alimentos suficientes y, en algunos casos, nutricionalmente adecuados. Su funcionamiento se inserta en un contexto marcado por desigualdades socioeconómicas, inseguridad alimentaria y una elevada prevalencia de enfermedades asociadas a una alimentación de baja calidad.

A nivel nacional, los comedores institucionales han sido impulsados principalmente a través de programas sociales orientados a combatir la pobreza alimentaria. De acuerdo con el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social, una proporción significativa de la población mexicana presenta algún grado de inseguridad alimentaria, lo que ha justificado la implementación de esquemas de apoyo alimentario basados en la

provisión directa de comidas preparadas (CONEVAL, 2020). Sin embargo, estos programas han enfrentado retos persistentes relacionados con la calidad nutricional de los menús, la dependencia de insumos ultraprocesados y las limitaciones presupuestales para diversificar la oferta alimentaria.

Los comedores institucionales suelen caracterizarse por la necesidad de atender a un número elevado de usuarios de manera constante, con recursos económicos y humanos limitados. Esta situación favorece la estandarización de menús y la selección de ingredientes de bajo costo y fácil preparación, lo que históricamente ha derivado en una oferta alimentaria alta en energía, pero baja en fibra, micronutrientes y diversidad alimentaria. En este contexto, la integración de criterios nutricionales y de sostenibilidad en la planeación de menús representa un desafío, pero también una oportunidad para optimizar el funcionamiento de estos espacios.

La relevancia de los comedores institucionales trasciende la provisión inmediata de alimentos, ya que su diseño y operación influyen directamente en los patrones alimentarios de los usuarios. Al tratarse de espacios de consumo recurrente, las decisiones tomadas en torno a los menús pueden contribuir a reforzar prácticas alimentarias saludables o, por el contrario, perpetuar esquemas poco favorables para la salud y el ambiente. Por ello, organismos internacionales han señalado la necesidad de que los programas de alimentación institucional evolucionen hacia modelos que prioricen alimentos frescos, mínimamente procesados y de origen vegetal, alineados con principios de sostenibilidad y salud pública (FAO & WHO, 2019).

En México, los comedores institucionales representan un escenario estratégico para la incorporación de menús plant-based diseñados bajo criterios técnicos. Su capacidad de compra a gran escala, la repetición de ciclos de menú y la posibilidad de estandarizar procesos permiten evaluar y optimizar de manera sistemática la calidad nutricional, el costo y el impacto ambiental de la alimentación ofrecida. De esta manera, estos espacios se consolidan como plataformas clave para la implementación de propuestas alimentarias que respondan de forma integrada a los desafíos nutricionales, sociales y ambientales del país.

## **2.2 Panorama general sobre los Comedores universitarios en México**

Los comedores universitarios en México representan espacios alimentarios con un papel significativo en la vida de las y los estudiantes, ya que ofrecen servicios de alimentación dentro de los campus con el propósito de atender necesidades nutricionales, reducir la carga económica derivada del consumo de alimentos fuera del hogar y contribuir al bienestar estudiantil. Sin embargo, diversos diagnósticos y reportes periodísticos han identificado que la oferta alimentaria en las instituciones de educación superior no siempre cubre de manera adecuada las necesidades nutricionales de la comunidad, especialmente en el caso de estudiantes en situación de vulnerabilidad económica. En la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), por ejemplo, cientos de estudiantes dependen de opciones de bajo costo como puestos callejeros, cafeterías y comedores universitarios, pero la variedad nutricional y accesibilidad de menús balanceados sigue siendo insuficiente; esta situación ha impulsado la creación del programa Apoyo Nutricional Ampliado, que a partir de 2025 contempla, en

coordinación con el Gobierno de la Ciudad de México, la instalación de comedores comunitarios móviles y otras medidas para ampliar la oferta de alimentación asequible y saludable dentro de los planteles universitarios.

Se han generado demandas estudiantiles organizadas, como las del Frente Alimentario Estudiantil (FAE)<sup>1</sup>, que han exigido la instalación de comedores comunitarios subsidiados en universidades públicas como la UNAM, el Instituto Politécnico Nacional (IPN) y la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM), con el argumento de que los servicios actuales, muchos de ellos operados por concesionarios privados no satisfacen la necesidad de alimentación digna y asequible para toda la comunidad universitaria. La experiencia de los comedores universitarios en México también muestra contrastes entre instituciones. En la UAM, por ejemplo, los comedores de la Unidad Xochimilco han operado por más de 45 años ofreciendo alimentos nutritivos y de bajo costo, entre 10 y 12 pesos por comida, integrando insumos producidos en predios agroecológicos y contribuyendo tanto a una alimentación accesible como a prácticas de educación alimentaria y ambiental dentro de la institución.

Los comedores tradicionales, algunas administraciones universitarias, en conjunto con gobiernos locales, han planteado programas de comedores populares universitarios que buscarían ofrecer desayuno, comida y cena de forma saludable y económica en diferentes instituciones públicas de educación superior de la Ciudad de México, con la finalidad de aliviar la carga económica, fomentar hábitos alimentarios más balanceados y permitir que las y los estudiantes dispongan de más tiempo y recursos para concentrarse en sus actividades académicas.

También se destaca que las prácticas alimentarias están influenciadas por factores socioeconómicos, disponibilidad de alimentos dentro y fuera del campus, y limitaciones de tiempo, lo que impacta directamente en su calidad dietaria y, por ende, en su salud y bienestar general. Estas condiciones ubican a los comedores universitarios como espacios estratégicos para intervenir con propuestas alimentarias que mejoren el acceso a opciones nutritivas y culturalmente pertinentes.

De esta manera, el panorama general de los comedores universitarios en México refleja tanto retos operativos y nutricionales, como oportunidades de mejora estructural. La articulación de políticas institucionales, demandas estudiantiles y experiencias de comedores accesibles como los modelos subsidiados de la UAM pone de manifiesto la importancia de continuar evaluando y diseñando estrategias alimentarias que respondan a las necesidades reales de las comunidades universitarias, integrando criterios de calidad nutricional, sostenibilidad y equidad en el acceso a la alimentación.

---

<sup>1</sup>El Frente Alimentario Estudiantil (FAE) cuenta con presencia en redes sociales, particularmente en plataformas como Instagram, donde difunde información sobre sus actividades, demandas y propuestas relacionadas con la alimentación en espacios universitarios. Disponible en: <https://www.instagram.com/fae.unam/>

### 3. Propuesta de comedores comunitarios y universitarios sostenibles en México

La transformación de los sistemas de alimentación en espacios institucionales constituye una línea estratégica para avanzar en el cumplimiento del derecho humano a una alimentación adecuada en México, particularmente en contextos donde los comedores comunitarios y universitarios atienden a poblaciones amplias bajo restricciones presupuestales, logísticas y operativas. En el país, estos espacios representan un componente relevante de la política alimentaria y del apoyo social, al fungir como mecanismos de acceso cotidiano a alimentos para grupos en situación de vulnerabilidad y para comunidades estudiantiles. Tan solo en la Ciudad de México, se reporta la operación de al menos 415 comedores comunitarios del programa Comedores para el Bienestar, distribuidos en las 16 alcaldías, mientras que informes locales señalan la existencia de más de 470 comedores sociales, incluyendo modalidades comunitarias y públicas (Secretaría de Bienestar de la Ciudad de México, 2024; MVS Noticias, 2024). A nivel universitario, aunque no existe un registro nacional consolidado, diversas instituciones públicas han implementado comedores subsidiados o programas de apoyo alimentario, como es el caso de la Universidad Autónoma de la Ciudad de México, que cuenta con cinco comedores universitarios en distintos planteles (UACM, 2024).

**Figura 3.** Comedores comunitarios y universitarios en México



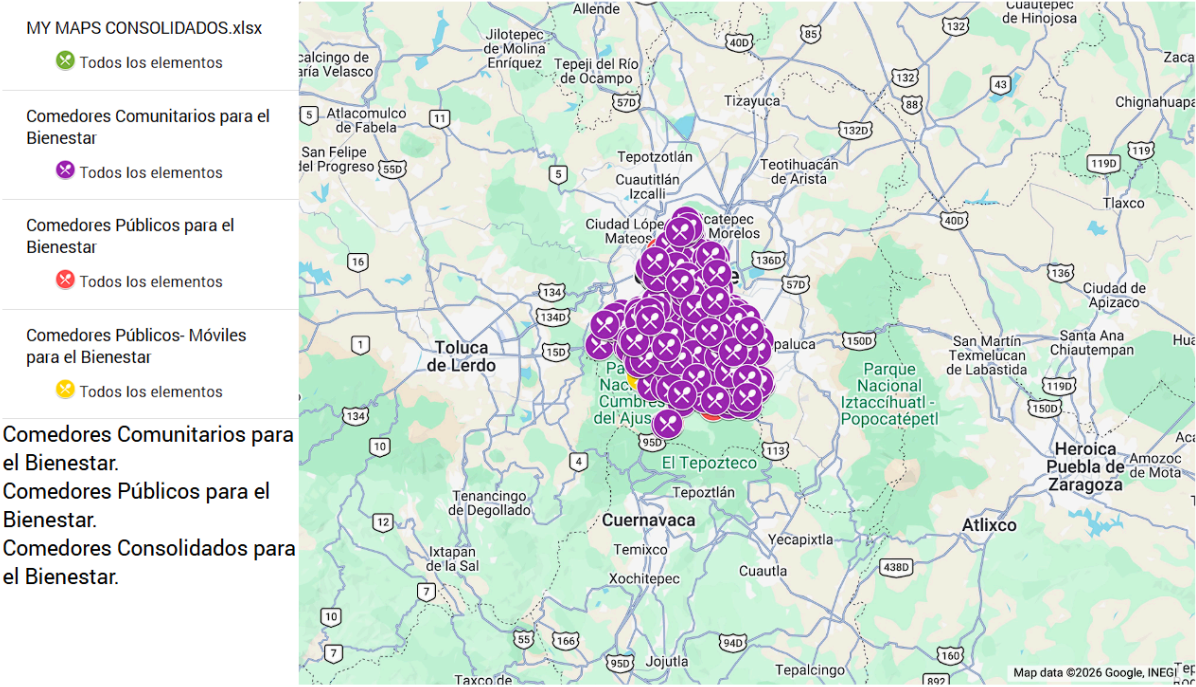
*Distribución general de comedores comunitarios y universitarios en México, elaborada con fines académicos a partir de información pública de programas de bienestar y educación superior, como referencia para el análisis del sistema alimentario institucional y su potencial transición hacia modelos más sostenibles.*

Como complemento al análisis a escala nacional, se incorporó un ejercicio de revisión territorial a nivel local mediante el uso de un mapa interactivo de comedores en la Ciudad de México. Esta herramienta permite visualizar la distribución espacial de los comedores

comunitarios en la entidad, así como su concentración por alcaldía, lo que facilita la identificación de zonas con mayor cobertura y áreas potenciales de atención prioritaria.

**Figura 4.** Mapa de los comedores para el bienestar en Ciudad de México 2025

### Comedores para el Bienestar 2025



Mapa de localización de los Comedores para el Bienestar en la Zona Metropolitana del Valle de México, correspondiente al año 2025, elaborado a partir de información pública de programas sociales, que ilustra la concentración territorial de comedores comunitarios, públicos y móviles como parte de la estrategia estatal para garantizar el derecho humano a la alimentación. [Comedores para el bienestar 2025 CDMX](#)

En este marco, la presente propuesta plantea la optimización nutricional y tecnológica de los menús ofrecidos en comedores comunitarios y universitarios mediante una mayor integración de alimentos de origen vegetal, considerando criterios de calidad nutricional, sostenibilidad ambiental y viabilidad operativa. La propuesta se alinea con los lineamientos generales de la política alimentaria nacional orientados a garantizar el acceso a alimentos nutritivos, suficientes y culturalmente adecuados, así como con los principios de progresividad y sostenibilidad del derecho a la alimentación (Secretaría de Bienestar, 2025).

La propuesta se sustenta en la evidencia científica que indica que una alimentación basada en plantas, adecuadamente planificada, puede cubrir los requerimientos de energía, proteína y micronutrientes clave, siempre que se consideren aspectos como la biodisponibilidad de nutrientes, el perfil de aminoácidos y la matriz alimentaria (FAO, 2019). En los comedores institucionales, esto se traduce en el diseño de menús que prioricen combinaciones estratégicas de leguminosas y cereales, el uso de verduras de temporada, semillas y alimentos fortificados cuando sea pertinente, así como la aplicación de técnicas de preparación que favorezcan el aprovechamiento nutricional, tales como el remojo, la cocción controlada y la

fermentación (FAO, 2016). Este enfoque permite mejorar la calidad nutricional del menú sin recurrir a suplementos ni requerir modificaciones sustanciales en la infraestructura existente.

La propuesta se alinea con la evidencia que señala que los alimentos de origen vegetal presentan, en promedio, una menor huella de carbono, menor uso de agua y menor demanda de suelo en comparación con los alimentos de origen animal (Poore & Nemecek, 2018). Considerando la magnitud de la red de comedores comunitarios e institucionales en México, la incorporación progresiva de menús con mayor proporción de alimentos vegetales puede generar impactos ambientales positivos acumulativos, particularmente en la reducción de emisiones asociadas a la provisión diaria de alimentos. Esta estrategia resulta coherente con los Objetivos de Desarrollo Sostenible, en especial el ODS 2 (Hambre Cero) y el ODS 12 (Producción y consumo responsables) (FAO, 2019). Asimismo, el aprovechamiento de insumos locales y de temporada, ya presentes en los esquemas de abasto institucional, contribuye a fortalecer la sostenibilidad del sistema alimentario y a reducir la dependencia de cadenas largas de suministro.

También, la propuesta reconoce las condiciones reales de funcionamiento de los comedores en México, caracterizadas por limitaciones de presupuesto, personal y tiempo de preparación. Por ello, se plantea una estrategia gradual y flexible, basada en la adaptación de preparaciones ya conocidas, la estandarización de recetas y la capacitación básica del personal en técnicas culinarias aplicables a alimentos vegetales (Secretaría de Bienestar, 2025). Diversos análisis han documentado que las leguminosas y cereales constituyen insumos de menor costo y mayor estabilidad de precio en comparación con las proteínas de origen animal, lo que representa una oportunidad para mejorar la eficiencia presupuestal sin comprometer la calidad nutricional del servicio (FAO, 2016).

En el caso de los comedores universitarios, esta propuesta adquiere un valor adicional al posicionar estos espacios como entornos estratégicos para la implementación, evaluación y ajuste de modelos alimentarios sostenibles. La experiencia documentada en universidades públicas mexicanas ha mostrado que los comedores pueden funcionar como espacios piloto para analizar la aceptabilidad de los menús, el desempeño nutricional y los costos operativos, generando información útil para su eventual adaptación en otros contextos institucionales (UACM, 2024; El Universal, 2025).

Los comedores comunitarios y universitarios sostenibles en México se conciben como una estrategia de mejora progresiva del sistema alimentario institucional, basada en evidencia científica y en la realidad operativa del país. La optimización de menús mediante una mayor integración de alimentos de origen vegetal no se plantea como una sustitución inmediata de los modelos existentes, sino como un proceso gradual orientado a fortalecer la calidad nutricional, reducir el impacto ambiental y consolidar a los comedores como herramientas clave para la seguridad alimentaria y el bienestar social (FAO, 2019; Willett et al., 2019).

### **3.1 Objetivos de Desarrollo Sostenible como guías estatales y universitarias**

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) establecidos por la Organización de las Naciones Unidas constituyen un marco internacional que orienta la formulación de políticas públicas y estrategias institucionales dirigidas al desarrollo social, económico y ambiental. En México, estos objetivos han sido incorporados como referencia para el diseño de programas sociales y acciones institucionales que buscan mejorar las condiciones de vida de la población, incluyendo iniciativas relacionadas con la seguridad alimentaria y la promoción de sistemas alimentarios más sostenibles (Organización de las Naciones Unidas, 2015).

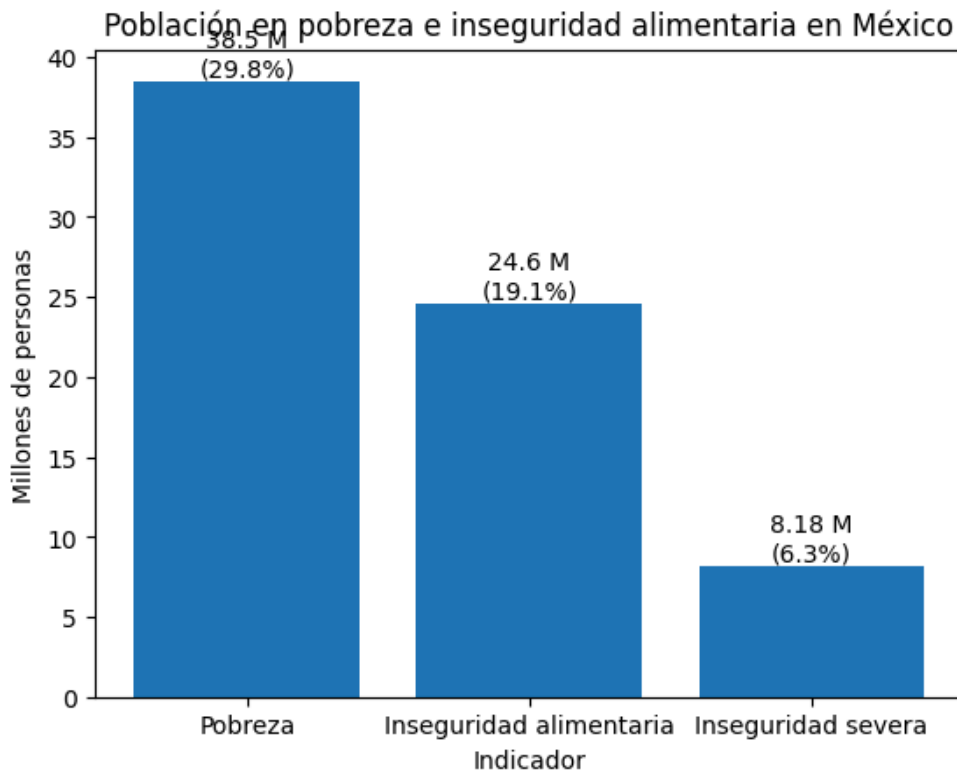
En el caso de los comedores comunitarios y universitarios, los ODS pueden funcionar como una guía para fortalecer la calidad, accesibilidad y sostenibilidad de los servicios de alimentación institucional. Estos espacios cumplen una función social importante al proporcionar alimentos a bajo costo o gratuitos a poblaciones que pueden enfrentar dificultades para acceder a una alimentación adecuada, como comunidades en situación de vulnerabilidad o estudiantes universitarios. De esta manera, su operación se vincula directamente con el ODS 2: Hambre Cero, cuyo objetivo principal es garantizar el acceso a alimentos seguros, nutritivos y suficientes para todas las personas (FAO, 2021).

En el caso de México, la relevancia del ODS 2: Hambre Cero se evidencia en las condiciones actuales de pobreza y acceso a la alimentación. De acuerdo con datos recientes, aproximadamente 38.5 millones de personas en el país viven en situación de pobreza, lo que representa cerca del 30% de la población (INEGI, 2024). Asimismo, se ha estimado que alrededor de 24.6 millones de personas presentan algún grado de inseguridad alimentaria, es decir, dificultades para acceder de manera constante a alimentos suficientes y nutritivos (CONEVAL, 2016).

De manera más específica, cerca de 8.18 millones de personas en México experimentan niveles severos de inseguridad alimentaria, lo que implica reducción en la cantidad de alimentos consumidos o episodios de hambre (CONEVAL, 2022). Estos datos reflejan que una proporción significativa de la población no cuenta con acceso garantizado a una alimentación adecuada, lo cual refuerza la importancia de implementar estrategias alimentarias desde espacios institucionales como los comedores comunitarios y universitarios.

Es por esto que los comedores institucionales pueden desempeñar un papel clave en la atención de esta problemática, al contribuir a garantizar el acceso a alimentos nutritivos, suficientes y accesibles para sectores vulnerables, en alineación con los objetivos planteados por el ODS 2: Hambre Cero.

**Gráfica 1.** Población en pobreza e inseguridad alimentaria en México



Distribución de la población en México en situación de pobreza, inseguridad alimentaria y niveles severos de inseguridad alimentaria. Se observa que una proporción significativa de la población enfrenta limitaciones en el acceso a alimentos suficientes y nutritivos, lo cual refuerza la relevancia del ODS 2: Hambre Cero en el diseño de estrategias alimentarias institucionales. Fuente: elaboración propia a partir de INEGI (2024) y CONEVAL (2022).

Asimismo, el ODS 3: Salud y bienestar promueve la adopción de estilos de vida saludables y la prevención de enfermedades relacionadas con la alimentación. Los comedores institucionales pueden contribuir a este objetivo mediante la oferta de menús equilibrados que incluyan una mayor proporción de frutas, verduras, leguminosas y cereales integrales, lo que favorece dietas más saludables y nutritivas para la población usuaria (FAO, 2021).

El ODS 3: Salud y bienestar cobra especial relevancia en el contexto mexicano, donde las enfermedades crónicas no transmisibles asociadas a la alimentación representan un problema importante de salud pública. De acuerdo con datos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía, las enfermedades del corazón y la diabetes mellitus constituyen las principales causas de muerte en el país, concentrando aproximadamente 4 de cada 10 defunciones a nivel nacional (INEGI, 2024).

Se registraron más de 192 mil muertes por enfermedades cardiovasculares y más de 110 mil por diabetes en un solo año, lo que refleja la magnitud del impacto de estos padecimientos en la población mexicana. Estas enfermedades están estrechamente relacionadas con factores como la alimentación inadecuada, el alto consumo de productos de origen animal, grasas saturadas y alimentos ultraprocesados, así como con el bajo consumo de fibra dietética proveniente de alimentos vegetales.

La alta prevalencia de estos padecimientos evidencia la necesidad de promover estrategias que mejoren la calidad de la alimentación desde espacios institucionales. Es por esto que los comedores comunitarios y universitarios pueden desempeñar un papel relevante al ofrecer menús equilibrados que prioricen alimentos de origen vegetal, contribuyendo a la prevención de enfermedades cardiovasculares, diabetes tipo 2 y otros trastornos metabólicos, en alineación con los objetivos del ODS 3: Salud y bienestar.

El ODS 12: Producción y consumo responsables plantea la necesidad de promover prácticas alimentarias que reduzcan el impacto ambiental de los sistemas de producción y consumo. En el contexto de los comedores comunitarios y universitarios, esto puede reflejarse en acciones como la planificación eficiente de menús, el aprovechamiento de alimentos locales y de temporada, la reducción del desperdicio de alimentos y la incorporación progresiva de preparaciones basadas en plantas, que presentan un menor impacto ambiental en comparación con dietas con mayor presencia de productos de origen animal (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2021).

El ODS 12: Producción y consumo responsables plantea la necesidad de promover prácticas alimentarias que reduzcan el impacto ambiental de los sistemas de producción y consumo. En el contexto de los comedores comunitarios y universitarios, este objetivo puede reflejarse en acciones como la planificación eficiente de menús, el aprovechamiento de alimentos locales y de temporada, la reducción del desperdicio de alimentos y la incorporación progresiva de preparaciones basadas en plantas, las cuales presentan un menor impacto ambiental en comparación con dietas con mayor presencia de productos de origen animal (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2021).

Con el fin de sustentar de manera más específica las diferencias en términos de sostenibilidad entre distintos modelos de alimentación, en el siguiente apartado se abordará una evaluación y comparación del impacto ambiental entre un comedor tradicional y uno sostenible, considerando variables como el tipo de alimentos utilizados, el consumo de recursos naturales y la generación de emisiones. Este análisis permitirá evidenciar de manera más concreta cómo la adopción de estrategias alimentarias basadas en plantas puede contribuir al cumplimiento del ODS 12 en el ámbito de los comedores institucionales.

En cuanto a los comedores universitarios, la adopción de los ODS como marco orientador también fortalece el compromiso institucional con la sostenibilidad y la responsabilidad social. Los comedores universitarios pueden convertirse en espacios estratégicos donde se implementen prácticas alimentarias sostenibles, al mismo tiempo que se promueve la educación nutricional y ambiental entre la comunidad estudiantil. De esta manera, los comedores no solo cumplen una función de apoyo alimentario, sino que también contribuyen a la formación de hábitos alimentarios más sostenibles dentro del entorno universitario.

La incorporación de los Objetivos de Desarrollo Sostenible como guías para la gestión de comedores comunitarios y universitarios en México permite alinear las políticas alimentarias institucionales con compromisos internacionales en materia de seguridad alimentaria, salud pública y sostenibilidad. En el contexto nacional, esto puede vincularse con políticas y

programas como la Estrategia Nacional para la Prevención y el Control del Sobrepeso, la Obesidad y la Diabetes, que promueve mejoras en los entornos alimentarios y hábitos de consumo, así como con programas sociales como Alimentación para el Bienestar, orientados a garantizar el acceso a alimentos básicos y nutritivos en poblaciones vulnerables (Secretaría de Salud, 2013; Secretaría de Bienestar, 2025).

La articulación de estas políticas con el funcionamiento de comedores comunitarios y universitarios favorece el desarrollo de estrategias que mejoren tanto la calidad de la alimentación como el impacto ambiental de los sistemas alimentarios institucionales, contribuyendo al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible en el contexto mexicano.

### **3.2 Evaluación y comparación de impactos ambientales entre un comedor tradicional y uno sostenible**

La evaluación del impacto ambiental de los sistemas alimentarios institucionales es un elemento clave para identificar estrategias que permitan mejorar la sostenibilidad de los servicios de alimentación colectiva. En el caso de los comedores comunitarios y universitarios, el tipo de alimentos utilizados, la forma de abastecimiento y las prácticas de gestión influyen directamente en el consumo de recursos naturales y en la generación de emisiones contaminantes.

Diversos estudios han señalado que los sistemas alimentarios actuales contribuyen de manera significativa al cambio climático, al uso intensivo de agua y suelo, así como a la pérdida de biodiversidad. La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura indica que la producción de alimentos es responsable de una proporción considerable de las emisiones globales de gases de efecto invernadero, especialmente cuando se trata de productos de origen animal (FAO, 2021). Por esta razón, la evaluación de los menús ofrecidos en comedores institucionales se ha convertido en una herramienta importante para analizar su impacto ambiental.

Un comedor tradicional, caracterizado por una alta presencia de productos de origen animal, puede implicar un mayor consumo de recursos naturales. La producción de carne, por ejemplo, requiere grandes cantidades de agua, alimento para el ganado y superficie agrícola, además de generar emisiones de metano y otros gases asociados con la ganadería. Estos factores contribuyen a que las dietas con alto contenido de carne presenten una huella ambiental significativamente mayor en comparación con dietas con mayor presencia de alimentos vegetales.

Un comedor sostenible se caracteriza por la incorporación de estrategias que buscan reducir el impacto ambiental del servicio alimentario. Entre estas estrategias se encuentran la inclusión de menús a base de alimentos de origen vegetal, la utilización de ingredientes locales y de temporada, la optimización del uso de recursos en la preparación de alimentos y la implementación de medidas para disminuir el desperdicio alimentario.

Diversos análisis han demostrado que las dietas basadas principalmente en alimentos de origen vegetal pueden reducir de manera considerable las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) asociadas a la alimentación, además de requerir menos recursos hídricos y menor superficie de tierra para su producción (World Resources Institute, 2019). Esto sugiere que la transición hacia menús con mayor presencia de leguminosas, cereales integrales, frutas y verduras en los comedores institucionales podría contribuir a disminuir el impacto ambiental de estos servicios.

Diversos análisis han demostrado que las alimentaciones basadas principalmente en alimentos de origen vegetal pueden reducir de manera considerable las emisiones de gases de efecto invernadero asociadas a la alimentación, además de requerir menos recursos hídricos y menor superficie de tierra para su producción (World Resources Institute, 2019).

Para ilustrar de manera más clara estas diferencias, a continuación se presenta una comparación entre algunos alimentos representativos de un modelo tradicional (con mayor presencia de productos de origen animal) y un modelo basado en alimentos de origen vegetal, considerando variables clave de impacto ambiental.

**Tabla 2.** Comparación de impacto ambiental entre alimentos de origen animal y vegetal

Tipo de alimento	Emisiones GEI (kg CO <sub>2</sub> -eq/kg)	Uso de agua (L/kg)	Uso de suelo (m <sup>2</sup> /kg)	Clasificación
Carne de res	60	15 000	326	Alto impacto
Carne de cerdo	7	6 000	50	Medio-alto
Pollo	6	4 300	45	Medio
Lentejas	0.9	4 000	8	Bajo impacto
Frijol	2	5 000	15	Bajo impacto
Arroz	2.7	2 500	20	Medio-bajo
Verduras	0.5	300-500	4	Medio-bajo

Comparación del impacto ambiental de distintos alimentos en términos de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), uso de agua y uso de suelo. Se observa que los alimentos de origen animal, particularmente la carne de res, presentan un impacto ambiental significativamente mayor en comparación con alimentos de origen vegetal como leguminosas y verduras. Datos adaptados de World Resources Institute (2019) y Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2019).

Como se observa en la Tabla 2, los alimentos de origen animal presentan valores considerablemente más altos en emisiones de gases de efecto invernadero, uso de agua y uso de suelo en comparación con alimentos de origen vegetal. Estas diferencias permiten sustentar que la transición hacia menús con mayor proporción de alimentos vegetales en comedores comunitarios y universitarios puede contribuir de manera significativa a la reducción del impacto ambiental del sistema alimentario institucional.

Además de la composición del menú, otros factores influyen en la sostenibilidad de los comedores. La correcta planificación de las porciones, el almacenamiento adecuado de alimentos y el aprovechamiento de ingredientes pueden reducir significativamente el desperdicio de alimentos. De acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas, aproximadamente un tercio de los alimentos producidos a nivel mundial se pierde o desperdicia, lo que representa un problema importante desde el punto de vista ambiental y económico (ONU, 2015).

Por lo que la comparación entre un comedor tradicional y uno sostenible permite identificar oportunidades de mejora dentro de los sistemas de alimentación institucional. La adopción de prácticas más sostenibles no solo puede contribuir a la reducción del impacto ambiental, sino que también puede favorecer la eficiencia en el uso de recursos y promover hábitos alimentarios más saludables entre las personas usuarias.

También la implementación de modelos de comedores sostenibles en México representa una alternativa viable para alinear los servicios de alimentación institucional con los principios de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, particularmente aquellos relacionados con la seguridad alimentaria, la salud pública y la producción y consumo responsables.

### **3.3 Propuesta de menús sostenibles y nutritivos para comedores comunitarios y universitarios.**

La implementación de menús sostenibles y nutritivos en comedores comunitarios y universitarios representa una estrategia clave para mejorar la calidad de la alimentación ofrecida, al mismo tiempo que se optimizan los recursos disponibles y se reduce el impacto ambiental del sistema alimentario institucional. Esta propuesta se basa en la incorporación progresiva de alimentos de origen vegetal, sin eliminar completamente otros grupos de alimentos, sino priorizando aquellos que aporten mayor valor nutricional y menor impacto ambiental.

Un menú sostenible en comedores institucionales debe cumplir con tres criterios principales: equilibrio nutricional, viabilidad operativa y sostenibilidad ambiental. El equilibrio nutricional implica garantizar el aporte adecuado de macronutrientes y micronutrientes esenciales, considerando la combinación de alimentos como leguminosas y cereales para asegurar una proteína de buena calidad. La viabilidad operativa se refiere a la posibilidad de implementar estos menús dentro de las condiciones reales de los comedores, incluyendo presupuesto, disponibilidad de insumos y capacidad del personal. Finalmente, la sostenibilidad ambiental considera el uso de ingredientes con menor huella ecológica, preferentemente locales y de temporada (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2019).

Una propuesta básica de menú sostenible puede estructurarse a partir de componentes simples que ya forman parte de la alimentación cotidiana en México. Por ejemplo, se pueden diseñar platillos que incluyan una base de cereal (como arroz o maíz), una fuente de proteína vegetal (frijoles, lentejas o garbanzos), acompañamientos de verduras frescas o cocidas, y una fuente

de grasas saludables como semillas o aceites vegetales. Esta estructura permite mantener preparaciones accesibles, culturalmente aceptadas y fáciles de implementar en comedores institucionales.

La inclusión de frutas como postre o complemento contribuye al aporte de vitaminas, minerales y fibra dietética, mientras que el uso de técnicas culinarias adecuadas, como el remojo de leguminosas o la cocción controlada, puede mejorar la digestibilidad y el aprovechamiento de los nutrientes. Estas prácticas no implican cambios significativos en la infraestructura de los comedores, lo que favorece su aplicación en contextos con recursos limitados.

En el caso de los comedores universitarios, estos menús pueden complementarse con acciones de educación alimentaria que promuevan el consumo de alimentos de origen vegetal y el conocimiento sobre sus beneficios nutricionales y ambientales. De esta manera, los comedores no solo funcionan como espacios de provisión alimentaria, sino también como entornos que fomentan hábitos de alimentación más saludables y sostenibles.

Con el objetivo de mejorar la calidad proteica y la densidad nutricional del menú basado en plantas, se incorpora la soja (soya) como ingrediente estratégico, debido a su alto contenido de proteína (~36–40%) y su perfil de aminoácidos más completo en comparación con otras leguminosas. Su uso permite optimizar el aporte proteico sin incrementar significativamente el impacto ambiental del menú.

Esta propuesta de menús sostenibles y nutritivos busca demostrar que es posible mejorar la calidad de la alimentación en comedores comunitarios y universitarios mediante ajustes graduales, accesibles y alineados con los principios de sostenibilidad, sin requerir transformaciones estructurales complejas.

### **3.3.1 Criterios de diseño del menú**

El modelo se construye a partir de tres ejes fundamentales:

#### **a) Adecuación nutricional**

El diseño del menú considera el cumplimiento de requerimientos de:

- **Macronutrientes:** energía, proteína, lípidos y carbohidratos
- **Micronutrientes críticos en alimentación basada en plantas:**
  - Hierro no hemo
  - Zinc
  - Calcio
  - Vitamina B12 (considerada como punto de atención)
  - Ácidos grasos omega-3

La calidad proteica se aborda mediante la complementación de aminoácidos entre leguminosas (ricas en lisina) y cereales (ricos en metionina), lo que permite mejorar el perfil de aminoácidos esenciales (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2013).

#### b) Sostenibilidad ambiental

➤ El modelo prioriza alimentos con menor impacto ambiental, considerando:

- Menor huella de carbono
- Menor uso de agua
- Menor uso de suelo

➤ Se favorece el uso de:

- Leguminosas
- Cereales
- Verduras de temporada
- Alimentos locales

Esto se sustenta en evidencia que demuestra que los sistemas alimentarios con mayor proporción vegetal presentan menor impacto ambiental global (Poore & Nemecek, 2018).

#### c) Viabilidad operativa

➤ El modelo considera:

- Disponibilidad de insumos en México
- Costos accesibles (leguminosas vs carne)
- Técnicas de preparación tradicionales
- Infraestructura existente en comedores

Esto asegura que la propuesta no sea teórica, sino implementable.

### **3.3.2 Estructura nutricional del menú**

El menú se diseña bajo una estructura funcional que garantiza cobertura nutricional:

#### **Lunes**

➤ Platillo:

- Arroz integral
- Frijoles de olla
- Calabacitas salteadas con jitomate
- Tortillas de maíz
- Naranja

➤ Justificación:

- Complementación proteica: arroz (*metionina*) + frijol (*lisina*) + tortilla (*metionina*) → mejora la calidad de la proteína
- Hierro no hemo: frijol (*hierro*) + naranja (*vitamina C*) → ↑ absorción de hierro
- Fibra dietética: frijol + tortilla + verduras → ↑ saciedad y mejora del control glucémico

## Martes

➤ Platillo:

- Guisado de lentejas con verduras (zanahoria, papa)
- Arroz
- Ensalada de nopales con limón
- Tortillas
- Plátano

➤ Justificación:

- Lentejas = buena fuente de proteína + hierro
- Nopales → fibra soluble → control glucémico
- Limón → mejora absorción de hierro
- Alta saciedad → útil en comedores institucionales

## Miércoles

Platillo:

- Tacos de soja texturizada guisada (tipo “tinga vegetal”)
- Tortillas de maíz
- Lechuga, jitomate y salsa
- Aguacate
- Manzana

➤ Justificación:

- Soja → proteína de alta calidad (mejor perfil aminoacídico que otras leguminosas)
- Contiene ácidos grasos insaturados → beneficio cardiovascular
- Aguacate → mejora absorción de nutrientes liposolubles
- Alta densidad proteica → alternativa directa a carne

## Jueves

➤ Platillo:

- Sopa de verduras

- Arroz
- Garbanzos guisados con espinaca
- Tortillas
- Papaya

➤ Justificación:

- Garbanzo + cereal → proteína completa
- Espinaca → hierro + folatos
- Papaya → digestibilidad + vitaminas
- Fibra → salud intestinal

## **Viernes**

➤ Platillo:

- Pasta integral con proteína de soja texturizada y verduras (tipo boloñesa vegetal)
- Ensalada fresca con limón
- Semillas (ajonjolí o girasol)
- Guayaba

➤ Justificación:

- Soja + trigo → excelente perfil de aminoácidos
- Semillas → aportan omega-6 y minerales (zinc)
- Guayaba → muy alta en vitamina C → mejora absorción de hierro
- Alta densidad nutricional + buena aceptabilidad

## **Justificación global del menú**

➤ Calidad proteica

- Combinación leguminosas + cereales → mejora aminoácidos esenciales
- Inclusión de soja → aumenta calidad proteica total
- Evaluación posible mediante PDCAAS/DIAAS (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2013)

➤ Biodisponibilidad de micronutrientes

- Hierro no hemo optimizado con vitamina C
- Reducción de fitatos mediante cocción/remojo
- Inclusión de verduras → mejora absorción

➤ Perfil lipídico

- Bajo en grasas saturadas

- Alto en grasas insaturadas (semillas, aguacate, soja)

Disminuye el riesgo cardiovascular

➤ Fibra dietética

Alta en todo el menú por lo que tiene beneficios en:

- Microbiota intestinal
- Control glucémico
- Saciedad

➤ Sostenibilidad

- Menor uso de carne → ↓ huella ambiental
- Soja = alta eficiencia proteica por recurso
- Uso de alimentos accesibles en México

➤ Una comida principal en comedor institucional debe aportar aproximadamente:

- 600–900 kcal
- 20–35 g de proteína
- ≥6 mg de hierro
- ≥15 g de fibra

Esto corresponde a ~30–40% de los requerimientos diarios de un adulto promedio (FAO/OMS).

**Tabla 3.** Propuesta de menú semanal con aporte nutricional

Día	Platillo	Energía (kcal)	Proteína (g)	Hierro (mg)	Fibra (g)	Micro nutrientes clave	Fuente proteica	Justificación	Opcionales	Observaciones
Lunes	Arroz integral (180 g) + frijoles (150 g) + calabacitas (120 g) + tortillas (70 g) + naranja (150 g) + aceite (10 g)	~820	25	7	20	Hierro + vitamina C	Frijol	Complementación cereal-leguminosa mejora perfil aminoacídico. Vitamina C ↑ absorción de hierro no hemo	Limón, salsa, chile	Alta fibra; buena biodisponibilidad si se añade ácido ascórbico

Martes	Lentejas (180 g) + arroz (150 g) + nopales (120 g) + tortillas (70 g) + plátano (120 g) + aceite	~850	27	8	23	Hierro + fibra soluble	Lenteja	Lentejas aportan hierro; nopales mejoran respuesta glucémica y salud intestinal	Limón, cebolla, cilantro	Menú con alta saciedad; adecuado para control metabólico
Miércoles	Soja texturizada (100 g hidratada) + tortillas (80 g) + verduras (120 g) + aguacate (40 g) + manzana (150 g) + aceite	~920	32	7	18	Proteína + grasas insaturadas	Soja	Soja tiene mejor perfil aminoacídico; grasas del aguacate favorecen absorción de nutrientes	Salsa, limón, chile	Alta densidad proteica; buena alternativa a proteína animal
Jueves	Garbanzo (150 g) + arroz (150 g) + espinaca (100 g) + tortillas (70 g) + papaya (150 g) + aceite	~840	25	8-9	21	Hierro + folatos	Garbanzo	Espinaca aporta hierro y folatos; vitamina C mejora absorción de hierro	Limón, ajo, cebolla	Puede haber inhibición por oxalatos; se compensa con vitamina C
Viernes	Pasta integral (180 g) + soja (100 g) + ensalada (120 g) + semillas (15 g) + guayaba (120 g) + aceite	~950	34	7-8	19	Zinc + vitamina C	Soja	Soja + trigo mejora calidad proteica; semillas aportan minerales esenciales	Vinagre, limón, chile	Menú más energético; adecuado para alta demanda energética

Menú semanal diseñado con porciones reales de consumo en comedores institucionales, considerando criterios de adecuación nutricional, complementariedad proteica y biodisponibilidad de micronutrientes. Datos estimados con base en USDA y Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Los alimentos marcados como opcionales no están evaluados nutricionalmente ya que se consideraron como un acompañamiento opcional del platillo principal.

Las porciones propuestas permiten alcanzar un aporte de entre 25 y 34 g de proteína por comida, lo cual representa aproximadamente entre el 35 y 50% del requerimiento diario en adultos. Asimismo, el contenido de hierro (7-9 mg) y fibra (18-23 g) refleja una adecuada densidad nutricional, particularmente cuando se incorporan estrategias que favorecen la biodisponibilidad, como la inclusión de vitamina C mediante frutas y componentes opcionales como el limón.

**Tabla 4.** Comparación de costos y valor nutricional: productos de origen animal vs vegetal (por porción equivalente)

Tipo	Producto	Porción	Proteína	Hierro	Costo	Costo por	Observaciones
------	----------	---------	----------	--------	-------	-----------	---------------

			(g)	(mg)	(MXN)	g de proteína	
Animal	Pechuga de pollo	150 g	31 g	1 mg	\$20–25	\$0.65–0.80	Alta proteína, bajo hierro
Vegetal	Frijol cocido	150 g	12 g	3–4 mg	\$6–8	\$0.50–0.60	Más hierro, requiere complementar
Animal	Carne de res	150 g	26 g	2.6 mg	\$30–40	\$1.15–1.50	Alto costo
Vegetal	Lenteja cocida	150 g	13 g	4–5 mg	\$7–9	\$0.55–0.70	Alto hierro y fibra
Animal	Huevo	2 pzas (~100 g)	12 g	1.2 mg	\$6–8	\$0.50–0.65	Buena biodisponibilidad
Vegetal	Garbanzo cocido	150 g	12 g	4 mg	\$7–9	\$0.55–0.70	Más fibra y hierro
Animal	Queso fresco	50 g	9 g	0.2 mg	\$8–10	\$0.90–1.10	Alto en grasa
Vegetal	Soja texturizada	80 g	16–18 g	2–3 mg	\$6–8	\$0.35–0.50	Mejor costo/proteína

Los valores de proteína e hierro corresponden a porciones comestibles promedio. El costo estimado se basa en precios de mercado en México (2025–2026) y puede variar según región y temporada. El costo por gramo de proteína se calculó dividiendo el costo total de la porción entre el contenido proteico. En el caso de fuentes vegetales, el hierro corresponde a hierro no hemo, cuya absorción puede incrementarse mediante la combinación con vitamina C. Las leguminosas requieren complementariedad con cereales para mejorar el perfil de aminoácidos esenciales.

La comparación entre productos de origen animal y vegetal evidencia que las fuentes vegetales de proteína, particularmente las leguminosas y la soja, presentan un menor costo por gramo de proteína en comparación con productos cárnicos. Además, aportan mayores cantidades de fibra dietética y, en muchos casos, un contenido superior de hierro total. Si bien el hierro de origen vegetal presenta menor biodisponibilidad, esta limitación puede ser mitigada mediante estrategias como la combinación con vitamina C y el uso de alimentos fermentados. Estos resultados demuestran que los alimentos de origen vegetal constituyen una alternativa nutricionalmente adecuada, económicamente viable y operativamente eficiente para su implementación en comedores institucionales.

#### ➤ Costo

- Proteína animal = más cara
- Proteína vegetal = más barata por gramo

Especialmente:

- Soja = la más eficiente
- Carne de res = la menos eficiente

➤ Hierro

- Animal → hierro hemo (mejor absorción)
- Vegetal → más cantidad, pero menor absorción

Sin embargo, con vitamina C y (fermentación) se compensa el hierro.

➤ Saciedad y fibra

- Animal → 0 fibra
- Vegetal → alta fibra

#### **4. Incorporación de alimentos fermentados como estrategia para mejorar la biodisponibilidad de nutrientes**

La inclusión de alimentos fermentados en el diseño de menús para comedores comunitarios y universitarios constituye una estrategia viable para mejorar tanto la calidad nutricional como la funcionalidad de las dietas basadas en plantas. A diferencia de enfoques teóricos, su incorporación en este proyecto se plantea a partir de alimentos accesibles, de bajo costo y compatibles con los hábitos alimentarios de la población mexicana.

Uno de los principales beneficios de los alimentos fermentados es su capacidad para mejorar la biodisponibilidad de nutrientes. En dietas basadas en leguminosas y cereales, la presencia de compuestos antinutricionales como fitatos puede limitar la absorción de minerales como hierro y zinc. Sin embargo, durante la fermentación, microorganismos producen enzimas que degradan estos compuestos, favoreciendo la liberación y posterior absorción de dichos minerales (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2013).

Es por esto que se proponen alimentos fermentados específicos que pueden integrarse fácilmente en los menús:

##### **4.1 Vegetales fermentados (tipo curtidos o encurtidos naturales)**

Los vegetales fermentados constituyen una opción accesible para mejorar la biodisponibilidad de minerales en dietas basadas en plantas, debido a la producción de ácidos orgánicos y la reducción de fitatos durante el proceso de fermentación. Elaborados a partir de zanahoria, col, cebolla o chile. Estos alimentos son de bajo costo, fáciles de producir en volumen y aportan ácidos orgánicos que favorecen la absorción de hierro no hemo presente en leguminosas.

La fermentación de vegetales se basa en la actividad de bacterias ácido-lácticas, las cuales metabolizan azúcares simples presentes en los tejidos vegetales, produciendo ácido láctico. Este proceso reduce el pH del medio, inhibe microorganismos patógenos y favorece la

degradación de compuestos antinutricionales como los fitatos (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 1998).

➤ **Ingredientes (para ~1 kg de producto)**

- Vegetales (Zanahoria y col (mezcla)): 1 kg
- Agua potable (hervida y enfriada): 1 L
- Sal sin yodo (de grano o sal marina): 25 g

El yodo puede inhibir bacterias fermentativas

➤ **Materiales**

- Frasco de vidrio con tapa hermética (1.5–2 L)
- Peso (puede ser una bolsa con agua o un vaso pequeño)

➤ **Procedimiento**

**1. Preparación del vegetal**

- Lavar con agua potable.
- Cortar en tiras de 3–5 mm de grosor.
- Pesar para ajustar salinidad correctamente debido a que se debe llegar a una concentración específica.

El corte aumenta el área de contacto y facilita la liberación de azúcares fermentables.

**2. Preparación de salmuera**

- Disolver 25 g de sal en 1 L de agua.

La concentración de sal (~2.5%) evita bacterias dañinas y favorece bacterias buenas..

**3. Envasado (condición anaerobia)**

- Colocar los vegetales en el frasco.
- Añadir la salmuera hasta cubrir completamente.
- Colocar el peso para mantenerlos sumergidos.
- Cerrar bien el frasco.

Las bacterias ácido-lácticas trabajan mejor sin oxígeno.

**4. Fermentación**

- Temperatura: 20–25 °C
- Tiempo: 5–7 días
- Abrir ligeramente cada 1–2 días para liberar gas

Producción de ácido láctico que provoca disminución de pH (~4 o menos), lo que conlleva a una inhibición microbiana más la activación de fitasas (enzimas hidrolasas que descomponen el ácido fítico (fitato)).

## 5. Almacenamiento

- Refrigerar a 4 °C
- Vida útil: 2–4 semanas

**Figura 4.** Proceso de fermentación de vegetales



Proceso de fermentación de vegetales mediante salmuera, desde la preparación hasta el almacenamiento, destacando condiciones de anaerobiosis, temperatura y producción de ácido láctico.

Se propone como acompañamiento directo de platillos a base de leguminosas, como frijoles, lentejas y garbanzo. Esta combinación permite mejorar la absorción de hierro no hemo, debido a la presencia de ácidos orgánicos generados durante la fermentación, los cuales favorecen su solubilidad en el tracto gastrointestinal (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 1998).

Su incorporación se realiza en porciones de 30–50 g por persona, servidas como guarnición, sin requerir modificaciones en los tiempos de preparación del platillo principal.

## 4.2 Salsas fermentadas

Derivadas de jitomate y chile, pueden sustituir o complementar las salsas tradicionales. Además de mejorar la aceptabilidad sensorial del menú, aportan compuestos antioxidantes y favorecen la biodisponibilidad de micronutriente, además, la fermentación de salsas implica la transformación de azúcares en ácidos orgánicos.

La fermentación permite la producción de ácidos orgánicos y compuestos antioxidantes, mejorando estabilidad y biodisponibilidad (FAO, 1998).

### ➤ **Ingredientes**

- Jitomate: 500 g
- Chile: 100 g
- Sal: 12 g (2%)

### ➤ **Materiales**

- Licuadora
- Frasco de vidrio con tapa (no completamente hermética)

### ➤ **Procedimiento**

#### 1. **Molienda**

- Lavar y desinfectar ingredientes.
- Licuar con poca agua hasta obtener una mezcla homogénea.

#### 2. **Salado**

- Añadir 12 g de sal y mezclar uniformemente.

Se da la selección de bacterias ácido-lácticas (Control microbiológico).

#### 3. **Fermentación**

- Colocar en frasco sin llenar completamente (dejar 20% espacio).
- Tapar sin sellar completamente.
- Temperatura: 22–25 °C
- Tiempo: 3–5 días

Aquí hay oxígeno limitado (semi-anaerobio)

La producción de ácido láctico provoca la disminución de pH por lo que se da una estabilidad microbiológica.

#### 4. **Almacenamiento**

- Refrigerar
- Vida útil: 2–3 semanas

**Figura 4.** Proceso de salsas fermentadas



Proceso de fermentación de salsa vegetal mediante fermentación ácido-láctica en condiciones semi-anaerobias, donde la adición de sal ( $\approx 2\%$ ) favorece el crecimiento de bacterias benéficas y la producción de ácido láctico, provocando la disminución del pH y la estabilización microbiológica del producto.

Las salsas fermentadas se integran como sustituto o complemento de salsas tradicionales dentro del menú, especialmente en preparaciones con tortillas, arroz y soja. Su función principal es mejorar la aceptabilidad sensorial del menú, además de aportar compuestos antioxidantes y favorecer la biodisponibilidad de micronutrientes.

La inclusión de este tipo de fermentado permite mantener hábitos alimentarios familiares para la población usuaria, facilitando la adopción del modelo propuesto.

### 4.3 Productos fermentados de soja (como tempeh)

Representan una alternativa proteica de alta calidad. La fermentación de la soja mejora la digestibilidad de sus proteínas y reduce compuestos que interfieren con su absorción, lo que la convierte en una opción estratégica dentro de menús basados en plantas

Se realiza mediante el crecimiento del hongo *Rhizopus oligosporus*, el cual forma una red micelial que une los granos de soja, mejorando la digestibilidad de proteínas y reduciendo compuestos antinutricionales (Nout & Kiers, 2005).

#### ➤ Ingredientes

- Soja en grano entero seco (se consigue en: mercados a granel, tiendas naturistas, distribuidores de granos): 500 g
- Vinagre blanco comercial (4–6% acidez): 20 mL
- Cultivo iniciador de tempeh (*Rhizopus spp.*): 1 g

Dónde conseguir el cultivo:

- Tiendas especializadas en fermentación
- Internet (Mercado Libre, Amazon, etc.)
- Marcas: “starter tempeh”

#### ➤ Materiales

- Olla
- Colador
- Charola o superficie limpia
- Bolsas de plástico grado alimenticio (tipo polietileno o ziploc)
- Aguja o palillo (para perforar)
- Incubadora o lugar cálido (30–32 °C)

#### ➤ Procedimiento

##### 1. Remojo

- Colocar los 500 g de soja en 1.5–2 L de agua (preferentemente en una relación 1:3)
- Tiempo: 12–16 horas
- Temperatura: ambiente (20–25 °C)

Empieza la hidratación del grano lo que conlleva a la activación de enzimas y el inicio de ablandamiento de la matriz vegetal

##### 2. Descascarado

- Frotar los granos con las manos después del remojo
- Retirar la mayor cantidad posible de cáscaras
- Enjuagar varias veces

Facilita el crecimiento del hongo y reduce contaminación microbiana

### 3. **Cocción**

- Hervir los granos en agua limpia
- Tiempo: 30–45 minutos
- Deben quedar cocidos pero firmes (no blandos tipo puré)

Se da la desnaturalización de proteínas, inactivación de inhibidores de tripsina y reducción de carga microbiana inicial

### 4. **Secado superficial**

- Escurrir completamente
- Extender en una charola
- Dejar enfriar y secar 15–30 min

Deben quedar húmedos por dentro y secos al tacto por fuera

El exceso de agua favorece bacterias no deseadas y afecta al hongo.

### 5. **Acidificación**

- Añadir 15–20 mL de vinagre blanco (se reduce el pH ~4.5–5).
- Mezclar uniformemente.

Previene el crecimiento bacteriano indeseado y favorece el desarrollo del hongo *Rhizopus*.

### 6. **Inoculación**

- Añadir 1 g de cultivo iniciador y mezclar homogéneamente.
- El cultivo es un polvo que contiene esporas del hongo *Rhizopus*

Las esporas germinan e inicia crecimiento micelial

### 7. **Incubación**

- Colocar en bolsas perforadas de plástico grado alimenticio.
- Aplanar formando capas de 2–3 cm de grosor
- Hacer perforaciones cada 2–3 cm con aguja
- Temperatura: 30–32 °C
- Tiempo: 24–48 h

Señales de buen proceso:

- Formación de capa blanca
- Granos unidos entre sí
- Olor agradable (tipo nuez)

Se da la producción de enzimas proteolíticas, crecimiento micelial lo que provoca formación de matriz que hace que aumente la digestibilidad proteica y disminuyen los fitatos.

## 8. Detención de fermentación

- Refrigerar a 4 °C
- Vida útil: 5–7 días refrigerado o congelar para mayor duración

**Figura 6.** Proceso de fermentación del Tempeh



Descripción detallada de las etapas de acondicionamiento de la soja (*Glycine max*), incluyendo parámetros críticos de acidificación (pH) e incubación (30–32 °C) durante un periodo de 24–48 horas para asegurar la fermentación fúngica óptima.

El uso de productos fermentados de soja, como el tempeh, se plantea como sustitución parcial de la soja texturizada en determinados días del menú. Esta sustitución no solo diversifica las preparaciones, sino que mejora la digestibilidad de la proteína vegetal y reduce la presencia de compuestos antinutricionales (Nout & Kiers, 2005).

La incorporación se propone en porciones equivalentes (~100 g por persona), manteniendo el aporte proteico del platillo.

#### 4.4 Bebidas fermentadas no alcohólicas (kombucha)

La kombucha es una bebida fermentada obtenida mediante la acción de un cultivo simbiótico de bacterias y levaduras (SCOBY), el cual transforma los azúcares del té en ácidos orgánicos, principalmente ácido acético, generando un producto con pH bajo y compuestos bioactivos (Villarreal-Soto et al., 2018).

El SCOBY (por sus siglas en inglés *Symbiotic Culture of Bacteria and Yeast*) es un consorcio microbiano compuesto por bacterias ácido-acéticas y levaduras que trabajan de manera conjunta durante la fermentación.

Físicamente, el SCOBY se presenta como una estructura gelatinosa, de color blanco a beige, con textura firme y ligeramente elástica, formada principalmente por celulosa bacteriana producida por las bacterias acéticas. se compone microbiológicamente de Levaduras (degradan azúcares y producen etanol) y bacterias acéticas (transforman el etanol en ácido acético).

**Imagen 1.** Características fenotípicas de un cultivo simbiótico saludable (SCOBY).



Muestra representativa de un consorcio microbiano sano. Se observa una consistencia firme, superficie lisa y una coloración parda uniforme, indicativos de una actividad metabólica saludable y ausencia de contaminantes fúngicos externos. Obtenida de <https://gourmetdemexico.com.mx/wp-content/uploads/2024/02/scoby-hongo-para-fermentacion-5.jpg>

##### ➤ Ingredientes

- Agua: 1.3 L
- Té negro: 12 g
- Azúcar mascabado: 120 g
- SCOBY (Symbiotic Culture of Bacteria and Yeast) + líquido iniciador: 200 mL

##### ➤ Materiales

- Olla de acero inoxidable
- Frasco de vidrio ( $\geq 2$  L)
- Tela limpia o manta
- Liga elástica

### ➤ Procedimiento (1.5 L)

1. Preparación del té
  - Llevar 1.3 L de agua a ebullición (90–100 °C).
  - Añadir 12 g de té negro
  - Dejar infundir 10–15 minutos
  - Colar en un recipiente
  - Disolver azúcar.
  
2. **Enfriamiento**
  - Bajar a 25 °C.

No inocular en caliente porque elimina al microorganismo.

3. **Inoculación**
  - Añadir SCOBY y líquido iniciador (reduce pH y evita contaminación).

Puede flotar, hundirse o quedar suspendido (todas son condiciones normales). Esto depende de densidad, gases atrapados, formación de nuevas capas

4. **Fermentación**
  - Cubrir con tela el agujero del frasco
  - Sujetar con liga
  - No cerrar herméticamente
  - Temperatura: 24–28 °C
  - Tiempo: 7–10 días
  - pH ( $\approx 2.5$ –3.5)

5. **Envasado**
  - Extraer el SCOBY
  - Refrigerar a 4 °C

6. **Mantenimiento del SCOBY (si no se planea hacer una nueva fermentación)**
  - Mantener en líquido (200ml)
  - Condición aerobia
  - Cubrir con tela (no tapa hermética) 20–25 °C

Un SCOBY sano debe presentar color blanco a beige, superficie uniforme o con capas, olor ácido agradable

En cuanto a sus signos de contaminación se dan manchas verdes, negras o peludas (moho)

Cada 2–4 semanas preparar una solución ajustada de kombucha para 200 ml y añadirla al SCOBY para mantener el medio vivo (si no se piensa usar para una nueva fermentación)

**Figura 7.** Proceso de fermentación de la kombucha



Descripción secuencial de las etapas de infusión, enfriamiento controlado para preservar viabilidad microbiana, inoculación, y parámetros operativos (temperatura, pH) requeridos para la bioconversión aeróbica de azúcares y polifenoles por el consorcio simbiótico SCOBY.

Las bebidas fermentadas, como la kombucha, se consideran como complemento ocasional dentro del menú, debido a sus implicaciones logísticas y de costo. Su inclusión se sugiere en

una frecuencia limitada (1 vez por semana), priorizando su uso en contextos donde exista capacidad de producción o abastecimiento.

#### **4.5 Kéfir de agua**

El kéfir es un sistema fermentativo complejo compuesto por un consorcio de bacterias ácido-lácticas, bacterias acéticas y levaduras que coexisten en una matriz denominada “nódulos de kéfir”. Durante la fermentación del kéfir, las levaduras convierten los azúcares en etanol y dióxido de carbono, mientras que las bacterias ácido-lácticas y acéticas producen ácidos orgánicos que disminuyen el pH del medio, mejorando su estabilidad microbiológica y generando compuestos bioactivos (Prado et al., 2015).

##### **➤ Ingredientes (para 1 L)**

- Agua potable: 1 L
- Azúcar (blanca o mascabado): 30–50 g
- Nódulos de kéfir: 20–30 g

##### **➤ Materiales**

- Frasco de vidrio (1–1.5 L)
- Tela limpia o tapa no hermética
- Colador de plástico (NO metal prolongado)

##### **➤ Procedimiento**

###### **1. Disolución del azúcar**

- Añadir 30–50 g de azúcar al litro de agua
- Mezclar hasta disolver completamente

El azúcar (sacarosa) funciona como fuente de carbono y energía para los microorganismos.

Las levaduras rompen la sacarosa en glucosa y fructosa, comienzan a fermentar estos azúcares

###### **2. Inoculación con nódulos de kéfir**

- Añadir 20–30 g de nódulos al agua azucarada

Es importante especificar que se utilizan nódulos de kéfir de agua, los cuales difieren de los nódulos de kéfir de leche tanto en su composición microbiana como en su sustrato de fermentación.

Los nódulos de kéfir de agua son estructuras gelatinosas que contienen un consorcio de microorganismos, principalmente bacterias ácido-lácticas, bacterias acéticas y levaduras, adaptados a fermentar soluciones azucaradas. Mientras que los nódulos de kéfir de leche están diseñados para fermentar lactosa y no son adecuados para este tipo de preparación.

La adición de estos nódulos introduce el cultivo microbiano responsable del proceso fermentativo, iniciando la transformación de los azúcares en compuestos como ácidos orgánicos, dióxido de carbono y pequeñas cantidades de etanol.

Se introduce el consorcio microbiano que iniciará la fermentación.

### 3. Fermentación (24–48 h)

- Cubrir el frasco con tela (NO cerrar herméticamente)
- Dejar a temperatura ambiente (20–25 °C)
- Tiempo: 24–48 horas

La condición es semi-aerobia, hay algo de oxígeno pero no es completamente abierto

Durante la fermentación del kéfir, las levaduras transforman los azúcares en etanol y dióxido de carbono, lo que genera una ligera efervescencia. De manera simultánea, las bacterias ácido-lácticas convierten los azúcares en ácido láctico, provocando la disminución del pH, mientras que las bacterias acéticas transforman el etanol en ácido acético, aportando acidez y estabilidad microbiológica. Como resultado, se obtiene una bebida con pH bajo ( $\approx 3.5-4.5$ ), con compuestos bioactivos y una ligera carbonatación.

### 4. Filtrado

- Colar el líquido para separar los nódulos
- Usar colador plástico **porque** se detiene la fermentación principal y se recupera el cultivo para reutilizar.

### 5. Almacenamiento

- Refrigerar el líquido obtenido (4 °C)

La baja temperatura reduce la actividad microbiana y estabiliza el producto

**Figura 8.** Proceso de fermentación de Kéfir



Etapas de preparación del sustrato glucosado, inoculación con nódulos de kéfir (20-30 g/L) y el periodo de incubación a temperatura ambiente. Se resalta la fase de separación de la biomasa mediante filtración y la posterior estabilización térmica del producto final a 4 °C para ralentizar la actividad metabólica residual.

El kéfir de agua se incorpora como opción de postre o bebida funcional, sustituyendo preparaciones con bajo valor nutricional. Su inclusión permite aportar microorganismos benéficos y compuestos bioactivos derivados del proceso de fermentación, contribuyendo a la salud intestinal y a la estabilidad microbiológica del alimento (Prado et al., 2015).

Se propone una porción de 150–200 mL por persona, pudiendo combinarse con fruta fresca para mejorar su aceptabilidad sensorial, aportar fibra dietética y enriquecer el perfil de compuestos antioxidantes.

### **Conclusiones**

La optimización de menús en comedores comunitarios y universitarios mediante la reformulación de preparaciones tradicionales y la sustitución parcial de productos de origen animal por alternativas basadas en plantas constituye una estrategia viable para mejorar simultáneamente la calidad nutricional, la sostenibilidad ambiental y la eficiencia en el uso de recursos dentro de los sistemas alimentarios institucionales. El análisis desarrollado demuestra que es posible cubrir requerimientos energéticos, proteicos y de micronutrientes mediante el uso de combinaciones estratégicas de cereales, leguminosas y fuentes proteicas como la soja, manteniendo la funcionalidad y aceptabilidad de los menús.

La calidad nutricional de las dietas basadas en plantas no depende únicamente de la selección de ingredientes, sino de su adecuada planificación y procesamiento. La complementariedad proteica, la incorporación de vitamina C para mejorar la absorción de hierro no hemo y la consideración de la matriz alimentaria permiten optimizar el aprovechamiento de nutrientes. Es por eso que la integración de procesos como la fermentación de alimentos representa una herramienta tecnológica relevante, al contribuir a la reducción de compuestos antinutricionales y al incremento de la biodisponibilidad de minerales, fortaleciendo el valor funcional de los menús propuestos.

La evaluación del impacto ambiental evidencia que la reducción en el uso de productos de origen animal puede contribuir significativamente a disminuir la huella hídrica, las emisiones de gases de efecto invernadero y la presión sobre los recursos naturales. Este aspecto adquiere especial relevancia en México, donde el estrés hídrico y la degradación de suelos representan limitantes críticas para la sostenibilidad del sistema alimentario. La transición hacia menús con mayor proporción de alimentos de origen vegetal se posiciona, por tanto, como una estrategia congruente con los retos ambientales actuales.

La incorporación de criterios éticos relacionados con el bienestar animal refuerza la pertinencia de la propuesta, al considerar las implicaciones asociadas a los sistemas de producción intensiva. La reducción en la dependencia de productos de origen animal no solo responde a factores ambientales y de salud pública, sino también a la necesidad de avanzar hacia modelos de producción y consumo más responsables.

Tomando en cuenta el diseño operativo, la propuesta desarrollada demuestra que la implementación de menús sostenibles es factible en condiciones reales, sin requerir

modificaciones significativas en infraestructura o recursos, lo que favorece su escalabilidad en comedores institucionales. La estandarización de preparaciones, el uso de insumos accesibles y la integración de alimentos fermentados permiten construir un modelo replicable y adaptable a diferentes contextos.

Se contribuye, por lo tanto, al diseño de estrategias alimentarias integrales que articulan nutrición, sostenibilidad, tecnología de alimentos y consideraciones éticas, posicionando a los comedores comunitarios y universitarios como espacios clave para la transformación del sistema alimentario. La implementación de este tipo de propuestas representa una vía concreta para avanzar hacia sistemas alimentarios más sostenibles, accesibles y nutricionalmente adecuados en México.

La implementación de menús basados en plantas en comedores comunitarios y universitarios abre la posibilidad de desarrollar programas piloto que permitan evaluar su desempeño en condiciones reales. La medición de indicadores como aceptabilidad sensorial, adherencia de los usuarios, costos operativos y el impacto nutricional en la población atendida resulta fundamental para validar la viabilidad de la propuesta y ajustar su diseño en función de las características específicas de cada institución.

La evaluación a mediano y largo plazo del impacto en la salud de los usuarios representa una línea de investigación relevante, particularmente en relación con la prevención de enfermedades crónicas no transmisibles. El análisis de parámetros como el estado nutricional, el control glucémico y los perfiles lipídicos permitiría establecer con mayor precisión los beneficios asociados a la adopción de dietas con mayor proporción de alimentos de origen vegetal en contextos institucionales.

El análisis comparativo del impacto ambiental de los menús propuestos constituye otra área de desarrollo, mediante la cuantificación de indicadores como la huella hídrica, la huella de carbono y el uso de suelo. La generación de estos datos permitiría fortalecer la toma de decisiones en políticas alimentarias institucionales y contribuir a la alineación con estrategias nacionales e internacionales de sostenibilidad.

## Bibliografía

- Afshin, A., et al. (2019). Health effects of dietary risks in 195 countries, 1990–2017. *The Lancet*, 393(10184), 1958–1972. [https://www.thelancet.com/article/S0140-6736\(19\)30041-8/fulltext](https://www.thelancet.com/article/S0140-6736(19)30041-8/fulltext)
- Alimentación para el Bienestar: un paso hacia la justicia social y alimentaria. (2025). Gobierno de México. <https://www.gob.mx/alimentacionparaelbienestar/articulos/alimentacion-para-el-bienestar-un-paso-hacia-la-justicia-social-y-alimentaria>
- Benz, B. (2012). *Diversidad y domesticación de plantas en Mesoamérica*. UNAM.
- Cabadas, M. (2025, 27 de marzo). UNAM instalará comedores comunitarios móviles; busca dar apoyo nutricional a estudiantes. *El Universal*. <https://www.eluniversal.com.mx/nacion/unam-instalara-comedores-comunitarios-moviles-busca-dar-apoyo-nutricional-a-estudiantes>
- Cedillo Nolasco, M. T. (2025, 17 de marzo). Comedores universitarios de la UAM: calidad nutritiva al alcance de todos. *Tu casa UAM*. <https://tucasa.uam.mx/comedores-universitarios-de-la-uam-calidad-nutritiva-al-alcance-de-todos/>
- Coe, S. D., & Coe, M. D. (2013). *The true history of chocolate*. Thames & Hudson. <https://www.semanticscholar.org/paper/The-True-History-of-Chocolate-Coe-Coe/e8ab8a6c24bb19d8a18e750ca507500c09626708>
- Comedores comunitarios, asignatura pendiente en la UNAM. (2025, 3 de marzo). Pie de Página. <https://piedepagina.mx/comedores-comunitarios-asignatura-pendiente-en-la-unam/>
- Comedores para el Bienestar. (2025). Secretaría de Bienestar de la Ciudad de México. <https://sebien.cdmx.gob.mx/comedores-sociales-bienestar>
- Comité de Derechos Económicos, Sociales y Culturales (Comité DESC). (1999). *Observación General N° 12: El derecho a una alimentación adecuada*. Naciones Unidas. <https://www.refworld.org/es/leg/coment/cescr/1999/es/87491>
- Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social. (2020). *Medición de la pobreza en México 2018–2020*. [https://www.coneval.org.mx/Medicion/MP/Paginas/Pobreza\\_2020.aspx](https://www.coneval.org.mx/Medicion/MP/Paginas/Pobreza_2020.aspx)
- Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social. (2022). *Informe sobre inseguridad alimentaria en México*.
- Crippa, M., Solazzo, E., Guizzardi, D., Monforti-Ferrario, F., & Tubiello, F. N. (2021). Food systems are responsible for a third of global anthropogenic GHG emissions. *Nature Food*, 2(3), 198–209. <https://www.nature.com/articles/s43016-021-00225-9>
- El Universal*. (2025). La UNAM implementa comedores móviles para apoyar a estudiantes. <https://www.eluniversal.com.mx>

*Entre puestos callejeros, comedores y tupperes: así comen los universitarios de la UNAM.* (2025, 19 de mayo). *El País México.* <https://elpais.com/mexico/2025-05-19/entre-puestos-callejeros-comedores-y-tupperes-asi-com-en-los-universitarios-de-la-unam.html>

*Exigen alumnos comedores universitarios.* (2025, 3 de septiembre). *La Razón.* <https://www.razon.com.mx/ciudad/2025/09/03/estudiantes-exigen-comedores-subsidiados-en-la-unam-ipn-y-uam/>

FAO. (1996). *Cumbre Mundial sobre la Alimentación: Declaración de Roma sobre la Seguridad Alimentaria Mundial.* Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. <https://www.fao.org/4/w3613s/w3613s00.htm>

FAO. (2013). *Dietary protein quality evaluation in human nutrition.* <https://www.fao.org/3/i3124e/i3124e.pdf>

FAO. (2013). *Tackling climate change through livestock: A global assessment of emissions and mitigation opportunities.* Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. <https://www.fao.org/4/i3437e/i3437e.pdf>

FAO. (2013). *Tackling climate change through livestock: A global assessment of emissions and mitigation opportunities.* Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. <https://www.fao.org/3/i3437e/i3437e.pdf>

FAO. (2014). *Legumes and grains in Mesoamerican diets.* Food and Agriculture Organization of the United Nations.

FAO. (2016). *Año Internacional de las Legumbres 2016: Las legumbres, semillas nutritivas para un futuro sostenible.* Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/c0125315-854e-40f5-8a25-8c52af036a13/content>

FAO. (2019). *Dietas saludables a partir de sistemas alimentarios sostenibles: Orientaciones.* Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. <https://www.fao.org/3/ca6640es/ca6640es.pdf>

FAO. (2019). *Plates, pyramids, planet.* <https://www.fao.org/3/ca6640en/ca6640en.pdf>

FAO. (2019). *Sustainable food systems: Concept and framework.* Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. <https://www.fao.org/3/ca2079en/CA2079EN.pdf>

García Pecina, G. H., & Segura-Salazar, C. M. (2025). *Diversidad y hábitos alimentarios en estudiantes universitarios: influencias socioeconómicas y disponibilidad de alimentos.* *Estudios Sociales Revista de Alimentación Contemporánea y Desarrollo Regional.* <https://doi.org/10.24836/es.v35i66.1628>

*Global Nutrition Report.* (2020). *Chapter 4: Food systems and nutrition equity.* In *2020 Global Nutrition Report: Action on equity to end malnutrition.*

[https://media.globalnutritionreport.org/documents/Chapter\\_4\\_2020\\_Global\\_Nutrition\\_Report\\_Spanish.pdf](https://media.globalnutritionreport.org/documents/Chapter_4_2020_Global_Nutrition_Report_Spanish.pdf)

Hernández Osorio, L. (2025, 25 de abril). En CU la comida es cara y de mala calidad, reprochan universitarios. La Jornada. <https://www.jornada.com.mx/2025/04/25/politica/013n1pol>

Hutkins, R. W. (2018). *Microbiology and technology of fermented foods* (2nd ed.). Wiley-Blackwell. <https://doi.org/10.1002/9781119027447>

iAgua. (2024). La crisis del agua en México: un desafío central. <https://www.iagua.es/noticias/redaccion-iagua/crisis-agua-mexico-desafio-central-elecciones-presidenciales-2024>

Infobae. (2024, marzo 26). ¿Qué lugar ocupa México en el ranking de naciones con mayor estrés hídrico? <https://www.infobae.com/mexico/2024/03/26/que-lugar-ocupa-mexico-en-el-ranking-de-naciones-con-mayor-estres-hidrico/>

INSP. (2021). Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2020 sobre COVID-19. Resultados nacionales. Instituto Nacional de Salud Pública. <https://ensanut.insp.mx/encuestas/ensanutcontinua2020/doctos/informes/ensanutCovid19ResultadosNacionales.pdf>

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2024). Medición de la pobreza multidimensional en México 2024.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2024). Principales causas de muerte en México 2024.

Instituto Nacional de Salud Pública. (2021). Alimentación y entornos universitarios en México. <https://www.insp.mx>

Jay, J. M., Loessner, M. J., & Golden, D. A. (2005). *Modern food microbiology* (7th ed.). Springer.

Marco, M. L., et al. (2017). Health benefits of fermented foods: Microbiota and beyond. *Current Opinion in Biotechnology*, 44, 94–102. <https://doi.org/10.1016/j.copbio.2016.11.010>

Moubarac, J.-C., et al. (2023). Higher consumption of ultra-processed foods is associated with lower plant-based diet quality in Australian adults. *Nutrients*, 17(7), 1244. <https://doi.org/10.3390/nu17071244>

MVS Noticias. (2024). Comedores comunitarios en CDMX ahora tienen rango constitucional: así funcionan. <https://mvsnoticias.com/nacional/2024/6/24/comedores-comunitarios-en-cdmx-ahora-tienen-rango-constitucional-asi-funcionan-645232.html>

Nava-Amante, P. A., Betancourt-Núñez, A., Vizmanos, B., Salas-García, M. A., Bernal-Orozco, M. F., Vargas-García, E. J., & Díaz-López, A. (2025). Food security in a

college community: assessing availability, access, and consumption patterns in a Mexican context. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 22(9), 1314. <https://www.mdpi.com/1660-4601/22/9/1314>

Nout, M. J. R., & Kiers, J. L. (2005). *Tempe fermentation, innovation and functionality*. *Journal of Applied Microbiology*. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2672.2005.02799.x>

Nout, M. J. R., & Kiers, J. L. (2005). *Tempe fermentation, innovation and functionality: Update into the third millennium*. *Journal of Applied Microbiology*, 98(4), 789–805. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2672.2005.02799.x>

OCDE. (2016). *The polluter-pays principle: OECD analyses and recommendations*. Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos.

ONU. (1992). *Declaración de Río sobre Medio Ambiente y Desarrollo*. Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo. <https://www.un.org/spanish/esa/sustdev/agenda21/riodeclaration.htm>

ONU. (2015). *Objetivos de Desarrollo Sostenible*. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/>

ONU. (2021). *Food Systems Summit 2021: Action tracks and scientific briefs*. Naciones Unidas. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/food-systems-summit-2021/>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (1998). *Fermented fruits and vegetables: A global perspective*. <http://www.fao.org/3/x0560e/x0560e.htm>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (1998). *Fermented fruits and vegetables: A global perspective*. <https://www.fao.org/3/x0560e/x0560e.pdf>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2021). *Sistemas alimentarios sostenibles y dietas saludables*. FAO. <https://www.fao.org/sustainable-food-systems>

Poore, J., & Nemecek, T. (2018). *Reducing food's environmental impacts through producers and consumers*. *Science*, 360(6392), 987–992. <https://doi.org/10.1126/science.aag0216>

Poore, J., & Nemecek, T. (2018). *Reducing food's environmental impacts through producers and consumers*. *Science*, 360(6392), 987–992. <https://www.science.org/doi/10.1126/science.aag0216>

Prado, M. R., et al. (2015). *Milk kefir: Composition, microbial cultures, biological activities*. *Nutrition Research Reviews*. <https://doi.org/10.1017/S0954422414000275>

Prado, M. R., et al. (2015). *Milk kefir: Composition, microbial cultures, biological activities*. *Nutrition Research Reviews*. <https://doi.org/10.1017/S0954422414000275>

Prado, M. R., Blandón, L. M., Vandenberghe, L. P. S., Rodrigues, C., Castro, G. R., Thomaz-Soccol, V., & Soccol, C. R. (2015). *Milk kefir: Composition, microbial cultures,*

biological activities, and related products. *Nutrition Research Reviews*, 28(1), 82–96. <https://doi.org/10.1017/S0954422414000275>

Programa de Apoyo Alimentario. (2015). Secretaría de Bienestar. <https://www.gob.mx/bienestar/documentos/programa-de-apoyo-alimentario>

Programa de comedores populares universitarios. (2024). Somos News. <https://somosnews.com.mx/actualidad/comedores-populares-para-universitarios-en-cdmx/>

Secretaría de Bienestar de la Ciudad de México. (2024). Comedores para el Bienestar. Gobierno de la Ciudad de México. <https://sebien.cdmx.gob.mx/comedores-sociales-bienestar>

Secretaría de Bienestar. (2025). Programas de alimentación y bienestar. Gobierno de México. <https://www.gob.mx/bienestar>

SEMARNAT. (2020). Informe del Medio Ambiente en México 2020. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. [https://dsiappsdev.semarnat.gob.mx/datos/portal/transparencia/2020/Medio\\_Ambiente\\_Segun\\_do\\_Informe\\_de\\_Labores.pdf](https://dsiappsdev.semarnat.gob.mx/datos/portal/transparencia/2020/Medio_Ambiente_Segun_do_Informe_de_Labores.pdf)

Tamang, J. P., Watanabe, K., & Holzapfel, W. H. (2016). Review: Diversity of microorganisms in global fermented foods and beverages. *Frontiers in Microbiology*, 7, 377. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2016.00377>

UAM Xochimilco. (2025). Comedores universitarios de la UAM: calidad nutritiva al alcance de todos. Tu casa UAM. <https://tucasa.uam.mx/comedores-universitarios-de-la-uam-calidad-nutritiva-al-alcance-de-todos/>

UNESCO. (2005). Declaración Universal sobre Bioética y Derechos Humanos. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. <https://www.conbioetica-mexico.salud.gob.mx/descargas/pdf/subtemas/bioeticayderechoshumanos.pdf>

UNFCCC. (2015). Paris Agreement. United Nations Framework Convention on Climate Change. <https://observatoriop10.cepal.org/en/treaty/paris-agreement-framework-convention-climate-change>

Universidad Autónoma de la Ciudad de México (UACM). (2024). Lineamientos para el uso del comedor universitario. [https://uacm.edu.mx/Portals/21/adam/Content/Lineamientos\\_comedor\\_universitario.pdf](https://uacm.edu.mx/Portals/21/adam/Content/Lineamientos_comedor_universitario.pdf)

Universidad Autónoma de la Ciudad de México. (2024). Documento de análisis sobre comedores universitarios UACM (Informe interno). [https://www.uacm.edu.mx/publicaciones/2024/3/13/Documento\\_final\\_grupo\\_comedores.pdf](https://www.uacm.edu.mx/publicaciones/2024/3/13/Documento_final_grupo_comedores.pdf)

Villarreal-Soto, S. A., et al. (2018). Understanding kombucha tea fermentation. *Journal of Food Science*. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.14068>

Willett, W., Rockström, J., Loken, B., Springmann, M., Lang, T., Vermeulen, S., Garnett, T., Tilman, D., DeClerck, F., Wood, A., Jonell, M., Clark, M., Gordon, L. J., Fanzo, J., Hawkes, C., Zurayk, R., Rivera, J. A., De Vries, W., Sibanda, L. M., ... Murray, C. J. L. (2019). Food in the Anthropocene: The EAT–Lancet Commission on healthy diets from sustainable food systems. *The Lancet*, 393(10170), 447–492. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(18\)31788-4](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(18)31788-4)

World Health Organization. (2018). Healthy diet. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/healthy-diet>

World Resources Institute. (2019). Creating a sustainable food future: A menu of solutions to feed nearly 10 billion people by 2050. <https://www.wri.org/research/creating-sustainable-food-future>

Xantomila, J. (2025, 21 de marzo). Piden a la UNAM atender demanda sobre comedores subsidiados. *La Jornada*. <https://www.jornada.com.mx/noticia/2025/03/21/sociedad/piden-a-la-unam-atender-demanda-sobre-comedores-subsidiados>