

Estimación de emisiones de gases de efecto invernadero en la dieta de mujeres adolescentes en áreas rurales de oriente de Guatemala

Andrea Gabriela Alvarez Escobar¹ , Manolo Mazariegos¹ ,
Marvin Geovany Álvarez Castañeda² , Erick Boy² .

Resumen: Estimación de emisiones de gases de efecto invernadero en la dieta de mujeres adolescentes residentes en áreas rurales del oriente de Guatemala.

Introducción. La producción de alimentos es una de las principales causas de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI). Estimar las emisiones GEI de la dieta es el punto de partida para definir dietas saludables y sostenibles con el ambiente. **Objetivo.** Estimar el total GEI de la dieta de mujeres adolescentes del oriente de Guatemala, así como la contribución de grupos de alimentos a este valor. **Materiales y métodos.** En el contexto de un estudio de agricultura y nutrición en el oriente de Guatemala, se realizó un análisis secundario de los datos dietéticos (Recordatorio de 24 horas) de 2082 mujeres adolescentes. Los alimentos reportados fueron enlazados con la base de datos SHARP, que contiene estimaciones de GEI para 944 alimentos. La variable de enlace fue un código único armonizado con el sistema de clasificación FoodEx2. **Resultados.** La dieta es poco diversa, principalmente a base de grupos de alimentos de origen vegetal, con poca presencia de alimentos de origen animal. El GEI de la dieta fue de 2,3 Kg CO₂ eq/ per cápita/día, con la mayor contribución de comidas preparadas (26,7%) y panes, tortillas y similares (12,8%).

Conclusiones. La dieta de las mujeres adolescentes de áreas rurales de Guatemala tiene un GEI inferior al reportado en otros países de la región para estratos socioeconómicos con mayor consumo de alimentos de origen animal. Este estudio es el punto de partida para sistematizar la metodología para continuar con las estimaciones de GEI en Guatemala. **Arch Latinoam Nutr 2023; 73(3)S2: 131-139.**

Palabras clave: gases de efecto invernadero (GEI), recordatorio de 24 horas, mujeres adolescentes, Guatemala.

Abstract: Estimation of greenhouse of gas emissions in the diet of adolescent women in rural areas of eastern Guatemala.

Introduction. Food production is one of the main causes of Greenhouse Gas Emissions (GHGE). Estimating GHG emissions from the diet is the starting point for defining healthy and environmentally sustainable diets. **Objective.** Estimate the total GHGE in the diet of adolescent women from eastern Guatemala, as well as the contribution of food groups to this value.

Materials and methods. In the context of an agriculture and nutrition study in eastern Guatemala, a secondary analysis of dietary data (24-hour recall) of 2082 adolescent women was performed. The reported foods were linked to the SHARP database, which contains GHGE estimates for 944 foods. The linking variable was a unique code harmonized with the FoodEx2 classification system. **Results.** The diet is not diverse, mainly based on food groups of plant origin, with little presence of foods of animal origin. The GHG of the diet was 2.3 Kg CO₂ eq/per capita/day, with the greatest contribution from prepared foods (26.7%) and breads, tortillas and similar products (12.8%). **Conclusions.** The diet of adolescent women in rural areas of Guatemala has a lower GHG than that reported in other countries in the region for socioeconomic strata with greater consumption of foods of animal origin. This study is the starting point to systematize the methodology to continue with GHG estimates in Guatemala. **Arch Latinoam Nutr 2023; 73(3)S2: 131-139.**

Keywords: Greenhouse Gases (GHG), 24 hour reminder, adolescent women, Guatemala.

Introducción

El efecto invernadero es el proceso por el cual, gases presentes en la atmósfera, absorben la radiación infrarroja y la remiten hacia la superficie de la tierra, lo cual induce su calentamiento.

¹Departamento de Nutrición y Micronutrientes, Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá, Guatemala. ²International Food Policy Research Institute -IFPRI-, HarvestPlus-HP, Washington DC, USA.

Autor para la correspondencia: Andrea Álvarez, e-mail: gabrica_60@hotmail.com



Este proceso se da de forma natural y es indispensable para la vida en la tierra, ya que, de no llevarse a cabo, la tierra sería más fría, con una temperatura promedio de -18°C (1).

Los Gases de Efecto Invernadero (GEI) natural son vapor de agua (H_2O), dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4) y óxido nitroso (N_2O) (2). La actividad humana ha aumentado considerablemente las emisiones de CO_2 , CH_4 y N_2O y otros GEI, como hidroclorofluorocarbonos (HFC) y Hexafluoruro de azufre (SF_6), desencadenando un efecto invernadero antropogénico que pone en peligro el delicado equilibrio de las condiciones ambientales para la vida (2).

El CO_2 es el GEI con mayores emisiones (74%), seguido de CH_4 (17,3%), N_2O (6,2%) y otros (2,1%), aunque existen diferencias marcadas en las emisiones de cada GEI, sus potenciales de calentamiento global son distintos (2). Es por esto por lo que, a partir del Convenio Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático, se estableció el uso de equivalentes de CO_2 como una medida estándar para estimar los GEI totales (3).

Las emisiones totales de GEI han aumentado considerablemente en las últimas décadas, se estima que para 2021, se tenía 40% más emisiones de GEI que 1990 (2). Este incremento de emisiones de GEI se ha visto reflejado en el aumento de la temperatura global; de acuerdo con el Instituto Goddard de Estudios Espaciales de la NASA, se han tomado registros de temperatura desde 1880 a la fecha, en ese periodo, los cinco meses más calurosos corresponden a julio de los últimos 5 años, siendo julio 2023, el más caluroso, en el que la tierra era 1.18°C más cálida que el promedio de mes y más cálida que cualquier otro mes del periodo evaluado (4). El aumento en la temperatura ha traído consecuencias devastadoras como incendios forestales, pérdida de la flora y fauna, pérdidas agrícolas y pecuarias, mayor morbi-mortalidad por proliferación de plagas y vectores, entre otros (5).

Con el objetivo de monitorear y contrarrestar las emisiones de GEI, desde hace varias décadas se han establecido acuerdos como el protocolo de Kyoto – Enmienda Doha (6), acuerdo de Paris (7), Objetivos de Desarrollo Sostenibles (Objetivo 12: Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles y Objetivo 13: Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos) (8).

Varios sectores y procesos antropogénicos contribuyen a las emisiones globales o totales de GEI, los relacionados a la alimentación (agricultura, silvicultura y uso de suelo) representan el 18,4% de las emisiones totales de GEI a nivel mundial, y asciende a 26% cuando a la estimación, se incorporan otros aspectos del ciclo de la vida del alimento o producto, tales como refrigeración, procesamiento, envasado, transporte (2).

Los alimentos que más emisiones de GEI generan son los de origen animal (9) (10). La crianza de animales rumiantes y por ende sus productos derivados tiene un alto impacto ambiental; este tipo de animales producen GEI a través del proceso de generación entérica en el que los microorganismos de su intestino descomponen los alimentos y generan metano como subproducto. La descomposición del estiércol genera metano y óxido nitroso, además usualmente se deforestan áreas para pastoreo (2).

Se han realizado varios estudios sobre el impacto ambiental (emisiones de GEI) de la dieta de los individuos en países de Europa y Asia (11, 12), sin embargo, la información aun es escasa para los países de América Latina. La información disponible muestra que las emisiones de GEI de la dieta de los individuos presentan diferencias marcadas en cuanto a estratos socioeconómicos y demográficos, lo cual está relacionado al acceso y consumo de alimentos de origen animal cuyo GEI es mayor (13-16).

En Guatemala se cuenta con inventarios nacionales de emisiones de GEI por sector, pero no por dieta de individuos. En el presente estudio se estimaron las emisiones de GEI de la dieta de mujeres adolescentes del oriente de Guatemala. Si bien la población es específica de una región, sexo y grupo etario, es una oportunidad para identificar tendencias o similitudes con otros estudios de la América Latina.

Materiales y métodos

Se realizó un análisis secundario a partir de dos fuentes de datos:

La primera fuente de datos corresponde a la ingesta dietética de la Línea de Base (2016) del Estudio de control del impacto de frijol biofortificado variedad SMN39 (*Phaseolus vulgaris* L) asociado a la educación agrícola y nutricional, para prevenir la deficiencia de hierro en mujeres adolescentes en el oriente de Guatemala (17), el cual se llevó a cabo en esfuerzos coordinados por *International Food Policy Research Institute* (IFPRI), *Harvets Plus*, *University Hohenheim* y el Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP).

El estudio recabó información sobre la ingesta dietética (por recordatorio de 24 horas) de 2082 mujeres adolescentes de entre 10 a 19 años de edad, residentes en comunidades rurales, agrícolas y con alta vulnerabilidad nutricional.

El estudio original cuenta con la aprobación del Comité Institucional de Ética del INCAP y se apega a los principios éticos para la investigación en seres humanos de Helsinki. Se aplicó el proceso de consentimiento informado por parte de los padres y el asentimiento informado por parte de las adolescentes. La información utilizada para este análisis se obtuvo de una base de datos codificada que no incluyó datos de identificación personal (nombres, teléfonos, direcciones, números de documentos de identificación) o cualquier otro dato que comprometiera el principio de confidencialidad.

El instrumento de recordatorio de 24 fue diseñado, validado y aplicado por el INCAP e incluyó las siguientes variables: identificación, fecha de recolección, confiabilidad de la información, edad, tiempo de comida, nombre de la preparación o alimento, código según la Tabla de Composición de Alimentos de INCAP (18) adaptada al estudio, medidas caseras reportadas, peso de las medidas reportadas, porciones totales, porciones consumidas y porciones sobrantes.

La información recolectada corresponde a un único recordatorio de 24 horas en cualquiera de los siete días de la semana, siendo la informante clave, la adolescente y en algunos casos se obtuvo el apoyo de

la madre. La ingesta dietética incluyó un total de 47.861 registros y 549 alimentos o productos alimenticios no duplicados. Los alimentos y productos alimenticios se registraron tal y como se reportaron, es decir, que no se realizaron conversiones para determinar cambios de peso derivados de un método de preparación o cocción. La base de datos se procesó hasta obtener los gramos netos de la porción consumida de cada alimento y producto alimenticio. El análisis nutricional y asignación de grupos de alimentos se realizó con base en la Tabla de Composición de Alimentos de INCAP adaptada al estudio.

En el marco del convenio *Gift* de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura/Organización Mundial de la Salud (FAO/OMS *Gift*) (19), los alimentos y productos alimenticios se armonizaron utilizando la codificación de jerarquía de exposición FoodEx2 de *European Food Safety Authority* (EFSA) (20), versión 1.2.10, el cual es un sistema normalizado de clasificación y descripción de los alimentos.

La segunda fuente de datos corresponde a los indicadores SHARP (SHARP ID) que contienen estimaciones de GEI (Kg CO₂ eq/kg de alimento consumido) para 944 alimentos, lo cual permite la estimación de impacto ambiental de la dieta de un individuo (16). Los alimentos incluidos en SHARP ID se basaron en la ingesta de alimentos reportada por individuos de cuatro países europeos; Dinamarca, República Checa, Italia y Francia. SHARP recopiló información de impacto ambiental en *Agri-Footprint 2.0*, *Ecoinvent 3.3* y *CAPRI* y estimó el impacto ambiental de los alimentos y productos alimenticios durante su ciclo de vida (16). Cada uno de los alimentos de SHARP se le asignó un código único de FoodEx2 de EFSA (20).

Variable dependiente: Estimación de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero

Para estimar el GEI de la dieta, se enlazaron los 549 alimentos o productos alimenticios reportados por las adolescentes, con el código

FoodEx2 (*Termcode*) de los indicadores SHARP. Para 340 alimentos se obtuvo una coincidencia exacta con SHARP, para 195 alimentos o productos alimenticios se utilizó un código SHARP apropiado de acuerdo con su origen y naturaleza, para 18 alimentos se utilizaron otras referencias para asignar el valor de GEI; 2 tipos de tortillas (21), 4 tipos de tamales, 12 tipos de tacos o tostadas con vegetales o carnes (13).

El listado de los 549 alimentos con información GEI (KgCO₂ eq/kg de alimento consumido) se enlazó con la base de datos completa de ingesta (47861 registros), la variable de enlace fue el código único para cada alimento según la Tabla de Composición de Alimentos de INCAP (18).

Se determinó el GEI ajustado a la cantidad neta consumida (gramos) para cada alimento, para ello se utilizó la siguiente operación:

$$\frac{\text{(cantidad neta consumida g X GEI Kg CO}_2 \text{ eq 1000 g de alimento consumido)}}{1000 \text{ g}}$$

Para determinar el GEI de la dieta del individuo, total, por grupo de alimento y por alimento, se realizó la sumatoria GEI de cada una de las cantidades de los alimentos y grupos de alimentos que reportó consumir.

Variables independientes: Patrón de consumo, Energía y Macronutrientes

Para este análisis se incluyó el patrón de consumo de alimentos, energía y macronutrientes como variables independientes que podrían hacer una diferencia en las estimaciones de GEI.

El patrón de consumo corresponde al conjunto de alimentos reportados con mayor frecuencia por la mayoría de individuos ($\geq 25\%$), independientemente de la cantidad consumida. El análisis también incluyó el patrón de alimentos ajustado por energía,

considerando únicamente los grupos de alimentos cuya contribución fue $\geq 1\%$.

La ingesta de energía (kcal) y macronutrientes (Proteínas g, Carbohidratos g y Grasas g) corresponde a la cantidad aportada por el consumo de alimentos. Para su análisis, se utilizó la Tabla de Composición de Alimentos de INCAP adaptada al estudio (2016) (18); el peso de la porción consumida fue ajustado según la fracción comestible y posteriormente se determinó el aporte de energía y macronutrientes utilizando la siguiente operación:

$$\frac{\text{(cantidad neta consumida g X nutriente /100g de alimento consumido en TCA)}}{\text{g de alimento consumido}}$$

Para determinar energía y macronutrientes de la dieta del individuo, total, por grupo de alimento y por alimento, se realizó la sumatoria de energía y macronutriente de cada una de las cantidades de los alimentos y grupos de alimentos que reportó consumir.

Se utilizó el *software* STATA 15 para hacer los enlaces entre bases de datos y los cruces de variables. Se utilizó el *software* Excel para examinar los indicadores SHARP apropiados para cada alimento que no tuvo una coincidencia exacta. Se determinaron frecuencias para datos categóricos y promedios para datos numéricos. Se reportaron los intervalos de confianza del 95% como medida de precisión. Los resultados se presentan en función de grupos de alimentos ya que, el listado total de alimentos no duplicados ascendía a 549.

Resultados

La población es específica por edad y sexo; solo se incluyeron mujeres adolescentes entre 10 a 19 años de edad con estado fisiológico de no embarazadas y no lactantes (Tabla 1). La evaluación de la ingesta dietética se llevó a cabo del 21 de agosto al 27 de octubre de 2016, durante la estación considerada como invierno. El estudio es sub-nacional; del oriente de Guatemala específicamente de los departamentos de Chiquimula,

Tabla 1. Edad en años de las mujeres adolescentes

Edad en años	Casos	%
10	60	2,9
11	303	14,6
12	310	14,9
13	277	13,3
14	345	16,6
15	305	14,6
16	292	14,0
17	178	8,5
18	9	0,4
19	3	0,1
Total	2082	100,0

Jalapa y Jutiapa. Las comunidades incluidas se caracterizan por ser rurales, agrícolas y con alta vulnerabilidad nutricional.

La Tabla 2 muestra el patrón de consumo por grupo de alimentos de la dieta de las mujeres adolescentes del estudio. Por frecuencia de reporte ($\geq 25\%$), el patrón está conformado por 13 grupos, predominando aquellos de origen vegetal. Al hacer el ajuste por energía ($\geq 1\%$ de contribución), a excepción de los “condimentos”, el resto de los grupos mantienen una posición similar en el patrón.

La Tabla 3 muestra la estimación de GEI

Tabla 2. Patrón de consumo de alimentos (por frecuencia y contribución a la ingesta total de energía) de las mujeres adolescentes

Grupo	Patrón de consumo		Energía promedio por grupo de alimento (kcal/día)	Contribución promedio a ingesta total de energía
	Casos que reportaron	Porcentaje de reporte		
Panes, tortillas y similares	2074	72,47	905,84	41,87
Comidas preparadas, comerciales y caseras	1967	68,73	426,17	18,67
Azúcares, mieles, dulces	2016	70,44	191,29	8,63
Bebidas diversas	1966	68,69	106,65	4,71
Cereales, granos secos, harinas y pastas	1017	35,53	200,11	4,39
Frutas y jugos de frutas	1365	47,69	139,88	4,18
Leche, queso y similares	1191	41,61	136,37	3,59
Aceites y grasas	1291	45,11	99,62	2,69
Verduras, hortalizas y otros vegetales	1644	57,44	65,32	2,39
Carne de aves	454	15,86	183,85	1,83
Huevos	888	31,03	90,52	1,78
Aderezos, salsas y sopas	1292	45,14	33,20	1,01
Postres	226	7,90	204,03	0,99
Embutidos y similares	265	9,26	141,54	0,80
Leguminosas, granos secos y derivados	160	5,59	190,96	0,75
Carne de vacuno	112	3,91	197,31	0,52
Carne de cerdo	62	2,17	320,13	0,40
Nueces y semillas	169	5,90	103,83	0,38
Mariscos y pescados	105	3,67	129,66	0,33
Condimentos	1793	62,65	1,49	0,06
Comidas infantiles	1	0,03	49,44	0,00

Tabla 3. Emisiones de Gases de Efecto Invernadero de la dieta de las mujeres adolescentes

Variable	Observaciones	Promedio	Mínimo	Máximo	Intervalo de confianza 95
GEI (Kg CO ₂ eq/per cápita/día)	2082	2,3	0,22	12,8	2,1 – 2,3
Energía (Kcal/día)	2082	2162,8	755,3	4697,8	2133,7 – 2191,9

y la ingesta total de energía de la dieta de las mujeres adolescentes del estudio. El promedio de GEI de la dieta fue de 2,3 Kg CO₂ eq/per cápita/día. La Tabla 4 evidencia que el grupo de “galletas, panes, tortillas y similares” así como el de “comidas preparadas, comerciales y caseras” son los que más contribuyeron al GEI de la dieta.

El grupo de comidas preparadas está conformado por recetas que no fueron

reportadas desagregadas o alimentos procesados o ultra procesados. Se consideran alimentos compuestos ya que están elaborados con dos o más ingredientes. Si bien en el listado de alimentos para este grupo, se encuentran platos compuestos con ingredientes de origen animal y vegetal, predominan preparaciones tradicionales con ingredientes de origen vegetal; frijol, tacos, empanadas, etc. Para el grupo de panes, tortillas y similares, predominan las tortillas.

Tabla 4. Emisiones de Gases de Efecto Invernadero de la dieta de las mujeres adolescentes, por grupo de alimento

Grupo	Casos que reportaron (n=2082)	GEI por grupo de alimento (kg CO ₂ eq/per cápita/día)	Contribución promedio al total de GEI (%)	Contribución promedio a ingesta total de energía
Panes, tortillas y similares	2074	0,216	12,75	41,87
Comidas preparadas, comerciales y caseras	1967	0,57	26,69	18,67
Azúcares, mieles, dulces	2016	0,032	1,82	8,63
Bebidas diversas	1966	0,16	6,32	4,71
Cereales, granos secos, harinas y pastas	1017	0,048	1,33	4,39
Frutas y jugos de frutas	1365	0,159	5,49	4,18
Leche, queso y similares	1191	0,64	14,87	3,59
Aceites y grasas	1291	0,051	1,54	2,69
Verduras, hortalizas y otros vegetales	1644	0,161	6,08	2,39
Carne de aves	454	0,824	7,19	1,83
Huevos	888	0,117	2,83	1,78
Aderezos, salsas y sopas	1292	0,052	1,82	1,01
Postres	226	0,465	1,54	0,99
Embutidos y similares	265	0,605	2,98	0,8
Leguminosas, granos secos y derivados	160	0,08	0,47	0,75
Carne de vacuno	112	3,111	2,95	0,52
Carne de cerdo	62	1,087	1,01	0,4
Nueces y semillas	169	0,071	0,32	0,38
Mariscos y pescados	105	1,139	1,75	0,33
Condimentos	1793	0	0	0,06
Comidas infantiles	1	0,007	0	0

Discusión

El estudio original sujeto de este análisis secundario se realizó en municipios de 3 departamentos del oriente de Guatemala: Chiquimula (municipio Ipala), Jalapa (municipios Jalapa, San Luis Jilotepeque, San Manuel Chaparrón y San Pedro Pinula) y Jutiapa (municipios Asunción Mita, Jutiapa, Agua Blanca y Yupiltepeque). Estos departamentos se ubican en una región denominada como el corredor seco de Guatemala, el cual se caracteriza por altas temperaturas y precipitaciones irregulares que limitan la agricultura familiar que es una de las principales fuentes de alimento para autoconsumo y venta (22). La población es mayoritariamente ladina y residente en áreas rurales dispersas (23), para estas, la incidencia de pobreza e inseguridad alimentaria y nutricional sobrepasa 50% (24).

Las características de fuentes secundarias referidas anteriormente denotan que es una población de estrato socioeconómico bajo, con disponibilidad y acceso limitado a alimentos. Esto guarda consistencia con el análisis que evidenció que la dieta de las mujeres adolescentes estaba comprendida por alimentos de origen vegetal. Estos datos son consistentes con el estudio de Brechas Nutricionales en Guatemala realizado en 2016 (17) y que evaluó la ingesta dietética por recordatorio de 24 horas de mujeres de 15 a 49 años, el cual concluyó que el patrón alimentario por consumo y contribución a la ingesta de nutrientes estaba comprendido por alimentos de origen vegetal. Diversos factores intervienen en el establecimiento de una dieta poco diversa y limitada en alimentos de origen animal, pero quizás el más relevante en el contexto de la población de estudio, sea la falta de acceso económico a los alimentos.

El valor de total de emisiones de GEI de la dieta fue de 2,3 Kg CO₂eq/porcápita/día, lo cual es inferior a lo reportado en estudios realizados en Estados Unidos 2,4 (25), México 3,9 (13), Argentina 5,5 (15) y Brasil 6,8 (14), en los cuales, además de los estratos socioeconómicos bajos, incluyeron poblaciones de estratos socioeconómicos altos con mayor acceso y consumo a alimentos de origen animal (13) (25).

Dos grupos contribuyen en mayor medida al GEI de la dieta; a) galletas, panes, tortillas y similares (41,9%) y

b) comidas preparadas, comerciales y caseras (18,7%). El alimento que más predomina en el primero de los grupos, son las tortillas, mientras que en el segundo de los grupos predominan las preparaciones tradicionales de origen vegetal: frijol, tostadas, tacos, empanadas, etc.

Se debe considerar que el estudio conlleva algunas limitantes como que la población es específica de un área, sexo y edad. En términos de alimentación podría haber diferencias entre la dieta de una mujer y un hombre adolescente, lo cual influye en las emisiones de GEI. Otro aspecto relevante es que la base de datos SHARP-ID que se utilizó para estimar los GEI, corresponde a información de alimentos reportados en países europeos y los procesos de ciclo de vida del alimento podrían diferir de los aplicados en Guatemala.

Conclusiones

La dieta de las mujeres adolescentes de áreas rurales de Guatemala tiene un GEI inferior al reportado en otros países de la región para estratos socioeconómicos más altos. Pese a las limitantes del estudio, podría ser el punto de partida para sistematizar las estimaciones de GEI de la dieta de individuos guatemaltecos a partir de SHARP y FoodEx2. Para otros análisis es recomendable incluir variables sociodemográficas, de salud, nutrición y de ingesta que apoyen para identificar tendencias y relaciones con GEI.

Agradecimientos

Se agradece a las instituciones involucradas en el financiamiento y ejecución del estudio original (IFPRI/HarvestPlus/GTZ), a los investigadores y al equipo de campo del estudio original, así como a FAO *Gift* por el

fortalecimiento de las capacidades para la armonización de las bases de datos utilizando FoodEx2 de EFSA.

Conflicto de intereses

El análisis secundario se realizó en ausencia de relaciones financieras o de otra índole que pudieran interpretarse como un potencial conflicto de interés.

Referencias

1. Global Greenhouse Gas Watch (GGGW). 2022. Disponible en: <https://public.wmo.int/en/our-mandate/focus-areas/environment/greenhouse-gases/global-greenhouse-gas-monitoring-infrastructure>.
2. Ritchie H, Roser M, Rosado P. CO₂ and Greenhouse Gas Emissions. Our World in Data. 2017. Disponible en: <https://ourworldindata.org/emissions-by-sector>
3. Convención Marco de las Naciones Unidas Sobre el Cambio Climático | Observatorio del Principio 10 1994. Disponible en: <https://observatoriop10.cepal.org/es/tratado/convencion-marco-naciones-unidas-cambio-climatico>
4. NASA EarthObservatory. July 2023 was the Hottest Month on Record. 2023. Disponible en: <https://earthobservatory.nasa.gov/images/151699/july-2023-was-the-hottest-month-on-record>
5. Rocque RJ, Beaudoin C, Ndjaboue R, Cameron L, Poirier-Bergeron L, Poulin-Rheault R A, et al. Health effects of climate change: an overview of systematic reviews. *BMJ*. 2021; 11(6). <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2020-046333>
6. What is the Kyoto Protocol? | UNFCCC. 2005. Disponible en: https://unfccc.int/kyoto_protocol
7. Spanish_paris_agreement.pdf.2015. Disponible en: https://unfccc.int/sites/default/files/spanish_paris_agreement.pdf
8. Gámez MJ. Objetivos y metas de desarrollo sostenible. Desarrollo Sostenible. 2015. Disponible en: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>
9. Xu, X, Sharma, P, Shu, S, Lin TS, Ciais P, Tubiello FN, et al. Global greenhouse gas emissions from animal-based foods are twice those of plant-based foods. *NatFood*. 2021; 2: 724–732. <https://doi.org/10.1038/s43016-021-00358-x>
10. Strasburg V J, Prattes G, Acevedo B, Suárez C. Calidad nutricional e impacto en medio ambiente por los insumos de un comedor universitario en Uruguay. *Arch Latinoam Nutr*. 2023; 73(2): 90-101. <https://doi.org/10.37527/2023.73.2.001>
11. Mertens E, Kuijsten A, van Zanten HHE, et al. Dietary choices and environmental impact in four European countries. *J Clean Prod*. 2019; 237:117827. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.117827>.
12. Sugimoto M, Murakami K, Fujiwara A, Asakura K, Masayasu S, Sasaki S. Association between diet-related greenhouse gas emissions and nutrient intake adequacy among Japanese adults. *PLoS One* 2020; 15(10):e0240803. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0240803>
13. López-Olmedo N, Stern D, Bakhtsiyarava M, Pérez-Ferrer C, Langellier B. Greenhouse Gas Emissions Associated With the Mexican Diet: Identifying Social Groups With the Largest Carbon Footprint. *Front Nutr*.2022;9, 791767. <https://doi.org/10.3389/fnut.2022.791767>
14. Travassos GF, Antônio da Cunha D, Coelho AB. The environmental impact of Brazilian adults' diet. *J Clean Prod*. 2020; 272: 122622. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122622>.
15. Arrieta EM, Fischer CG, Aguiar S, Geri M, Fernández RJ, Coquet JB, et al. The health, environmental, and economic dimensions of future dietary transitions in Argentina. *Sustain Sci*2022;1-17. <https://doi.org/10.1007/s11625-021-01087-7>
16. Mertens E, Kaptijn G, Kuijsten A, van Zanten H, Geleijnse JM, van 't Veer P. SHARP-Indicators Database towards a public database for environmental sustainability. *Data Brief*. 2019; 27:104617. doi: 10.1016/j.dib.2019.104617. eCollection 2019 Dec.
17. International Food Policy Research Institute -IFPRI, Harvest Plus, Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá -INCAP. Estudio controlado del impacto del frijol biofortificado variedad SMN39 (*Phaseolus vulgaris* L) asociado a la educación agrícola y nutricional, para prevenir la deficiencia de hierro en mujeres adolescentes rurales del Oriente de Guatemala; 2016.
18. Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá -INCAP, Menchú MT, Méndez H. Tabla de Composición de Alimentos de Centroamérica. 2007. 2da. ed. I.S.B.N. 99922-880-2-7

19. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura -FAO. Global individual food consumption data tool -FAO/WHO GIFT. 2023. Disponible en: <https://www.fao.org/gift-individual-food-consumption/es>
20. European Food Safety Authority -EFSA. Food classification standardization -the foodEx2 system. Disponible en: <https://www.efsa.europa.eu/en/data/data-standardisation>
21. Guzmán-Soria D, Taboada-González P, Aguilar-Virgen Q, Baltierra-Trejo E, Márquez-Benavides L. Environmental Impact of Corn Tortilla Production: A Case Study. *Appl Sci.* 2019; 9(22):4852. <https://doi.org/10.3390/app9224852>
22. SEGEPLAN. Planificación del Desarrollo a Nivel departamental. SEGEPLAN.2023. Disponible en: https://portal.segeplan.gob.gt/segeplan/?page_id=2684
23. INE. Portal de Resultados del Censo. 2018. Disponible en: <https://www.censopoblacion.gt/>
24. INE. Encuesta Nacional de Condiciones de Vida. 2014. Disponible en: <https://portal.siinsan.gob.gt/wp-content/uploads/ENCOVI-2014.pdf>
25. Bassi C, Maysels R, Anex R. Declining greenhouse gas emissions in the US diet (2003–2018): Drivers and demographic trends. *J Clean Prod.* 2022; 351:131465. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.131465>.