

PRODUÇÃO DE BATATA NO PARAGUAI E SEU INTEGRAÇÃO NO PROGRAMA FOME ZERO

Potato Production in Paraguay and its Integration into the Zero Hunger Program

Fanni Petrona Ruíz Samudio¹, Nadia Carolina Sanabria Verón¹, Victoria Rossmory Santacruz Oviedo¹, Genaro Marcial Totales Solís¹, Olga Carolina Aquino Alfonso¹

¹Docente Investigador de la Facultad de Ciencias Agrarias (FCA) – Universidad Nacional de Asunción (UNA), Paraguay

GT 10 - Abastecimento, segurança alimentar e nutricional e dinâmicas de consumo

Resumo: La agricultura y ganadería enfrentan el reto de alimentar a una población mundial creciente. Paraguay implementó el Programa Hambre Cero en las Escuelas desde 2014, beneficiando a más de un millón de estudiantes con almuerzos escolares, priorizando distritos vulnerables. La papa se volvió un ingrediente clave en los menús, impulsando la producción local y la seguridad alimentaria. Sin embargo, la producción de papa está concentrada en pocos departamentos de la Región Oriental. Este trabajo tiene como objetivo aplicar el Análisis de Redes Sociales (ARS) para caracterizar la estructura de la red de producción de papa en Paraguay a nivel departamental, utilizando datos secundarios de la DCEA/MAG para dos períodos comparados (2012–2016 y 2017–2021). A partir de una matriz de similitud de Pearson, se construyó una red sociocéntrica ponderada calculando métricas de centralidad (PageRank, Betweenness) y detectando comunidades productivas mediante el algoritmo de Louvain. El análisis de la red de producción de papa en Paraguay mediante el método Louvain identificó cuatro comunidades de departamentos con patrones de producción similares, influenciados por factores climáticos y de mercado. Paraguari y Ñeembucú se destacaron como nodos aislados, con Paraguari siendo la principal productora (84,7% de la producción nacional), aunque con dinámica distinta. Al integrar datos del Programa Hambre Cero, se clasificaron los 13 departamentos en cuatro cuadrantes estratégicos según la mediana de producción (31,9 t ha⁻¹) y el porcentaje de distritos priorizados (16,7%). Concepción y Ñeembucú sobresalen como Productores Prioritarios. Paraguari, Alto Paraná, Itapúa, Cordillera y San Pedro conforman el grupo de Excedente Potencial, pues su alta producción no se refleja en la prioridad del programa. Finalmente, Amambay, Misiones, Guairá, Caazapá y Central presentan déficit crítico, destacando Central por su alta vulnerabilidad alimentaria.

Palavras-chave: análisis de redes sociales; producción de papa; Hambre Cero en Paraguay; ODS 2.

Abstract: Agriculture and livestock farming face the challenge of feeding a growing global population. Paraguay implemented the Zero Hunger in Schools Program in 2014, benefiting over one million students with school lunches, prioritizing vulnerable districts. Potatoes have become a key ingredient in these meals, boosting local production and food security. However, potato production is concentrated in a few departments of the Eastern Region. This study aims to apply Social Network Analysis (SNA) to characterize the structure of the potato production network in Paraguay at the departmental level, using secondary data from the DCEA/MAG for two comparative periods (2012–2016 and 2017–2021). A weighted sociocentric network was constructed using a Pearson similarity matrix, calculating centrality metrics (PageRank, Betweenness) and identifying productive communities using the Louvain algorithm. Analysis of the potato production network in Paraguay using the Louvain method identified four departmental communities with similar production patterns, influenced by climatic and market factors. Paraguari and Ñeembucú stood out as isolated nodes, with Paraguari being the main producer (84.7% of national production), although with different dynamics. By integrating data from the Zero Hunger Program, the 13 departments were classified into four strategic quadrants according to median production (31.9 t ha⁻¹) and the percentage of prioritized districts (16.7%). Concepción and Ñeembucú stand out as Priority Producers. Paraguari, Alto Paraná, Itapúa, Cordillera, and San Pedro make up the Potential Surplus group, as their high production is not reflected in the program's priority. Finally, Amambay, Misiones, Guairá, Caazapá, and Central present a critical deficit, with Central standing out due to its high food vulnerability.

Keywords: social network analysis; potato production; Zero Hunger in Paraguay; SDG 2.

1. Introdução

La agricultura y la ganadería, siguen estudiando y proponiendo estrategias para satisfacer las demandas de alimentos y mitigar el hambre de las poblaciones, porque la realidad es que la población mundial sigue su crecimiento exponencial y este fenómeno desafía constantemente a estas áreas encargadas de producir alimentos. Durante toda la historia se han realizado esfuerzos humanos y tecnológicos para producir alimento en cantidad y calidad sin embargo aún no se ha logrado nivelar el crecimiento demográfico y el volumen de alimento producido.

La Republica del Paraguay, al igual que otros países de la región, han establecido programas para el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), en este caso específico se ha instituido desde el año 2024 el Programa Hambre Cero (HC) en las Escuelas (Ley N° 7264/2024, Paraguay), que consiste en la provisión de alimentos a los estudiantes, el almuerzo escolar y colaciones en las instituciones de horarios nocturnos. Iniciando con 90 distritos de distintos departamentos priorizados por los índices de pobreza y la vulnerabilidad territorial, mapa elaborado en colaboración con el Instituto Nacional de Estadística (INE).

La Agencia de Información Paraguaya (IP) presento un informe sobre la ampliación del programa alcanzando la cobertura, para el año 2025, de 263 distritos del país totalizando más de 1.050.000 estudiantes beneficiados de 7.036 instituciones públicas (AGENCIA DE INFORMACIÓN PARAGUAYA, 2025).

La papa (*Solanum tuberosum*) es una alternativa en la agricultura paraguaya, ya que es uno de los cultivos alimenticios que se ha incluido en tres de las propuesta de menú, incluso se realizó una actualización del tipo de carne sin embargo permaneció la papa como parte de los ingredientes del plato.

Dentro del menú considerado dentro del programa se encuentran platos a base de papa, figuran en la lista, el “estofado de carne con papa, pastelón de papa y como guarnición pure de papa”, lo que convierte al cultivo de la papa como un rubro estratégico para la política alimentaria del país, además podría convertir la producción local en un factor directo de seguridad alimentaria.

Según los reportes de las instituciones gubernamentales la producción de papa en el Paraguay se encuentra altamente concentrada en algunas departamentos específicos en la Región Oriental y actualmente no se tienen muchas investigaciones que haya examinado la estructura que muestren como están relacionados esos departamentos que son productores de

papa, además existe la necesidad de estudiar su vinculación con las necesidades alimentarias locales, como estrategia de desarrollo local.

En este contexto el presente trabajo se adopta el enfoque sociocéntrico, en el que todos los departamentos productores de papa constituyen nodos, y los vínculos reflejan el grado de similitud en sus patrones productivos a lo largo del tiempo (BRINKLEY et al., 2021). Por lo que se define como objetivo aplicar el análisis de redes sociales para caracterizar la estructura productiva departamental dentro del territorio paraguayo y cruzar los resultados obtenidos con el porcentaje de priorización del Programa Hambre Cero para clasificar potencialidades productivas.

2. Revisão da Literatura

El Decreto Presidencial N° 3899/2025 establece la adquisición obligatoria de productos frutihortícolas e insumos de la agricultura familiar y de bienes y/o servicios de las micro, pequeñas y medianas empresas (MIPYMES), en el marco del Programa de Alimentación Escolar Hambre Cero en las Escuelas, específicamente 10% deberán adquirir directamente del productor de la agricultura familiar y al menos 5% bienes y/servicios de las MIPYMES (PRESIDENCIA DE LA REPUBLICA DEL PARAGUAY, 2025).

Experiencias de compras públicas locales de alimentos (CPLA) a la agricultura familiar a nivel nacional, como son los casos de Brasil, Guatemala y Honduras, mostraron resultados en diversificación de cultivos, incrementos en ingresos, generación de empleos e inclusión creciente de mujeres proveedoras de alimentos, subrayando el potencial de estas políticas para impactar en las cuatro dimensiones de la seguridad alimentaria (LEAO, GODOY Y RODRIGUES, 2025).

Para identificar esas estructuras se utilizó el Análisis de Redes Sociales (ARS) que es una metodología que centra su atención en las relaciones entre actores o nodos, en lugar de en las características individuales. Representan las relaciones entre actores como grafo $G = (N, E)$, donde N son los nodos y E las aristas que los conectan (BORGATTI et al., 2009). WASSERMAN & FAUST (1994), en referencia al ARS, establecen que la unidad de análisis es la relación y no el individuo aislado, lo que permite capturar la estructura subyacente de los sistemas sociales y económicos. La FAO ha publicado un marco metodológico para la aplicación del ARS a la evaluación territorial de Sistemas de Seguridad Alimentaria y Nutricional, destacando su utilidad para identificar actores clave, detectar comunidades y analizar flujos en sistemas alimentarios a distintas escalas geográficas (FAO, 2018).

3. Metodologia

Es un estudio descriptivo-relacional, de diseño transversal con datos de corte longitudinal y enfoque metodológico es el Análisis de Redes Sociales (ARS) en su modalidad sociocéntrica (red completa), dado que se relevan todas las relaciones posibles entre los departamentos productoras de papa definidos como el universo de actores.

Las fuentes de datos son:

- **Dirección de Censos y Estadísticas Agropecuarias (DCEA)** del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) y el **Instituto Nacional de Estadística (INE)**: Volumen de producción de papa en toneladas por departamento, 2012–2021, registrados para 13 departamentos de la Región Oriental (**INE, Atlas de Estadísticas Ambientales, 2024**).
- **CONAE** (Consejo Nacional de Alimentación Escolar) y el **MDS** (Ministerio de Desarrollo Social) – Programa Hambre Cero: Cobertura departamental y distrital del programa, incluyendo el porcentaje de distritos priorizados en la primera etapa (**IP, 2025**).

Se construyó una red sociocéntrica ponderada para el período 2012–2021 donde cada departamento con registro de producción de papa (toneladas/año), en la Región Oriental constituye un nodo. El peso (w) del vínculo (aristas o lazos) entre dos departamentos i y j se definió como la correlación de Pearson entre sus series temporales de producción anual, trazándose un vínculo únicamente cuando $w_{ij} \geq 0.70$, umbral correspondiente a correlaciones fuertes según COHEN (1988). Los departamentos sin datos o con producción cero en todo el período fueron excluidos del análisis.

Las métricas calculadas para el ARS fueron, el *Degree* (Grado) que cuantifica el número de lazos directos que posee el nodo (WASSERMAN & FAUST, 1994), el *Betweenness Centrality*, que presenta la Frecuencia con que un nodo aparece en los caminos más cortos entre otros pares de nodos y el *Eigenvector Centrality*, la importancia de un nodo considerando la importancia de sus vecinos, no solo su cantidad y la *densidad* de la red propuesto, que mientras más alta sea indica mayor integración entre los departamentos en términos productivos y una densidad baja sugiere fragmentación (BORGATTI et al. , 2009).

Además, se aplicó el algoritmo de Louvain para la detección de comunidades o clústeres para identificar subgrupos de nodos que están más densamente conectados entre sí que con el resto de la red (BLONDEL et al., 2008).

Los resultados del ARS se cruzaron con el por porcentaje de distritos priorizados en la primera etapa (agosto 2024) por el Programa Hambre Cero a nivel departamental y se construyó una matriz de cuadrantes (Gráfico de dispersión) basada en las medianas de producción promedio (2012–2021) y porcentaje mediano de priorización, clasificando cada departamento en cuatro categorías estratégicas de elaboración propia: (1) Productor prioritario, (2) Excedente potencial, (3) Déficit crítico, y (4) Producción emergente.

Cuadro 1*: Clasificación tipológica de los departamentos a partir de la priorización del Programa Hambre Cero (índice de pobreza y vulnerabilidad territorial) y producción de papa (t ha⁻¹) 2012-2021. Paraguay.

Cuadrante	Implicancia estratégica
1. Productor prioritario	Alta producción (>Mediana t ha ⁻¹) + alta prioridad HC (>Mediana %)
2. Excedente potencial	Alta producción (>Mediana t ha ⁻¹) + baja prioridad HC (<Mediana %)
3. Déficit crítico	Baja producción (<Mediana t ha ⁻¹) + alta prioridad HC (>Mediana %)
4. Producción emergente	Baja producción (<Mediana t ha ⁻¹) + baja prioridad HC (<Mediana %)

*Elaboración propia fundamenta en dos dimensiones centrales del enfoque territorial de seguridad alimentaria: la capacidad de oferta alimentaria local (FAO, 2009; Cistulli & Marta, 2015) y la vulnerabilidad alimentaria territorial, operacionalizada a través de la priorización del Programa Hambre Cero (Ley 7264/2024). Mediana para datos conjunto de datos asimétrico (Tukey, 1977).

El pipeline completo fue implementado en Python 3 con NetworkX, pandas, scipy y matplotlib.

4. Análise de Resultados

La estructura de la red productiva construida por el ARS del periodo 2012-2021 presenta una densidad de 64.1% considerada de alta integración de los departamentos mostrando patrones de crecimientos similares u homogéneas. Fueron utilizados 13 nodos (departamentos con producción de papa) y umbral de similitud por el coeficiente de correlación de *Pearson* $r \geq 0.7$.

Se encontraron 4 comunidades o grupos con patrones similares por el método de *Louvain* (Figura 1), confirmando que las producciones de esos departamentos crecieron y decrecieron de manera similar a lo largo de la serie temporal, respondiendo a factores climáticos

y de mercado que afectan al país en su conjunto. Sin embargo, se observaron dos nodos aislados con patrones totalmente diferentes, Paraguari y Ñeembucú, cuyas series temporales de producción no alcanzan el umbral de similitud con ningún otro departamentos dentro del estudio, siendo Paraguari la mayor productora con un promedio de producción de 3184 t ha⁻¹ (84,7% de la producción nacional) y la Comunidad 3 con muchos departamentos con vinculación alta (Figura 1).

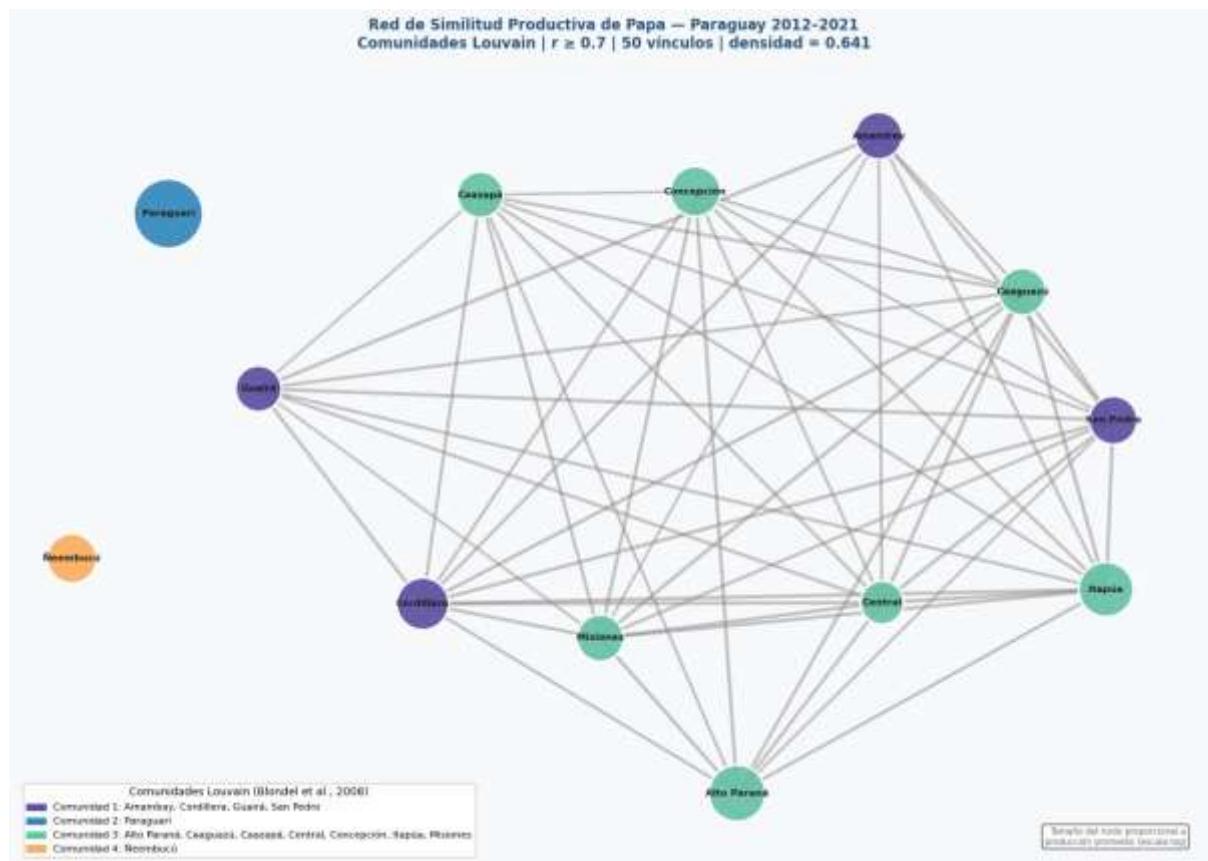


Figura 1: Red de similitud productiva de papa donde los nodos son los departamentos, las aristas son los vínculos medidos por similitud de *Pearson*. Los tamaños de los nodos son las producciones (log) y los colores las comunidades por *Louvarin*.

En términos de red, producir mucho y producir diferente son fenómenos independientes, Paraguari está aislado, pero productivamente dominante.

Con la integración de los datos del Programa Hambre Cero, a la red de producción elaborado por el ARS, clasifica los 13 departamentos productores en cuatro cuadrantes estratégicos, tipología construida *ad hoc* a partir de la lógica del Programa Hambre Cero y los datos disponibles, usando como umbrales las medianas de producción promedio de los 13

departamentos (31.9 t ha^{-1}) y la mediana de los porcentajes de priorización distritos por departamento en la 1ª etapa del programa, 90 distritos en total (16.7%).

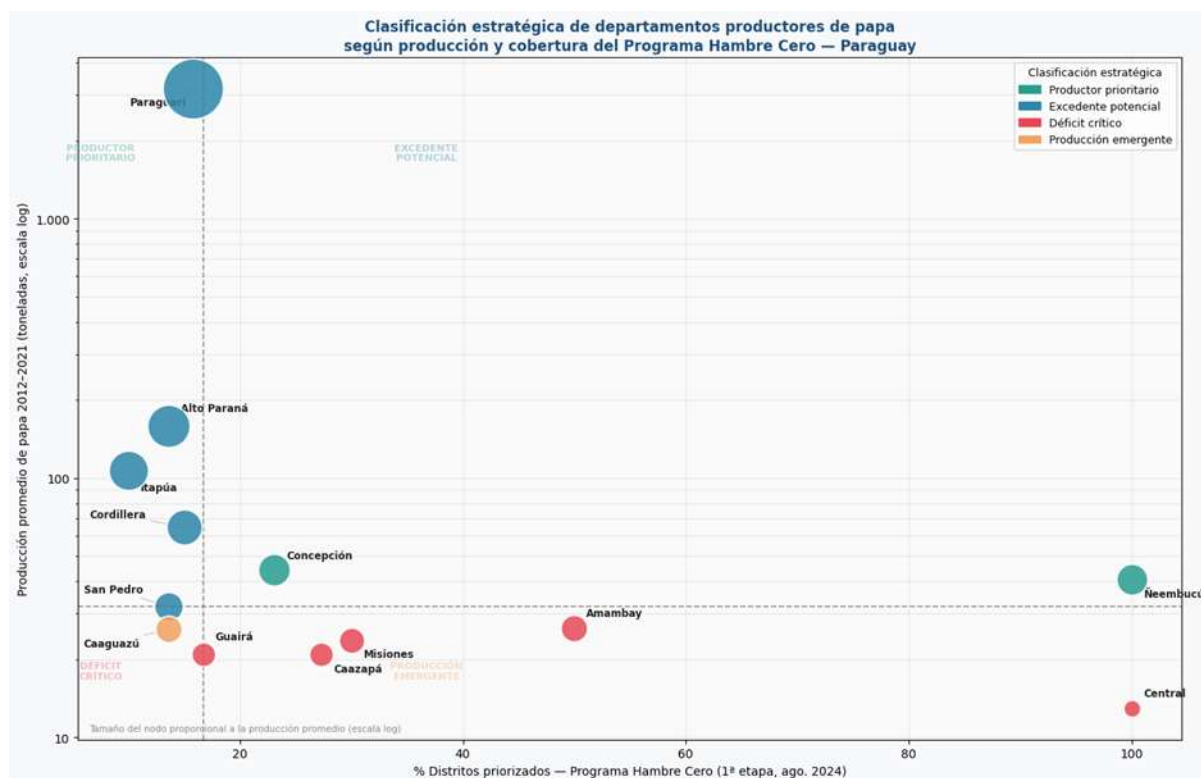


Figura 2: Grafico de dispersión que relaciona producción promedio de papa 2012-2021 ($\log(t \text{ ha}^{-1})$) por departamento y el porcentaje de distritos priorizados en la 1ª etapa del programa Hambre Cero. El color de cada nodo es la clasificación estratégica (Tabla 1) y el tamaño es el volumen promedio productivo. La mediana de la producción promedio es 31.9 t ha^{-1} y la mediana del porcentaje de distritos priorizados es de 16.7%.

Según la Figura 2, los departamentos Concepción y Ñeembucú presentan producción y priorización de distritos por encima de la mediana, destacando que en Ñeembucú el 100% de sus distritos son prioridad en el programa Hambre Cero. Ambos están clasificados como Productores Prioritarios (Tabla 1).

Los departamentos Paraguarí, Alto Paraná, Itapúa, Cordillera, San Pedro tienen producción por encima de la mediana pero baja priorización en Hambre Cero (Figura 2), lo que indica que su excedente no está siendo aprovechado por el programa, están clasificados como Excedente potencial (Tabla 1), especialmente Paraguarí, cuya producción está muy por encima de la mediana de producción nacional, como ya se menciona es la mayor productora de papa del país.

Los cinco departamentos, Amambay, Misiones, Guairá, Caazapá, Central clasificadas en Déficit Crítico (Tabla 1), ya que combinan producción por debajo de la mediana con alta prioridad en Hambre Cero (Figura 2), configurando el escenario de mayor urgencia desde el punto de vista de política pública, especialmente Central destaca por ser simultáneamente el menor productor de papa del sistema y el departamento con mayor concentración urbana y vulnerabilidad alimentaria del país, con el 100% de sus 19 distritos priorizados en la 1ª etapa de Hambre Cero.

5. Considerações finais

El ARS para el período 2012–2021 reveló una red productiva de 50 vínculos efectivos y 4 comunidades detectadas por el algoritmo de *Louvain* con alta densidad (0.641), indicando homogeneidad productiva entre los 11 departamentos conectados, excluyendo 2 nodos aislandos. La clasificación en cuadrantes, basada en las medianas de producción y priorización en Hambre Cero identificó 2 departamentos como productores prioritarios (Concepción y Ñeembucú), que poseen potencial inmediato de articulación local, 5 con excedente potencial (liderados por Paraguarí con 3.184 t) que puede redistribuirse en otras zonas deficitarias, 5 en déficit crítico (especialmente Central con 100% HC y menor producción, caso más urgente requiriendo abastecimiento externo inmediato y 1 en producción emergente (Caaguazú).

Referências

BLONDEL, Vincent D. et al. Fast unfolding of communities in large networks. **Journal of Statistical Mechanics: Theory and Experiment**, v. 2008, n. 10, p. P10008, out. 2008. DOI: <https://doi.org/10.1088/1742-5468/2008/10/P10008>

BORGATTI, Stephen P. et al. Network analysis in the social sciences. **Science**, v. 323, n. 5916, p. 892–895, 13 feb. 2009. DOI: <https://doi.org/10.1126/science.1165821>

BRINKLEY, Catherine; MANSER, Gwyneth M.; PESCI, Sasha. Growing pains in local food systems: a longitudinal social network analysis on local food marketing in Baltimore County, Maryland and Chester County, Pennsylvania. **Agriculture and Human Values**, v. 38, n. 4, p. 911–927, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10460-021-10199-w>

CADEP. **Agricultura familiar campesina: riesgos, pobreza, vulnerabilidad y protección social**. Asunción: CADEP, 2022. Disponível em: <https://www.cadep.org.py/uploads/2022/05/Agricultura-Familiar-Campesina-para-web.pdf>. Acesso em: abr. 2026.

COHEN, Jacob. **Statistical power analysis for the behavioral sciences**. 2. ed. Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associates, 1988.

CONAE / MINISTERIO DE DESARROLLO SOCIAL. **Programa Hambre Cero en las Escuelas — Ficha técnica.** Asunción: Gobierno del Paraguay, 2025.

DCEA / MAG – INE PARAGUAY. Volumen de producción de papa por año, según departamentos. **Atlas de Estadísticas Ambientales**, 2024. Disponible em: <https://estadisticasambientales.ine.gov.py/detalle.php?id=153>. Acceso em: abr. 2026.

FAO. **Social network analysis for territorial assessment and mapping of food security and nutrition systems (FSNS): a methodological approach.** Rome: FAO, 2018. ISBN 978-92-5-130839-5. Disponible em: <https://www.fao.org/documents/card/en/c/I8751EN>. Acceso em: abr. 2026.

GEISSER, Tobias; AUBERT, Alice H. Social network analysis to identify actors for participatory food system transformation. **Journal of Rural Studies**, 2025. Disponible em: <https://www.sciencedirect.com>. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2026.104071> Acceso em: abr. 2026.

IMAS, Víctor Julio (Coord.) et al. **Seguridad y soberanía alimentaria en Paraguay: sistema de indicadores y línea de base.** Asunción: CONACYT, 2019. Disponible em: <https://repositorio.conacyt.gov.py/handle/20.500.14066/2503>. Acceso em: abr. 2026.

LEAO, Raphael; GODOY, Daniela; RODRIGUES, Mónica. **Mejorando la seguridad alimentaria y la nutrición mediante las compras públicas locales de alimentos a la agricultura familiar.** Santiago: CEPAL/FAO/WFP, 2025. (LC/TS.2025/105). Disponible em: <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/1a566535-47e2-48c6-b221-fef8b35fd106/content>. Acceso em: abr. 2026.

MAG – MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERÍA. **Compendio sobre Zonificación Agroecológica del Paraguay.** Dirección General de Planificación / Dirección de Estudios Agroeconómicos. Asunción: MAG, 2018. Disponible em: <https://informacionpublica.paraguay.gov.py/public/4465497-DocumentoZAEFinalPDFpdf-DocumentoZAEFinalPDF.pdf>. Acceso em: abr. 2026.

PARAGUAY. Presidência da República. Decreto N° 3899, de 22 de mayo de 2025. Por el cual se establece la adquisición obligatoria de productos frutihortícolas e insumos de la agricultura familiar en el marco del Programa de Alimentación Escolar «Hambre Cero». **Ministerio de Desarrollo Social**, Asunción, 2025. Disponible em: <https://hambrezero.gobiernodelparaguay.gov.py/wp-content/uploads/2025/09/DECRETO3899.pdf>. Acceso em: abr. 2026.

TUKEY, John W. **Exploratory data analysis.** Reading: Addison-Wesley, 1977.

VALENTIM, Julliana et al. School feeding programs in Brazil: a case study of vegetables distribution using SNA in Mogi das Cruzes City. **Journal of International Food & Agribusiness Marketing**, v. 34, n. 1, 2021.

WASSERMAN, Stanley; FAUST, Katherine. **Social network analysis: methods and applications.** Cambridge: Cambridge University Press, 1994.