



V. Metodología

En esta sección se describe la estrategia empleada para la estimación del índice y se describe las fuentes de información utilizadas, los indicadores seleccionados que representan a los componentes de vulnerabilidad a la inseguridad alimentaria, la técnica empleada para la estimación del índice y el cálculo del IVIA.

5.1. Fuentes de información

Las fuentes de información disponibles para elaborar el Índice de Vulnerabilidad a la Inseguridad Alimentaria (IVIA) son:

i. Censos Nacionales 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas:

Es una fuente de datos estadísticos elaborada por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) que brinda información sociodemográfica y económica al menor nivel de desagregación geográfica.

ii. IV Censo Nacional Agropecuario 2012: Es una fuente de información estadística producida por el INEI, que proporciona datos del sector agropecuario nacional. Permite conocer la estructura básica del sector agropecuario desagregada hasta un nivel distrital.

iii. Censo Nacional de Mercados de Abastos 2016: Esta base de datos, elaborada por el INEI, contiene información acerca de las principales características de los mercados de abastos en el Perú, tales como tipos de mercado, número de puestos fijos y en funcionamiento, giros de negocio de los puestos del mercado, capacitación, tipo de gestión administrativa y financiera, características socioeconómicas de los mercados, entre otros.

iv. Registro Nacional de Municipalidades 2018: Este registro tiene como objetivo generar información estadística de las municipalidades provinciales, distritales y de centros poblados, a fin de generar indicadores municipales que sirvan de apoyo a la gestión regional y local para la planificación y la adecuada toma de decisiones. La información recolectada corresponde al equipamiento y tecnologías de la información y comunicaciones, recursos humanos, competencias y funciones de la municipalidad y servicios públicos locales y es remitida al INEI para su compilación.

v. Índice de Desarrollo Humano 2018: Estudio desarrollado por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). Comprende de un índice y las dimensiones que lo componen: Salud, medida por la esperanza de vida al nacer; educación, medida por la tasa de alfabetización y población (18 años) con educación secundaria completa; y riqueza, medida por el PBI per cápita.

vi. Mapa de pobreza monetaria provincial y distrital, 2018: Es un estudio elaborado por el INEI que tiene por objetivo mostrar la distribución de la pobreza monetaria a nivel de áreas geográficas, como la provincia y el distrito, permitiendo ser una herramienta de gestión para priorizar intervenciones a nivel distrital contra la pobreza.

El Cuadro 1 resume la cantidad de variables usadas en este estudio, según las fuentes de información utilizadas. Como se puede apreciar, la mayoría de variables usadas provienen del Censo Nacional de Población y Vivienda de 2017.

Cuadro 1. Fuentes de información utilizadas para la generación de indicadores, 2018

Fuentes de información	Indicadores
Censos Nacionales: XII de Población y VII de Vivienda 2017	16
IV Censo Nacional Agropecuario 2012	2
Censo Nacional de Mercados de Abastos 2016	1
Registro Nacional de Municipalidades 2018	1
Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo	3
Mapa de Pobreza Monetaria 2018	1
Total general	24

Fuente: Vulnerabilidad a la inseguridad alimentaria por departamento, provincia y distrito, 2018.
Elaboración: Ministerio de Desarrollo e Inclusión Social-Dirección General de Seguimiento y Evaluación.
Programa Mundial de Alimentos (WFP) de las Naciones Unidas en el Perú.

5.2. Descripción de variables utilizadas

Como se señaló en la sección anterior, a partir de las fuentes de información indicadas se obtuvieron 24 indicadores que fueron usados en este estudio. Estos indicadores fueron seleccionados con el fin de caracterizar los componentes de la seguridad alimentaria: la disponibilidad, el acceso y la utilización de los alimentos (ver Cuadro 2).

Debemos precisar que se tomó en cuenta tres variables que intentan reflejar el aspecto de la exposición de la población con algún grado de vulnerabilidad a la inseguridad alimentaria; para esto se tomó como base el modelo conceptual formulado por Birkmann (2013), que incorpora la vulnerabilidad de manera transversal a estas variables.

A continuación, se describe los 24 indicadores según el componente de la seguridad alimentaria⁶.

⁶ Para mayor detalle de los indicadores ver la sección de anexos.

Cuadro 2. Lista de indicadores utilizados para el cálculo del IVIA, 2018

N°	Indicador	Fuente	Componente de la seguridad alimentaria
1	Índice de diversificación económica	Censos Nacionales: XII de Población y VII de Vivienda 2017	Disponibilidad de alimentos
2	Porcentaje de tierras agrícolas en secano	IV Censo Nacional Agropecuario 2012	Disponibilidad de alimentos
3	Porcentaje de tierras cultivadas para autoconsumo	IV Censo Nacional Agropecuario 2012	Disponibilidad de alimentos
4	Porcentaje de la PEA ocupada agrícola	Censos Nacionales: XII de Población y VII de Vivienda 2017	Disponibilidad de alimentos
5	Número de mercado de abastos	Censo Nacional de Mercados de Abastos 2016	Disponibilidad de alimentos
6	Brecha del Índice del ingreso familiar per cápita	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo	Acceso a los alimentos
7	Porcentaje de vivienda sin piso de tierra	Censos Nacionales: XII de Población y VII de Vivienda 2017	Acceso a los alimentos
8	Porcentaje de viviendas con electricidad	Censos Nacionales: XII de Población y VII de Vivienda 2017	Acceso a los alimentos
9	Porcentaje de población rural	Censos Nacionales: XII de Población y VII de Vivienda 2017	Acceso a los alimentos
10	Porcentaje de población con lengua indígena u originaria	Censos Nacionales: XII de Población y VII de Vivienda 2017	Acceso a los alimentos
11	Porcentaje de población no Pobre	Mapa de Pobreza Monetaria 2018	Acceso a los alimentos
12	Ingreso distrital per cápita	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo	Acceso a los alimentos
13	Tasa de alfabetismo del jefe de hogar	Censos Nacionales: XII de Población y VII de Vivienda 2017	Utilización de los alimentos
14	Porcentaje de viviendas con acceso a agua segura	Censos Nacionales: XII de Población y VII de Vivienda 2017	Utilización de los alimentos
15	Porcentaje de viviendas con desagüe de red pública	Censos Nacionales: XII de Población y VII de Vivienda 2017	Utilización de los alimentos
16	Porcentaje de hogares que cocinan con gas o electricidad	Censos Nacionales: XII de Población y VII de Vivienda 2017	Utilización de los alimentos
17	Esperanza de vida	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo	Utilización de los alimentos
18	Porcentaje de Hogares con jefatura femenina o PAM no PEA	Censos Nacionales: XII de Población y VII de Vivienda 2017	Acceso a los alimentos y vulnerabilidad
19	Años promedio de escolaridad (de 3 hasta los 17 años)	Censos Nacionales: XII de Población y VII de Vivienda 2017	Utilización de los alimentos
20	Promedio de personas por hogar de 4 integrantes a más	Censos Nacionales: XII de Población y VII de Vivienda 2017	Acceso a los alimentos y vulnerabilidad
21	Porcentaje de personas de 15 a más años de edad con nivel alcanzado secundaria a más	Censos Nacionales: XII de Población y VII de Vivienda 2017	Utilización de los alimentos
22	Porcentaje de hogares en vivienda con hacinamiento (NBI 2)	Censos Nacionales: XII de Población y VII de Vivienda 2017	Acceso a los alimentos y vulnerabilidad
23	Número de organizaciones de seguridad registradas en el distrito	Registro Nacional de Municipalidades 2018	Utilización de los alimentos
24	Porcentaje de la población 25 años a más que culminó el colegio y asiste a nivel superior	Censos Nacionales: XII de Población y VII de Vivienda 2017	Utilización de los alimentos

Fuente: Vulnerabilidad a la inseguridad alimentaria por departamento, provincia y distrito, 2018.
Elaboración: Ministerio de Desarrollo e Inclusión Social-Dirección General de Seguimiento y Evaluación.
Programa Mundial de Alimentos (WFP) de las Naciones Unidas en el Perú.

5.2.1 Disponibilidad de alimentos

- 1. Índice de diversificación económica.** Este índice mide el porcentaje de participación de la población en cada sector económico con respecto al total de la población ocupada en las diversas ramas de ocupación, ya sea de las exportaciones, la producción, el empleo, entre otros. Para ello, utilizamos el Índice de Herfindahl, ampliamente utilizado para medir el grado de concentración industrial o estudios de antimonopolio. Un valor bajo del índice indica “baja concentración” por lo cual la economía se encuentra diversificada, mientras que un valor alto indica una “muy alta concentración de las actividades económicas”.
- 2. Porcentaje de tierras agrícolas en secano.** Este indicador representa al conjunto de tierras bajo secano que se dedican a la producción agrícola, incluyendo tierras con cultivos transitorios y permanentes, tierras en barbecho, en descanso y las no trabajadas por causas ajenas a la voluntad del productor, con relación al total de la superficie agrícola.
- 3. Porcentaje de tierras cultivadas para autoconsumo.** Representa el total de tierras destinadas al autoconsumo en relación con el total de la superficie agrícola cultivada.
- 4. Porcentaje de la Población Económicamente Activa (PEA) ocupada agrícola.** Este indicador representa a la población económicamente activa que se dedica a la actividad agrícola, en relación al total de la población económicamente activa. Se debe precisar que la PEA se considera a la población de 14 años a más.
- 5. Número de mercado de abasto.** Representa el número total de mercados de abastos activos.

5.2.2 Accesos a los alimentos

- 1. Porcentaje de viviendas sin piso a tierra.** Representado por las viviendas en las cuales el material predominante en el piso no es la tierra, es decir, puede ser cemento, madera, losetas u otro material, con relación al total de viviendas ocupadas.
- 2. Porcentaje de viviendas con electricidad.** Considera a las viviendas que tienen alumbrado eléctrico mediante una red pública, con relación al total de viviendas ocupadas.
- 3. Porcentaje de población rural.** Corresponde a la población censada que habita en un espacio rural, con relación al total de la población. Este espacio es definido por menos de 100 viviendas agrupadas contiguamente o de forma dispersa, en promedio equivalen a 500 habitantes. Por excepción, se incluyen a todos los centros poblados capitales de distrito, aun cuando no reúnan la condición indicada.
- 4. Porcentaje de población con lengua indígena u originaria.** Es la población total de 3 a más años de edad que habla una lengua indígena u originaria aprendida en su niñez, con relación al total de la población de 3 años a más.
- 5. Porcentaje de población no Pobre (en términos monetarios) 2018.** Es la relación de personas que residen en hogares cuyo gasto per cápita es suficiente para adquirir una canasta básica de alimentos y no alimentos (Línea de Pobreza), respecto al total. Este indicador utiliza el gasto como indicador de bienestar. Complementariamente, aquellas personas cuyo gasto per cápita es menor a la Línea de Pobreza son considerados pobres.

- 6. Ingreso distrital per cápita.** Representa el ingreso promedio por persona en el distrito, es calculado a partir de estimación de los ingresos familiares de la encuesta de hogares y es aplicada en los perceptores de ingresos del censo.
- 7. Porcentaje de hogares con jefatura femenina o Población Adulta Mayor (PAM) no PEA.** La relación de hogares con jefatura femenina o con Población Adulta Mayor (PAM) que no trabajan con relación al total de hogares con jefatura femenina o PAM. Este indicador captura a aquellos hogares en donde la jefatura del hogar tiene la función de generar la sostenibilidad económica al hogar de sus integrantes y está caracterizado por ser la mujer o PAM quienes cumplen este rol.
- 8. Promedio de personas por hogar de cuatro integrantes a más.** Este indicador representa al número total de personas que habitan en hogares con cuatro integrantes a más con relación al número total de hogares.
- 9. Porcentaje de hogares en vivienda con hacinamiento (NBI2).** Representa a los hogares con población en hacinamiento, respecto al total de hogares. Se considera que un hogar reside en viviendas con hacinamiento cuando tienen más de tres a cuatro personas por habitación, sin considerar el baño, cocina, pasadizo y garaje.
- 10. Brecha del Índice del ingreso familiar per cápita.** Está medido por la diferencia entre los ingresos familiares per cápita mensual máximos y mínimos de los hogares.

5.2.3 Utilización de los alimentos

- 1. Tasa de alfabetismo del jefe de hogar.** El indicador de la tasa de alfabetismo del jefe del hogar refleja la proporción de jefes del hogar que saben leer y escribir con relación al total de jefes del hogar.
- 2. Porcentaje de viviendas con acceso a agua segura.** Es la relación de viviendas que se abastecen con agua por red pública dentro o fuera de la vivienda, pero dentro de la edificación, con relación al total de viviendas ocupadas.
- 3. Porcentaje de viviendas con desagüe de red pública.** Es la relación de viviendas con una conexión de desagüe a red pública (dentro o fuera de la vivienda, pero dentro de la edificación), con relación al total de viviendas ocupadas.
- 4. Porcentaje de hogares que cocinan con gas o electricidad.** Es la relación de hogares que cocinan con un balón de gas, gas natural o con electricidad, con relación al total de hogares.
- 5. Esperanza de vida.** Se refiere a la cantidad de años que viviría un recién nacido si los patrones de mortalidad vigentes al momento de su nacimiento no cambian a lo largo de la vida del infante. Es decir, es el promedio del número total de años que podría vivir una persona.
- 6. Número de organizaciones de seguridad registradas en el distrito.** Es el número total de organizaciones registradas en el distrito como las rondas urbanas, rondas campesinas, juntas o comités vecinales, comités de autodefensa y otras organizaciones de seguridad.
- 7. Años promedio de escolaridad desde los 3 hasta los 17 años.** Son los años de estudio que lograron terminar la población de 3 a 17 años, cuyo valor distrital se calcula a partir de un promedio simple de la suma de los años de cada persona que concluyó el nivel inicial, primaria o secundaria.

8. Porcentaje de personas de 15 a más años con nivel educativo alcanzado de secundaria a más. Es la relación de la población de 15 años a más que aprobó el nivel secundario o un nivel mayor, entre el total de la población de 15 años a más.

9. Porcentaje de la población de 25 años a más que culminó el colegio. Representado por la población de 25 años a más cuyo último nivel aprobado fue la secundaria con relación al total de la población de 25 años a más.

5.3. Estrategia de estimación

La construcción del IVIA se dio mediante la técnica de análisis factorial exploratorio (AFE) con el método de componentes principales. Este es un método estadístico que permite simplificar la complejidad del uso de un conjunto de variables reduciendo la dimensión o cantidad de las variables, permitiendo conservar la correlación conjunta (información) con el objetivo de encontrar variables sintéticas latentes e inobservables, cuya existencia se sospecha.

5.3.1. La técnica de análisis multivariante: El AFE de componentes principales

El **análisis factorial** es una técnica de reducción de datos que tiene como objeto simplificar las múltiples y complejas relaciones que puedan existir entre un conjunto de variables observadas⁷ examinando la interdependencia de dichas variables y proporciona conocimiento de la estructura subyacente de los datos.

Por otro lado, en el **análisis de componentes principales** se obtienen unas variables sintéticas, que son combinaciones de las originales y su interpretación práctica es analizada posteriormente. Lo que tienen en común ambas técnicas es que sirven para examinar la interdependencia de variables. No obstante, se diferencian en su objetivo, sus características y su grado de formalización. Por ejemplo, el objetivo del análisis de componentes principales es explicar la mayor parte de la variabilidad total de un conjunto de variables con el menor número de componentes posible; mientras que en el análisis factorial, los factores son seleccionados para explicar las interrelaciones entre variables.

Además, en el análisis de componentes principales, los componentes se explican en función de las variables observables; mientras que en el análisis factorial las variables originales juegan el papel de variables dependientes que se explican por factores comunes y únicos que no necesariamente son observables. Finalmente, el análisis de componentes principales es una técnica estadística descriptiva de reducción de datos, mientras que el análisis factorial, además, implica la elaboración de un modelo que requiere la formulación de hipótesis estadísticas y la aplicación de métodos de inferencia estadística (Pérez, 2013).

En conjunto, el **análisis factorial exploratorio de componentes principales** se usa para tratar de descubrir la estructura interna de un número relativamente grande de variables. Este tipo de análisis estadístico, que se utiliza de manera frecuente en la investigación, tiene como ventaja poder reducir el número de variables, tratadas como factores; sin embargo, no revela necesariamente todas las fuerzas que afectan las variables, debido a que es un método de diagnóstico general y de reducción.

⁷ Para mayor detalle de los indicadores ver la sección de anexos.

El modelo factorial

De acuerdo con Pérez (2013), en el análisis factorial, solo una parte de la varianza de cada variable original se explica completamente por las variables cuya combinación lineal la determinan (factores comunes $F_1, F_2, \dots, F_p$). Esta parte de la variabilidad de cada variable original explicada por los factores comunes se denomina **comunalidad**, mientras que la parte de varianza no explicada por los factores comunes se denomina **unicidad**, donde comunalidad más unicidad es igual a 1, y representa la parte de variabilidad propia F_j de cada variable X_j . El modelo estadístico es el siguiente:

$$\begin{aligned}X_1 &= l_{11} F_1 + l_{12} F_2 + \dots + l_{1p} F_p + e_1 \\X_2 &= l_{21} F_1 + l_{22} F_2 + \dots + l_{2p} F_p + e_2 \\&\dots \\X_p &= l_{p1} F_1 + l_{p2} F_2 + \dots + l_{pp} F_p + e_p\end{aligned}$$

En términos matriciales es lo mismo: $X = LF + e$

Asimismo, la varianza del conjunto de variables del vector X se puede expresar como

$$V_j = 1 = l_{j1}^2 + l_{j2}^2 + \dots + l_{jp}^2 + \varpi_j^2$$

y si denominamos:

$$h_j^2 = l_{j1}^2 + l_{j2}^2 + \dots + l_{jp}^2$$

Tenemos la descomposición de la varianza poblacional de la variable X_j como:

$$V_j = 1 = h_j^2 + \varpi_j^2 \quad j = 1 \dots p$$

Se observa que h_j^2 es la parte de la varianza de la variable X_j debida a los factores comunes, y se denomina comunalidad. También se observa que ϖ_j^2 es la parte de la varianza de la variable X_j debida a los factores únicos (o específicos), y se denomina especificidad.

Puntuaciones o medición de los factores

En el caso del Análisis Factorial Exploratorio (AFE), calculado por medio de los componentes principales, el número de factores comunes coincide con el de variables. El modelo factorial será $X = LF$ y se pueden expresar a través de los factores directamente como una combinación lineal de las variables poniendo $F = L^{-1}X$.

Si los factores son los componentes principales la solución es directa, ya que multiplicando por L' en el modelo factorial se tiene $L'X = L'LF$, de donde $F = (L'L)^{-1} L'X$. Asimismo, los vectores columna de L son vectores propios ortogonales de la matriz de correlaciones R , siendo los cuadrados de sus módulos los valores propios correspondientes. Luego $L'L = D_\lambda$ es una matriz que contiene

los valores propios, y $F = (D_\lambda)^{-1} L'X$ pudiéndose expresar cada componente principal según la combinación lineal:

$$F_j = \sum_{i=1}^p \frac{l_{ij}}{\lambda_j} X_i, j = 1 \dots k$$

Contrastes en el modelo factorial

Asimismo, esta técnica requiere de realizar un conjunto de contrastes estadísticos para evaluar la pertinencia de realizar el análisis factorial exploratorio. Por ejemplo, se debe hacer una evaluación del supuesto de correlación entre las variables, con el fin de establecer si se justifica o no su aplicación. Entre las estrategias más utilizadas para evaluar esta técnica se encuentran:

(i) Matriz de correlaciones: Para ello se evalúa si algunas de las variables tienen valores moderados o altos de correlación entre sí. En caso se detecte bajas correlaciones entre las variables sería necesario reevaluar la técnica.

(ii) Prueba de esfericidad de Bartlett: En esta prueba se evalúa la hipótesis nula de que no existe correlación entre las variables. Al obtener un valor de 0.000 se rechaza la hipótesis nula y se puede concluir que sí existe correlación significativa entre las variables.

(iii) Medida de Kaiser, Meyer y Olkin (KMO): Sirve para evaluar la fuerza de la relación entre dos variables o ítems, a partir de las correlaciones parciales existentes entre las mismas, pero sin tomar en cuenta el efecto de las demás. Este índice toma valores entre 0 y 1; así, aquellos valores menores de 0.5 se consideran inaceptables; de 0.5 a 0.59, pobres; de 0.6 a 0.79, regulares, y de 0.8 a 1, meritorios. Una desventaja de este índice es ser muy sensible, pues tiende a incrementarse cuando el tamaño de la muestra o el número de variables aumenta, y a decrecer cuando las correlaciones o el número de factores disminuye.

5.3.2. Etapa de selección del mejor algoritmo de cálculo

En esta etapa se diseñaron cinco técnicas para construir el índice, todas estas con el objetivo de medir de mejor forma la vulnerabilidad a la inseguridad alimentaria de los distritos y provincias. Todas estas se sustentan en el análisis factorial exploratorio de componentes principales. En esta fase se replicó la técnica utilizada en el estudio del año 2015. Asimismo, se plantearon y estimaron cuatro variantes de la forma de cálculo del índice.

Cuadro 3. Resumen de metodologías para la realización de las pruebas

Año	Alternativa	Número de análisis factorial realizados	Número de factores		Criterio para seleccionar factores	Estandarización de los factores	Cálculo del IVIA
			Calculados	Utilizados			
Metodología 2015 (Vigente)	IVIA_1	3	20	3	1er factor ^{a/}	Probabilidad acumulada	Promedio simple del primer factor de los 3 análisis factoriales
2018 (Propuestas)	IVIA_2	1	30-24	6-4 factores	Kaiser ^{b/}	Re-escalamiento	Promedio simple de factores
	IVIA_3						Promedio ponderado por la varianza común explicada
	IVIA_4					Probabilidad acumulada	Promedio simple de factores
	IVIA_5						Promedio ponderado por la varianza común explicada

a/ Bajo este criterio, se “selecciona” el primer factor considerando que acumula mayor varianza común.

b/ Criterio de Káiser: Determina el número de factores a conservar. El criterio es: “Conservar solamente aquellos factores cuyos valores propios (*eigenvalues*) son mayores a la unidad”. Este criterio es el que suelen utilizar los programas estadísticos por defecto.

El Cuadro 3, muestra que, en todas las alternativas, se utiliza el Análisis Factorial Exploratorio de Componentes Principales. En la primera la alternativa⁸ 1, se realizan 3 análisis factoriales exploratorios (1 AFE por cada componente de la seguridad alimentaria) y da como resultado la creación de 20 factores, pero solo se seleccionan 3. El criterio para seleccionar los factores corresponde al primer factor, el cual acumula mayor varianza común. Estos factores seleccionados son estandarizados por medio de la aplicación de una función de probabilidad normal y da como resultado la variable en escalas estandarizadas entre 0 y 1. Finalmente, el índice es calculado a partir del promedio simple de los 3 componentes.

Este estudio, tiene como estrategia de cálculo y selección de factores: en las alternativas 2 al 5, se calcula un solo proceso factorial, el cual incluye a todas las variables seleccionadas y el modo de selección de los factores es a partir del criterio de Kaiser, que consiste en conservar solo aquellos factores cuyos valores propios son mayores a la unidad. La estandarización de los factores por reescalamiento corresponde a las alternativas 2 y 3; mientras que en las alternativas 4 y 5 fue por probabilidad acumulada. Asimismo, para el cálculo del índice en el caso de las variantes 2 y 4, el cálculo del índice se realizó a partir del promedio simple de los factores seleccionados. Para las técnicas 3 y 5 se incorpora la información de la varianza común explicada por medio del promedio ponderado.

Los resultados iniciales obtenidos se reflejan en el Cuadro 4 y se observa que estas cuatro alternativas o variantes del AFE tienen una varianza común explicada⁹ respecto a la alternativa 1.

⁸ WFP (2015). *Mapa de vulnerabilidad ante la inseguridad alimentaria frente a la ocurrencia de fenómenos de origen natural*. Lima: WFP, CENEPRED.

⁹ Cada variable tiene una varianza, o también denominada diferencias de comportamiento en las respuestas, la varianza de cada variable puede ser compartida con la varianza de otras variables. Esta relación es expresada por el coeficiente de correlación ‘r’ de Pearson que expresa la proporción de varianza común entre dos variables.

Cuadro 4. Resumen de resultados del análisis factorial exploratorio según técnica analizada

Metodología	Variante o Tipología		Variables analizadas	KMO Estadístico	Test de Bartlett		Factores retenidos	Varianza común explicada
					Estadístico	p value		
Metodología 2015 (Vigente)	IVIA_1	Disponibilidad de Alimentos	10	0.675	8408.595	0.00	1	0.3254 ^{a/}
		Acceso de Alimentos	10	0.78	11616.5	0.00	1	0.4359 ^{a/}
		Utilización de Alimentos	10	0.801	13167.42	0.00	1	0.4506 ^{a/}
Metodología 2018 (Propuestas)	IVIA_2-5		30	0.892	53743.089	0.00	6	0.7012 ^{b/}

a/ Proporción de la varianza acumulada de la solución factorial no rotada.

b/ Proporción de la varianza acumulada de la solución factorial no rotada de 6 factores retenidos por el criterio de Káiser.

Nota: Los IVIA 2, 3, 4 y 5 proceden de la misma Técnica factorial

Por consiguiente, estas son idóneas para explicar la construcción de un índice latente (IVIA) a través de un conjunto de variables y su interrelación entre estas.

Asimismo, el Cuadro 5, presenta los resultados obtenidos de la medida del KMO (Káiser, Meyer y Olkin). Cuando esta medida es más próxima a la unidad, existe mayor adecuación de los datos a un modelo de análisis factorial. Al realizar el análisis factorial utilizando las 30 variables de forma conjunta ofrece un mayor resultado (0.892). Siguiendo la metodología del año 2015, alcanza valores entre 0.675 para el factor del componente disponibilidad de alimentos, 0.780 para el acceso de alimentos y 0.801 para la utilización de alimentos. En el caso de la prueba de esfericidad de Barlett¹⁰, muestra en todos los casos que variables originales están correlacionadas entre sí y es pertinente realizar la técnica AFE dado que en todas las técnicas (1 al 5) tienen valores p altamente significativos.

El análisis detallado en los párrafos anteriores, fue realizado con 24 variables, y de los índices construidos se seleccionó al IVIA_5, el cual fue construido a través de la aplicación del análisis factorial de componentes principales. Dichos resultados se presentan en el Cuadro 5.

¹⁰ La prueba de esfericidad de Barlett evalúa la aplicabilidad del análisis factorial de las variables estudiadas. El modelo es significativo (aceptamos la hipótesis nula, H0) cuando se puede aplicar el análisis factorial.

Cuadro 5. Resumen de resultados del análisis factorial exploratorio según técnica analizada para 24 variables

Metodología	Variante o Tipología		Variables analizadas	KMO	Test Bartlett		Factores retenidos	Varianza común explicada
					Estadístico	p value		
Metodología 2015 (Vigente)	IVIA_1	Disponibilidad de alimentos	5	0.5954	4877.35	0.00	1	0.3254 ^{a/}
		Acceso de alimentos	10	0.7797	11616.456	0.00	1	0.4359 ^{a/}
		Utilización de alimentos	9	0.8255	11960.619	0.00	1	0.4506 ^{a/}
Metodología 2018 (Propuestas)	IVIA_2-5		24	0.898	42035.932	0.00	4	0.7012 ^{b/}

a/ Proporción de la varianza acumulada de la solución factorial no rotada.

b/ Proporción de la varianza acumulada de la solución factorial no rotada de 4 factores retenidos por el criterio de Káiser.

5.3.3. Cálculo del índice

A partir del cálculo de los Factores F_j , se identifican aquellos factores que tienen un autovalor mayor a la unidad. Estos factores son transformados mediante una función de probabilidad normal acumulada para obtener el índice reescalado, cuyos valores se encuentran entre 0 y 1. Estos índices reescalados son los insumos para el IVIA. Los factores pueden ser sintetizados por medio del promedio ponderado por la varianza acumulada en cada uno de los factores.

Asumiendo que los F_j se comportan como una variable normal, se les puede aplicar la función de distribución acumulada inversa provee el valor asociado con una probabilidad acumulada específica $F'_j = P(F_j)$, tal que esta probabilidad se encuentre entre 0 y 1. El IVIA se calcula de la siguiente forma:

$$IVIA = \sum_{j=1}^j \frac{l_j}{h_j} * F'_j$$

Donde:

F'_j : Es la probabilidad acumulada de factor calculado.

j : Numero de factores retenidos a partir del criterio del autovalor.

h_j : Varianza común que explica el total de factores retenidos.

l_j : Varianza común proporcionada por el factor individual.

A partir de la ecuación anterior, se calcularon los factores con un conjunto de 24 variables que reflejan los componentes de la seguridad alimentaria (disponibilidad, acceso y utilización). Adicionalmente, se incorporan variables de la vulnerabilidad por exposición de los grupos poblacionales.

5.4. Actualización metodológica de la medición de la vulnerabilidad a la inseguridad alimentaria

A principios de 2020, la Dirección General de Seguimiento y Evaluación (DGSE) del MIDIS y el Programa Mundial de Alimentos (WFP) de las Naciones Unidas en el Perú, iniciaron las actividades para trabajar de forma conjunta la actualización del estudio denominado *Mapa de vulnerabilidad a la inseguridad alimentaria ante la recurrencia de fenómenos de origen natural 2015*.

En ese sentido, la DGSE ha asesorado al WFP en todos los procesos de definición metodológica y estimaciones de la vulnerabilidad a la inseguridad alimentaria y los indicadores relacionados, así como evaluar y validar los resultados de las estimaciones que se efectúen en este estudio, proponer modificaciones a la metodología vigente a partir de la incorporación de información reciente, evaluación de su validez, criterios estadísticos, entre otros. En los siguientes párrafos, se presentan los cambios más relevantes en la metodología:

- **El número de componentes de la seguridad alimentaria**

En este desarrollo metodológico se ha considerado los 3 componentes de la seguridad alimentaria: Disponibilidad de alimentos, acceso a los alimentos y utilización de alimentos.

- **Cambios los indicadores vinculados con la seguridad alimentaria**

Inicialmente, algunas de las variables identificadas y calculadas para modelar el IVIA tenían un sentido directo y otras un inverso a la seguridad alimentaria. Al respecto, se decidió homologar dicho sentido. Es por ello que las variables utilizadas en esta actualización metodológica, ex ante, tienen un sentido.

- **Número de índices calculados y numero factores retenidos**

Con la metodología 2015, el estudio se proponía calcular 5 factores. Los primeros 4 reflejaban los componentes vinculados a la seguridad alimentaria: Disponibilidad de alimentos, acceso a los alimentos, utilización de alimentos e institucionalidad y un último factor de estabilidad que reflejaba la recurrencia de los fenómenos naturales. La propuesta metodológica consistía en seleccionar el primer factor calculado por el AFE de componentes principales, el cual se caracteriza por acumular una mayor varianza común generada a partir de las variables iniciales. Asimismo, se deja de lado la varianza de los otros factores estimados. La actualización metodológica propone seleccionar los factores que se caractericen por tener autovalores mayores a la unidad (criterio de káiser).

- **La forma de agregación**

La metodología para calcular el IVIA 2015 realizaba el promedio simple del primer factor retenido de cada uno de los componentes de la seguridad alimentaria (disponibilidad de alimentos, acceso a los alimentos, utilización de alimentos, institucionalidad y estabilidad). En cambio, en esta versión se reemplaza el promedio simple de los factores (1 factor) por el promedio ponderado de los factores estimados y retenidos con el criterio de Káiser respecto a la magnitud de la varianza acumulada de cada uno de estos.

- **La máxima desagregación es el nivel distrital**

La metodología del año 2015 presentaba los resultados a diferentes niveles de desagregación: departamento, provincia distritos y centros poblados. En el caso del área urbana, se presentaba resultados a nivel de manzanas. Sin embargo, el número de variables, insumos para el cálculo del IVIA, era cada vez más reducido, lo cual generaba un problema de comparabilidad entre estas escalas. En esta versión se presenta los resultados a nivel distrital como máximo nivel de desagregación.

Los cambios antes mencionados han modificado de manera significativa varios de los parámetros del cálculo del IVIA, razón por la cual no se puede realizar comparaciones entre los resultados 2015 y 2018.

5.5. Limitaciones metodológicas

Las limitaciones metodológicas se refieren a los problemas que los investigadores encuentran durante el desarrollo del estudio, como los límites o restricción que condicionan los alcances de la investigación, en relación a los objetivos propuestos. Al respecto, Avello (2019) precisa que detallar o explicitar las limitaciones de un estudio dota de mayor validez y rigurosidad al proceso de investigación.

Una de las principales limitantes en este estudio se debe a la falta de datos específicos que reflejen aspectos importantes o subyacentes de la seguridad alimentaria. Esta limitante debe ser tomada en cuenta en las actualizaciones de los estudios o futuras investigaciones.

Otro de los aspectos que limitó esta investigación es que no se tiene concordancia temporal de todas las variables para un mismo periodo de tiempo. Por ejemplo, mientras la mayor parte de la información provino de información del año 2017, otros provienen del año 2012, como es el caso de aquellos cuya fuente de información es el Censo Nacional Agropecuario.

Asimismo, el nivel de desagregación disponible en las diversas fuentes de información es otra de las limitantes identificadas. En el caso de la información recolectada por la RENAMU, es a nivel de distritos, mientras que la información de los censos alcanza hasta niveles de manzanas o centros poblados. Por esta razón, se realizó una adecuación de la técnica para homologar el alcance de la construcción del IVIA.

En línea con los datos disponibles, tampoco se tiene algunas fuentes (como un registro administrativo) para contrastar la información. Los censos, a diferencia de las encuestas nacionales (como la ENAHO y ENDES), cuentan con información de algunos aspectos asociados a la inseguridad alimentaria pero su extrapolación de resultados es a nivel de distrito.

La técnica estadística utilizada para la construcción del IVIA es el Análisis Factorial Exploratorio (AFE) de componentes principales. Es por ello que, a partir de la agregación y combinación de los indicadores parciales, se obtiene el indicador sintético (IVIA). Los indicadores sintéticos están sujetos a diversas críticas. La principal es que constituyen una aproximación puramente empírica al problema de la medición del nivel de la variable latente (no observada). Sin embargo, entre sus ventajas destaca su sencillez, la cual en términos de complejidad teórica y de información necesaria permite realizar estimaciones y predicciones, además de la prontitud con la que se obtienen los resultados en comparación con otros métodos alternativos, razón por la cual los resultados deben considerarse como resultados descriptivos.

Es por ello que el IVIA requiere del diseño de medidas de sensibilidad y robustez de los resultados propuestos, en cada uno de los niveles de desagregación. Para esto se requiere la definición de un indicador tipo “Gold estándar”.