

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA
FACULTAD DE ECONOMÍA Y PLANIFICACIÓN**



**“EVALUACIÓN DEL IMPACTO DE LA FORTIFICACIÓN
DE LA HARINA DE TRIGO EN EL NIVEL DE ANEMIA
UTILIZANDO LA TÉCNICA PSM”**

PRESENTADO POR

GIANINNA MAGALY RIVERA HUAMANÍ

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OPTAR EL
TÍTULO DE**

INGENIERA ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA

**Lima - Perú
2021**

**La UNALM es titular de los derechos patrimoniales de la presente investigación
(Art. 24 - Reglamento de Propiedad Intelectual)**

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA
FACULTAD DE ECONOMÍA Y PLANIFICACIÓN**

**“EVALUACIÓN DEL IMPACTO DE LA FORTIFICACIÓN DE LA HARINA DE
TRIGO EN EL NIVEL DE ANEMIA UTILIZANDO LA TÉCNICA PSM”**

**PRESENTADO POR:
GIANINNA MAGALY RIVERA HUAMANÍ**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERA ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA**

SUSTENTADO Y APROBADO ANTE EL SIGUIENTE JURADO:

MS. Víctor Manuel Maehara Oyata
Presidente

Dr. Jorge Chue Gallardo
Asesor

MS. Luz Janet Bullón Camarena
Miembro

Dr. Jaime Carlos Porras Cerrón
Miembro

Lima – Perú

2021

DEDICATORIA

La presente monografía de trabajo de suficiencia profesional va dedicado a mis queridos padres, Irene Huamaní Gonzáles y Jorge Rivera Roque y mi hermano Jorge Rivera Huamaní, por apoyarme en cada momento para brindar este estudio de investigación que se plasma en esta monografía de trabajo de suficiencia profesional que realicé con mucho esfuerzo y perseverancia que a su vez sea un gran aporte a la sociedad peruana.

Gianinna Magaly Rivera Huamaní.

AGRADECIMIENTO

Un agradecimiento especial hacia mi asesor, Dr. Jorge Chue Gallardo, por el gran apoyo mostrado en la elaboración de mi trabajo de suficiencia profesional.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE TABLAS	7
ÍNDICE DE FIGURAS.....	8
ÍNDICE DE ANEXOS	9
RESUMEN	10
ABSTRACT.....	11
I. INTRODUCCIÓN.....	12
1.1. Problemática.....	12
1.2. Objetivos.....	13
1.2.1 Objetivo Principal.....	13
1.2.2 Objetivos específicos.....	13
II. MARCO TEÓRICO.....	15
2.1. Anemia.....	15
2.2. Anemia por deficiencia de hierro.....	16
2.3. Fortificación de alimentos.....	17
2.4. Fortificación de la harina de trigo con hierro.....	17
2.5. Directrices legales.....	18
2.6. Antecedentes.....	20
2.7. Indicadores de la anemia en el Perú.....	21
2.8. Evaluación de Impacto mediante PSM.....	22
III. MARCO METODOLÓGICO.....	23
3.1. Diseño del estudio.....	23
3.2. Instrumento de recolección de datos.....	23
3.3. Población.....	23
3.4. Marco muestral.....	24
3.4.1. Tipo de muestreo.....	24
3.4.2. Unidades de muestreo.....	24
3.4.3. Muestra.....	24
3.5. Alcance.....	26
3.5.1. Criterios de inclusión.....	26
3.5.2. Criterios de exclusión.....	26
3.6. Variables.....	26
3.6.1. Variable Independiente.....	26

3.6.2.	Variables Dependientes.	26
3.6.3.	Variables de emparejamiento.....	27
3.6.4.	Definiciones.	27
3.6.5.	Descripción de las variables del estudio.	28
3.7.	Consideraciones del diseño.	31
3.8.	Evaluación de Impacto.	31
3.9.	Diseños de Evaluación de Impacto.	32
3.9.1	Diseño Experimental.	32
3.9.2	Diseño Cuasi Experimental.	32
3.10.	Propensity Score Matching.	33
3.10.1.	Objetivo de la técnica PSM.....	34
3.10.2.	Estimación de la Probabilidad de asignación en la Intervención.....	35
3.10.3.	Supuestos del PSM.	36
3.10.4.	Cálculo de los efectos del tratamiento.	37
3.10.5.	Efecto del tratamiento en los tratados (<i>ATT</i> o <i>TOT</i>), usando PSM.....	39
3.10.6.	Aplicación del método PSM.	40
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	44
4.1.	Análisis y procesamiento de los datos.....	44
4.2.	Características de las MEF no gestantes de 15 a 49 años.	44
4.3.	Estimación de la Probabilidad de participación.	48
4.4.	Determinación de la Región de Soporte Común.....	51
4.5.	Calidad de Emparejamiento.	53
4.6.	Selección del Estimador de Emparejamiento.....	58
4.7.	Evaluación del impacto de la fortificación de la harina de trigo sobre el nivel de anemia, déficit de hierro y consumo de alimentos inhibidores de hierro.....	59
4.7.1.	Evaluación del impacto sobre la prevalencia de anemia.	59
4.7.2.	Evaluación del impacto sobre el promedio de hemoglobina.	59
4.7.3.	Evaluación del impacto sobre la proporción de déficit de hierro.	60
4.7.4.	Evaluación del impacto sobre el promedio de hierro.....	60
4.7.5.	Evaluación del impacto sobre la proporción de alto consumo de inhibidores de hierro. 61	
4.7.6.	Evaluación del impacto sobre el promedio del consumo de inhibidores de hierro. 62	
V.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	63
5.1.	Conclusiones.	63

5.2. Recomendaciones.....	64
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	65
ANEXOS.....	69

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Concentración de hemoglobina para el diagnóstico de anemia.....	16
Tabla 2. Prevalencia de la carencia de hierro.	18
Tabla 3. Cálculo del tamaño de muestra de MEF no gestantes de 15 a 49 años de edad, de Ica y Chiclayo.....	25
Tabla 4. Tamaño de muestra estimado considerando las pérdidas por el emparejamiento.	25
Tabla 5. Distribución de las características cualitativas de las MEF en los grupos tratados y controles.....	45
Tabla 6. Distribución de las características cuantitativas de las MEF en los grupos tratados y controles.....	47
Tabla 7. Estimación de la probabilidad de que las MEF participen en la intervención de fortificación de la harina de trigo.....	49
Tabla 8. Estimación de la probabilidad de que las MEF participen en la intervención de fortificación de la harina de trigo.....	51
Tabla 9. Límites de las regiones de la distribución de probabilidad de participación para los grupos de tratamiento, control y Soporte Común.	53
Tabla 10. Estimación de la probabilidad de que las MEF participen en la intervención de fortificación de la harina de trigo, en función de la puntuación “pscore”.	55
Tabla 11. Comparación de las características de los grupos de tratados y controles, antes y después del emparejamiento.	56
Tabla 12. Evaluación del impacto de la fortificación de la harina de trigo sobre la proporción de anemia.	59
Tabla 13. Evaluación del impacto de la fortificación de la harina de trigo sobre el promedio de hemoglobina.....	60
Tabla 14. Evaluación del impacto de la fortificación de la harina de trigo sobre la proporción de déficit de hierro.	60
Tabla 15. Evaluación del impacto de la fortificación de la harina de trigo sobre el promedio de ferritina.....	61
Tabla 16. Evaluación del impacto de la fortificación de la harina de trigo sobre la proporción de alto consumo de inhibidores de hierro.	61
Tabla 17. Evaluación del impacto de la fortificación de la harina de trigo sobre el promedio del consumo de inhibidores de hierro.	62

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Frecuencia y número acumulado de países con fortificación alimenticia obligatoria (1940 – 2020).....	19
Figura 2. Países de América con legislación de fortificación obligatoria de la harina de trigo..	19
Figura 3. Distribución del puntaje de propensión en el grupo de tratados y no tratados, antes y después del emparejamiento.	37
Figura 4. Distribución de las probabilidades estimadas de participación en la intervención de fortificación de la harina de trigo en los grupos de participación y los controles.	52
Figura 5. Distribución de las probabilidades estimadas de participación en la intervención de fortificación de la harina de trigo en los grupos de participación y los controles, mediante soporte común.....	53
Figura 6. Gráfico de equilibrio de densidad de los grupos de tratamiento y control, antes y después del emparejamiento.	57
Figura 7. Gráfico de equilibrio de la distribución acumulada de los grupos de tratamiento y control, antes y después del emparejamiento.....	57
Figura 8. Diagrama de equilibrio de cajas de los grupos de tratamiento y control, antes y después del emparejamiento.	58

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Estimación de la probabilidad de participación.	69
Anexo 2. Estimación de la probabilidad de participación por PSM.	70
Anexo 3. Identificación del número óptimo de bloques y demostración de la propiedad de balance del puntaje de participación.	71
Anexo 4. Calidad de emparejamiento mediante el modelo logit de las variables especificadas, pero condicionado por la probabilidad de pertenecer al grupo de intervención predicha “pscore”	72
Anexo 5. Calidad de emparejamiento mediante la estimación de la probabilidad de participación, antes y después del emparejamiento.	73
Anexo 6. Evaluación del impacto de la intervención sobre la prevalencia de anemia y nivel de hemoglobina, mediante el método de emparejamiento “Vecino más cercano”	75
Anexo 7. Evaluación del impacto de la intervención sobre el déficit de hierro y nivel de ferritina mediante el método de emparejamiento “Vecino más cercano”	76
Anexo 8. Evaluación del impacto de la intervención sobre la proporción de alto consumo de inhibidores de hierro, mediante el método de emparejamiento “Vecino más cercano”.	77
Anexo 9. Evaluación del impacto de la intervención sobre la prevalencia de anemia y nivel de hemoglobina, mediante el método de emparejamiento “Kernel”.	78
Anexo 10. Evaluación del impacto de la intervención sobre el déficit de hierro y nivel de ferritina, mediante el método de emparejamiento “Kernel”.	79
Anexo 11. Evaluación del impacto de la intervención sobre la proporción de alto consumo de inhibidores de hierro, mediante el método de emparejamiento “Kernel”	80
Anexo 12. Evaluación del impacto de la intervención sobre la prevalencia de anemia, mediante el método de emparejamiento “Regresión lineal local”	81
Anexo 13. Evaluación del impacto de la intervención sobre el nivel de hemoglobina, mediante el método de emparejamiento “Regresión lineal local”	82
Anexo 14. Evaluación del impacto de la intervención sobre el déficit de hierro, mediante el método de emparejamiento “Regresión lineal local”	83
Anexo 15. Evaluación del impacto de la intervención sobre el nivel de ferritina, mediante el método de emparejamiento “Regresión lineal local”	84
Anexo 16. Evaluación del impacto de la intervención sobre la proporción de alto consumo de inhibidores de hierro, mediante el método de emparejamiento “Regresión lineal local”	85
Anexo 17. Evaluación del impacto de la intervención sobre el consumo de inhibidores de hierro, mediante el método de emparejamiento “Regresión lineal local”.	86

RESUMEN

La presente monografía de trabajo de suficiencia profesional se realizó en base a una investigación, que permite evaluar el impacto de la intervención de salud pública de fortificación de la harina de trigo con hierro sobre la prevalencia de anemia y deficiencia de hierro; en mujeres en edad fértil no gestantes entre los 15 a 49 años de edad de Chiclayo e Ica. Donde se evidencia a la anemia como un problema de salud pública que afecta al 21% de dicho segmento de la población de nuestro país.

El diseño usado en la investigación fue cuasiexperimental, analítico y transversal; se realizó el análisis secundario de la base de datos recopilados en la encuesta de evaluación de impacto de la fortificación de la harina de trigo diseñada por el Centro Nacional de Alimentación y Nutrición del Instituto Nacional de Salud.

En el marco metodológico, se empleó la técnica Propensity Score Matching para evaluar el efecto de la intervención para las participantes (consumo alto de alimentos derivados de la harina de trigo fortificada con hierro), mediante la utilización de covariables de un grupo de controles que no participan en la intervención, asignando a cada participante un par o medida de “control” lo más parecido a ella en términos de sus características, mediante el puntaje de propensión o probabilidad de participación en el programa.

Los resultados muestran que la fortificación de la harina de trigo con hierro no alcanzó un impacto significativo sobre la prevalencia de anemia y déficit de hierro en el grupo de estudio. Dado que la fortificación no dio los resultados esperados en la mejora de la prevalencia de anemia, sería recomendable que se realicen inspecciones de control de calidad de la harina de trigo en los productos terminados de consumo masivo.

Palabras claves: Anemia, Propensity Score Matching, evaluación de impacto, fortificación, hierro.

ABSTRACT

This professional sufficiency work monograph was carried out based on an investigation, which allows evaluating the impact of the public health intervention of fortification of wheat flour with iron on the prevalence of anemia and iron deficiency; in non-pregnant women of childbearing age between 15 and 49 years of age from Chiclayo and Ica. Where anemia is evidenced as a public health problem that affects 21% of said segment of the population of our country.

The design used in the research was quasi-experimental, analytical and cross-sectional; Secondary analysis of the database collected in the impact evaluation survey of wheat flour fortification designed by the National Center for Food and Nutrition of the National Institute of Health was carried out.

In the methodological framework, the Propensity Score Matching technique was used to evaluate the effect of the intervention for the participants (high consumption of foods derived from iron-fortified wheat flour), by using covariates from a group of controls that did not They participate in the intervention, assigning each participant a pair or measure of "control" that is most similar to it in terms of its characteristics, through the propensity score or probability of participation in the program.

The results show that the fortification of wheat flour with iron did not achieve a significant impact on the prevalence of anemia and iron deficiency in the study group. Since the fortification did not give the expected results in improving the prevalence of anemia, it would be advisable to carry out quality control inspections of wheat flour in finished products for mass consumption.

Keywords: Anemia, Propensity Score Matching, impact evaluation, fortification, iron.

I. INTRODUCCIÓN

El Centro Nacional de Alimentación y Nutrición del Instituto Nacional de Salud, tiene como visión ser una institución líder a nivel nacional e internacional que tiene por objetivo la generación, desarrollo y transferencia de tecnologías y conocimientos en nutrición, salud ocupacional, protección del ambiente centrado en la salud de las personas y control de calidad de alimentos cuya finalidad es la mejora de la calidad de vida de la población. Asimismo, posee como misión la promoción, desarrollo y la prestación de servicios de salud en los campos de la salud pública, asimismo el control de las enfermedades transmisibles y no transmisibles hacia la contribución del desarrollo integral y sostenido del país. Esta institución está ubicada en el distrito de Jesús María en la región de Lima Metropolitana y tiene una antigüedad de 76 años.

1.1. Problemática.

La anemia es un problema de salud a nivel mundial, ya que según la Organización Mundial de la Salud (OMS, Prevalencia de la anemia y número de personas afectadas entre los niños en edad preescolar y las mujeres embarazadas y no embarazadas en cada región de la OMS, 2020): el 24.8% de la población mundial la padece; la mayor prevalencia ocurre en la etapa infantil (47.4%); el 25.4% de niños en edad escolar; 41.8% de las mujeres gestantes; el 30.2% de las mujeres en edad fértil no gestantes, entre los 15 a 49 años y el 23.9% de ancianos; padecen esta enfermedad. En América Latina y El Caribe, la falta de hierro origina que la anemia sea un problema nutricional, afectando al 44.5% de los niños y al 22.5% de las mujeres en edad fértil (FAO, 2015, pág. 20).

En nuestro país, se presenta una de las más altas prevalencias de anemia de Suramérica de las mujeres en edad fértil no gestantes (Organización Mundial de la Salud, 2020), debido a un deficiente consumo de hierro, bajo consumo de vitaminas A, B, infecciones, parasitosis, malaria y la desnutrición; factores que incrementan el riesgo de padecerla. Esta enfermedad genera pérdida del desarrollo cognitivo en los niños, disminución de la productividad en los adultos. Por lo tanto, menores ingresos económicos y es considerado un factor de riesgo asociado a la mortalidad de quienes la padecen. Alcázar (2012) afirma que la anemia es un

gran problema de salud pública, se estimó que la anemia ocasionó para el año 2011 una pérdida de S/. 2777 millones que representó el 0.62% del PBI.

En el Perú se estimó que el porcentaje de anemia en las mujeres en edad fértil (MEF) no gestantes, entre los 15 a 49 años es 21.1% según la Encuesta Demográfica y de Salud Familiar (INEI, ENDES, 2019). Esto representa a nivel país un problema de salud, lo que ha conllevado a que nuestras autoridades públicas especialistas de la salud, realicen intervenciones para contrarrestar la anemia mediante la fortificación de alimentos con hierro, como parte de los lineamientos y estrategias preventivas de la Organización Mundial de la Salud desde el año 1996, para contribuir al decremento de la anemia. Una muestra de ello es la fortificación de harina de trigo con hierro, siendo este un alimento de gran consumo, que tiene una legislación esencial y fundamental de fortificación con el propósito de mejorar la condición nutricional de la población que padece anemia.

El segmento de mujeres en edad fértil no gestantes, motiva la presente investigación, debido a que tienen mayores requerimientos de hierro por pérdidas en la menstruación, y deficiente consumo de hierro (7.4 mg/día, solo el tercio de la cantidad necesaria). Lo que implica que este segmento de la población se encuentra en riesgo de presentar anemia, siendo la fortificación con hierro una estrategia para contrarrestarla (Ministerio de Salud del Perú, 2017, págs. 22,31).

El presente trabajo de suficiencia profesional, busca evaluar el impacto en el nivel de anemia y deficiencia de hierro, dada la intervención pública de fortificación de la harina de trigo en mujeres en edad fértil no gestantes (15 a 49 años), ya que es la única estrategia implementada para el control y reducción de la anemia en este grupo de la población (Ministerio de Salud del Perú, 2017).

1.2. Objetivos.

1.2.1 Objetivo Principal.

Evaluar el impacto de la fortificación de la harina de trigo en el nivel de anemia y déficit de hierro en mujeres en edad fértil no gestantes de las ciudades de Ica y Chiclayo, de 15 a 49 años; mediante la técnica Propensity Score Matching.

1.2.2 Objetivos específicos.

- Realizar la aplicación de la técnica Propensity Score Matching (PSM).

- Determinar el nivel de anemia y déficit de hierro en mujeres en edad fértil no gestantes, según su consumo alto y bajo de alimentos derivados de la harina de trigo.

II. MARCO TEÓRICO

En este capítulo se describen los conceptos de la anemia, uso de técnicas para la erradicación de la anemia a nivel nacional e internacional, así como investigaciones, indicadores y técnicas de evaluación de impacto seleccionado para la medición del nivel de anemia del presente caso señalado.

2.1. Anemia.

La OMS afirma lo siguiente:

La anemia es un trastorno en el cual el número de eritrocitos (y, por consiguiente, la capacidad de transporte de oxígeno de la sangre) es insuficiente para la satisfacción de las necesidades del organismo. Las necesidades fisiológicas específicas varían en función de la edad, sexo, latitud sobre el nivel del mar, el tabaquismo y las diferentes etapas del embarazo. Se cree que, en conjunto, la carencia de hierro es la causa más común de la anemia, sin embargo, pueden ser causados por otras carencias nutricionales (entre ellas, la de folato, vitamina B₁₂ y vitamina A) (OMS, 2011, pág. 1).

Según el Plan Nacional para la Reducción y Control de la Anemia Materno Infantil y la Desnutrición Crónica Infantil en el Perú (2017 - 2021), la anemia es diagnosticada considerando concentraciones de hemoglobina según puntos de corte establecidos por grupos etarios. Si es menor a 11 g/dl para niños entre los 6 meses a 59 meses; menor a 11.5 g/dl para niños entre los 5 a 11 años de edad; menor a 12 g/dl para niños entre los 12 a 14 años de edad y para mujeres no gestantes (15 años o más); menor a 11 g/dl para mujeres embarazadas; y, menor a 13 g/dl para varones (15 años o más) (Ministerio de Salud, 2017, pág. 17).

Tabla 1. Concentración de hemoglobina para el diagnóstico de anemia.

Población	Con Anemia Según niveles de Hemoglobina (g/dL)			Sin Anemia Si la concentración de hemoglobina (g/dL)
	Severa	Moderada	Leve	
Niños de 6 meses a 5 años cumplidos	< 7,0	7.0 - 9.9	10.0 - 10.9	≥ 11.0
Niños de 5 a 11 años de edad	< 8.0	8.0 - 10.9	11.0 - 11.4	≥ 11.5
Adolescentes				
Adolescentes Varones y Mujeres de 12 - 14 años de edad	< 8.0	8.0 - 10.9	11.0 - 11.9	≥ 12.0
Varones de 15 años a más	< 8.0	8.0 - 10.9	11.0 - 12.9	≥ 13.0
Mujeres NO Gestantes de 15 años a más	< 8.0	8.0 - 10.9	11.0 - 11.9	≥ 12.0
Mujeres Gestantes y Puérperas				
Mujer Gestante de 15 años a más (*)	< 7.0	7.0 - 9.9	10.0 - 10.9	≥ 11.0
Mujer Puérpera	< 8.0	8.0 - 10.9	11.0 - 11.9	≥ 12.0

2.2. Anemia por deficiencia de hierro.

En el trabajo de Durán et al. (2017) se sostiene que el hierro es un micro mineral necesario y vital para el organismo y tiene las siguientes funciones: transporte de oxígeno, proliferación celular, inmunidad, síntesis de ADN, producción de energía, entre otras. El cuerpo de un adulto contiene de 3 a 4 g de hierro; según sea su consumo diario, solo es absorbido de 1 a 2 mg diarios. Para lo cual es necesario realizar dieta balanceada de hierro, debido a que su deficiente consumo genera la enfermedad de la anemia por deficiencia de hierro o anemia ferropénica. Dicha enfermedad afecta principalmente a países subdesarrollados afectando la salud de mujeres en edad fértil, embarazadas, niños y adultos mayores.

Según Sermini, Acevedo & Arredondo (2017) a nivel de todos los países, la anemia por deficiencia de hierro es la insuficiencia nutricional más común, parte la necesidad de conocer los mecanismos de absorción a nivel celular y conocer los biomarcadores para realizar el seguimiento del estado del hierro en el cuerpo. El diagnóstico de la anemia por deficiencia de hierro (ADH) es realizado por los biomarcadores tales como: ferritina, transferrina y receptores solubles de transferrina (TfRs) en sangre, ferritina sérica, entre otros.

Lynch (1997) explica que el consumo de alimentos fuentes de hierro en nuestro país es bajo. La principal fuente de hierro proveniente cuyos alimentos son de origen vegetal, la

biodisponibilidad varía desde menos del 1% hasta un 10%, debido a que otros nutrientes consumidos aumentan o disminuyen la eficiencia de su absorción.

El deficiente consumo de hierro en nuestro país genera la implicación de riesgos del padecimiento de la anemia. Por consiguiente, la fortificación de alimentos surge como parte de una intervención pública de salud efectiva y de bajo costo, mediante el enriquecimiento de alimentos de consumo masivo con hierro, con el fin de mejorar estado nutricional de la población (Centro Nacional de Alimentación y Nutrición, Instituto Nacional de Salud, 2020).

2.3. Fortificación de alimentos.

La fortificación de alimentos consiste en la adición de micronutrientes a los alimentos procesados, tales como vitaminas y minerales (además de oligoelementos), para mejorar su valor nutricional y otorgar un beneficio de salud a las personas. Constituye parte de las estrategias de intervención de salud pública asimismo como parte del enfoque alimentario; la fortificación de alimentos es una tecnología para disminuir la malnutrición por déficit de micronutrientes, fundamentalmente cuando la dieta no proporciona los niveles adecuados de nutrientes. Para lograr la mejora en la salud y la eficacia de la fortificación es indispensable que el alimento fortificado sea consumido en cantidades adecuadas y por un gran porcentaje de la población objetivo (OMS & FAO, Guías para la fortificación de alimentos con micronutrientes, 2017, pág. 12).

2.4. Fortificación de la harina de trigo con hierro.

A nivel mundial; la carencia de hierro, vitamina A y Yodo; son las tres maneras más frecuentes de la desnutrición por carencia de micronutrientes que afectan a la tercera parte de la población mundial, presentándose la mayoría de casos en países en vías de desarrollo, cabe resaltar que la carencia de hierro es la más predominante. Dicha carencia representa una gran preocupación porque constituyen un factor de riesgo para muchas enfermedades como la anemia, además que contribuyen a acentuar las tasas de morbilidad y mortalidad (OMS & FAO, Guías para la fortificación de alimentos con micronutrientes, 2017)

Se aprecia información más detallada en cuanto a la prevalencia de la carencia de hierro, factores de riesgo y consecuencias para la salud; en la siguiente imagen:

Tabla 2. Prevalencia de la carencia de hierro.

Carencias de micronutrientes: prevalencia, factores de riesgo y consecuencias para la salud			
Micronutriente*	Prevalencia de la carencia	Factores de riesgo	Consecuencias para la salud
Hierro	<p>Se estima que hay 2.000 millones de casos de anemia en todo el mundo.</p> <p>En los países en desarrollo, las tasas de prevalencia se estiman en alrededor de 50% en mujeres embarazadas y niños menores de 2 años, 40% en niños en edad escolar y 25 a 55% en otras mujeres y niños.</p> <p>Se calcula que la carencia de hierro es responsable de cerca de 50% de todos los casos de anemia.</p> <p>En el mundo hay aproximadamente 1.000 millones de casos de anemia por carencia de hierro y otros 1.000 millones de casos de carencia de hierro sin anemia.</p>	<p>Bajo consumo de carne/pescado/aves y alto consumo de cereales y leguminosas.</p> <p>Parto prematuro o bajo peso al nacer.</p> <p>Embarazo y adolescencia (períodos en los cuales las necesidades de hierro son especialmente altas).</p> <p>Grandes pérdidas menstruales.</p> <p>Infecciones parasitarias (anquilostomiasis, esquistosomiasis, ascariidiasis) que causan grandes pérdidas sanguíneas.</p> <p>Paludismo (causa anemia no carencia de hierro).</p> <p>Baja ingesta de vitamina C (ácido ascórbico).</p> <p>Alergia a la leche de vaca.</p>	<p>Reducción del desarrollo cognoscitivo.</p> <p>Reducción del desempeño laboral y menos resistencia física.</p> <p>Alteración del metabolismo del yodo y la vitamina A.</p> <p>Anemia.</p> <p>Aumento del riesgo de mortalidad materna y mortalidad infantil (con anemia más severa).</p>

Mostrado lo anterior, la fortificación con hierro se realiza en muchos países, para el caso de Latinoamérica existen programas de fortificación masiva con hierro de las harinas de trigo y maíz. Para la fortificación se utilizan compuestos tales como: sulfato ferroso, fumarato ferroso, hierro electrolítico, etc., que son adicionados a la harina de trigo y consumidos mediante vehículos alimentarios útiles para la obtención de productos derivados de harinas (pan, fideos, productos procesados de harina). La cantidad de hierro proporcionado se encuentra en relación directa con el alimento fortificado (OMS & FAO, Guías para la fortificación de alimentos con micronutrientes, 2017).

Cada país debe patrocinar estrategias en base a sus características geográficas, climatológicas, asimismo realizar actividades de control y evaluación continua de la calidad de la harina de trigo, condiciones de almacenamiento y sus métodos de procesamiento (OMS & FAO, Guías para la fortificación de alimentos con micronutrientes, 2017)

2.5. Directrices legales.

En el 2006, la OMS y la FAO publicaron las directrices para la Fortificación de los alimentos con Micronutrientes (OMS, FAO, 2006) como solución al problema nutricional, constituyendo una estrategia nutricional y de salud pública impartida e implementada desde los gobiernos e instituciones de salud de cada país. Parte de sus directrices de fortificación consiste en la fortificación o suplementación de alimentos de consumo masivo como azúcar, sal y harina (vehículos alimenticios).

Según la asociación de Intercambio Global de Datos de Fortificación, entre 1940 y 2020, se tiene 142 países que tienen legislación de fortificación de alimentos obligatoria, mediante

los vehículos de comida: aceite, arroz, harina de maíz, harina de trigo y sal. En el gráfico se visualiza la cantidad acumulada de países con fortificación alimenticia obligatoria (Intercambio Global de Datos de Fortificación, 2021).

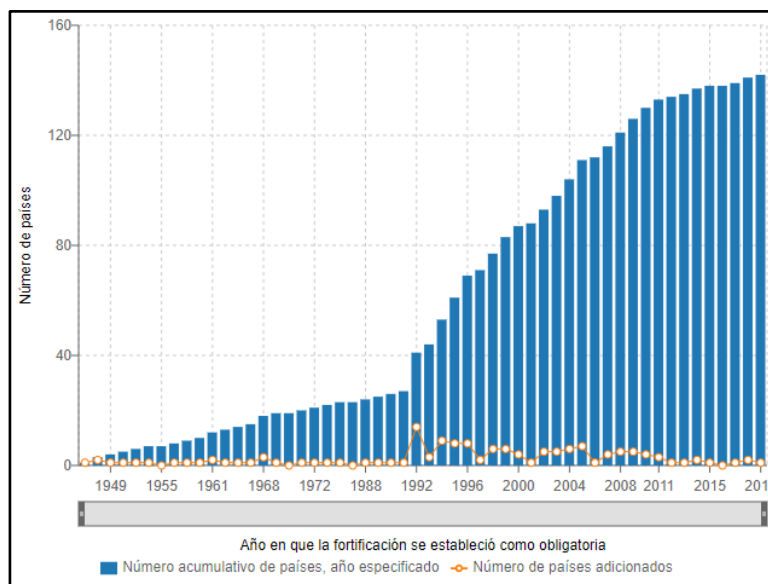


Figura 1. Frecuencia y número acumulado de países con fortificación alimenticia obligatoria (1940 – 2020)
Fuente: Intercambio Global de Datos de Fortificación, 2021.

En la actualidad todos los países de América (35) cuentan con una legislación de fortificación obligatoria y voluntaria mediante el vehículo alimenticio “harina de trigo” (Intercambio Global de Datos de Fortificación, 2021).



Figura 2. Países de América con legislación de fortificación obligatoria de la harina de trigo
Fuente: Intercambio Global de Datos de Fortificación, 2021.

Palacios y Peña (2014) describen que la fortificación de harina en el Perú se inició según las directrices de la OMS mediante los decretos supremos y resoluciones ministeriales. En agosto de 1996, según DS N° 004-96-SA se dispuso que deben contener de hierro 30 mg/kg de harina de trigo producida a nivel nacional, importada o donada, para el consumo en el Perú. Luego en julio de 1997 según RM N° 349-97-SA/DM, se aprobaron las especificaciones para la fortificación de la harina de trigo con hierro dispuesta por el DS N° 004-96-SA. En el 2005, según la Ley N° 28314, dispuso incrementar el contenido de hierro a 55 mg/kg de harina, además que se utilicen sulfato o fumarato.

2.6. Antecedentes.

Martorell et al. (2015) utilizaron pruebas *t* de student, χ^2 y análisis de covarianza para una investigación denominada “Evaluación de la efectividad del programa de fortificación de alimentos de Costa Rica”, relacionado al predominio de la anemia y los niveles de hemoglobina en mujeres y niños. Los alimentos recibieron fortificación, agregándole fumarato ferroso en la harina de trigo y bisglicinato ferroso, a la harina de maíz y a la leche líquida y en polvo. La anemia se redujo en niños (1 a 7 años) y mujeres (15 a 45 años) en las comparaciones nacionales y de sitios centinela. A nivel nacional, la anemia disminuyó en los niños del 19,3% al 4,0% y en las mujeres del 18,4% a 10,2%.

Pachón et al. (2015) realizaron una revisión de las publicaciones relacionadas al impacto de la fortificación de la harina sobre el nivel de hierro y la anemia, como también sobre el diseño, la cobertura y el cumplimiento de las normas. Asimismo, evaluaron la proporción de anemia en las personas, antes y después de consumir alimentos fortificados. Como resultado, se encontró evidencia limitada sobre la eficacia de la fortificación de la harina para reducir la prevalencia de anemia, sin embargo, sí demostraron que se redujo la prevalencia de ferritina baja en las mujeres. El análisis lo realizaron mediante estadísticas descriptivas y la prueba *t* de student para muestras emparejadas.

Quenia dos Santos et al. (2014) publicaron una investigación relacionada a la efectividad del programa de fortificación de harina con hierro en Brasil, para dicho análisis utilizaron la regresión logística. Según la encuesta dietética nacional realizada en el 2008 – 2009, la ingesta y absorción media de hierro procedente de la fortificación fue de 0.2 mg/d, siendo un valor muy bajo para hombres y mujeres; debido a que el consumo estimado de harina con

hierro en Brasil fue menor al propuesto en el programa de fortificación. Por lo que es necesario reevaluar dicho programa con el fin de ajustarlo para obtener mejores resultados en la disminución de la anemia.

Huo et al. (2011) analizaron la efectividad de la harina fortificada sobre el estado de micronutrientes que fueron consumidos durante tres años, por la muestra de estudio conformada por mujeres adultas de zonas rurales en China. El análisis lo realizaron mediante el análisis de varianza (ANOVA); se estimó que el consumo medio de harina fortificada durante el período de intervención fue 117 g por persona por día, lo que generó el aumento de los niveles de hemoglobina en el grupo de intervenidos en comparación con el grupo de control. La tasa de anemia del grupo de intervención disminuyó del 15.1% en la línea de base al 10.8%.

2.7. Indicadores de la anemia en el Perú.

El problema relacionado a la anemia es que el Perú es uno de los países con mayor prevalencia de anemia con 21.0% (INEI, 2017) en las MEF no gestantes de 15 a 49 años de Ica y Chiclayo. Lo que demuestra que es una preocupación para la población y para las autoridades de salud del Gobierno Central.

Para el caso de las mujeres en edad fértil, en el 2003 se estimó que el consumo promedio de hierro, a nivel nacional era de 7.4 mg/día, que representa solo la tercera parte del consumo requerido, lo que puede desencadenar en anemia por deficiencia de hierro (Ministerio de Salud, 2017, pág. 22).

En el Perú, se aplica la estrategia de fortificación de la harina de trigo con hierro, con el fin de mejorar la salud nutricional de la población, en especial de las MEF no gestantes, dado que no reciben otra fuente de suplementación alimenticia. Para medir el impacto de la suplementación alimentaria, según las directrices de fortificación de harina de trigo adoptadas en nuestro país; se realizó un estudio mediante la realización de encuestas en las ciudades de Ica y Chiclayo para las MEF no gestantes de 15 a 49 años. Según (ENDES 2000-2015), la prevalencia de anemia en las MEF no gestantes de Ica al 2015 fue de 18.6% y al realizar la evaluación de este proyecto la prevalencia dio como resultado 27.2%. En el caso de Chiclayo se encontró que, la prevalencia al 2015 fue del 18.9%, encontrándose en la evaluación también un incremento de prevalencia de la anemia a 26.9%.

Con el fin de generar evidencia científica para contribuir a la mejora de estrategias implementadas como parte de las intervenciones del Estado. Mediante la técnica PSM (Emparejamiento por probabilidad de participación) se busca estimar el impacto de esta estrategia en el nivel de anemia y deficiencia de hierro del grupo de estudio.

Heinrich, Maffioli & Vázquez (2010) indican que para poder evaluar el impacto del programa de fortificación de harina de trigo se necesitaría comparar a los grupos de beneficiarios de la intervención y los que no son beneficiarios; la limitación de la propuesta de evaluación es no disponer de un grupo sin intervención. Bajo esta premisa se considerará la metodología PSM, para encontrar una unidad no tratada (no intervenida) que sea similar a una unidad tratada (beneficiaria), lo que permitirá estimar el impacto de la intervención como la diferencia entre un beneficiario y el caso de comparación emparejado.

2.8. Evaluación de Impacto mediante PSM.

En España, Moreno et al. (2018) evaluaron el tratamiento con corticosteroides en pacientes con neumonía grave por influenza mediante el uso del PSM, los pacientes que se trataron con corticosteroides se compararon con los pacientes sin tratamiento y se utilizó el PSM para mitigar los factores de confusión. Se concluyó que la administración de corticosteroides en pacientes con dicha enfermedad se encontraba asociada con el aumento de la mortalidad, ya que la mortalidad en pacientes que recibieron el tratamiento (27.5%) fue mayor que en los que no lo recibieron (18.8%, $p < 0.006$).

En Estados Unidos, Nelson et al. (2017) analizaron los resultados de supervivencia al realizar la cirugía dirigida para cáncer del mesotelioma pleural maligno (MPM) mediante el PSM, en el que se encontró que la mediana de la supervivencia de pacientes con MPM se incrementó de 14.5 meses a 23.4 meses cuando se le realizaban: la cirugía dirigida para cáncer, quimioterapia y la radioterapia.

Iannotti et al. (2016) realizaron una investigación en las escuelas urbanas de Haití con el fin de estimar los efectos en el nivel de anemia según el consumo de mantequilla de maní fortificada, para ello utilizaron el análisis del PSM para la corrección del desbalance de los grupos intervenidos y no intervenidos logrando concluir que en el grupo de los intervenidos se incrementó en 0.62 g/dL la concentración de hemoglobina.

III. MARCO METODOLÓGICO

En este capítulo se describen los conceptos empleados durante el empleo de la técnica PSM y sus elementos de investigación que será aplicado en el desarrollo e implementación de la técnica seleccionada en la presente investigación.

3.1. Diseño del estudio.

El tipo de estudio es analítico, cuasi experimental de corte transversal. Se realizó un análisis secundario de la base de datos de la encuesta de evaluación de impacto de la fortificación de la harina de trigo sobre el nivel de anemia y deficiencia de hierro en mujeres en edad fértil no gestantes de las ciudades de Chiclayo e Ica para el grupo etario de 15 a 49 años de edad, mediante la técnica PSM. Dicha encuesta fue realizada por el equipo técnico de salud de Instituto del Sector Salud.

3.2. Instrumento de recolección de datos.

El instrumento de recolección de datos basado en una encuesta, fue diseñado por el Centro Nacional de Alimentación y Nutrición del Instituto Nacional de Salud con el fin de obtener información sobre las características de las MEF. La encuesta está comprendida por secciones, tales como:

- Ubicación geográfica.
- Características de los miembros de su hogar.
- Vivienda.
- Frecuencia de consumo alimentario.
- Evaluación de hemoglobina.
- Conocimientos sobre anemia.
- Salud y antecedentes.
- Antropometría.
- Actividad física.

3.3. Población.

La población estaba conformada por las mujeres en edad fértil (MEF) de 15 a 49 años no gestantes que viven en viviendas particulares residentes en las ciudades de Ica y Chiclayo,

cuya población al 2015 fue de 40 613 y 110 534 mujeres respectivamente. Se seleccionaron las regiones de Ica y Chiclayo considerando que en el periodo 2000 – 2015, según ENDES; la prevalencia de anemia, para el grupo de estudio, fue de 25.2% a 18.9% y en Chiclayo de 37.4% a 18.6% (ENDES 2000-2015).

3.4. Marco muestral.

La información básica proviene de los documentos cartográficos y la información estadística del INEI a partir del Censo 2007, actualizado con información del Sistema de Focalización de Hogares (SISFOH 2012-2013) para las ciudades de Ica y Chiclayo.

3.4.1. Tipo de muestreo.

La labor correspondiente al diseño muestral fue realizada previamente por un funcionario de la institución, meses antes de que se empezara a ejecutarse este proyecto. Dichos cálculos cuentan con la aprobación y respaldo de la Institución del Sector Salud (CENAN, INS, 2017).

La muestra es probabilística y multietápica, en la primera etapa de muestreo se utilizó la selección sistemática con probabilidad proporcional al tamaño de viviendas, en la segunda etapa la selección fue sistemática simple y en la tercera etapa, aleatorio simple. El nivel de confianza de los resultados muestrales es 95%.

3.4.2. Unidades de muestreo.

La Unidad Primaria de Muestreo es el conglomerado urbano el cual está conformado por una o más manzanas consecutivas o adyacentes. Un conglomerado urbano tiene 140 viviendas particulares aproximadamente. La Unidad Secundaria de Muestreo es la vivienda particular y la Unidad Terciaria de Muestreo es la MEF residente en el hogar.

3.4.3. Muestra.

Para el cálculo de los tamaños de muestra se utilizó la ecuación (1), que corresponde a un muestreo para comparar dos proporciones en poblaciones diferentes.

$$n_0 = \frac{[z_\alpha * \sqrt{2p(1-p)} + z_\beta \sqrt{p_1(1-p_1) + p_2(1-p_2)}]^2}{(p_1 - p_2)^2} * DEFF * TNR \quad (1)$$

$$n_1 = 2 * n_0 * TPE$$

Donde:

n_0 : Número de MEF en cada una de las muestras.

n_1 : Número de MEF total.

Z_α : Valor Z que corresponde al riesgo deseado.

Z_β : Valor Z que corresponde al poder deseado.

p_1 : Valor de la proporción en el grupo de referencia, se tomó como referencia la prevalencia de anemia según ENDES 2015.

p_2 : Valor de la proporción en el grupo del nuevo tratamiento o intervención, se espera una reducción del 10% en la prevalencia.

p : Media de las proporciones p_1 y p_2 .

DEFF: Efecto de utilizar un diseño complejo con relación al muestreo aleatorio simple, para este estudio se tomará el valor de 1.2 por trabajar con marco de conglomerados de viviendas.

TNR: Tasa de no respuesta esperada debido a problemas de marco o de ausencias o rechazos en la entrevista. Se asignará un valor de 15% de tasa de no respuesta.

TPE: Tasa de pérdida por emparejamiento utilizando el método PSM, en este caso se considerará un 50% de tasa de pérdida por emparejamiento.

Tabla 3. Cálculo del tamaño de muestra de MEF no gestantes de 15 a 49 años de edad, de Ica y Chiclayo.

Ciudad	alfa	beta	p1	p2	DEFF	n=neto	TNR	n_0
Chiclayo	0.95	0.8	0.186	0.09	1.2	220	1.18	259
Ica	0.95	0.8	0.189	0.09	1.2	224	1.18	264

Tabla 4. Tamaño de muestra estimado considerando las pérdidas por el emparejamiento.

Ciudad	n_0	TPE		n_1 final
Chiclayo	259	50	2	1040
Ica	264	50	2	1060

El tamaño de la muestra de la ciudad de Chiclayo es 1040 y en Ica es 1060 mujeres en edad fértil no gestantes de 15 a 49 años de edad, haciendo un total de 2100 mujeres.

3.5. Alcance.

La recopilación de datos del presente proyecto se realizó a fines del año 2017 e inicios del 2018, siendo un estudio cuasiexperimental de corte transversal con emparejamiento utilizando el PSM. Los resultados del proyecto son válidos únicamente para las MEF no gestantes de 15 a 49 años de las ciudades de Ica y Chiclayo, porque no se utiliza una técnica de inferencia estadística.

3.5.1. Criterios de inclusión.

Mujeres en edad fértil no gestantes de 15 a 49 años, residentes en la zona de intervención, con más de 90 días de permanencia en la ciudad de intervención. Que hayan aceptado participar en el estudio con consentimiento o asentimiento informado.

3.5.2. Criterios de exclusión.

- Mujer en edad fértil gestante que declare encontrarse gestando.
- Mujer en edad fértil con niño menor de 6 meses.
- Mujer en edad fértil que esté recibiendo suplementación de hierro para el tratamiento de la anemia o que haya recibido en los últimos 3 meses de manera continua.
- Mujer en edad fértil con diagnóstico de malaria o dengue hemorrágico en los últimos 6 meses.
- Mujer en edad fértil con diagnóstico de enfermedad celiaca

3.6. Variables.

A continuación, se detallan las variables independientes, dependientes y de emparejamiento usados en el presente trabajo:

3.6.1. Variable Independiente.

- Tratamiento: Consumo diario de harina de trigo fortificada con hierro (75 g a más).

3.6.2. Variables Dependientes.

- Hemoglobina.
- Ferritina en suero.
- Receptor soluble de la transferrina en suero (sTfR).
- Concentración de Retinol Sérico.

3.6.3. Variables de emparejamiento.

- Edad.
- Nivel educativo.
- Estado civil.
- Número de hijos.
- Número de miembros en el hogar.
- Actividad laboral.
- Índice de masa corporal.
- Antropometría.
- Uso de anticonceptivos.
- Hábitos de fumar.
- Consumo de inhibidores de hierro.
- Hogares con servicio higiénico inadecuados.
- Hogares con paredes inadecuadas.
- Hogares con pisos inadecuados.
- Hogares con techos inadecuados.
- Hogares con hacinamiento.
- Conocimientos sobre anemia.
- Menstruación.

3.6.4. Definiciones.

- Ferritina: Proteína de la sangre que contiene hierro. Su análisis determina la cantidad de hierro que almacena el cuerpo (Mayo Clinic, 2021).
- Proteína C Reactiva (PCR): Proteína que se produce en el hígado, cuyos niveles se incrementan como respuesta a procesos inflamatorios (MedlinePlus, 2020).
- Receptor soluble de transferrina sTfR: Proteína de la sangre, cuyos niveles se incrementan cuando existe déficit de hierro (LabTest, 2017).
- Retinol sérico: Forma circulante de la vitamina A en la sangre (Organización Mundial de la Salud, 2011).

3.6.5. Descripción de las variables del estudio.

Variable	Descripción	Categorías
Consumo diario de alimentos derivados de harina de trigo fortificada con hierro.	<p>Mujer en edad fértil no gestante que tiene un consumo diario alto (≥ 75 g de harina de trigo fortificada con hierro).</p> <p>Mujer en edad fértil no gestante que tiene un consumo diario bajo (<75 g de harina de trigo fortificada con hierro).</p>	<p>- Control</p> <p>- Tratamiento</p>
Consumo habitual de alimentos fuentes de hierro de origen animal (HEM).	<p>Mujer en edad fértil que consume 4 o más alimentos fuentes de hierro HEM en la semana.</p> <p>Mujer en edad fértil que consume menos de 4 alimentos fuentes de hierro HEM en la semana.</p>	<p>- Adecuado</p> <p>- Inadecuado</p>
Consumo de inhibidores del hierro.	Consumo diario de alimentos inhibidores de la absorción del hierro, como: café, té, infusión de hierbas, gaseosas, etc.	<p>- Consumo alto</p> <p>- Consumo bajo</p>
Conocimientos sobre anemia.	Conocimientos sobre: Causas de la anemia, consecuencias, medidas de prevención, alimentos fuente de hierro y vitaminas.	<p>- Adecuados</p> <p>- Inadecuados</p>
Nivel de proteína C reactiva (PCR).	<p>Concentración de proteína C reactiva en suero.</p> <ul style="list-style-type: none"> • < 5 mg/dL • ≥ 5.0 mg/dL 	<p>- Normal</p> <p>- Infección alta</p>
Receptor soluble de transferrina en suero (sTfR).	<p>Concentración de receptor soluble en suero.</p> <ul style="list-style-type: none"> • > 4.5 mg/dL • ≤ 4.5 mg/dL 	<p>- Deficiencia</p> <p>- Normal</p>
Retinol sérico.	<p>Concentración de retinol sérico.</p> <ul style="list-style-type: none"> • > 20 μg/dL • ≤ 20 μg/dL 	<p>- Deficiencia</p> <p>- Normal</p>
Anemia.	<p>Se consideró que hay presencia de anemia si el nivel de hemoglobina es menor a 12 g/dL en sangre.</p> <ul style="list-style-type: none"> • ≥ 12 g/dL • < 12 g/dL 	<p>- No</p> <p>- Sí</p>

Variable	Descripción	Categorías
Deficiencia de hierro, corregido por PCR.	Se consideró que hay deficiencia de hierro según los niveles de Ferritina y PCR. <ul style="list-style-type: none"> Ferritina < 15 µg/L: Déficit 15 µg/L ≤ Ferritina < 30 µg/L y PCR es normal: Normal 15 µg/L ≤ Ferritina < 30 µg/L y PCR es infección alta: Déficit Ferritina ≥ 30 µg/L: Normal 	- Normal - Déficit
Perímetro abdominal	Perímetro abdominal de la mujer en edad fértil. (Se categorizó). .	
Riesgo de enfermedades crónicas	En función del perímetro abdominal: <ul style="list-style-type: none"> < 80 cm De 80 cm a menos de 88 cm De 88 cm a más 	- Riesgo Bajo - Riesgo Alto - Riesgo muy Alto
Nivel de actividad física	De acuerdo a las actividades y hábitos de ejercitación.	- Alto - Moderado - Bajo
Edad de la MEF	Número de años cumplidos.	- 15-25 años - 26-35 años - 36-49 años
Número de hijos de la MEF.	Número de hijos.	- De 4 a más hijos - De 2 a 3 hijos - Un hijo - Sin hijos
Espacio intergenésico.	Número de meses entre la finalización del último embarazo y el inicio del actual.	
IMC.	Índice de masa corporal es calculado, con base a la masa y estatura de la persona: $IMC = \frac{masa (Kg)}{talla(m)^2}$	- Delgadez grado III - Delgadez grado II - Delgadez grado I - Normal - Sobrepeso - Obesidad grado I - Obesidad grado II - Obesidad grado III
Años de educación.	Número total de años de educación.	
Nivel educativo de la MEF.	Es el último nivel alcanzado por la MEF, categorizado en 6 grupos.	- Sin instrucción. - Primaria incompleta. - Primaria completa. - Secundaria incompleta. - Secundaria completa. - Superior.
Tipo de actividad laboral de la MEF.	Ocupación principal/ Tipo de trabajo.	- Dependiente - Independiente - Sin ocupación
Número de miembros del hogar.	Número de personas que viven juntos, comparten la misma olla familiar y pernoctan en el hogar.	

Variable	Descripción	Categorías
Hogar con servicios higiénicos inadecuados.	El hogar cuenta con servicios higiénicos adecuados cuando se encuentra conectado a una red pública dentro o fuera del hogar, o letrina que cumpla con normas técnicas.	- Si - No
Hogar con paredes inadecuadas.	El hogar cuenta con paredes adecuadas si el material predominante es: concreto, ladrillo, adobe, piedra sillar y madera. Mientras que las paredes inadecuadas son: estera, quincha, piedra con barro, madera u otros materiales.	- Si - No
Hogar con pisos inadecuados.	El hogar cuenta con pisos adecuados, si el material predominante es: cemento, losetas, vinílicos, parqué, madera y piso acabado. Se considera un piso inadecuado a la tierra.	- Si - No
Hogar con techos inadecuados.	El hogar cuenta con techos adecuados, si el material predominante es: concreto, calamina, tejas. Mientras es inadecuado si el material predominante es de caña o de estera, paja, hojas de palmera, entre otros.	- Si - No
Hogares en hacinamiento.	Se considera una vivienda con hacinamiento si 3 o más personas duermen en una sola habitación.	- Si - No
Estado civil.	Categorizado en 6 grupos.	- Conviviente - Casada - Viuda - Divorciada - Separada - Soltera
Uso de métodos anticonceptivo.	Si la MEF utiliza algún método anticonceptivo.	- Si - No
Sangrado uterino.	Flujo sanguíneo durante el periodo menstrual. <ul style="list-style-type: none"> • De 5 a 80 ml. • Mayor a 80 ml. 	- Normal - Anormal
Días de menstruación.	Número de días aproximada, que dura la menstruación.	
Número de apósitos.	Cantidad de apósitos sanitarios que utiliza durante su menstruación.	
Hábito de fumar.	Si la MEF posee el hábito de fumar.	- Si - No

3.7. Consideraciones del diseño.

Para el presente trabajo de suficiencia profesional, se consideró el punto de corte de 75g de consumo de alimentos derivados de harina de trigo fortificada por día, según los lineamientos dados (OMS, Recomendaciones sobre la fortificación de las harinas de trigo y de maíz. Informe de reunión: Declaración de consenso provisional, 2009), que refiere que el consumo menor a 75g no permite que la fortificación genere impacto sobre los niveles de micronutrientes de las mujeres en edad reproductiva. Si la persona consume 75g o más, se rá considerado para el grupo de intervención, caso contrario, si su consumo es menor a 75g, será considerado para el grupo de control.

Se eligieron a las ciudades de Ica y Chiclayo, debido a que la mediana del consumo diario de alimentos derivados de la harina de trigo fortificada es de 60g y 80g respectivamente, encontrándose cercana al punto de corte de 75g establecida por la OMS.

3.8. Evaluación de Impacto.

Heinrich, Maffioli & Vázquez (2010) indican que es primordial evaluar los esfuerzos de una intervención o tratamiento en el logro de sus objetivos principales, mediante la evidencia de la investigación que estructura el cómo los mecanismos de la intervención actuarán en aras del logro de sus objetivos y resultados esperados.

Gertler et al. (2017) explican que la evaluación de impacto constituye un tipo particular de evaluación, que pretende responder ¿Cuál es el impacto? (o efecto causal) de una intervención en un resultado de interés. Esta se realiza para estimar e identificar cambios atribuibles a un programa, intervención o política pública; como una medida del logro de los objetivos del proyecto. Es decir, identifica y mide los resultados de interés obtenidos a partir de una intervención planificada.

Para evaluar el impacto de una intervención se debe estimar el “contrafactual”, según Gertler et al. (2017) afirman que el “contrafactual” es una estimación de cual habría sido el resultado del participante de la intervención, si no hubiera sido participante o recibido la intervención, en el resultado de la variable de interés. Lo que quiere decir que evalúa el resultado de la variable de interés en los participantes en ausencia del programa o intervención. La construcción del resultado contrafactual es parte del reto de la evaluación

de impacto, dado que este resultado no es observable y necesita de métodos estadísticos para su estimación.

Gertler et al. (2017) indican que debido a que la evaluación del impacto se realiza de modo transversal y luego de la intervención, el contrafactual es inobservable; razón por la cual se emplean diversas técnicas estadísticas para la creación de grupos de control o comparación; para lograr dicha comparación entre participantes (tratados) y no participantes (control).

3.9. Diseños de Evaluación de Impacto.

Los diseños de evaluación de impacto se dividen a partir de la metodología de construcción del contrafactual.

3.9.1 Diseño Experimental.

Heinrich, Maffioli & Vázquez (2010) y Shadish, Cook & Thomas Campbell (2002) manifiestan que en la evaluación experimental, la asignación de individuos al tratamiento (participación al programa) es de modo aleatorio. La aleatoriedad garantiza que las variables observables e inobservables sean equivalentes es decir que la “participación en la intervención” es el único factor distintivo entre los participantes y no participantes de la intervención, con el fin de que el grupo de no participantes o control pueda utilizarse para evaluar lo que les habría sucedido a los participantes en ausencia de la intervención, como tal estimar los resultados de la intervención.

La implementación del diseño experimental no siempre es viable, debido a que genera elevados costos además de ser imprescindible el desarrollo de un diseño de asignación aleatoria antes del inicio de la intervención. Sin embargo, como alternativa a ello, mediante métodos rigurosos de evaluación no experimental se logra la estimación de los resultados relacionados a la efectividad de las intervenciones.

3.9.2 Diseño Cuasi Experimental.

Khandker, Koolwal & Samad (2010) indican que la asignación de individuos al tratamiento no es aleatoria, más bien se incluyen criterios sociales o políticos para la selección de los participantes o beneficiarios, razón por la cual los grupos de participación y los de control no son comparables. Al no existir aleatoriedad existe el sesgo de selección, para estos casos se

utilizan investigaciones con diseño cuasi experimentales, con el fin de reducir el sesgo de selección y el grado de ajuste de los grupos.

Acorde con lo anterior, se busca generar el grupo de comparación (después de la intervención) para estimar al contrafactual; con la condición de que sea lo más parecido al grupo de participación, de acuerdo a las variables observables y medidas en el estudio. Para ello se utilizan diversas técnicas multivariantes que permitan reducir el sesgo de selección (Wooldridge, 2012). Entre las técnicas de evaluación cuasi experimental se encuentra el PSM.

3.10. Propensity Score Matching.

Según Heinrich et al. (2010) afirman lo siguiente:

Es una técnica estadística cuasiexperimental, que utiliza información de un grupo de unidades que no participan en una intervención para identificar qué habría sucedido con las unidades participantes en ausencia de la intervención. Al comparar cómo los resultados difieren para los participantes en relación a los no participantes observacionalmente similares, es posible estimar los efectos de la intervención.

En ausencia de un diseño experimental, la asignación al tratamiento con frecuencia no es aleatoria y, por lo tanto, las unidades que reciben tratamiento y las excluidas del tratamiento pueden diferir no solo en su estado de tratamiento sino también en otras características (variables) que afectan tanto la participación como el resultado de interés. Para evitar los sesgos que esto puede generar, el PSM como método de emparejamiento encuentra una unidad no tratada que es "similar" a una unidad participante, lo que permite estimar el impacto de la intervención como la diferencia entre un participante y el caso de comparación emparejado. Al promediar todos los participantes, el método proporciona una estimación del impacto medio del programa para los participantes.

Uno de los aspectos críticos en la implementación de las técnicas de emparejamiento es definir qué significa "similar". Aunque podría ser relativamente sencillo asignar una unidad de comparación basada en una sola característica observable, en la práctica, si el proceso de emparejamiento ha de mitigar con éxito el

sesgo potencial, debe hacerse considerando una gama completa de covariables a través de las cuales las unidades de tratamiento y comparación puedan diferir.

El emparejamiento por puntuación de propensión, es una de las innovaciones más importantes en el desarrollo de métodos de emparejamiento viables, permite reducir el problema de emparejamiento a una sola dimensión. El puntaje de propensión se define como la probabilidad de que una unidad en la muestra combinada de unidades tratadas y no tratadas reciba el tratamiento, dado un conjunto de variables observadas. La puntuación de propensión (o probabilidad de participación) producirá coincidencias válidas para estimar el impacto de una intervención. Por lo tanto, en lugar de intentar igualar todos los valores de las variables, los casos pueden compararse únicamente sobre la base de las puntuaciones de propensión y de ese modo realizarse el emparejamiento.

3.10.1. Objetivo de la técnica PSM.

Khandker, Koolwal & Samad (2010) manifiestan que el PSM es un método de evaluación de impacto y se utiliza cuando un tratamiento o intervención no puede ser asignado de forma aleatoria. Por lo tanto, se simula la aleatorización, obteniéndose un análogo observacional de un experimento aleatorizado. Mediante la aplicación del PSM se desarrollará un grupo de control (no participantes) - contrafactual en el que se encontrará individuos lo más similares posibles al grupo de tratamiento en términos de variables observadas. De modo que, cada participante se emparejará con un no participante observacionalmente semejante.

El PSM construye un grupo de comparación estadística para modelar la probabilidad de participar en el programa sobre la base de características o variables. Dado un conjunto o vector de covariables $\mathbf{X}_i = (X_{i1}, \dots, X_{ik})$, donde k es el número de covariables, cada participante se compara y empareja con un no participante sobre la base de una puntuación de propensión, que refleja la probabilidad de participar en la intervención condicionada a sus diferentes características observadas, vector \mathbf{X}_i (Rosenbaum & Rubin, 1983). Por lo tanto, PSM evita la "maldición de la dimensionalidad" asociada a tratar de emparejar a los participantes y no participantes en todas las características cuando la dimensión del vector \mathbf{X}_i es muy grande (Khandker, Koolwal, & Samad, 2010).

Finalmente, el efecto promedio de tratamiento del programa se calcula como la diferencia media de los resultados a través de estos dos grupos. Bajo el supuesto de que las diferencias en la participación se basan únicamente en las características observadas, y si hay suficientes no participantes disponibles para emparejar con los participantes, se puede medir el efecto del tratamiento correspondiente, incluso si el tratamiento no es aleatorio (Khandker, Koolwal, & Samad, 2010).

3.10.2. Estimación de la Probabilidad de asignación en la Intervención.

A continuación, se presentan los conceptos teóricos utilizados en el modelamiento y estimación del PSM. El enfoque PSM captura los efectos de las covariables observadas X_i , mediante una puntuación o índice de propensión; en la participación de un tratamiento T dicotómico, es decir $T = 1$ para los que recibieron el tratamiento y $T = 0$ para las unidades sin tratar. Según (Rosenbaum & Rubin, 1983) la construcción del modelo de la probabilidad de participar en el tratamiento T condicionado a las características observadas X_i , o la puntuación de propensión es:

$$P(X) = P(T = 1 | X)$$

$$\ln\left(\frac{P(T = 1 | X)}{1 - P(T = 1 | X)}\right) = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_p X_p = \boldsymbol{\beta}'\mathbf{X} \quad (2)$$

Donde:

$P(T = 1 | X)$: Probabilidad de que un individuo reciba el tratamiento o intervención, condicionado a un conjunto de variables observadas.

Donde $\boldsymbol{\beta}$ es un vector $p \times 1$ de los coeficientes de regresión y \mathbf{X} es un vector $p \times 1$ de covariables.

Los supuestos para la identificación del efecto programa son: a) Asunción de la independencia condicional y b) Asunción de soporte o superposición común. El efecto de tratamiento del programa que utiliza estos métodos puede representarse como el efecto promedio del tratamiento (ATE) o el efecto de tratamiento sobre el tratado (TOT).

3.10.3. Supuestos del PSM.

a. Asunción de la independencia condicional:

- La independencia condicional establece que dado un conjunto de variables observables X_i que no se ven afectados por el tratamiento, los resultados potenciales Y son independientes de la asignación del tratamiento T , se muestra a continuación:

$$(Y_i^T, Y_i^C) \perp T_i | X_i. \quad (3)$$

Donde:

Y_i^T : Resultados de la variable de interés para los participantes del tratamiento.

Y_i^C : Resultados de la variable de interés para los no participantes del tratamiento.

\perp : Representa la asunción de independencia condicional.

T_i : Tratamiento o intervención.

La independencia condicional no es un criterio directamente comprobable; depende de características específicas del programa. Si las características no observadas determinan la participación en el programa, se violará la independencia condicional.

b. Asunción de soporte o superposición común:

- La cual hace referencia a que la probabilidad de ser tratado y no ser tratado debe ser positiva, para cada valor de X . Esto garantiza que haya suficiente superposición de las características de las unidades que reciben y no reciben tratamiento, para realizar la coincidencia o emparejamiento adecuado.

$$0 < P(T_i = 1 | X_i) < 1 \quad (4)$$

Donde:

$T_i = 1$: Individuo que recibe el tratamiento.

Esta condición garantiza que las observaciones de los participantes y no participantes sean cercanas en la distribución de puntuación de propensión, para (Heckman, LaLonde y Smith 1999). Por lo tanto, las unidades de tratamiento tendrán que ser similares a las unidades de no tratamiento en términos de características observadas; para ello, algunas

unidades de no tratamiento pueden tener que ser retiradas para garantizar la comparabilidad.

En la figura 3, se observa las distribuciones del puntaje de propensión para los grupos tratados y no tratados, antes y después del emparejamiento. Nótese la superposición de las distribuciones luego del emparejamiento.

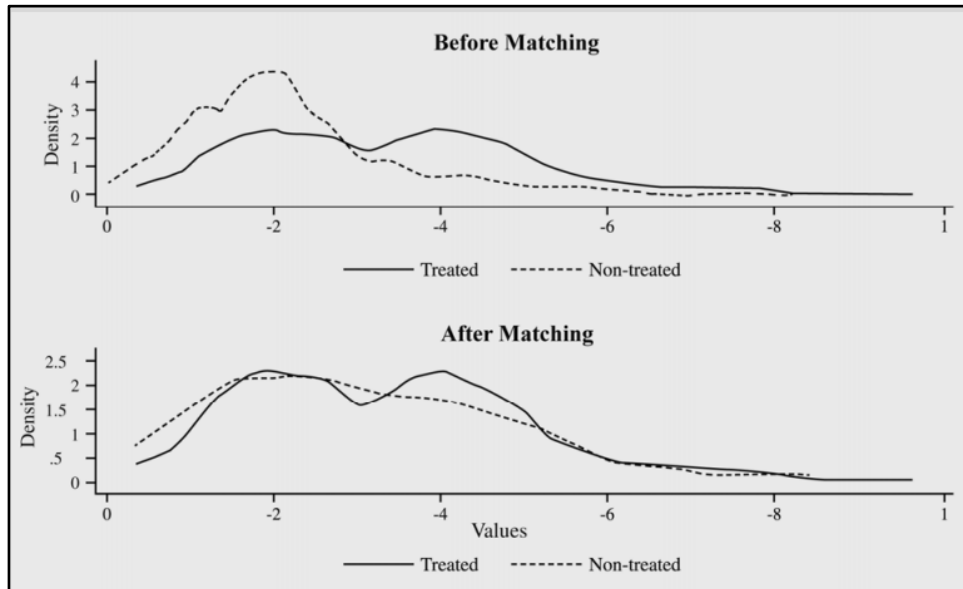


Figura 3. Distribución del puntaje de propensión en el grupo de tratados y no tratados, antes y después del emparejamiento.

Fuente: (Heinrich, Maffioli, & Vázquez, 2010)

3.10.4. Cálculo de los efectos del tratamiento.

Para los participantes, $T_i = 1$ y el valor de Y_i bajo tratamiento se representa como $Y_i(1)$, en el caso de los no participantes, $T_i = 0$ y Y_i se puede representar como $Y_i(0)$, como resultado de comparación para los resultados de los participantes $Y_i(1)$, el efecto promedio del programa podría representarse de la siguiente manera:

$$D = E(Y_i(1) | T_i = 1) - E(Y_i(0) | T_i = 0) \quad (5)$$

Donde:

$E(Y_i(1) | T_i = 1)$: Valor esperado de la variable de interés para un individuo que recibe tratamiento (participante), dado que recibió tratamiento.

$E(Y_i(0) | T_i = 0)$: Valor esperado de la variable de interés para un individuo que no recibe tratamiento (no participante), dado que no recibió tratamiento.

Si, en la ecuación 5, se suma y se resta el valor esperado del resultado para los no participantes si hubieran participado en el programa, $E(Y_i(0) | T_i = 1)$, u otra forma de especificar el contrafactual se obtiene:

$$D = E(Y_i(1) | T_i = 1) - E(Y_i(0) | T_i = 0) + E(Y_i(0) | T_i = 1) - E(Y_i(0) | T_i = 1)$$

$$D = ATE + E(Y_i(0) | T_i = 1) - E(Y_i(0) | T_i = 0)$$

$$D = ATE + B \tag{6}$$

Donde:

$$ATE = E(Y_i(1) | T_i = 1) - E(Y_i(0) | T_i = 1) \tag{7}$$

$E(Y_i(0) | T_i = 1)$: Valor esperado de la variable de interés para un individuo que no recibe tratamiento (participante), en caso hubiera participado en el programa.

ATE es el efecto promedio del tratamiento, es decir, la ganancia promedio o efecto medio del tratamiento entre los participantes en relación con los no participantes considerando que los no participantes también fueran tratados. En *ATE* corresponde a una situación en el que un individuo elegido al azar de la población se asigna a participar en el programa, por lo que los individuos participantes y no participantes tienen la misma probabilidad de recibir el tratamiento *T*.

Y:

$$B = E(Y_i(0) | T_i = 1) - E(Y_i(0) | T_i = 0) \tag{8}$$

Mientras el término *B*, es el grado de sesgo de selección que surge al usar *D* como una estimación del *ATE*. Dado que no se conoce el $E(Y_i(0) | T_i = 1)$, no se puede calcular la magnitud del sesgo de selección. Como resultado, si uno no sabe hasta qué punto el sesgo de selección constituye *D*, es posible que no se estime la diferencia exacta en los resultados entre los grupos tratados y de control.

Sin embargo, $E[Y_i(1) | T_i = 1]$, que son los resultados promedio de los tratados, condicionado a estar en un área tratada, y $E[Y_i(0) | T_i = 0]$, los resultados promedio de los no tratados, condicionados a no estar en un área tratada. Con una focalización no aleatoria y observaciones en solo una submuestra de la población, $E[Y_i(1)]$ no es necesariamente igual a $E[Y_i(1) | T_i = 1]$, y $E[Y_i(0)]$ no es necesariamente igual a $E[Y_i(0) | T_i = 0]$.

Por lo tanto, se observan efectos de tratamiento alternativos TOT :

$$TOT = E [Y_i (1) - Y_i (0) | T_i = 1] \quad (9)$$

Que viene a ser la diferencia en los resultados de recibir el programa en comparación con estar en un área de control para una persona o sujeto i al azar extraído de la muestra tratada. Es decir, el TOT refleja las ganancias promedio para los participantes, condicionadas a que estos participantes reciban el programa. Para este estudio en particular, la intervención se da para toda el área geográfica del estudio, pero no todas reciben el tratamiento o intervención de consumir la cantidad necesaria de 75 g a más de harina de trigo fortificada diaria equivalente a 4.125 mg de hierro (grupo de tratamiento), recordando que los controles son considerados aquellas MEF cuyo consumo sea menor a 75g).

Supongamos que el área de interés es el TOT , $E [Y_i (1) - Y_i (0) | T_i = 1]$. Si T_i no es aleatorio, una simple diferencia entre las áreas tratadas y de control, $D = E(Y_i(1) | T_i = 1) - E(Y_i(0) | T_i = 0)$, no será igual al TOT . La discrepancia entre el TOT y esta D será $E(Y_i(0) | T_i = 1) - E(Y_i(0) | T_i = 0)$, que es igual al sesgo B en la estimación del tratamiento efecto.

$$TOT = E [Y_i (1) - Y_i (0) | T_i = 1]$$

$$TOT = E (Y_i (1) | T_i = 1) - E(Y_i (0) | T_i = 1)$$

$$D = E(Y_i(1) | T_i = 1) - E(Y_i(0) | T_i = 0)$$

$$\text{Si: } E(Y_i (0) | T_i = 1) = E(Y_i(0) | T_i = 0)$$

$$= E(Y_i (0) | T_i = 1) - E(Y_i(0) | T_i = 0) = 0$$

$$B = 0$$

$$\Rightarrow TOT = D, \text{ si } B = 0 \text{ (Tratamiento aleatorizado)} \quad (10)$$

$$A^{TT} = TOT \quad (11)$$

Donde:

A^{TT}, TOT : Efecto del tratamiento en el individuo tratado.

3.10.5. Efecto del tratamiento en los tratados (A^{TT} o TOT), usando PSM.

Al cumplirse los supuestos del PSM, el TOT se puede especificar como la diferencia media en Y sobre el soporte común, ponderando las unidades de comparación por la distribución de

la puntuación de propensión de los participantes. Se puede especificar un estimador de sección transversal típico de la siguiente manera:

$$TOT_{PSM} = E_{P(X)|T=1} \{E[Y^T | T = 1, P(X)] - E[Y^C | T = 0, P(X)]\} \quad (12)$$

Más explícitamente, con datos transversales y dentro del apoyo común, el efecto de tratamiento se puede escribir de la siguiente manera (Khandker, Koolwal, & Samad, 2010).

$$TOT_{PSM} = \frac{1}{N_T} [\sum_{i \in T} Y_i^T - \sum_{j \in C} \omega(i, j) Y_j^C] \quad (13)$$

Donde:

N_T : Número de participantes i .

$\omega(i, j)$: Peso utilizado para agregar resultados para los no participantes coincidentes j .

3.10.6. Aplicación del método PSM.

Para calcular el efecto de tratamiento del programa, se calculará la puntuación de participación $P(X)$ sobre la base de todas las variables observadas X que afectan conjuntamente a la participación y al resultado de interés. El objetivo de la coincidencia es encontrar el grupo de comparación más cercano, desde una muestra de no participantes hasta la muestra de participantes del programa. El valor "Más cercano" se mide en términos de características observables no afectadas por la participación del programa.

I. Estimando un Modelo de Participación en el Programa.

Las muestras de participantes y no participantes están agrupadas, y luego la probabilidad de participación debe estimarse en todas las variables observadas X que determinen la participación. Para comparar los resultados de interés para los participantes ($T = 1$) con los que no participan ($T = 0$), se estima a partir de un modelo de probit o logit de participación en el programa.

El resultado previsto representa la probabilidad de participación o puntuación de propensión. Cada participante y no participante muestreado tendrá una puntuación estimada de propensión: $\hat{P}(X | T = 1) = \hat{P}(X)$.

II. Definición de la región de pruebas comunes de soporte y equilibrio a continuación.

Es necesario definir la región de apoyo común donde se distribuyen las puntuaciones de propensión para el tratamiento y la superposición del grupo de comparación. En el caso que algunas de las observaciones de los no participantes caigan fuera del soporte común deben descartarse.

Las distribuciones de las puntuaciones de propensión del grupo tratado y control deben ser similares, que implica el equilibrio y se expresa:

$$\hat{P}(X | T = 1) = \hat{P}(X | T = 0) \quad (14)$$

Donde:

$\hat{P}(X | T = 1)$: Probabilidad estimada de que un individuo participe en el programa, dado que pertenece al grupo de tratamiento.

$\hat{P}(X | T = 0)$: Probabilidad estimada de que un individuo participe en el programa, dado que pertenece al grupo de control.

III. Emparejamiento de participantes con no participantes.

Existen diferentes criterios de emparejamiento para asignar participantes a no participantes sobre la base del puntaje de propensión. Para ello se calcula una ponderación para cada conjunto de participantes y no participantes emparejados, que pueden influir en la estimación del programa resultante. A continuación, se describe las técnicas de emparejamiento:

a. Coincidencia de vecinos más cercanos. Es una de las técnicas de emparejamiento más utilizadas, donde cada unidad de tratamiento se empareja con la unidad de comparación con el puntaje de propensión más cercano. Se puede elegir n vecinos más cercanos y hacer coincidir, normalmente se utiliza $n = 5$, que consiste en seleccionar y tomar a cada individuo del tratamiento y buscar 5 individuos del grupo de control, con la probabilidad de participación más cercana.

El emparejamiento se puede realizar con o sin reemplazo. Emparejar con reemplazo, implicaría que el mismo no participante puede usarse como emparejamiento para diferentes participantes.

b. Coincidencia de calibre o radio. Mediante el emparejamiento de vecino más cercano se podría presentar el caso que la diferencia en las puntuaciones de propensión de un participante y su vecino no participante más cercano sea alta, generando coincidencias insuficientes. Por ello esta técnica impone un umbral o "tolerancia" en la distancia máxima de puntuación de propensión (calibre), que implica emparejar con reemplazo, solo entre puntajes de propensión dentro de un cierto rango.

Sin embargo, es probable que haya un mayor número de no participantes excluidos, lo que aumenta potencialmente la posibilidad de sesgo de muestreo.

c. Estratificación o coincidencia de intervalos. Este procedimiento divide la región de soporte común en diferentes estratos (o intervalos) y calcula el impacto del programa dentro de cada intervalo. Dentro de cada intervalo, el efecto del programa es la diferencia media en los resultados entre las observaciones tratadas y de control. Un promedio ponderado de estas estimaciones de impacto de intervalo arroja el impacto general del programa, tomando la proporción de participantes en cada intervalo como ponderaciones.

d. Coincidencia lineal local y de kernel. Un riesgo con los métodos anteriores es que sólo un pequeño subconjunto de no participantes podría satisfacer los criterios para caer dentro de la región de soporte común y así construir el resultado contrafactual. Los estimadores de coincidencia no paramétricos, como la coincidencia de kernel, utiliza un promedio ponderado de todos los no participantes para construir la coincidencia contrafactual para cada participante.

$$w(i, j)_K = \frac{K\left(\frac{P_j - P_i}{a_n}\right)}{\sum_{k \in C} K\left(\frac{P_k - P_i}{a_n}\right)} \quad (15)$$

Donde:

$w(i, j)$: Ponderaciones para la coincidencia de kernel.

P_i : Probabilidad de participación para el participante i .

P_j : Probabilidad de participación para el no participante j .

K : Función de kernel

a_n : Parámetro de ancho de banda.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El objetivo del trabajo monográfico es evaluar el impacto de la fortificación de la harina de trigo en el nivel de anemia y déficit de hierro en mujeres de 15 a 49 años en edad fértil no gestantes de las ciudades de Ica y Chiclayo. Para lo cual se realizó en análisis del PSM conjunto para ambas ciudades, con el fin de tener una muestra mayor, con un total de 2057 observaciones, teniendo en cuenta sus propias características. Se utilizó las bases de datos de las evaluaciones del consumo diario de hierro, aplicando los criterios de inclusión antes mencionados (Marco metodológico sección 3.6.1 y 3.6.2). Se consideró para el grupo de tratamiento o participantes, a aquellas mujeres cuyo consumo habitual de harina de trigo es igual o mayor a 75 g, lo que es equivalente a 4.125 mg de hierro; y para el grupo de control, un consumo menor a 75 g (4.125 mg) de hierro.

4.1. Análisis y procesamiento de los datos.

Se realizó el tratamiento y la consistencia de los datos recopilados en la encuesta mencionada, mediante procesos estadísticos, para asegurar la calidad de la información. Para lo cual se obtuvieron reportes de errores, ya sea por omisión, incoherencia en las reglas lógicas o de rango de las variables; las mismas que se corrigieron antes del procesamiento de los datos. Para el procesamiento de los datos se utilizó los softwares SPSS v.23 y STATA v.16.

Se realizó un análisis exploratorio de los datos y posteriormente se aplicó la técnica PSM con el fin de estimar el impacto de la fortificación de harina de trigo fortificada en el nivel de anemia y déficit de hierro en las MEF.

4.2. Características de las MEF no gestantes de 15 a 49 años.

Se presentan a continuación la distribución de las características de las MEF, en el segmento de estudio, según su participación en la intervención, antes de realizar el emparejamiento. Para las variables como nivel educativo, estado civil, actividad laboral, características del hogar de la MEF, entre otras.

En la tabla 5, se observa que la prevalencia de anemia en el grupo de tratamiento es 28.5%, mientras que en el grupo de control el 25.4% la padece, 3.1 puntos porcentuales menor que el grupo de participantes.

Mediante el indicador de ferritina y PCR, se obtuvo que el 26.6% de las MEF participantes del programa de intervención presentan déficit de hierro (los puntos de corte se detallan en el marco metodológico, sección 3.6.5); mientras que en el grupo de control alcanzó el 28.0%.

Estos resultados concernientes a la prevalencia de anemia, a primera impresión implicarían ciertas inconsistencias, ya que las MEF que participan de la intervención (consumen de 75 g a más de harina fortificada con hierro), deberían tener una menor prevalencia de anemia; en comparación con las que tienen un menor consumo. Sin embargo, se obtuvo que las MEF participantes tienen un mayor consumo de “*alimentos inhibidores de la absorción del hierro*” (café, té, infusiones, gaseosas, entre otros.) con respecto a las MEF del grupo de control, lo que estaría relacionado a que presentan un menor nivel de hemoglobina (anemia).

En la tabla 6, se aprecia que el nivel promedio de hemoglobina de las MEF participantes es 12.5 g/dL, inferior al grupo de controles (12.6 g/dL); de modo similar para el nivel promedio de ferritina el grupo de tratamiento (41.7 µg/L) inferior al grupo de control (41.8 µg/L). Mientras que el promedio de alimentos inhibidores de hierro consumido diariamente, cercano a 3, es mayor en las participantes, que en el grupo de control (2.4). Lo que podría estar asociado a que la anemia y el déficit de hierro mayor en las participantes se deba a su mayor consumo de inhibidores de la absorción de hierro.

Tabla 5. Distribución de las características cualitativas de las MEF en los grupos tratados y controles.

Variables		Controles (%)	Tratados (%)
Características de la MEF			
Edad	De 15 a 25 años	30.4	32.9
	De 26 a 35 años	28.7	30.1
	De 36 a 49 años	40.9	37.0
Nivel educativo	Sin instrucción	1.0	0.4
	Primaria incompleta	3.1	3.1
	Primaria completa	3.8	3.5
	Secundaria incompleta	11.2	16.3
	Secundaria completa	27.7	29.6
	Superior	53.1	47.1
Estado civil	Conviviente /casado	53.0	57.7
	Sin pareja	47.0	42.3
Número de hijos	De 4 a más hijos	8.9	9.7
	De 2 a 3 hijos	39.7	41.8
	1 hijo	22.4	21.2
	Sin hijos	29.1	27.4
Tipo de actividad laboral	Sin ocupación	45.7	47.4
	Independiente	27.1	26.6
	Dependiente	27.2	26.0
Índice de masa corporal	Delgadez	2.1	3.4
	Normal	34.6	34.9
	Sobrepeso	36.0	33.8
	Obesidad	27.0	28.0
	No específica	0.3	0.0
Riesgo de enfermedades crónicas, según el perímetro abdominal	Riesgo Bajo	24.9	28.2
	Riesgo Alto	26.3	24.4
	Riesgo muy alto	48.6	47.4
	No específica	0.2	0.0
Usa métodos anticonceptivos	No	69.1	67.1
	Si	30.9	32.9
Anemia	Normal	74.6	71.5
	Anemia	25.4	28.5
Ferritina en suero	Normal	72.0	73.4
	Déficit	28.0	26.6

VARIABLES		Controles (%)	Tratados (%)
PCR Diagnóstico	Normal	85.3	84.9
	Infección alta	14.7	15.1
Receptor soluble de la transferrina en suero	Deficiencia hierro	7.7	7.2
	Normal	92.3	92.8
Concentración de retinol sérico	Deficiente	0.9	0.8
	Normal	99.1	99.2
Consumo habitual de alimentos fuentes de hierro	Inadecuado	3.9	2.1
	Adecuado	96.1	97.9
Conocimiento sobre anemia	Inadecuado	16.0	16.8
	Adecuado	84.0	83.2
Características del hogar de la MEF			
Hogares con servicios higiénicos	No	5.7	6.0
	Si	94.3	94.0
Hogares con paredes inadecuadas	No	80.9	80.7
	Si	19.1	19.3
Hogares con pisos inadecuados	No	90.0	89.9
	Si	10.0	10.1
Hogares con techos inadecuados	No	86.7	85.3
	Si	13.3	14.7

Tabla 6. Distribución de las características cuantitativas de las MEF en los grupos tratados y controles.

	Controles			Tratados		
	Media	Mediana	Desviación estándar	Media	Mediana	Desviación estándar
Edad	32.2	32.0	9.9	31.3	31.0	9.7
Años de educación	13.1	13.0	3.4	12.8	12.0	3.2
Número de hijos	1.6	1.0	1.4	1.6	2.0	1.4
Número de miembros en el hogar	4.5	4.0	1.8	4.9	5.0	2.0
Índice de masa corporal	27.3	26.8	5.2	27.1	26.6	5.6
Perímetro abdominal	87.8	87.5	12.1	87.9	87.0	12.9
Consumo de inhibidores de Hierro	2.4	2.0	1.2	2.7	3.0	1.3
Días de menstruación	4.5	5.0	2.2	4.4	5.0	2.2
Apósitos utilizados	15.9	15.0	11.7	15.4	15.0	9.4
Hemoglobina	12.6	12.8	1.3	12.5	12.7	1.3
Ferritina	41.8	30.1	36.4	41.7	30.7	36.3
PCR	3.0	1.2	6.0	3.0	1.2	5.8
Receptor soluble de transferrina	5.6	4.9	3.0	5.5	4.9	2.5
Concentración de Retinol Sérico	1.6	1.4	0.6	1.6	1.4	0.6

4.3. Estimación de la Probabilidad de participación.

Se consideró según los lineamientos nutricionales de la OMS, que una mujer en edad fértil no gestante de 15 a 49 años, recibe el tratamiento, o lo que es lo mismo, participa de la intervención de fortificación de la harina de trigo con hierro, si es que tiene un consumo diario mayor o igual a 75 g de harina de trigo, proveniente de los alimentos y/o fideos; caso contrario fue clasificada en el grupo de control o “no participante”.

Lo primero que se realizó es la estimación de las probabilidades de participación de las MEF en la intervención, para lo cual se determinó las variables a incluir en el modelo, con el fin de obtener las probabilidades de participación. Para la estimación de la probabilidad o puntuación de que la MEF reciba tratamiento se realizó mediante el modelo de regresión logística logit, en el cual se incorporaron variables que influyeron estadísticamente a que la MEF reciba el tratamiento, es decir influyan sobre la participación de la intervención de salud, según (Khandker, Koolwal, & Samad, 2010). En ese sentido, las variables que resultaron influyentes fueron: edad, años de educación, estado civil, actividad laboral, número de miembros del hogar, número de hijos, y características del hogar tales como: servicios higiénicos, estado de las paredes, pisos y techos.

En los resultados que se presentan en la Tabla 7, se muestran las estimaciones del modelo y las probabilidades de participación del programa. La cantidad de miembros del hogar de la MEF aumentan la probabilidad de que la MEF participe en el programa, especialmente si tiene entre 6 a 15 miembros en su hogar. Mientras que la probabilidad de participar disminuye si la MEF tiene entre 36 a 45 años de edad, estado civil soltera y si tiene de 17 a 22 años de estudio, es decir si tiene estudios superiores. Se demuestra la significancia del modelo ya que $\text{Prob} > \chi^2 = 0.0255 < 0.05$.

Tabla 7. Estimación de la probabilidad de que las MEF participen en la intervención de fortificación de la harina de trigo.

Algorithm to estimate the propensity score

Estimation of the propensity score

Logistic regression

Number of obs = 2057

Wald chi2(25) = 40.57

Los pseudolikelihood = -1401.741

Prob > chi2 = 0.0255

Pseudo R2 = 0.0146

Variables	Coef	Robust Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
Número de miembros = 4	0.4353206	0.1332540	3.27	0.001	0.174148	0.696494
Número de miembros = 5	0.2977830	0.1395105	2.13	0.033	0.024347	0.571219
Número de miembros = 6 a 15	0.5011331	0.1348420	3.72	0.000	0.236848	0.765419
Estado civil casada	-0.0629643	0.1284561	-0.49	0.624	-0.314734	0.188805
Estado civil viuda	0.1441833	0.6069229	0.24	0.812	-1.045364	1.333730
Estado civil divorciada	-0.1904293	0.8736265	-0.22	0.827	-1.902706	1.521847
Estado civil separada	-0.2505773	0.1884147	-1.33	0.184	-0.619863	0.118709
Estado civil soltera	-0.2880012	0.1510228	-1.91	0.057	-0.584089	0.007998
Hogar con servicios higiénicos	-0.0085883	0.2034758	-0.04	0.966	-0.407394	0.390217
Paredes inadecuadas	-0.1082979	0.1487683	-0.73	0.467	-0.399878	0.183283
Pisos inadecuados	-0.0967810	0.1692234	-0.57	0.567	-0.428453	0.234891
Techos inadecuados	0.1054139	0.1525316	0.69	0.490	-0.193543	0.404370
Edad de 20 a 25 años	-0.0755865	0.1777224	-0.43	0.671	-0.423916	0.272743
Edad de 26 a 35 años	-0.1828769	0.1999600	-0.91	0.360	-0.574791	0.209037
Edad de 36 a 45 años	-0.3794765	0.2176713	-1.74	0.081	-0.806184	0.047151
Edad de 46 a más años	-0.2757101	0.2457966	-1.12	0.262	-0.757463	0.206042
Número de hijos = 2 a 3	0.0049923	0.1740958	0.03	0.977	-0.336229	0.346214
Número de hijos = 1	0.0297902	0.2045480	0.15	0.884	-0.371117	0.430697
Sin hijos	-0.0115448	0.2499490	-0.05	0.963	-0.501436	0.478346
Actividad laboral independiente	0.0470233	0.1142461	0.41	0.681	-0.176895	0.270942
Actividad laboral dependiente	0.0802513	0.1175968	0.68	0.495	-0.150234	0.310737
Años de educación = 12	-0.1223240	0.1319918	-0.93	0.354	-0.381023	0.136375
Años de educación = 13 a 14	-0.1958221	0.1640653	-1.19	0.233	-0.517384	0.125740
Años de educación = 15 a 16	-0.2387138	0.1564946	-1.53	0.127	-0.545438	0.068010
Años de educación = 17 a 22	-0.3505667	0.1670852	-2.10	0.036	-0.678848	-0.023086
Constante	0.2955100	0.3407111	0.87	0.386	-0.372272	0.963292

Nota: En la regresión logit, la variable dependiente toma el valor a 1 si la MEF consumió de 75 g a más de harina de trigo fortificada y 0, si tiene un consumo menor de 75 g.

Si la MEF tiene en su hogar a cuatro miembros de familia tiene 10.6% más de probabilidad de participar en la intervención, asimismo si la MEF tiene 5 miembros de familia, tiene 7.2% más de probabilidad de participación y si tiene entre 6 a 15 miembros, le

corresponde un 12.2% más de probabilidad de participar en la intervención; que una MEF que tenga hasta tres miembros de familia.

Si la MEF es soltera tiene 7.0% menos de probabilidad de participar en la intervención, con respecto a una MEF conviviente. A su vez si la MEF tiene entre 36 a 45 años de edad tiene 9.2% menos probabilidad de participar en la intervención con respecto a una MEF de 15 a 19 años de edad. También podemos afirmar que si la MEF ha estudiado entre 17 a 22 años tiene 8.5% menos de probabilidad de participar que una MEF que haya estudiado de 0 a 11 años, es decir hasta la secundaria completa.

Tabla 8. Estimación de la probabilidad de que las MEF participen en la intervención de fortificación de la harina de trigo.

Marginal effects logit

y = Pr(Tratamiento) (predict)

Variables	dy/ dx	Delta-method Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
Número de miembros = 4	0.1063065	0.0322063	3.30	0.001	0.043183	0.169430
Número de miembros = 5	0.0727194	0.0339183	2.14	0.032	0.006224	0.139198
Número de miembros = 6 a 15	0.1223780	0.0324944	3.77	0.800	0.058690	0.186066
Estado civil casada	-0.0153760	0.0313629	-0.49	0.624	-0.076846	0.046094
Estado civil viuda	0.0352100	0.1482841	0.24	0.812	-0.255265	0.325685
Estado civil divorciada	-0.0465033	0.2133378	-0.22	0.827	-0.464638	0.371631
Estado civil separada	-0.0611917	0.0459340	-1.33	0.183	-0.151221	0.028837
Estado civil soltera	-0.0703307	0.0367548	-1.91	0.056	-0.142369	0.001707
Hogar con servicios higiénicos	-0.0020973	0.0496893	-0.84	0.966	-0.099487	0.095292
Paredes inadecuadas	-0.0264466	0.0363120	-0.73	0.466	-0.097617	0.044724
Pisos inadecuados	-0.0236342	0.0413109	-0.57	0.567	-0.104602	0.057334
Techos inadecuados	0.0257424	0.0372317	0.69	0.489	-0.047231	0.098715
Edad de 20 a 25 años	-0.0184584	0.0433931	-0.43	0.671	-0.103507	0.066591
Edad de 26 a 35 años	-0.0446590	0.0487957	-0.92	0.360	-0.140297	0.050979
Edad de 36 a 45 años	-0.0926692	0.0538063	-1.75	0.080	-0.196560	0.112213
Edad de 46 a más años	-0.0673291	0.0599541	-1.12	0.261	-0.184837	0.501787
Número de hijos = 2 a 3	0.0012191	0.0425146	0.03	0.977	-0.082108	0.084546
Número de hijos = 1	0.0072748	0.0499505	0.15	0.884	-0.090626	0.105176
Sin hijos	-0.0028193	0.0610380	-0.05	0.963	-0.122452	0.116813
Actividad laboral independiente	0.0114832	0.0278948	0.41	0.681	-0.043190	0.066156
Actividad laboral dependiente	0.0195976	0.0287039	0.68	0.495	-0.036661	0.075856
Años de educación = 12	-0.0298718	0.0322094	-0.93	0.354	-0.093001	0.033258
Años de educación = 13 a 14	-0.0478203	0.0400169	-1.20	0.232	-0.123252	0.030611
Años de educación = 15 a 16	-0.0582946	0.0381337	-1.53	0.126	-0.133035	0.016446
Años de educación = 17 a 22	-0.0856093	0.0406341	-2.11	0.035	-0.165251	-0.059680

Nota: dy /dx es el efecto marginal representa la contribución de cada variable a la probabilidad de que una MEF consuma de 75 g a más de harina de trigo fortificada con hierro. Para el caso de variables dummy con valores de 0 ó 1.

4.4. Determinación de la Región de Soporte Común.

Se realizó la estimación del modelo que estimó la probabilidad de participación del programa o intervención y se estimó los puntajes o probabilidad de participación de las MEF, gráficamente vemos que las probabilidades predichas son similares, sin embargo, hay probabilidades de participación en el grupo de tratamiento que son superiores a la máxima probabilidad del grupo de control.

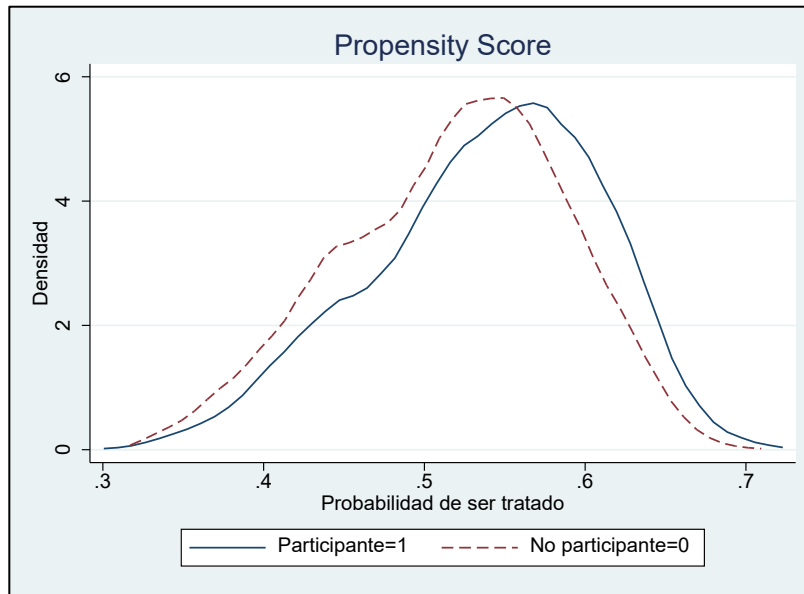


Figura 4. Distribución de las probabilidades estimadas de participación en la intervención de fortificación de la harina de trigo en los grupos de participación y los controles.
Fuente: Elaboración propia.

Con base a ello y para solucionar este problema se impone la asunción del soporte común mediante el máximo y mínimo probabilidad de los grupos de tratamiento y control para su coincidencia (emparejamiento).

Luego de imponer la condición de soporte común en la estimación de la probabilidad de participación como parte del proceso de emparejamiento, en el cual se identificó la máxima y mínima probabilidad predicha para ambos grupos. Se muestra a continuación la distribución de soporte común, y se muestra que las puntuaciones de participación comparten una considerable área, en el cual el grupo de MEF participantes tiene la máxima probabilidad del área común y el grupo de control “no participantes” presenta la mínima probabilidad del área común.

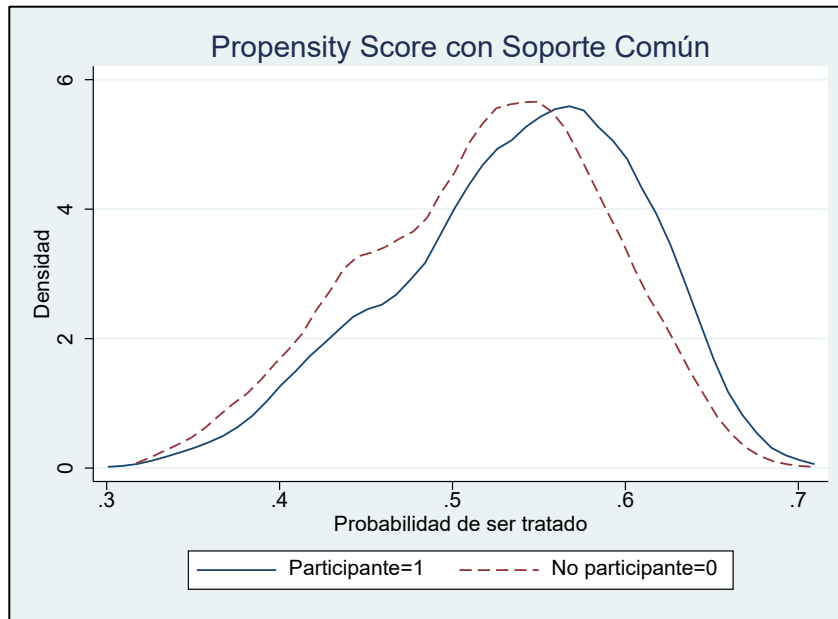


Figura 5. Distribución de las probabilidades estimadas de participación en la intervención de fortificación de la harina de trigo en los grupos de participación y los controles, mediante soporte común.
Fuente: Elaboración propia.

Ahora representamos los valores mínimos y máximos de las probabilidades de participación en la intervención para los dos grupos: participantes y no participantes, como también para la región de soporte común para el emparejamiento (0.3167787, 0.7072207).

Tabla 9. Límites de las regiones de la distribución de probabilidad de participación para los grupos de tratamiento, control y Soporte Común.

Región	Probabilidad mínima	Probabilidad máxima
Tratamiento	0.3163247	0.7072207
Control	0.3327787	0.6937787
Soporte común	0.3167787	0.7072207

Fuente: Elaboración propia.

4.5. Calidad de Emparejamiento.

A continuación, se presentan tres tipos de evaluación de la calidad del emparejamiento:

- Con el comando "pscore", se determinó la probabilidad de participación para cada observación de acuerdo con el modelo especificado. Posterior a ello se dividen las observaciones en un número óptimo de bloques, de manera que dentro de éstos la probabilidad media del grupo de control no sea estadísticamente diferente de la probabilidad media del grupo de tratamiento (participantes). Este paso es necesario

para el balance de probabilidades de participación, con este comando se ha demostrado que en cada bloque no existe diferencias estadísticamente significativas entre los individuos de tratamiento y control para las variables incluidas para predecir la probabilidad de participación en la intervención (Anexo 3).

- Un procedimiento para garantizar la calidad del emparejamiento consiste en estimar el modelo logit con las características especificadas, pero condicionado por la probabilidad de pertenecer al grupo de intervención predicha “pscore” (Anexo 4), es decir ingresó como variable independiente. Al analizar los resultados de la Tabla 10. los coeficientes asociados a las variables de la MEF no son estadísticamente significativos, por tanto, se concluye que existe un emparejamiento adecuado.

- La Tabla 11. muestra las características de las MEF para los grupos de participantes y controles antes y después de realizar el emparejamiento, en el cual se observa que antes del emparejamiento las variables número de miembros en el hogar (de 6 a 15) y años de educación (de 17 a 22) mostraban diferencias significativas entre los grupos de tratamiento y control, pero luego del emparejamiento estas diferencias ya no son significativas (Anexo 5).

- En las Figuras 7, 8 y 9 se evidencia que la calidad de emparejamiento entre los grupos de tratados y controles es muy buena, que se visualizan en los gráficos de equilibrio de densidad, distribución acumulada de las probabilidades de participación y diagrama de cajas de dichos grupos.

Tabla 10. Estimación de la probabilidad de que las MEF participen en la intervención de fortificación de la harina de trigo, en función de la puntuación “pscore”.

Average Marginal effects

Expression : Pr(Tratamiento), predict()

Log likelihood = -1400.3732

Number of obs = 2057
 LR chi2(26) = 44.2
 Prob> chi2 = 0.0144
 Pseudo R2 = 0.015

Variables	dy/ dx	Delta-method Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
pscore	-23.4517300	14.4041800	-1.63	0.103	-51.683390	4.779939
Número de miembros = 4	2.6248340	1.5471300	1.70	0.090	-0.407486	5.657154
Número de miembros = 5	1.7976840	1.0599600	1.70	0.090	-0.279800	3.875167
Número de miembros = 6 a 15	3.0173540	1.7784660	1.70	0.090	-0.468375	6.503084
Estado civil casada	-0.3765163	0.2240938	-1.68	0.093	-0.815732	0.062700
Estado civil viuda	0.8466120	0.5211492	1.62	0.104	-0.174822	1.868046
Estado civil divorciada	-1.1381140	0.7079086	-1.61	0.108	-2.525589	0.249362
Estado civil separada	-1.5022440	0.8863713	-1.69	0.090	-3.239500	0.235011
Estado civil soltera	-1.7251370	1.0173770	-1.70	0.090	-3.719159	0.268886
Hogar con servicios higiénicos	-0.0490671	0.0575786	-0.85	0.394	-0.161919	0.063785
Paredes inadecuadas	-0.6442149	0.3813758	-1.69	0.091	-1.391698	0.103268
Pisos inadecuados	-0.5769002	0.3423506	-1.69	0.092	-1.247895	0.094095
Techos inadecuados	0.6277224	0.3718484	1.69	0.091	-0.101087	1.356532
Edad de 20 a 25 años	-0.4562308	0.2726689	-1.67	0.094	-0.990652	0.078190
Edad de 26 a 35 años	-1.0936700	0.6466069	-1.69	0.091	-2.360997	0.173656
Edad de 36 a 45 años	-2.2705910	1.3391890	-1.70	0.090	-4.895353	0.354171
Edad de 46 a más años	-1.6479190	0.9731022	-1.69	0.090	-3.555164	0.259327
Número de hijos = 2 a 3	0.0272795	0.0455201	0.60	0.549	-0.061938	0.116497
Número de hijos = 1	0.1763330	0.1153729	1.53	0.126	-0.049794	0.402460
Sin hijos	-0.0675366	0.0729307	-0.93	0.354	-0.210478	0.075405
Actividad laboral independiente	0.2815598	0.1682055	1.67	0.094	-0.048117	0.611237
Actividad laboral dependiente	0.4806378	0.2846228	1.69	0.091	-0.077213	1.038488
Años de educación = 12	-0.7248719	0.4282912	-1.69	0.091	-1.564307	0.114563
Años de educación = 13 a 14	-1.1665360	0.6884803	-1.69	0.090	-2.515933	0.182861
Años de educación = 15 a 16	-1.4245300	0.8401622	-1.70	0.090	-3.071218	0.222158
Años de educación = 17 a 22	-2.0973330	1.2364170	-1.70	0.090	-4.520666	0.325999

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 11. Comparación de las características de los grupos de tratados y controles, antes y después del emparejamiento.

Variables	Antes del emparejamiento			Con emparejamiento		
	Tratados (%)	Controles (%)	p > t	Tratados (%)	Controles (%)	p > t
Número de miembros = 4	29.1	25.6	0.068	29.2	31.8	0.192
Número de miembros = 5	21.6	22.2	0.765	21.7	19.9	0.315
Número de miembros = 6 a 15	28.5	23.2	0.006**	28.4	28.0	0.811
Estado civil casada	21.6	22.1	0.808	21.7	19.7	0.266
Estado civil viuda	0.64	0.52	0.703	0.55	0.28	0.317
Estado civil divorciada	0.18	0.31	0.565	0.19	0.09	0.564
Estado civil separada	6.5	8.0	0.188	6.6	5.4	0.238
Estado civil soltera	35.0	38.1	0.134	35.0	36.3	0.501
Hogar con servicios higiénicos	94.0	94.3	0.765	94.1	94.8	0.453
Paredes inadecuadas	19.3	19.1	0.887	19.2	16.0	0.048
Pisos inadecuados	10.1	10.0	0.928	10.1	9.8	0.829
Techos inadecuados	14.7	13.3	0.355	14.6	13.4	0.421
Edad de 20 a 25 años	18.6	17.8	0.661	18.6	18.1	0.739
Edad de 26 a 35 años	30.1	28.7	0.480	30.2	31.2	0.609
Edad de 36 a 45 años	28.0	31.3	0.094	28.0	29.1	0.568
Edad de 46 a más años	9.0	9.6	0.656	9.0	8.9	0.880
Número de hijos = 2 a 3	41.8	39.7	0.339	41.9	41.7	0.931
Número de hijos = 1	21.2	22.4	0.506	21.2	21.1	0.958
Sin hijos	27.4	29.1	0.405	27.2	27.3	0.962
Actividad laboral independiente	26.6	27.1	0.788	26.7	26.1	0.770
Actividad laboral dependiente	26.0	27.2	0.545	26.0	28.5	0.193
Años de educación = 12	29.5	27.6	0.341	29.6	33.6	0.047
Años de educación = 13 a 14	13.2	13.7	0.712	13.2	12.7	0.749
Años de educación = 15 a 16	18.1	19.7	0.365	18.2	18.2	1.000
Años de educación = 17 a 22	15.9	19.8	0.022*	15.9	15.5	0.813

Nota: Las diferencias significativas son al **1% y *5%.

Fuente: Elaboración propia.

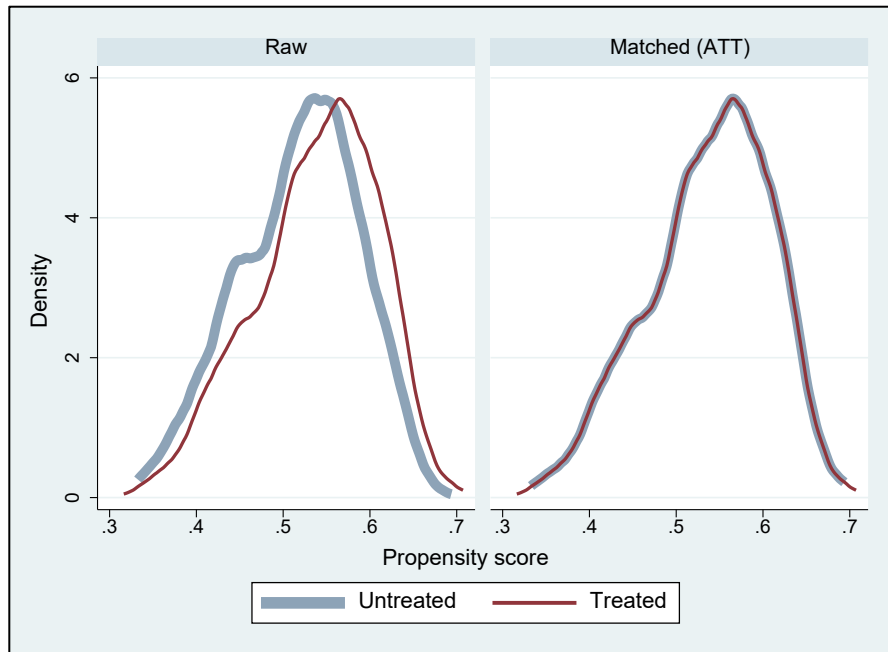


Figura 6. Gráfico de equilibrio de densidad de los grupos de tratamiento y control, antes y después del emparejamiento.
Fuente: Elaboración propia

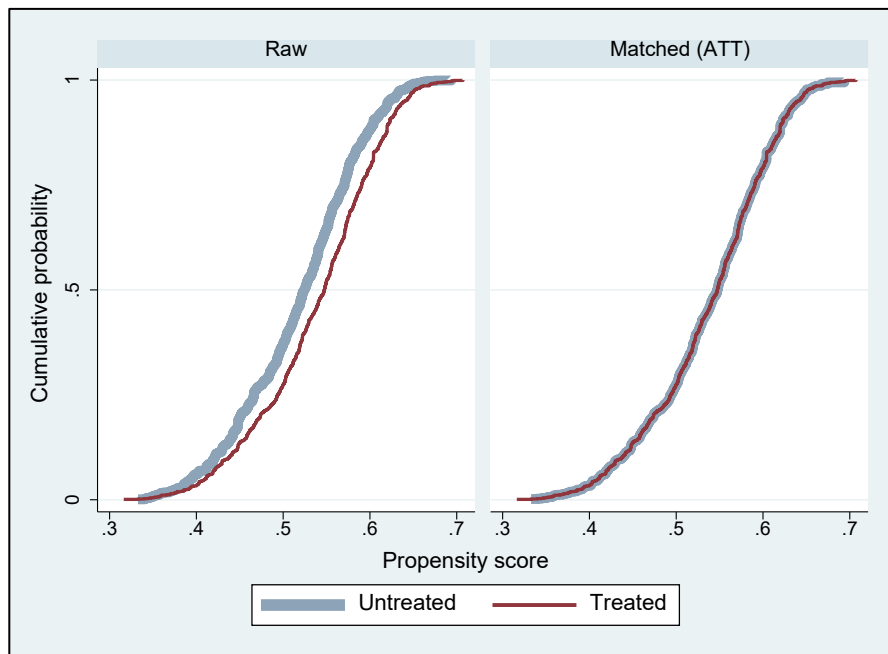


Figura 7. Gráfico de equilibrio de la distribución acumulada de los grupos de tratamiento y control, antes y después del emparejamiento.
Fuente: Elaboración propia.

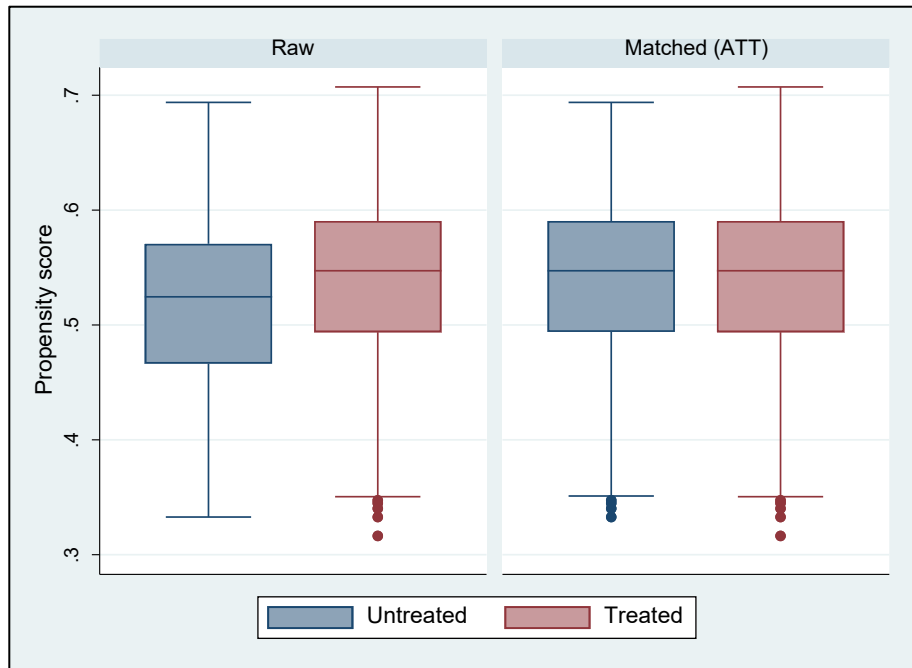


Figura 8. Diagrama de equilibrio de cajas de los grupos de tratamiento y control, antes y después del emparejamiento.
Fuente: Elaboración propia.

4.6. Selección del Estimador de Emparejamiento.

Se ha utilizado tres métodos de emparejamiento, entre ellos el “Nearest-neighbor matching” o vecino más cercano, mediante el comando “kmatch” se encarga de emparejar a cada observación del grupo de tratamiento o participante de la intervención con la observación del grupo de control que tenga una probabilidad más cercana. Sin embargo, en el caso que se presenten casos en los que varias observaciones del grupo de control se encuentran a la misma distancia de una sola observación de tratamiento, para evitar ello se debe asegurar que el orden en el que se presentan los datos en la base de datos sea de forma aleatoria, para lo cual se garantizó la aleatoriedad mediante una semilla. El comando “kmatch” calcula el “propensity score”, teniendo en cuenta únicamente a las observaciones que están dentro del soporte común.

Asimismo, se utilizó el estimador de emparejamiento “Kernel matching” mediante el comando “kmatch”; que, a diferencia del vecino más cercano, utiliza una mayor cantidad de observaciones del grupo de control, concediéndoles un mayor peso (promedio ponderado) a aquellos controles con menores distancias mediante una función kernel, para construir la coincidencia contrafactual para cada participante. Para el estimador no paramétrico “Regresión Lineal Local” se utilizó el comando “psmatch2”.

4.7. Evaluación del impacto de la fortificación de la harina de trigo sobre el nivel de anemia, déficit de hierro y consumo de alimentos inhibidores de hierro.

Para la estimación del impacto de la fortificación de la harina de trigo, se realizaron mediante la utilización de tres técnicas antes mencionadas, (Vecino más cercano, Kernel y Regresión lineal local). Para estimar los errores estándar y el intervalo de confianza se aplicaron para cada prueba de emparejamiento, la técnica de Bootstrap con 50 repeticiones y se obtuvieron los siguientes resultados.

4.7.1. Evaluación del impacto sobre la prevalencia de anemia.

En la Tabla 12. se muestra el efecto promedio de la harina de trigo fortificada en los participantes de la intervención, sobre la prevalencia de anemia. Según los tres estimadores, al 5% de significancia no existe evidencia estadística suficiente para afirmar la existencia de un efecto de la fortificación de harina de trigo en las MEF que tienen un alto consumo de alimentos derivados de harina de trigo comparadas con sus controles, en la prevalencia de anemia.

Tabla 12. Evaluación del impacto de la fortificación de la harina de trigo sobre la proporción de anemia.

Método de Emparejamiento	ATT	Std. Err.	z	P > z	95% Conf. Interval	
Vecino más cercano	0.044284	0.025060	1.77	0.077	-0.004833	0.093401
Kernel	0.035331	0.025049	1.41	0.158	-0.013764	0.084426
Regresión lineal local	0.031366	0.018664	1.68	0.093	-0.005215	0.067947

ATT: Average Treatment Effect on Treated. Efecto promedio del tratamiento en los tratados. Mide el impacto del programa en aquellos individuos que recibieron el tratamiento.

Diferencias significativas: al **1% y *5%.

Fuente: Elaboración propia.

4.7.2. Evaluación del impacto sobre el promedio de hemoglobina.

En la Tabla 13. se presenta el efecto promedio de la harina de trigo fortificada en los participantes de la intervención, sobre el promedio de hemoglobina. Se han obtenido resultados similares al impacto sobre la prevalencia de anemia; para los tres algoritmos de emparejamiento se aprecia que no existen diferencias significativas del promedio de hemoglobina entre las MEF que participan en la intervención comparadas con sus controles, a un nivel de significancia del 5%. Es decir, no existe evidencia estadística suficiente para afirmar la existencia de un efecto de la fortificación de harina de trigo en las MEF que tienen un alto consumo de alimentos derivados de harina de trigo comparadas con sus controles, en el promedio de hemoglobina.

Tabla 13. Evaluación del impacto de la fortificación de la harina de trigo sobre el promedio de hemoglobina.

Método de Emparejamiento	ATT	Std. Err.	z	P > z	95% Conf. Interval	
Vecino más cercano	-0.071042	0.070682	-1.01	0.315	-0.209576	0.067492
Kernel	-0.075540	0.072923	-1.04	0.300	-0.218466	0.067387
Regresión lineal local	-0.064555	0.062556	-1.03	0.302	-0.187163	0.058053

ATT: Average Treatment Effect on Treated. Efecto promedio del tratamiento en los tratados. Mide el impacto del programa en aquellos individuos que recibieron el tratamiento.

Diferencias significativas: al **1% y *5%.

Fuente: Elaboración propia.

4.7.3. Evaluación del impacto sobre la proporción de déficit de hierro.

Se aprecia en la Tabla 14. el efecto promedio de la harina de trigo fortificada en los participantes de la intervención, sobre la proporción de déficit de hierro. Para los tres algoritmos de emparejamiento se aprecia que no existen diferencias significativas de la proporción de déficit de hierro entre las MEF que participan en la intervención al compararse con sus controles, a un nivel de significancia del 5%. Por lo tanto, no existe evidencia estadística suficiente para afirmar la existencia de un efecto de la fortificación de harina de trigo en las MEF que tienen un alto consumo de alimentos derivados de harina de trigo comparadas con sus controles, sobre el déficit de hierro.

Tabla 14. Evaluación del impacto de la fortificación de la harina de trigo sobre la proporción de déficit de hierro.

Método de Emparejamiento	ATT	Std. Err.	z	P > z	95% Conf. Interval	
Vecino más cercano	0.013739	0.026782	0.51	0.608	-0.038753	0.066232
Kernel	0.000762	0.025494	0.03	0.976	-0.049206	0.050730
Regresión lineal local	-0.003311	0.021497	-0.15	0.878	-0.045445	0.038823

ATT: Average Treatment Effect on Treated. Efecto promedio del tratamiento en los tratados. Mide el impacto del programa en aquellos individuos que recibieron el tratamiento.

Diferencias significativas: al **1% y *5%.

Fuente: Elaboración propia.

4.7.4. Evaluación del impacto sobre el promedio de hierro.

En la Tabla 15. se presenta el efecto promedio de la harina de trigo fortificada en los participantes de la intervención, sobre el promedio de hierro (ferritina). Se aprecia que en los tres algoritmos de emparejamiento no existen diferencias significativas del promedio de hierro entre las MEF que participan en la intervención comparadas con sus controles, a un nivel de significancia del 5%. Es decir, no existe evidencia estadística suficiente para afirmar

la existencia de un efecto de la fortificación de harina de trigo en las MEF que tienen un alto consumo de alimentos derivados de harina de trigo comparadas con sus controles, en el promedio de hierro.

Tabla 15. Evaluación del impacto de la fortificación de la harina de trigo sobre el promedio de ferritina.

Método de Emparejamiento	ATT	Std. Err.	z	P > z	95% Conf. Interval	
Vecino más cercano	-0.342216	2.882923	-0.12	0.906	-5.992641	5.308210
Kernel	0.125291	2.413555	0.05	0.959	-4.605189	4.855771
Regresión lineal local	-0.651990	1.858336	-0.35	0.726	-4.294263	2.990282

ATT: Average Treatment Effect on Treated. Efecto promedio del tratamiento en los tratados. Mide el impacto del programa en aquellos individuos que recibieron el tratamiento.

Diferencias significativas: al **1% y *5%.

Fuente: Elaboración propia.

4.7.5. Evaluación del impacto sobre la proporción de alto consumo de inhibidores de hierro.

En la Tabla 16. se muestra el efecto promedio de la harina de trigo fortificada en los participantes de la intervención, sobre el alto consumo de alimentos inhibidores de hierro. Observándose que los tres algoritmos de emparejamiento existen diferencias significativas de la proporción que tiene un alto consumo de alimentos inhibidores de hierro entre las MEF que participan en la intervención comparadas con sus controles.

Según los resultados obtenidos mediante el vecino más cercano, la proporción de alto consumo de inhibidores aumentan en 6.2% en las MEF participantes en comparación con sus controles. Análogamente, para los estimadores Kernel y Regresión lineal local, la proporción de alto consumo aumenta en 5.8% y 5.7%, respectivamente, en las MEF que participan de la intervención en comparación con las que no participan.

Tabla 16. Evaluación del impacto de la fortificación de la harina de trigo sobre la proporción de alto consumo de inhibidores de hierro.

Método de Emparejamiento	ATT	Std. Err.	z	P > z	95% Conf. Interval	
Vecino más cercano	0.061521	0.300327	2.05	0.041**	0.002658	0.120384
Kernel	0.057558	0.025421	2.26	0.024**	0.007703	0.107414
Regresión lineal local	0.057269	0.023466	2.44	0.015**	0.011277	0.103261

ATT: Average Treatment Effect on Treated. Efecto promedio del tratamiento en los tratados. Mide el impacto del programa en aquellos individuos que recibieron el tratamiento.

Diferencias significativas: al **1% y *5%.

Fuente: Elaboración propia.

4.7.6. Evaluación del impacto sobre el promedio del consumo de inhibidores de hierro.

En la Tabla 17. se presenta el efecto promedio de la harina de trigo fortificada en los participantes de la intervención, sobre el promedio de consumo de alimentos inhibidores de hierro. Notándose que para los tres algoritmos de emparejamiento existen diferencias significativas del promedio de consumo de inhibidores de hierro entre las MEF que participan en la intervención comparadas con sus controles.

Por lo tanto, se encuentra un impacto positivo de la intervención sobre el consumo de inhibidores de hierro en las MEF tratadas con un promedio de consumo alimentos inhibidores de hierro mayor, que varía desde 0.29 a 0.31 al compararse con sus controles.

Tabla 17. Evaluación del impacto de la fortificación de la harina de trigo sobre el promedio del consumo de inhibidores de hierro.

Método de Emparejamiento	ATT	Std. Err.	z	P > z	95% Conf. Interval	
Vecino más cercano	0.308672	0.074079	4.17	0.000**	0.163481	0.453863
Kernel	0.306086	0.081955	3.73	0.000**	0.145458	0.466715
Regresión lineal local	0.286059	0.066538	4.30	0.000**	0.155648	0.416471

ATT: Average Treatment Effect on Treated. Efecto promedio del tratamiento en los tratados. Mide el impacto del programa en aquellos individuos que recibieron el tratamiento.

Diferencias significativas: al **1% y *5%.

Fuente: Elaboración propia.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones.

- En la investigación dada, se identificó que la prevalencia de anemia es 28.5% en las MEF que tienen un alto consumo de alimentos derivados de la harina de trigo, mientras que para las MEF que tienen un bajo consumo es 25.4%. Resultó 3.1 puntos porcentuales menor que el grupo de participantes de la intervención cuya explicación se basa debido al mayor valor de la mediana del consumo de alimentos inhibidores de la absorción de hierro (3) en la MEF participantes comparadas con las MEF del grupo de control (2). Además, el déficit de hierro resultó 26.6% en las MEF que tienen un alto consumo de alimentos derivados de la harina de trigo, mientras que para las MEF que tienen un bajo consumo es 28.0%.
- El método Propensity Score Matching brindó la estimación del impacto de la intervención en la fortificación de la harina de trigo para la prevalencia de anemia, déficit de hierro y consumo de alimentos inhibidores de hierro. Mediante el emparejamiento del grupo de control hacia el grupo de participantes para las mujeres en edad fértil entre los 15 a 49 años de edad, que consumieron habitualmente entre 75 g a más de harina de trigo por persona.
- La probabilidad de recibir la intervención, aumentó para las MEF que tienen una mayor cantidad de miembros en su hogar, mientras dicha probabilidad disminuyó en las MEF solteras, con 17 a 22 años de educación y con edades entre 36 a 45 años.
- La fortificación de la harina de trigo, no aportó un impacto significativo sobre la prevalencia de anemia y el déficit de hierro en las MEF que poseen un alto consumo de harina de trigo, comparados con sus controles, al analizarse con tres métodos de emparejamiento (Vecino más cercano, Kernel y Regresión lineal local).
- En este estudio, se ha encontrado un impacto significativo de la fortificación de la harina de trigo sobre el alto consumo de alimentos inhibidores de la absorción de hierro en las MEF que tienen un alto consumo de harina de trigo, resultando el

consumo de alimentos inhibidores de hierro mayor entre 5.7% y 6.2% comparados con sus controles. Lo cual explicaría que las mujeres participantes de la intervención tengan un mayor déficit de hierro y por ende mayor prevalencia de anemia, con respecto a sus controles.

5.2. Recomendaciones.

Las recomendaciones de la investigación se basan en las lecciones aprendidas que permitan la realización de trabajos futuros, donde se señalan los siguientes puntos:

- En estudios futuros, se deber ver la posibilidad de incluir más variables sobre las características de las MEF, tales como: tenencia de bienes en el hogar, salario, etc.; a fin de mejorar la estimación del impacto puesto que la técnica del PSM asume que las variables del estudio son los únicos factores que afectan la participación en una intervención, siendo una limitante en la estimación.
- En la actualidad se están utilizando técnicas más sofisticadas para la estimación del impacto como el Inverse Probability Weighting (Ponderación de Probabilidad Inversa) y entre otros métodos de inferencia causal entre ellos los Modelos Marginales Estructurales, Modelos de Ponderación Doble Robusto para inferencias causales.
- Uno de los métodos alternativos al PSM, es el Exact Match (Coincidencia exacta), que ha sido empleado en Israel para evaluar la efectividad de las vacunas contra el SARS-CoV-2, siendo una de sus mayores ventajas que presenta un sesgo menor que el PSM, aunque de menor precisión estadística que el PSM.
- Es importante el control de calidad hacia los molinos productores de harina de trigo y a su producto final derivado, para garantizar la dosificación adecuada de la fortificación con hierro, dicha actividad forma parte de las evaluaciones sistemáticas cuyos resultados correspondan con cumplir los requerimientos establecidos, según la Ley N° 28314.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alcázar, L. (2012). Impacto económico de la anemia en el Perú. Obtenido de http://www.grade.org.pe/upload/publicaciones/archivo/download/pubs/LIBROGRADE_ANEMIA.pdf
- Benedetto, U., J Head, S., D Angelini, G., & H Blackstone, E. (6 de Junio de 2018). Statistical primer: propensity score matching and its alternatives. *European Journal of Cardio-Thoracic Surgery*, 53(6), 1112-1117. doi: <https://doi.org/10.1093/ejcts/ezy167>
- Centro Nacional de Alimentación y Nutrición, Instituto Nacional de Salud. (2020). Childhood anemia: challenges and opportunities for 2021. (N. Zavaleta, Ed.) *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, 34(4). Obtenido de <https://rpmesp.ins.gob.pe/index.php/rpmesp/article/view/3281/2906>
- Durán, E., Villalobos, C., Churio, O., Pizarro, F., & Valenzuela, C. (2017). Encapsulación de hierro: Otra estrategia para la prevención o tratamiento de la anemia por deficiencia de hierro. *Revista Chilena de Nutrición*, 44(3). doi:<http://dx.doi.org/10.4067/s0717-75182017000300234>
- ENDES 2000-2015. (s.f.). Obtenido de <http://inei.inei.gob.pe/microdatos/>
- FAO. (2015). Panorama de la Seguridad Alimentaria en América Latina y el Caribe. La región alcanza las metas internacionales del hambre. 20. Obtenido de <http://www.fao.org/3/a-i4636s.pdf>
- FAO. (2018). Panorama de la Seguridad Alimentaria y Nutricional en América Latina y El Caribe 2018. Pág. 22. Obtenido de <https://www.unicef.org/lac/media/4261/file/PDF%20Panorama%20de%20la%20seguridad%20alimentaria%20y%20nutricional%202018.pdf>
- Gertler, P. J., Martínez, S., Premand, P., Rawlings, L., & Vermeersch, C. (2017). *La Evaluación de Impacto en la Práctica*. doi:<https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/25030>
- Heinrich, C., Maffioli, A., & Vázquez, G. (Agosto de 2010). A Primer for Applying Propensity-Score Matching. Obtenido de <https://publications.iadb.org/publications/english/document/A-Primer-for-Applying-Propensity-Score-Matching.pdf>
- Huo, J., Sun, J., Huang, J., Li, W., Wang, L., Selenje, L., . . . Yu, X. (2011). La efectividad de la harina fortificada sobre el estado de micronutrientes en mujeres adultas de zonas rurales en China. *Asia Pac J Clin Nutr*, 118 -124. Obtenido de <http://apjcn.nhri.org.tw/server/APJCN/20/1/118.pdf>
- Iannotti, L., Dulience, S., Joseph, S., Cooley, C., Tufte, T., Cox, K., . . . Wolff, P. (22 de Diciembre de 2016). Fortified Snack Reduced Anemia in Rural School-Aged Children of Haiti. doi:<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0168121>

- INEI. (2017). *Encuesta Demográfica y de Salud Familiar - ENDES 2017*. Obtenido de https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitaless/Est/Lib1525/pdf/cap010.pdf
- INEI, ENDES. (2019). Obtenido de <http://inei.inei.gob.pe/microdatos/>
- Intercambio Global de Datos de Fortificación. (2021). Obtenido de <https://fortificaciondatos.org>
- Khandker, S. R., Koolwal, G., & Samad, H. (2010). Washington D.C.: The world bank. Obtenido de <http://documents1.worldbank.org/curated/en/650951468335456749/pdf/520990PUB0EPI1101Official0Use0Only1.pdf>
- Khandker, S. R., Koolwal, G., & Samad, H. (2010). *Handbook on Impact Evaluation*. Whashington, D.C.
- LabTest. (2017). Obtenido de <https://labtestsonline.es/tests/receptor-soluble-de-transferrina#:~:text=Los%20receptores%20solubles%20de%20transferrina,existe%20un%20d%C3%A9ficit%20de%20hierro>.
- Lynch, S. R. (1 de Abril de 1997). Interacción del hierro con otros nutrientes. *Reseñas nutricionales*, 55(4), 102-110. doi:<https://doi.org/10.1111/j.1753-4887.1997.tb06461.x>
- Martorell, R., Ascencio, M., Tacsan, L., Alfaro, T., F Joven, M., Yaw Addo, O., . . . Flores-Ayala, R. (Enero de 2015). Evaluación de la efectividad del programa de fortificación de alimentos de Costa Rica: impacto en la prevalencia de anemia y concentraciones de hemoglobina en mujeres y niños. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 101(1), 210-217. doi:<https://doi.org/10.3945/ajcn.114.097709>
- Mayo Clinic. (2021). doi:<https://www.mayoclinic.org/es-es/tests-procedures/ferritin-test/about/pac-20384928>
- MedlinePlus. (3 de diciembre de 2020). (B. N. EE.UU., Editor) Obtenido de <https://medlineplus.gov/spanish/pruebas-de-laboratorio/prueba-de-proteina-c-reactiva-pcr/>
- Ministerio de Salud. (2017). *Plan Nacional para la reducción y control de la anemia materno infantil y la desnutrición crónica infantil en el Perú: 2017 - 2021*. Obtenido de <http://bvs.minsa.gob.pe/local/MINSA/4189.pdf>
- Ministerio de Salud del Perú. (Abril de 2017). Plan Nacional para la Reducción y Control de la Anemia Materno Infantil y la Desnutrición Crónica Infantil en el Perú: 2017 - 2021. Obtenido de <http://bvs.minsa.gob.pe/local/MINSA/4189.pdf>
- Moreno, G., Rodríguez, A., Reyes, L., Gómez, J., Sole-Violan, J., Díaz, E., . . . Martín-Loeches, I. (03 de Agosto de 2018). Corticosteroid treatment in critically ill patients with severe influenza pneumonia: a propensity score matching study. *Medicina de cuidados intensivos*, 44, 1470-1482. doi:<http://doi.org/10.1007/s00134-018-5332-4>
- Morgan, C. J. (2018). Reduce bias by propensity score matching. *Revista de cardiología nuclear*, 25, 404-406. doi:<https://link.springer.com/article/10.1007/s12350-017-1012-y>

- Nelson, D. B., Rice, D., Niu, J., Atay, S., Vaporciyan, A., Antonoff, M., . . . Sepesi, B. (10 de Octubre de 2017). Long-Term Survival Outcomes of Cancer-Directed Surgery for Malignant Pleural Mesothelioma: Propensity Score Matching Analysis. *Journal of clinical oncology*, 35(29), 3354-3362. doi:<https://doi.org/10.1200/JCO.2017.73.8401>
- OMS. (2009). Recomendaciones sobre la fortificación de las harinas de trigo y de maíz. Informe de reunión: Declaración de consenso provisional. Obtenido de https://www.who.int/nutrition/publications/micronutrients/wheat_maize_fort_es.pdf
- OMS. (2011). *Concentraciones de hemoglobina para diagnosticar la anemia y evaluar su gravedad*. VMNIS Sistema de Información Nutricional sobre Vitaminas y Minerales. Obtenido de https://www.who.int/vmnis/indicators/haemoglobin_es.pdf
- OMS. (2020). *Prevalencia de la anemia y número de personas afectadas entre los niños en edad preescolar y las mujeres embarazadas y no embarazadas en cada región de la OMS*. Obtenido de https://www.who.int/vmnis/database/anaemia/anaemia_data_status/es/
- OMS, & FAO. (2017). Guías para la fortificación de alimentos con micronutrientes. 12. Obtenido de <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/255541/9789243594019-spa.pdf>
- OMS, FAO. (2006). Guidelines on food fortification with micronutrients. Obtenido de https://www.who.int/nutrition/publications/guide_food_fortification_micronutrients.pdf
- Organización Mundial de la Salud. (2011). Concentraciones en suero de retinol para establecer la prevalencia de la carencia de vitamina A a escala poblacional. *VMNIS Sistema de Información Nutricional sobre Vitaminas y Minerales*, 1. Obtenido de https://www.who.int/vmnis/indicators/retinol_es.pdf
- Organización Mundial de la Salud. (2020). *Sistema de Información Nutricional sobre Vitaminas y Minerales (VMNIS)*. Obtenido de https://www.who.int/vmnis/anaemia/prevalence/summary/NPW_anaemia.pdf
- Pachón, H., Spohrer, R., Mei, Z., & Serdula, M. (Noviembre de 2015). Evidencia de la efectividad de los programas de fortificación de la harina sobre el estado del hierro y la anemia: una revisión sistemática. *Nutrition Reviews*, 73(11), 780-795. doi:<https://doi.org/10.1093/nutrit/nuv037>
- Palacios, J., & Peña, W. (2014). Prevalencia de anemia en gestantes de la ciudad de Huacho. *Revista de la Sociedad Peruana de Medicina Interna*, 27(1), 10. Obtenido de <http://www.revistamedicinainterna.net/index.php/spmi/article/view/160/173>
- Pan, W., & Bai, H. (2015). *Propensity Score Analysis Fundamentals and Developments*. New York.
- Rosenbaum, P. R., & Rubin, D. (Abril de 1983). The Central Role of the Propensity Score in Observational Studies for Causal Effects. Obtenido de <http://links.jstor.org/sici?=0006-3444%28198304%2970%3A1%3C41%3ATCROTP%3E2.0.CO%3B2-Q>

- Santos, Q. d., AF Nilson, E., Verly, E., & Sichieri, R. (15 de Septiembre de 2014). Una evaluación de la eficacia de la fortificación de la harina con hierro. *Cambridge University Press*, 1670-1674. doi:<https://doi.org/10.1017/S1368980014002055>
- Sermini, C., Acevedo, M., & Arredondo, M. (2017). Biomarcadores del Metabolismo y Nutrición de hierro. *Rev. Perú Med. Exp. Salud Pública*, 34(3), 690-698. doi:<https://doi.org/10.17843/rpmesp.2017.344.3182>
- Shadish, W., Cook, T. D., & Thomas Campbell, D. (2002). Experimental and Quasi-Experimental Design for Generalized Causal Inference. *Houghton-Mifflin*, 325.
- Wooldridge, J. M. (2012). *Introductory Econometrics a modern approach. 5th Edition*. South-Western Cengage Learning. Obtenido de https://economics.ut.ac.ir/documents/3030266/14100645/Jeffrey_M._Wooldridge_Introductory_Econometrics_A_Modern_Approach__2012.pdf

ANEXOS

Anexo 1:

Average marginal effects Number of obs = 2,057
Model VCE : Robust

Expression : Pr(Tratamiento), predict()
dy/dx w.r.t. : _IMiembros__2 _IMiembros__3 _IMiembros__4 _IEstado_Ci__2 _IEstado_Ci__3 _IEstado_Ci__4 _IEstado_Ci__5
 _IEstado_Ci__6 _IServicios__1 _IParedes_I__1 _IPisos_Ina__1 _ITechos_In__1 _IEdad_MEF__2 _IEdad_MEF__3
 _IEdad_MEF__4 _IEdad_MEF__5 _INumero_hi__2 _INumero_hi__3 _INumero_hi__4 _IAktividad__1 _IAktividad__2
 _IAños_edu__2 _IAños_edu__3 _IAños_edu__4 _IAños_edu__5

	Delta-method				[95% Conf. Interval]	
	dy/dx	Std. Err.	z	P> z		
_IMiembros__2	.1063065	.0322063	3.30	0.001	.0431832	.1694297
_IMiembros__3	.0727194	.0339183	2.14	0.032	.0062407	.1391981
_IMiembros__4	.122378	.0324944	3.77	0.000	.0586901	.186066
_IEstado_Ci__2	-.015376	.0313629	-0.49	0.624	-.0768461	.046094
_IEstado_Ci__3	.03521	.1482041	0.24	0.812	-.2552648	.3256847
_IEstado_Ci__4	-.0465033	.2133378	-0.22	0.827	-.4646378	.3716312
_IEstado_Ci__5	-.0611917	.045934	-1.33	0.183	-.1512207	.0288374
_IEstado_Ci__6	-.0703307	.0367548	-1.91	0.056	-.1423687	.0017074
_IServicios__1	-.0020973	.0496893	-0.04	0.966	-.0994865	.095292
_IParedes_I__1	-.0264466	.036312	-0.73	0.466	-.0976168	.0447235
_IPisos_Ina__1	-.0236342	.0413109	-0.57	0.567	-.104602	.0573336
_ITechos_In__1	.0257424	.0372317	0.69	0.489	-.0472305	.0987152
_IEdad_MEF__2	-.0184584	.0433931	-0.43	0.671	-.1035074	.0665905
_IEdad_MEF__3	-.044659	.0487957	-0.92	0.360	-.1402968	.0509787
_IEdad_MEF__4	-.0926692	.0530063	-1.75	0.080	-.1965597	.0112213
_IEdad_MEF__5	-.0673291	.0599541	-1.12	0.261	-.184837	.0501787
_INumero_hi__2	.0012191	.0425146	0.03	0.977	-.082108	.0845462
_INumero_hi__3	.0072748	.0499505	0.15	0.884	-.0906263	.105176
_INumero_hi__4	-.0028193	.061038	-0.05	0.963	-.1224516	.116813
_IAktividad__1	.0114832	.0278948	0.41	0.681	-.0431896	.066156
_IAktividad__2	.0195976	.0287039	0.68	0.495	-.036661	.0758561
_IAños_edu__2	-.0298718	.0322094	-0.93	0.354	-.0930011	.0332575
_IAños_edu__3	-.0478203	.0400169	-1.20	0.232	-.1262519	.0306114
_IAños_edu__4	-.0582946	.0381337	-1.53	0.126	-.1330352	.016446
_IAños_edu__5	-.0856093	.0406341	-2.11	0.035	-.1652507	-.005968

Anexo 1. Estimación de la probabilidad de participación.

Anexo 2:

 Algorithm to estimate the propensity score

The treatment is Tratamiento

Consumo habitual de alimentos derivados de hierro (Pan+Fideos)			
	Freq.	Percent	Cum.
Control	970	47.16	47.16
Tratamiento	1,087	52.84	100.00
Total	2,057	100.00	

Estimation of the propensity score

(sum of wgt is 2,057)

Iteration 0: log pseudolikelihood = -1422.4745
 Iteration 1: log pseudolikelihood = -1401.7467
 Iteration 2: log pseudolikelihood = -1401.741
 Iteration 3: log pseudolikelihood = -1401.741

Logistic regression	Number of obs =	2057
	Wald chi2(25) =	40.57
	Prob > chi2 =	0.0255
Log pseudolikelihood = -1401.741	Pseudo R2 =	0.0146

Tratamiento	Coef.	Robust Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]
_IMiembros~2	.4353206	.133254	3.27	0.001	-.1741475 .6964937
_IMiembros~3	.297783	.1395105	2.13	0.033	-.0243474 .5712186
_IMiembros~4	.5011331	.134842	3.72	0.000	-.2368476 .7654187
_IEstado_C~2	-.0629643	.1284561	-0.49	0.624	-.3147336 .1888051
_IEstado_C~3	.1441833	.6069229	0.24	0.812	-1.045364 1.33373
_IEstado_C~4	-.1904293	.8736265	-0.22	0.827	-1.902706 1.521847
_IEstado_C~5	-.2505773	.1884147	-1.33	0.184	-.6198633 .1187087
_IEstado_C~6	-.2880012	.1510228	-1.91	0.057	-.5840004 .007998
_IServicio~1	-.0085883	.2034758	-0.04	0.966	-.4073936 .390217
_IParedes~1	-.1082979	.1487683	-0.73	0.467	-.3998784 .1832826
_IPisos_In~1	-.096781	.1692234	-0.57	0.567	-.4284527 .2348908
_ITechos_I~1	.1054139	.1525316	0.69	0.490	-.1935425 .4043703
_IEdad_MEF~2	-.0755865	.1777224	-0.43	0.671	-.423916 .2727429
_IEdad_MEF~3	-.1828769	.19996	-0.91	0.360	-.5747913 .2090374
_IEdad_MEF~4	-.3794765	.2176713	-1.74	0.081	-.8061043 .0471513
_IEdad_MEF~5	-.2757101	.2457966	-1.12	0.262	-.7574626 .2060424
_INúmero_h~2	.0049923	.1740958	0.03	0.977	-.3362292 .3462138
_INúmero_h~3	.0297902	.204548	0.15	0.884	-.3711166 .430697
_INúmero_h~4	-.0115448	.249949	-0.05	0.963	-.5014358 .4783462
_IActivida~1	.0470233	.1142461	0.41	0.681	-.1768949 .2709415
_IActivida~2	.0802513	.1175968	0.68	0.495	-.1502342 .3107368
_IAños_edu_2	-.122324	.1319918	-0.93	0.354	-.3810232 .1363752
_IAños_edu_3	-.1958221	.1640653	-1.19	0.233	-.5173843 .12574
_IAños_edu_4	-.2387138	.1564946	-1.53	0.127	-.5454376 .0680099
_IAños_edu_5	-.3505667	.1670852	-2.10	0.036	-.6780476 -.0230858
_cons	.29551	.3407111	0.87	0.386	-.3722716 .9632916

Anexo 2. Estimación de la probabilidad de participación por PSM.

Anexo 3:

Description of the estimated propensity score
in region of common support

Estimated propensity score				
	Percentiles	Smallest		
1%	.3580772	.3163247		
5%	.4022631	.3327787		
10%	.4294653	.3327787	Obs	2,057
25%	.4815315	.3401971	Sum of Wgt.	2,057
50%	.5359264		Mean	.5284395
		Largest	Std. Dev.	.0706467
75%	.5800384	.6937787		
90%	.6184216	.6937787	Variance	.0049909
95%	.6323272	.6962739	Skewness	-.3463616
99%	.6608216	.7072208	Kurtosis	2.581262

Step 1: Identification of the optimal number of blocks
Use option detail if you want more detailed output

The final number of blocks is 6

This number of blocks ensures that the mean propensity score
is not different for treated and controls in each blocks

Step 2: Test of balancing property of the propensity score
Use option detail if you want more detailed output

The balancing property is satisfied

This table shows the inferior bound, the number of treated
and the number of controls for each block

Inferior of block of pscore	Consumo habitual de alimentos derivados de hierro (Pan+Fideos)		Total
	Control	Tratamien	
.2	59	36	95
.4	300	262	562
.5	268	269	537
.55	228	293	521
.6	115	227	342
Total	970	1,087	2,057

Note: the common support option has been selected

End of the algorithm to estimate the pscore

Anexo 3. Identificación del número óptimo de bloques y demostración de la propiedad de balance del puntaje de participación.

Anexo 4:

Logistic regression

Log likelihood = -1400.3732

Number of obs = 2,057
 LR chi2(26) = 44.20
 Prob > chi2 = 0.0144
 Pseudo R2 = 0.0155

Tratamiento	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
pscore45	-96.14139	59.1803	-1.62	0.104	-212.1326	19.84987
_IMiembros_2	10.76062	6.357753	1.69	0.091	-1.700344	23.22159
_IMiembros_3	7.369684	4.355778	1.69	0.091	-1.167484	15.90685
_IMiembros_4	12.36978	7.308398	1.69	0.091	-1.954419	26.69398
_IEstado_Ci_2	-1.543545	.9208426	-1.68	0.094	-3.348364	.2612731
_IEstado_Ci_3	3.470723	2.141152	1.62	0.105	-.7258582	7.667305
_IEstado_Ci_4	-4.665748	2.908355	-1.60	0.109	-10.36602	1.034522
_IEstado_Ci_5	-6.158517	3.642416	-1.69	0.091	-13.29752	.9804871
_IEstado_Ci_6	-7.072274	4.180773	-1.69	0.091	-15.26644	1.121891
_IServicios_1	-.2011529	.2361875	-0.85	0.394	-.6640718	.2617659
_IParedes_I_1	-2.640987	1.56718	-1.69	0.092	-5.712604	.4306295
_IPisos_Ina_1	-2.365028	1.406802	-1.68	0.093	-5.122308	.3922523
_ITechos_In_1	2.573376	1.528025	1.68	0.092	-.4214979	5.568249
_IEdad_MEF_2	-1.870339	1.120426	-1.67	0.095	-4.066333	.3256557
_IEdad_MEF_3	-4.48355	2.657108	-1.69	0.092	-9.691386	.7242859
_IEdad_MEF_4	-9.308389	5.503211	-1.69	0.091	-20.09448	1.477706
_IEdad_MEF_5	-6.755715	3.998804	-1.69	0.091	-14.59323	1.081797
_INumero_hi_2	.1118336	.186667	0.60	0.549	-.2540271	.4776942
_INumero_hi_3	.7228848	.4738949	1.53	0.127	-.2059322	1.651702
_INumero_hi_4	-.2768694	.2991961	-0.93	0.355	-.8632829	.3095441
_IActividad_1	1.154267	.6911764	1.67	0.095	-.2004138	2.508948
_IActividad_2	1.970396	1.169596	1.68	0.092	-.3219708	4.262763
_IAños_edu_2	-2.971644	1.759985	-1.69	0.091	-6.421151	.4778624
_IAños_edu_3	-4.782266	2.829204	-1.69	0.091	-10.3274	.7628721
_IAños_edu_4	-5.839923	3.452531	-1.69	0.091	-12.60676	.926913
_IAños_edu_5	-8.598111	5.080899	-1.69	0.091	-18.55649	1.360269
_cons	55.26189	33.84009	1.63	0.102	-11.06347	121.5873

Anexo 4. Calidad de emparejamiento mediante el modelo logit de las variables especificadas, pero condicionado por la probabilidad de pertenecer al grupo de intervención predicha “pscore”.

Anexo 5:

Variable	Unmatched Matched	Mean		%reduct		t-test		V(T)/ V(C)
		Treated	Control	%bias	bias	t	p> t	
2.Miembros_Hogar_2	U	.29163	.25567	8.1		1.82	0.068	.
	M	.29244	.31827	-5.8	28.2	-1.31	0.192	.
3.Miembros_Hogar_2	U	.21619	.22165	-1.3		-0.30	0.765	.
	M	.21679	.19926	4.2	-221.1	1.01	0.315	.
4.Miembros_Hogar_2	U	.28519	.23196	12.2		2.75	0.006	.
	M	.28413	.27952	1.1	91.3	0.24	0.811	.
2.Estado_Civil_6_Categorias	U	.21619	.22062	-1.1		-0.24	0.808	.
	M	.21679	.19742	4.7	-337.6	1.11	0.266	.
3.Estado_Civil_6_Categorias	U	.00644	.00515	1.7		0.38	0.703	.
	M	.00554	.00277	3.6	-115.4	1.00	0.317	.
4.Estado_Civil_6_Categorias	U	.00184	.00309	-2.5		-0.58	0.565	.
	M	.00185	.00092	1.9	26.4	0.58	0.564	.
5.Estado_Civil_6_Categorias	U	.06532	.08041	-5.8		-1.32	0.188	.
	M	.0655	.05351	4.6	20.6	1.18	0.238	.
6.Estado_Civil_6_Categorias	U	.34959	.38144	-6.6		-1.50	0.134	.
	M	.34963	.36347	-2.9	56.6	-0.67	0.501	.
1.Servicios_Higienicos	U	.9402	.9433	-1.3		-0.30	0.765	.
	M	.94096	.94834	-3.1	-138.3	-0.75	0.453	.
1.Paredes_Inadecuadas	U	.19319	.19072	0.6		0.14	0.887	.
	M	.19188	.15959	8.2	-1206.9	1.98	0.048	.
1.Pisos_Inadecuados	U	.1012	.1	0.4		0.09	0.928	.
	M	.10055	.09779	0.9	-131.4	0.22	0.829	.
1.Techos_Inadecuados	U	.14719	.13299	4.1		0.93	0.355	.
	M	.14576	.13376	3.5	15.6	0.80	0.421	.
2.Edad_MEF_Agrupado	U	.18583	.17835	1.9		0.44	0.661	.
	M	.18635	.18081	1.4	26.0	0.33	0.739	.
3.Edad_MEF_Agrupado	U	.30083	.2866	3.1		0.71	0.480	.
	M	.30166	.31181	-2.2	28.7	-0.51	0.609	.
4.Edad_MEF_Agrupado	U	.27967	.3134	-7.4		-1.67	0.094	.
	M	.27952	.29059	-2.4	67.2	-0.57	0.568	.
5.Edad_MEF_Agrupado	U	.09016	.09588	-2.0		-0.45	0.656	.
	M	.09041	.08856	0.6	67.7	0.15	0.880	.
2.Numero_hijos	U	.41766	.39691	4.2		0.96	0.339	.
	M	.41882	.41697	0.4	91.1	0.09	0.931	.
3.Numero_hijos	U	.21159	.22371	-2.9		-0.67	0.506	.
	M	.21218	.21125	0.2	92.4	0.05	0.958	.
4.Numero_hijos	U	.27415	.29072	-3.7		-0.83	0.405	.
	M	.27214	.27306	-0.2	94.4	-0.05	0.962	.

Anexo 5. Calidad de emparejamiento mediante la estimación de la probabilidad de participación, antes y después del emparejamiento.

Continuación.

1.Actividad_Laboral_MEF	U	.26587	.27113	-1.2		-0.27	0.788	.
	M	.26661	.26107	1.2	-5.1	0.29	0.770	.
2.Actividad_Laboral_MEF	U	.26035	.27216	-2.7		-0.61	0.545	.
	M	.26015	.28506	-5.6	-110.8	-1.30	0.193	.
2.Años_educacion_2	U	.29531	.27629	4.2		0.95	0.341	.
	M	.29613	.33579	-8.8	-108.6	-1.99	0.047	.
3.Años_educacion_2	U	.13155	.13711	-1.6		-0.37	0.712	.
	M	.13192	.12731	1.4	17.0	0.32	0.749	.
4.Años_educacion_2	U	.18123	.19691	-4.0		-0.91	0.365	.
	M	.18173	.18173	0.0	100.0	-0.00	1.000	.
5.Años_educacion_2	U	.15915	.19794	-10.1		-2.30	0.022	.
	M	.15867	.15498	1.0	90.5	0.24	0.813	.

* if variance ratio outside [0.89; 1.13] for U and [0.89; 1.13] for M

Sample	Ps R2	LR chi2	p>chi2	MeanBias	MedBias	B	R	%Var
Unmatched	0.015	41.52	0.020	3.8	2.9	28.6*	1.05	.
Matched	0.007	22.35	0.616	2.8	2.2	20.3	1.12	.

* if B>25%, R outside [0.5; 2]

Anexo 6:

(running `kmatch` on estimation sample)

```

Bootstrap replications (50)
-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
..... 50

Propensity-score nearest-neighbor matching      Number of obs   =    2,057
                                                Replications    =     50
                                                Neighbors:     min =     1
                                                max =    10

Treatment   : Tratamiento = 1
Covariates  : i.Miembros_Hogar_2 i.Estado_Civil_6_Categorias i.Servicios_Higienicos i.Paredes_Inadecuadas i.Pisos_Inadecuados ...
PS model    : logit (pr)
  
```

Matching statistics

	Matched			Controls		
	Yes	No	Total	Used	Unused	Total
Treated	1087	0	1087	690	280	970

Treatment-effects estimation

Anemia	Observed Coef.	Bootstrap Std. Err.	z	P> z	Normal-based [95% Conf. Interval]	
ATT	.0442838	.02506	1.77	0.077	-.0048329	.0934005
NATE	.0315803	.0175178	1.80	0.071	-.002754	.0659147

(running `kmatch` on estimation sample)

```

Bootstrap replications (50)
-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
..... 50

Propensity-score nearest-neighbor matching      Number of obs   =    2,057
                                                Replications    =     50
                                                Neighbors:     min =     1
                                                max =    10

Treatment   : Tratamiento = 1
Covariates  : i.Miembros_Hogar_2 i.Estado_Civil_6_Categorias i.Servicios_Higienicos i.Paredes_Inadecuadas i.Pisos_Inadecuados ...
PS model    : logit (pr)
  
```

Matching statistics

	Matched			Controls		
	Yes	No	Total	Used	Unused	Total
Treated	1087	0	1087	690	280	970

Treatment-effects estimation

Hemoglobina	Observed Coef.	Bootstrap Std. Err.	z	P> z	Normal-based [95% Conf. Interval]	
ATT	-.071042	.0706818	-1.01	0.315	-.2095759	.0674919
NATE	-.0714211	.0548016	-1.30	0.192	-.1788303	.0359881

Anexo 6. Evaluación del impacto de la intervención sobre la prevalencia de anemia y nivel de hemoglobina, mediante el método de emparejamiento “Vecino más cercano”.

Anexo 7:

```

Bootstrap replications (50)
-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 1 | | 2 | | 3 | | 4 | | 5 |
..... 50

Propensity-score nearest-neighbor matching      Number of obs   =    2,057
                                                Replications    =     50
                                                Neighbors:     min =     1
                                                max =    10

Treatment   : Tratamiento = 1
Covariates  : i.Miembros_Hogar_2 i.Estado_Civil_6_Categorias i.Servicios_Higienicos i.Paredes_Inadecuadas i.Pisos_Inadecuados ...
PS model    : logit (pr)
  
```

Matching statistics

	Matched			Controls		
	Yes	No	Total	Used	Unused	Total
Treated	1087	0	1087	690	280	970

Treatment-effects estimation

Ferritina_~r	Observed	Bootstrap	z	P> z	Normal-based	
	Coef.	Std. Err.			[95% Conf. Interval]	
ATT	.0137392	.0239471	0.57	0.566	-.0331962	.0606746
NATE	-.014543	.0194244	-0.75	0.454	-.0526141	.0235281

(running `kmatch` on estimation sample)

```

Bootstrap replications (50)
-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 1 | | 2 | | 3 | | 4 | | 5 |
..... 50

Propensity-score nearest-neighbor matching      Number of obs   =    2,057
                                                Replications    =     50
                                                Neighbors:     min =     1
                                                max =    10

Treatment   : Tratamiento = 1
Covariates  : i.Miembros_Hogar_2 i.Estado_Civil_6_Categorias i.Servicios_Higienicos i.Paredes_Inadecuadas i.Pisos_Inadecuados ...
PS model    : logit (pr)
  
```

Matching statistics

	Matched			Controls		
	Yes	No	Total	Used	Unused	Total
Treated	1087	0	1087	690	280	970

Treatment-effects estimation

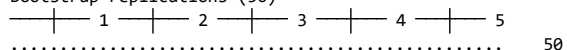
Ferritina	Observed	Bootstrap	z	P> z	Normal-based	
	Coef.	Std. Err.			[95% Conf. Interval]	
ATT	-.3422156	2.252874	-0.15	0.879	-4.757768	4.073337
NATE	-.097498	1.675626	-0.06	0.954	-3.381664	3.186668

Anexo 7. Evaluación del impacto de la intervención sobre el déficit de hierro y nivel de ferritina mediante el método de emparejamiento “Vecino más cercano”.

Anexo 8:

(running `kmatch` on estimation sample)

Bootstrap replications (50)



```

Propensity-score nearest-neighbor matching   Number of obs   =   1,960
                                              Replications   =     50
                                              Neighbors:    min =     1
                                              max =     9
Treatment   : Tratamiento = 1
Covariates  : i.Miembros_Hogar_2 i.Estado_Civil_6_Categorias i.Servicios_Higienicos i.Paredes_Inadecuadas i.Pisos_Inadecuados ...
PS model    : logit (pr)
    
```

Matching statistics

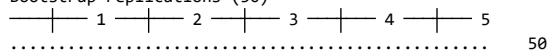
	Matched			Controls		
	Yes	No	Total	Used	Unused	Total
Treated	1052	0	1052	638	270	908

Treatment-effects estimation

IND31	Observed	Bootstrap	z	P> z	Normal-based	
	Coef.	Std. Err.			[95% Conf. Interval]	
ATT	.0615211	.0300327	2.05	0.041	.0026582	.1203841
NATE	.0645006	.0179523	3.59	0.000	.0293147	.0996865

(running `kmatch` on estimation sample)

Bootstrap replications (50)



```

Propensity-score nearest-neighbor matching   Number of obs   =   2,057
                                              Replications   =     50
                                              Neighbors:    min =     1
                                              max =    10
Treatment   : Tratamiento = 1
Covariates  : i.Miembros_Hogar_2 i.Estado_Civil_6_Categorias i.Servicios_Higienicos i.Paredes_Inadecuadas i.Pisos_Inadecuados ...
PS model    : logit (pr)
    
```

Matching statistics

	Matched			Controls		
	Yes	No	Total	Used	Unused	Total
Treated	1087	0	1087	690	280	970

Treatment-effects estimation

Inhibidores~o	Observed	Bootstrap	z	P> z	Normal-based	
	Coef.	Std. Err.			[95% Conf. Interval]	
ATT	.3086721	.0740786	4.17	0.000	.1634808	.4538634
NATE	.3196151	.0419937	7.61	0.000	.237309	.4019213

Anexo 8. Evaluación del impacto de la intervención sobre la proporción de alto consumo de inhibidores de hierro, mediante el método de emparejamiento “Vecino más cercano”.

Anexo 9:

(running `kmatch` on estimation sample)

Bootstrap replications (50)

-----| 1 -----| 2 -----| 3 -----| 4 -----| 5
 50

Propensity-score kernel matching Number of obs = 2,057
 Replications = 50
 Kernel = epan

Treatment : Tratamiento = 1

Covariates : i.Miembros_Hogar_2 i.Estado_Civil_6_Categorias i.Servicios_Higienicos i.Paredes_Inadecuadas i.Pisos_Inadecuados ...

PS model : logit (pr)

Matching statistics

	Matched			Controls			Bandwidth
	Yes	No	Total	Used	Unused	Total	
Treated	1049	38	1087	948	22	970	.0008199
Untreated	939	31	970	1040	47	1087	.0006767
Combined	1988	69	2057	1988	69	2057	

Treatment-effects estimation

Anemia	Observed Coef.	Bootstrap Std. Err.	z	P> z	Normal-based	
					[95% Conf. Interval]	
ATE	.0354457	.0237074	1.50	0.135	-.01102	.0819113
ATT	.0353313	.0250489	1.41	0.158	-.0137637	.0844263
ATC	.0355734	.0290643	1.22	0.221	-.0213915	.0925383
NATE	.0315803	.0190228	1.66	0.097	-.0057036	.0688643

(running `kmatch` on estimation sample)

Bootstrap replications (50)

-----| 1 -----| 2 -----| 3 -----| 4 -----| 5
 50

Propensity-score kernel matching Number of obs = 2,057
 Replications = 50
 Kernel = epan

Treatment : Tratamiento = 1

Covariates : i.Miembros_Hogar_2 i.Estado_Civil_6_Categorias i.Servicios_Higienicos i.Paredes_Inadecuadas i.Pisos_Inadecuados ...

PS model : logit (pr)

Matching statistics

	Matched			Controls			Bandwidth
	Yes	No	Total	Used	Unused	Total	
Treated	1049	38	1087	948	22	970	.0008199
Untreated	939	31	970	1040	47	1087	.0006767
Combined	1988	69	2057	1988	69	2057	

Treatment-effects estimation

Hemoglobina	Observed Coef.	Bootstrap Std. Err.	z	P> z	Normal-based	
					[95% Conf. Interval]	
ATE	-.0733131	.0653683	-1.12	0.262	-.2014327	.0548064
ATT	-.0755398	.0729231	-1.04	0.300	-.2184664	.0673868
ATC	-.0708257	.0787873	-0.90	0.369	-.225246	.0835947
NATE	-.0714211	.0560523	-1.27	0.203	-.1812816	.0384394

Anexo 9. Evaluación del impacto de la intervención sobre la prevalencia de anemia y nivel de hemoglobina, mediante el método de emparejamiento “Kernel”.

Anexo 10:

(running `kmatch` on estimation sample)

Bootstrap replications (50)

```

+-----+-----+-----+-----+-----+
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
+-----+-----+-----+-----+-----+
..... 50

```

```

Propensity-score kernel matching      Number of obs    =    2,057
                                      Replications      =     50
                                      Kernel              =    epan

```

```

Treatment      : Tratamiento = 1
Covariates    : i.Miembros_Hogar_2 i.Estado_Civil_6_Categorias i.Servicios_Higienicos i.Paredes_Inadecuadas i.Pisos_Inadecuados ...
PS model      : logit (pr)

```

Matching statistics

	Matched			Used	Controls		Bandwidth
	Yes	No	Total		Unused	Total	
Treated	1049	38	1087	948	22	970	.0008199
Untreated	939	31	970	1040	47	1087	.0006767
Combined	1988	69	2057	1988	69	2057	

Treatment-effects estimation

Ferritina_~r	Observed	Bootstrap	z	P> z	Normal-based	
	Coef.	Std. Err.			[95% Conf. Interval]	
ATE	-.0098245	.0204461	-0.48	0.631	-.0498981	.0302491
ATT	.000762	.0254943	0.03	0.976	-.049206	.0507299
ATC	-.0216511	.0207922	-1.04	0.298	-.0624031	.0191009
NATE	-.014543	.0192407	-0.76	0.450	-.0522541	.0231681

(running `kmatch` on estimation sample)

Bootstrap replications (50)

```

+-----+-----+-----+-----+-----+
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
+-----+-----+-----+-----+-----+
..... 50

```

```

Propensity-score kernel matching      Number of obs    =    2,057
                                      Replications      =     50
                                      Kernel              =    epan

```

```

Treatment      : Tratamiento = 1
Covariates    : i.Miembros_Hogar_2 i.Estado_Civil_6_Categorias i.Servicios_Higienicos i.Paredes_Inadecuadas i.Pisos_Inadecuados ...
PS model      : logit (pr)

```

Matching statistics

	Matched			Used	Controls		Bandwidth
	Yes	No	Total		Unused	Total	
Treated	1049	38	1087	948	22	970	.0008199
Untreated	939	31	970	1040	47	1087	.0006767
Combined	1988	69	2057	1988	69	2057	

Treatment-effects estimation

Ferritina	Observed	Bootstrap	z	P> z	Normal-based	
	Coef.	Std. Err.			[95% Conf. Interval]	
ATE	-.2214935	2.072778	-0.11	0.915	-4.284064	3.841077
ATT	.1252911	2.413555	0.05	0.959	-4.605189	4.855771
ATC	-.6089025	2.160365	-0.28	0.778	-4.843141	3.625336
NATE	-.097498	1.716177	-0.06	0.955	-3.461144	3.266148

Anexo 10. Evaluación del impacto de la intervención sobre el déficit de hierro y nivel de ferritina, mediante el método de emparejamiento “Kernel”.

Anexo 11:

Propensity-score kernel matching Number of obs = 1,960
 Kernel = epan

Treatment : Tratamiento = 1
 Covariates : i.Miembros_Hogar_2 i.Estado_Civil_6_Categorias i.Servicios_Higienicos i.Paredes_Inadecuadas ...
 PS model : logit (pr)

Matching statistics

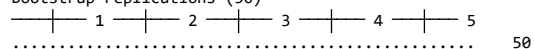
	Matched			Controls			Bandwidth
	Yes	No	Total	Used	Unused	Total	
Treated	1017	35	1052	885	23	908	.000996
Untreated	875	33	908	1004	48	1052	.0007923
Combined	1892	68	1960	1889	71	1960	

Treatment-effects estimation

IND31	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
ATE	.0548661	.0243382	2.25	0.024	.0071346	.1025977
ATT	.0575584	.0254211	2.26	0.024	.0077032	.1074136
ATC	.051737	.0257944	2.01	0.045	.0011496	.1023243
NATE	.0645006	.0226032	2.85	0.004	.0201718	.1088294

(running `kmatch` on estimation sample)

Bootstrap replications (50)



Propensity-score kernel matching Number of obs = 2,057
 Replications = 50
 Kernel = epan

Treatment : Tratamiento = 1
 Covariates : i.Miembros_Hogar_2 i.Estado_Civil_6_Categorias i.Servicios_Higienicos i.Paredes_Inadecuadas i.Pisos_Inadecuados ...
 PS model : logit (pr)

Matching statistics

	Matched			Controls			Bandwidth
	Yes	No	Total	Used	Unused	Total	
Treated	1049	38	1087	948	22	970	.0008199
Untreated	939	31	970	1040	47	1087	.0006767
Combined	1988	69	2057	1988	69	2057	

Treatment-effects estimation

Inhibidores~o	Observed Coef.	Bootstrap Std. Err.	z	P> z	Normal-based [95% Conf. Interval]	
ATE	.3234364	.0741519	4.36	0.000	.1781013	.4687716
ATT	.3060864	.0819547	3.73	0.000	.1454581	.4667147
ATC	.342819	.0765481	4.48	0.000	.1927874	.4928506
NATE	.3196151	.0550872	5.80	0.000	.2116463	.427584

Anexo 11. Evaluación del impacto de la intervención sobre la proporción de alto consumo de inhibidores de hierro, mediante el método de emparejamiento “Kernel”.

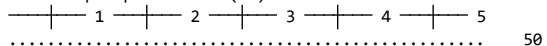
Anexo 12:

Variable	Sample	Treated	Controls	Difference	S.E.	T-stat
Anemia	Unmatched	.285188592	.253608247	.031580345	.019613153	1.61
	ATT	.285055351	.253689668	.031365682	.029053442	1.08

Note: S.E. does not take into account that the propensity score is estimated.

psmatch2: Treatment assignment	psmatch2: Common support			Total
	Off suppo	On suppor		
Untreated	0	970		970
Treated	3	1,084		1,087
Total	3	2,054		2,057

Bootstrap replications (50)



Bootstrap results Number of obs = 2,057
 Replications = 50

```
command: psmatch2 Tratamiento i.Miembros_Hogar_2 i.Estado_Civil_6_Categorias i.Servicios_Higienicos i.Paredes_Inadecuadas
         i.Pisos_Inadecuados i.Techos_Inadecuados i.Edad_MEF_Agrupado i.Numero_hijos i.Actividad_Laboral_MEF
         i.Años_educacion_2, llr outcome(Anemia) common
_bs_1: r(att)
```

	Observed Coef.	Bootstrap Std. Err.	z	P> z	Normal-based [95% Conf. Interval]	
_bs_1	.0313657	.018664	1.68	0.093	-.0052151	.0679465

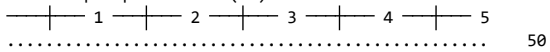
Anexo 12. Evaluación del impacto de la intervención sobre la prevalencia de anemia, mediante el método de emparejamiento “Regresión lineal local”.

Anexo 13:

Variable	Sample	Treated	Controls	Difference	S.E.	T-stat
Hemoglobina	Unmatched	12.499816	12.5712371	-.071421106	.057543901	-1.24
	ATT	12.4990775	12.5636327	-.064555178	.087496223	-0.74

Note: S.E. does not take into account that the propensity score is estimated.

psmatch2: Treatment assignment	psmatch2: Common support		Total
	Off suppo	On suppor	
Untreated	0	970	970
Treated	3	1,084	1,087
Total	3	2,054	2,057

Bootstrap replications (50)


Bootstrap results
 Number of obs = 2,057
 Replications = 50

```
command: psmatch2 Tratamiento i.Miembros_Hogar_2 i.Estado_Civil_6_Categorias i.Servicios_Higienicos i.Paredes_Inadecuadas
i.Pisos_Inadecuados i.Techos_Inadecuados i.Edad_MEF_Agrupado i.Numero_hijos i.Actividad_Laboral_MEF
i.Años_educacion_2, llr outcome(Hemoglobina) common
_bs_1: r(att)
```

	Observed Coef.	Bootstrap Std. Err.	z	P> z	Normal-based [95% Conf. Interval]	
_bs_1	-.0645552	.0625563	-1.03	0.302	-.1871632	.0580528

Anexo 13. Evaluación del impacto de la intervención sobre el nivel de hemoglobina, mediante el método de emparejamiento “Regresión lineal local”.

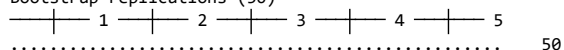
Anexo 15:

Variable	Sample	Treated	Controls	Difference	S.E.	T-stat
Ferritina	Unmatched	41.6630175	41.7605155	-.097497985	1.60463286	-0.06
	ATT	41.7129151	42.3649056	-.651990441	2.44870932	-0.27

Note: S.E. does not take into account that the propensity score is estimated.

psmatch2: Treatment assignment	psmatch2: Common support		Total
	Off suppo	On suppor	
Untreated	0	970	970
Treated	3	1,084	1,087
Total	3	2,054	2,057

Bootstrap replications (50)



Bootstrap results

Number of obs = 2,057
Replications = 50

```
command: psmatch2 Tratamiento i.Miembros_Hogar_2 i.Estado_Civil_6_Categorias i.Servicios_Higienicos i.Paredes_Inadecuadas
i.Pisos_Inadecuados i.Techos_Inadecuados i.Edad_MEF_Agrupado i.Numero_hijos i.Actividad_Laboral_MEF
i.Años_educacion_2, llr outcome(Ferritina) common
_bs_1: r(att)
```

	Observed Coef.	Bootstrap Std. Err.	z	P> z	Normal-based [95% Conf. Interval]	
_bs_1	-.6519904	1.858336	-0.35	0.726	-4.294263	2.990282

Anexo 15. Evaluación del impacto de la intervención sobre el nivel de ferritina, mediante el método de emparejamiento “Regresión lineal local”.

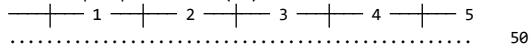
Anexo 16:

Variable	Sample	Treated	Controls	Difference	S.E.	T-stat
IND31	Unmatched	.544676806	.480176211	.064500595	.022603595	2.85
	ATT	.54389313	.486624081	.057269048	.034138342	1.68

Note: S.E. does not take into account that the propensity score is estimated.

psmatch2: Treatment assignment	psmatch2: Common support		Total
	Off suppo	On suppor	
Untreated	0	908	908
Treated	4	1,048	1,052
Total	4	1,956	1,960

Bootstrap replications (50)



Bootstrap results Number of obs = 1,960
 Replications = 50

```
command: psmatch2 Tratamiento i.Miembros_Hogar_2 i.Estado_Civil_6_Categorias i.Servicios_Higienicos i.Paredes_Inadecuadas
i.Pisos_Inadecuados i.Techos_Inadecuados i.Edad_MEF_Agrupado i.Numero_hijos i.Miembros_Hogar_2 i.Actividad_Laboral_MEF
i.Años_educacion_2, llr outcome(IND31) common
_bs_1: r(att)
```

	Observed Coef.	Bootstrap Std. Err.	z	P> z	Normal-based [95% Conf. Interval]	
_bs_1	.057269	.0234656	2.44	0.015	.0112773	.1032608

Anexo 16. Evaluación del impacto de la intervención sobre la proporción de alto consumo de inhibidores de hierro, mediante el método de emparejamiento “Regresión lineal local”.

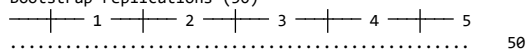
Anexo 17:

Variable	Sample	Treated	Controls	Difference	S.E.	T-stat
Inhibidores_Hi~o	Unmatched	2.68353266	2.36391753	.319615133	.056307017	5.68
	ATT	2.68173432	2.3956751	.28605922	.083051195	3.44

Note: S.E. does not take into account that the propensity score is estimated.

psmatch2: Treatment assignment	psmatch2: Common support		Total
	Off suppo	On suppor	
Untreated	0	970	970
Treated	3	1,084	1,087
Total	3	2,054	2,057

Bootstrap replications (50)



Bootstrap results Number of obs = 2,057
 Replications = 50

command: psmatch2 Tratamiento i.Miembros_Hogar_2 i.Estado_Civil_6_Categorias i.Servicios_Higienicos i.Paredes_Inadecuadas
 i.Pisos_Inadecuados i.Techos_Inadecuados i.Edad_MEF_Agrupado i.Numero_hijos i.Miembros_Hogar_2 i.Actividad_Laboral_MEF
 i.Años_educacion_2, llr outcome(Inhibidores_Hierro) common
 _bs_1: r(att)

	Observed Coef.	Bootstrap Std. Err.	z	P> z	Normal-based [95% Conf. Interval]	
_bs_1	.2860592	.0665377	4.30	0.000	.1556477	.4164707

Anexo 17. Evaluación del impacto de la intervención sobre el consumo de inhibidores de hierro, mediante el método de emparejamiento “Regresión lineal local”.