

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

ESCUELA DE POSGRADO

MAESTRÍA EN NUTRICIÓN PÚBLICA



**“IMPACTO DE MULTIMICRONUTRIENTES EN POLVO SOBRE LA
ANEMIA EN NIÑOS DE 10 A 35 MESES DE EDAD EN APURÍMAC,
PERÚ”**

Presentada por:

JUAN PABLO APARCO BALBOA

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE
MAGISTER SCIENTIAE EN NUTRICIÓN PÚBLICA**

**Lima – Perú
2018**

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

LA MOLINA

ESCUELA DE POSGRADO

MAESTRÍA EN NUTRICIÓN PÚBLICA

**“IMPACTO DE MULTIMICRONUTRIENTES EN POLVO SOBRE LA
ANEMIA EN NIÑOS DE 10 A 35 MESES DE EDAD EN APURÍMAC,
PERÚ”**

Presentada por:

JUAN PABLO APARCO BALBOA

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE
MAGISTER SCIENTIAE EN NUTRICIÓN PÚBLICA**

Mg.Sc. Agapito Linares salas
PRESIDENTE

Mg.Sc. Luz Bullón Camarena
PATROCINADORA

Mg.Sc. Sandra Cusirramos Jiménez
CO-PATROCINADORA

Mg.Sc. Elva Ríos Ríos
MIEMBRO

Mg.Sc. Francisco Salas Valerio
MIEMBRO

ÍNDICE GENERAL

I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	REVISIÓN DE LITERATURA	4
	2.1 Anemia	4
	2.1.1 Distribución del hierro en el cuerpo	6
	2.1.2 Anemia por deficiencia de hierro	6
	2.1.3 Etapas de la deficiencia de hierro	7
	2.1.4 Modelo causal de la anemia	8
	2.1.5 Epidemiología de la anemia en niños de 6 a 35 meses del Perú	9
	2.2 Multimicronutrientes en Polvo (MNP)	11
	2.2.1 Definición de multimicronutrientes en polvo	11
	2.2.2 Composición de los multimicronutrientes en polvo	11
	2.2.3 Forma de uso de los multimicronutrientes en polvo	12
	2.3 Metodología de Evaluación de Impacto	13
	2.3.1 Evaluación de impacto en salud y nutrición	13
	2.3.2 Diseños de evaluación de impacto	14
	2.3.3 Aplicación del método Propensity Score Matching (PSM) en evaluación de impacto	15
	2.3.4 Evaluaciones de impacto en nutrición con el método de PSM	18
III.	MATERIALES Y MÉTODOS	20
	3.1 Diseño del estudio	20
	3.2 Población de estudio y muestra	20
	3.3 Instrumento de colecta de datos	21
	3.4 Variables	21
	3.5 Procedimiento de análisis de datos	25
	3.6 Consideraciones éticas	28

IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	29
4.1	Características de los niños de 10 a 35 meses de edad	29
4.2	Estimación del Propensity Score Matching (PSM)	31
4.3	Determinación de la región de soporte común	33
4.4	Emparejamiento de los grupos de estudio	35
4.5	Estimación del impacto de la suplementación con MNP sobre la prevalencia de anemia	39
4.6	Estimación del impacto de la suplementación con MNP sobre los niveles de hemoglobina	42
V.	CONCLUSIONES	44
VI.	RECOMENDACIONES	45
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	46
VIII.	ANEXOS	52

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Valores de hemoglobina (g/l), según sexo, edad y grados de anemia	5
Tabla 2: Niveles de hierro corporal según las etapas de deficiencia de hierro	8
Tabla 3: Composición Nutricional del MNP contra la anemia	12
Tabla 4: Variables del estudio	22
Tabla 5: Definición de las variables del estudio	23
Tabla 6: Comparación de las características de los grupos de estudio antes del emparejamiento	30
Tabla 7: Estimación de la probabilidad de recibir el tratamiento	32
Tabla 8: Límites de la región de soporte común	34
Tabla 9: Comparación del grupo de tratamiento y control antes y después del emparejamiento	37
Tabla 10: Estimación de la probabilidad de participación como función de la probabilidad de recibir el tratamiento (pscore)	39
Tabla 11: Impacto de la suplementación con MNP sobre la prevalencia de anemia	41
Tabla 12: Impacto de la suplementación con MNP sobre el nivel de hemoglobina	43

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Factores contribuyentes de la deficiencia de hierro en niños y mujeres	10
Figura 2: Distribución de la probabilidad estimada en los dos grupos de estudio	33
Figura 3: Distribución de la probabilidad estimada después de restringir al soporte común de los dos grupos de estudio	34
Figura 4: Probabilidad estimada de recibir el tratamiento	35

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Autorización del uso de datos del CENAN	52
Anexo 2: Estimación de Probabilidad de participación	53
Anexo 3: Estimación del Puntaje de Propensión	55
Anexo 4: Test de Diferencias entre bloques	56
Anexo 5: Comparación de grupos luego del emparejamiento	64
Anexo 6: Estimación del impacto con el comando Psmatch2 para el algoritmo Vecino más cercano	66
Anexo 7: Estimación del impacto con el comando Psmatch2 para el algoritmo Regresión Lineal Local	68
Anexo 8: Estimación de los Errores Estandar e intervalos de confianza por medio de Bootstrap para el algoritmo Regresión Lineal Local	69

RESUMEN

El objetivo fue estimar el impacto de la suplementación con multimicronutrientes en polvo (MNP) en la reducción de anemia en niños de 10 a 35 meses de edad de Apurímac, a través del método Propensity Score Matching. El diseño del estudio fue analítico, transversal; se realizó un análisis secundario de las bases de datos de la Evaluación de suplementación con MNP en la región de Apurímac, ejecutada por el Centro Nacional de Alimentación y Nutrición durante el 2009 y 2010. El análisis se realizó a través del método Propensity Score Matching para generar un grupo de control. Para la estimación del impacto de los MNP se comparó la prevalencia en cada grupo de estudio ponderada por la probabilidad de participación, aplicando 3 algoritmos de emparejamiento: Vecino más cercano, kernel y regresión lineal local, todos los cálculos se realizaron en el Programa Stata 14 SE. Se encontró que la prevalencia de anemia fue significativamente menor hasta en 11 puntos porcentuales en los niños que consumieron 60 o más sobres (tratados) comparados con los controles. Además, el promedio de hemoglobina aumentó en 0.3 g/dL en el grupo de tratamiento en comparación al grupo control. La suplementación con MNP tuvo impacto para reducir la anemia e incrementar el nivel de hemoglobina en niños que consumieron 60 o más sobres de MNP. Se deben continuar los esfuerzos por reducir la anemia empleando los MNP para prevenir esta deficiencia nutricional.

Palabras clave: Anemia, Propensity score matching, evaluación de impacto, hierro.

ABSTRACT

The objective was to estimate the impact of multimicronutrient powder (MNP) supplementation in the reduction of anemia in children from 10 to 35 months of age in Apurimac, through the Propensity Score Matching method. The design of the study was analytical, transversal; a secondary analysis of the databases of the Evaluation of supplementation with MNP in the region of Apurimac was carried out, executed by the National Center of Food and Nutrition during 2009 and 2010. The analysis was performed through the Propensity Score Matching method for generate a control group. For the estimation of the impact of the MNP, the prevalence in each study group weighted by the probability of participation was compared, applying 3 matching algorithms: Nearest Neighbor, Kernel and Local Linear Regression, all calculations were performed in the Software Stata 14 SE. It was found that the prevalence of anemia was significantly lower up to 11 percentage points in children who consumed 60 or more envelopes (treated) compared to controls. In addition, the average hemoglobin increased by 0.3 g/dL in the treatment group compared to the control group. MNP supplementation had an impact to reduce anemia and increase the level of hemoglobin in children who consumed 60 or more envelopes of MNP. Efforts to reduce anemia should be continued using MNP to prevent this nutritional deficiency.

Key words: Anemia, children, Propensity score matching, impact evaluation, iron.

I. INTRODUCCIÓN

En el Perú, la anemia persiste como problema severo de salud pública, pues para el año 2017 afectó al 43,6 % de los niños menores de 3 años (aproximadamente 948, 000 niños). La tendencia en los últimos 6 años no ha variado considerablemente, a pesar de que entre los años 2007 y 2011 se produjo una reducción de 15 puntos porcentuales (INEI, 2008, INEI, 2012); para el periodo 2011 – 2017 se observa un estancamiento de la reducción sin cambios significativos (INEI, 2012, INEI, 2017).

En la actualidad se sabe que la deficiencia de hierro tiene consecuencias durante todo el ciclo de vida, afectando la salud, la educación y el rendimiento laboral; estos efectos adversos se traducen en costos para la familia y la sociedad tanto en los países desarrollados como en los que están en vías de desarrollo (Ross y Horton, 2003, Sachdev et al., 2005, Zimmermann y Hurrell, 2007). En el Perú, Alcázar et al., estimaron que para el año 2011, la anemia ocasionó a la sociedad una pérdida aproximada de S/. 2 777 millones que representó el 0,62% del PBI de ese año. Asimismo, que el costo de la anemia fue mucho mayor para la economía rural que para la economía urbana (Alcázar, 2012).

Frente a esta realidad, el enfoque de intervención en nuestro país contra la anemia ha sido la suplementación universal con hierro. Sin embargo, estos programas han tenido baja efectividad por problemas de distribución del suplemento a través de los servicios de salud y bajo cumplimiento del consumo de suplementos de hierro, principalmente sulfato ferroso, por causas como el sabor metálico, estreñimiento, olvido y cambios en el apetito (Munayco et al., 2009).

El año 2010 el estado peruano decidió iniciar una intervención piloto de suplementación con multimicronutrientes en polvo (MNP) en 3 regiones del país; se eligió este suplemento porque la evidencia mostraba mayor aceptabilidad frente al sulfato ferroso (OMS, 2012). La intervención piloto con MNP se ejecutó en las regiones de Apurímac, Ayacucho y Huancavelica con la finalidad de identificar problemas operativos en la implementación,

monitoreo, distribución y uso de los suplementos; así como la efectividad de la intervención para mejorar la adherencia al consumo de MNP en la población infantil y reducir la anemia (MINSA/MIMDES, 2009). Para cumplir este objetivo la intervención piloto incluyó un componente de monitoreo y evaluación para determinar los resultados del programa.

Hasta la fecha se han publicado dos estudios sobre la efectividad de la intervención piloto con MNP en tres regiones del Perú, con resultados diferentes. El primer estudio, una evaluación de impacto poblacional con un diseño de comparación antes-después realizada por el Centro Nacional de Alimentación y Nutrición (CENAN) del Instituto Nacional de Salud (INS) no encontró efectividad de la intervención con MNP para reducir la prevalencia de anemia en Apurímac; las razones por las que no se encontró resultados positivos fueron las fallas de implementación que limitaron la distribución y el consumo de MNP en esa región (Huamán-Espino et al., 2012). El segundo estudio, se realizó con un diseño de vigilancia centinela en 29 establecimientos de salud de Andahuaylas, Ayacucho y Huancavelica, y siguió una cohorte de niños de 6 a 35 meses de edad que recibieron MNP, encontró una reducción de 34 puntos porcentuales en la prevalencia de la anemia (Munayco et al., 2013). Los resultados de las dos evaluaciones son contradictorios; si bien el segundo estudio encontró un alto impacto del MNP, su principal limitación fue que no tuvo un grupo de control para comprobar que el total de la reducción de anemia encontrada era atribuible a la intervención con MNP, pues parte de esta reducción de 34 puntos podría deberse a la tendencia de mejora del nivel de hemoglobina con el tiempo conocida como sesgo de maduración biológica (Campbell y Stanley, 1995, Shadish et al., 2002) y al sesgo de atrición o pérdida en el seguimiento de los niños anémicos o con bajo consumo de MNP (Aparco y Huamán-Espino, 2013).

Frente a este panorama de evidencia contradictoria del efecto de los MNP sobre la anemia, el presente estudio realizó una estimación más precisa del impacto de la suplementación con MNP comparando la prevalencia de anemia entre el grupo de niños tratados (consumo de 60 o más sobres de MNP) y niños del grupo control generado a través del método de emparejamiento denominado Propensity Score Matching (Emparejamiento por probabilidad de participación). Los resultados del estudio permiten informar la toma de decisiones sobre la política pública de suplementación con hierro, pues la evidencia muestra que la suplementación con MNP reduce la anemia.

Los objetivos de la presente investigación son:

Objetivo General:

Estimar el impacto de la suplementación con Multimicronutrientes en polvo en la reducción de anemia en niños de 10 a 35 meses de edad de Apurímac, a través del método Propensity Score Matching.

Objetivos específicos:

- Aplicar el método de Propensity Score Matching para identificar, seleccionar y evaluar sujetos de control para los niños de 10 a 35 meses de edad, que consumieron 60 o más sobres de Multimicronutrientes en polvo en Apurímac, durante el año 2010.
- Determinar el nivel de hemoglobina y la prevalencia de anemia en niños de 10 a 35 meses de edad que consumieron 60 o más sobres de multimicronutrientes y en sus controles emparejados.
- Comparar los niveles de hemoglobina y la prevalencia de anemia entre el grupo de niños de 10 a 35 meses de edad que consumieron 60 o más sobres de multimicronutrientes y el grupo control.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 ANEMIA:

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), la anemia se define como el descenso del nivel de hemoglobina dos desviaciones estándar por debajo de lo normal (-2 DE) según edad y el sexo del individuo. Las necesidades fisiológicas específicas de hemoglobina varían además de la edad y el sexo, de la altitud sobre el nivel del mar a la que vive la persona, el tabaquismo y las diferentes etapas del embarazo (OMS, 2011).

La anemia puede clasificarse según el grado de severidad en: anemia leve, moderada y grave; en la tabla 1 se muestran los puntos de corte para clasificar categoría de la severidad de la anemia a nivel del mar, según etapa de vida y/o estado fisiológico. En niños de 6 a 35 meses de edad el punto de corte para diagnosticar anemia a nivel del mar es de <11 g/dL de hemoglobina (Tabla 1); en personas que residen en zonas por encima de los 1000 msnm, la OMS recomienda aplicar factores de corrección por la influencia de la altitud en la concentración de hemoglobina (OMS, 2011).

En una revisión sistemática sobre estudios de anemia, Kassebaum et al, encontraron que la anemia fue la patología más frecuente en el mundo y que para el año 2010 afectó a un tercio de la población mundial. Asimismo, reportaron que el tipo de anemia más frecuente fue la anemia por deficiencia de hierro (Kassebaum, 2014). Otras carencias nutricionales también pueden causar anemia como las de folato, vitamina B12 y vitamina A (Kraemer y Zimmermann, 2007).

Tabla 1: Valores de hemoglobina (g/l), según sexo, edad y grados de anemia

Población	Sin anemia*	Anemia*		
		Leve†	Moderada	Severa
Niños de 6 a 59 meses de edad	110 o superior	100-109	70-99	Menos de 70
Niños de 5 a 11 años de edad	115 o superior	110-114	80-109	Menos de 80
Niños de 12 a 14 años de edad	120 o superior	110-119	80-109	Menos de 80
Mujeres no embarazadas (15 años o mayores)	120 o superior	110-119	80-109	Menos de 80
Mujeres embarazadas	110 o superior	100-109	70-99	Menos de 70
Varones (15 años o mayores)	130 o superior	100-129	80-109	Menos de 80

*Hemoglobina en gramos por litro.

†Leve es inadecuado, pues la carencia de hierro (ferropenia) ya está avanzada cuando se detecta la anemia.

Fuente: OMS (2011).

Muñoz et al., (2011) clasifican las anemias siguiendo dos criterios el fisiopatológico y el morfológico; considerando el primer criterio, señalan que las anemias se producen por:

- a) Disminución de la producción de hematíes: También llamadas anemias no regenerativas como en el caso de las anemias por causas nutricionales (Fe, B₁₂, Folato, etc.), de aplasia medular, deficiencia de eritropoyetina (EPO) y Síndromes mielodisplásicos, entre otras.
- b) Aumento de la destrucción y/o pérdida de los hematíes: Denominadas anemias regenerativas, se producen cuando hay un aumento en la destrucción de hematíes como en las enfermedades de membranopatías, enzimopatías, hemoglobinopatías, agentes químicos (Pb), infecciones y anemias hemolíticas adquiridas (autoinmunes); mientras que para el segundo caso se consideran las pérdidas de sangre agudas (hemorragias, cirugías) y las crónicas como sangrado gastrointestinal o parasitismo (Muñoz et al., 2011).

2.1.1 DISTRIBUCIÓN DEL HIERRO EN EL CUERPO:

El hierro es un mineral esencial para la vida por su capacidad para transportar el oxígeno, rol en el metabolismo energético, síntesis de DNA y su participación en los mecanismos de inmunidad y defensa del individuo; por ello el organismo ha desarrollado un complejo y depurado sistema de regulación del hierro para evitar su pérdida. (Anderson y Mc Laren, 2012).

El hierro corporal total es alrededor de 3.5 mg en varones y 2.3 mg en las mujeres (Kathlenn y Escott-Stump, 2009). Las sustancias del organismo que contienen hierro, pueden dividirse en 2 categorías: a) funcionales, las cuales cumplen una función metabólica o enzimática, tales como la hemoglobina y la mioglobina, b) de almacenamiento, utilizadas para el depósito o almacenamiento de hierro, tales como la ferritina, la hemosiderina y la transferrina. Alrededor de las dos terceras parte del hierro orgánico total corresponde a hierro funcional y la mayor parte de este se encuentra en forma de hemoglobina (alrededor de 2.3 mg en los hombres y 1.7 mg en las mujeres) en los hematíes circulantes (Camaschella, 2015).

2.1.2 ANEMIA POR DEFICIENCIA DE HIERRO:

La deficiencia de hierro se produce cuando en el organismo no hay suficiente cantidad de hierro para realizar las funciones normales y empieza a movilizar hierro de los depósitos, por lo que se reducen las reservas del hierro en el cuerpo. La anemia ferropénica o anemia por deficiencia de hierro es una condición más grave en la que los niveles bajos de hierro se asocian con disminución de la concentración de hemoglobina y presencia de glóbulos rojos hipocrómicos y microcíticos (Camaschella, 2015).

Tanto la deficiencia de hierro como la anemia tienen efectos deletéreos en todas las etapas de la vida. En niños se ha encontrado que la anemia ferropénica produce mayor susceptibilidad a infecciones y enfermedades, pérdida de potencial cognitivo y bajo rendimiento escolar, en adultos reduce la actividad laboral, productividad y disminuye los ingresos. En la gestación incrementa el riesgo de bajo peso al nacer, las complicaciones en el parto y la mortalidad materna. (Zimmmernan y Hurrell, 2007).

El criterio diagnóstico de anemia ferropénica, es la coexistencia de anemia y valores bajos de algún biomarcador de hierro como ferritina sérica, hierro sérico, receptor de transferrina, porcentaje de saturación de transferrina, la capacidad de fijación del hierro, los niveles de hepcidina o eritroferrona (Sermini et al., 2017).

2.1.3 ETAPAS DE LA DEFICIENCIA DE HIERRO:

La reducción del hierro corporal tiene 3 etapas marcadas como se muestra en la Tabla 2, las cuales son:

- a) Depleción de hierro: Esta etapa se caracteriza por la disminución de las reservas corporales de hierro y menor nivel de ferritina y aunque en las primeras etapas de agotamiento de las reservas de hierro no se manifiesta ninguna consecuencia funcional.
- b) Eritropoyesis deficiente de hierro: Cuando la reserva de hierro esta depletada y la absorción de hierro es insuficiente para neutralizar (compensar) las perdidas corporales normales, se empieza a producir menor síntesis de hemoglobina y las concentraciones de hemoglobina empiezan a caer. El periodo que transcurre desde que el eritrocito comienza a recibir insuficiente hierro y el descenso en los niveles de hemoglobina es bastante largo. De ahí que exista una buena proporción de casos con deficiencia de hierro sin anemia. Esto es posible, dado que cerca del 94% del hierro corporal se encuentra en forma de hemoglobina con un recambio promedio de 120 días y que el 95% del hierro liberado en este proceso es reutilizado (O'donnell et al., 1997).
- c) Anemia por deficiencia de hierro: Es el mayor grado severo de deficiencia, hay menor producción de glóbulos rojos normales y la concentración de hemoglobina cae por debajo de dos desviaciones estándar de la mediana de una población saludable de la misma edad, sexo y/o etapa de embarazo (ACC/SCN, 2000).

Tabla 2: Niveles de hierro corporal según las etapas de deficiencia de hierro.

NIVELES DE HIERRO CORPORAL	ETAPAS			
	NORMAL	REDUCCIÓN DEL HIERRO CORPORAL		
		DEPLECIÓN		DEFICIENCIA
		Depleción de hierro	Eritropoyesis deficiente de hierro	Anemia por deficiencia de hierro
Reservas de Hierro	Si	Deterioro	Deterioro	Deterioro
Hierro circulante	Si	Si	Deterioro	Deterioro
			Si	
Hierro eritrocitario	Si	Si	Si	Si
				Deterioro
Hierro medula RE	2 – 3	0 – 1	0	0
Transferrina IBC (ug/100ml)	330 ± 30	360	390	410
Ferritina plasmática (ug/L)	100 ± 60	20	10	< 10
Absorción de hierro (%)	5 – 10	10 – 15	10 – 20	10 – 20
Hierro plasmático (ug/100ml)	115 ± 50	115	< 60	< 40
Saturación de transferrina (%)	35 ± 15	30	> 15	> 60
Protoporfirina RBC	30	30	100	200
Eritrocitos	Normal	Normal	Normal	Microcítica

Fuente: Modificado de Herbert et al., (1996).

2.1.4 MODELO CAUSAL DE LA ANEMIA:

Zavaleta y Astete proponen un modelo causal, basado en el enfoque de UNICEF, que sintetiza los determinantes de la anemia en varios niveles, tal como se aprecia en la Figura 1. Así a nivel inmediato se encuentran la inadecuada ingesta de hierro y micronutrientes y las morbilidades infantiles, a nivel subyacente aparecen aspectos relacionados a la seguridad alimentaria y a los medios y recursos para cuidar al niño y prevenir las enfermedades; finalmente a nivel básico se observan los recursos y estrategias de la sociedad para enfrentar la anemia (Zavaleta y Astete, 2017).

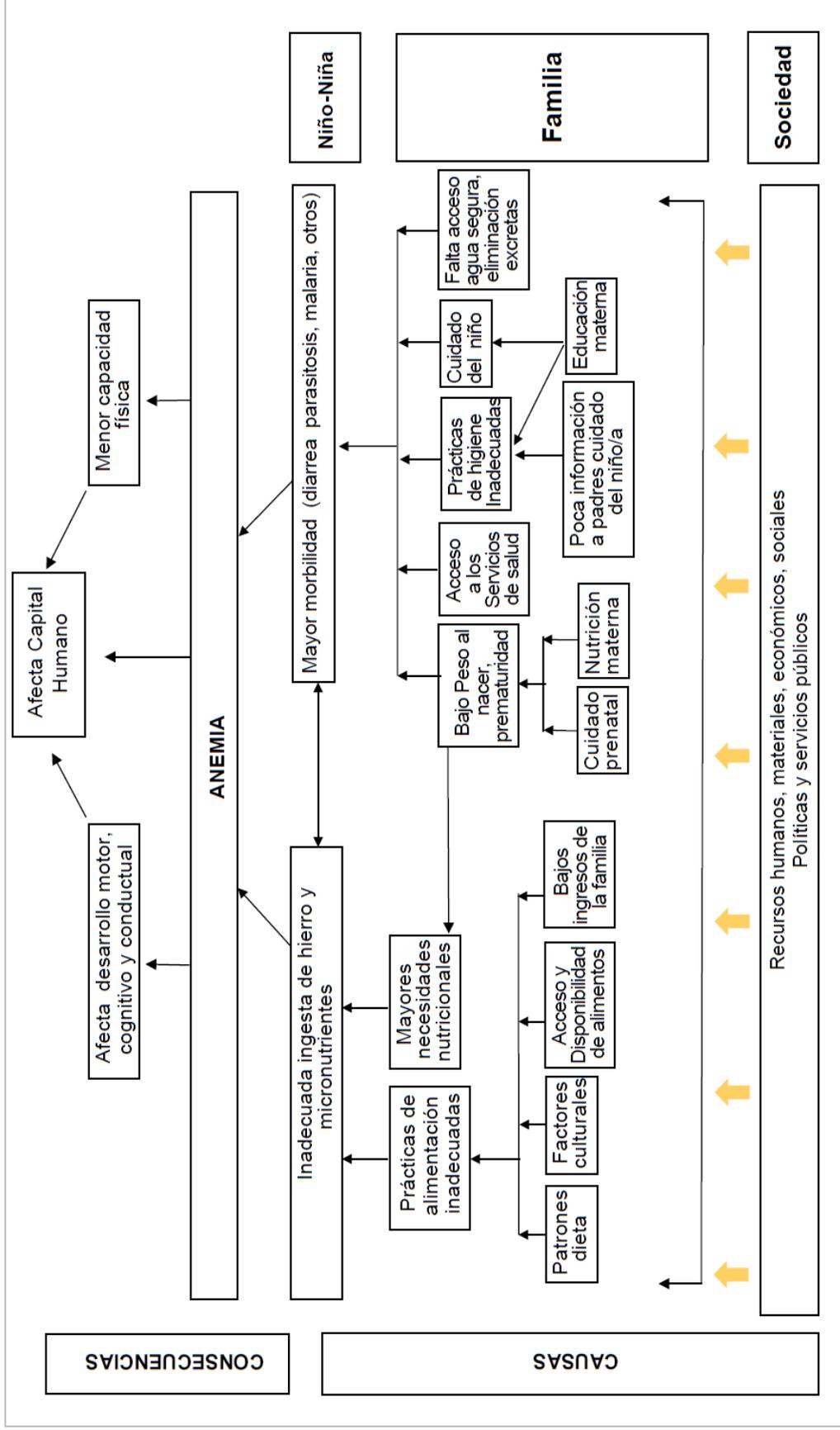
2.1.5 EPIDEMIOLOGIA DE LA ANEMIA EN NIÑOS DE 6 A 35 MESES DEL PERÚ:

El primer informe de anemia en niños menores de 36 meses con inferencia nacional y por regiones fue elaborado por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) a través de la Encuesta Nacional de Demografía y Salud (ENDES) en el año 2000 (INEI, 2000), se encontró un 60,9% de niños con anemia, es decir 3 de cada 5 niños no tenían la cantidad suficiente de hemoglobina para crecer y desarrollarse adecuadamente. A pesar de la importancia de contar con esta información, no fue sino hasta el año 2007 que INEI reportó una segunda medición encontrando que el 56% de niños de esa edad tenían anemia (INEI, 2008). Dos años después en 2009 la prevalencia de anemia fue de 50,4 y el año 2011 cayó hasta el 41%; así en el periodo de 2000 a 2011 la anemia se redujo 19,4 puntos porcentuales (INEI, 2012). El año 2012 se encontró que el 44,5% de niños presentaban anemia, mientras que en los dos siguientes años (2013 y 2014) se encontró una prevalencia de 46%, en tanto en 2015, 2016 y 2017 se mantuvo en 43% (INEI, 2017).

Según regiones geográficas desde el año 2000 hasta la fecha, la sierra ha mostrado las más altas prevalencias de anemia en nuestro país, así el año 2000 tuvo un 65% de niños con anemia y en 2017 fue de 49%; mientras que en segundo lugar aparece la selva con 50% de prevalencia de anemia en 2000 y 52% en 2017. Por otra parte, en el año 2000 la brecha entre el área urbana y rural respecto a la prevalencia de anemia no superaba los dos puntos porcentuales, sin embargo, para 2017 esta brecha aumentó a 11 puntos porcentuales (INEI, 2000, INEI 2017).

Respecto a características como educación de la madre, los niños con madres con nivel educativo superior redujeron desde el año 2000 hasta la fecha 23 puntos porcentuales, mientras que los de madre sin nivel educativo o primaria solo redujeron 11 puntos porcentuales, acrecentándose la brecha entre estos dos grupos (INEI, 2000, INEI 2017). En cuanto a quintiles de bienestar también hay un comportamiento similar, así los niños del quintil superior redujeron en 17 años 22 puntos porcentuales, en tanto que los del quintil inferior solo redujeron 6 puntos porcentuales en el mismo período (INEI, 2000, INEI 2017).

Figura 1: Factores contribuyentes de la deficiencia de hierro en niños y mujeres



Fuente: Zavaleta y Astete (2017)

2.2 MULTIMICRONUTRIENTES EN POLVO (MNP):

2.2.1 DEFINICIÓN DE MULTIMICRONUTRIENTES EN POLVO:

Los multimicronutrientes o también llamados "sprinkles" son una mezcla de vitaminas y minerales en polvo que se usan para corregir deficiencias de micronutrientes a través de estrategias de fortificación casera. Este suplemento en polvo se consume mezclado con los alimentos semisólidos del niño y ha demostrado ser una nueva y eficaz forma para entregar nutrientes esenciales a los niños menores de 3 años. Se presentan en un sobre (empaquete) que contiene 1 g de polvo insípido que puede contener entre 5 y 15 micronutrientes, dependiendo del objetivo nutricional (Sprinkles Global Health Initiative, 2008).

En comparación con otros suplementos de hierro como sulfato ferroso, los MNP tienen ciertas características que podrían mejorar la gestión de los programas de suplementación, pues reduce los problemas de suministro, distribución y aceptabilidad del producto (Sprinkles Global Health Initiative, 2008). Dentro de las ventajas están:

- Se puede añadir múltiples nutrientes de acuerdo a necesidades.
- Se utiliza mínima cantidad y el envasado facilita la logística.
- El tipo de envase facilita la exactitud de la dosificación, evita sobredosis.
- La facilidad de mezclar el producto con los alimentos permite que ser realizada por cualquier persona que alimente a la niña o al niño.
- La utilización directa y total del producto no exige preparación especial, evita riesgos de contaminación y elimina posibilidades de oxidación.
- El bajo costo en relación al elevado beneficio.

Actualmente se cuentan con revisiones sistemáticas que muestran la eficacia del MNP para prevenir y controlar las anemias (De Regil et al., 2013; De Barros et al., 2016), con este nivel de evidencia la OMS recomienda su uso frente a la anemia infantil (OMS, 2012).

2.2.2 COMPOSICIÓN DE LOS MULTIMICRONUTRIENTES EN POLVO:

La presentación de multimicronutrientes en polvo que se utilizó en Apurímac fue la formulación recomendada por OMS para combatir la anemia nutricional leve y moderada. Esta era una mezcla básica que contenía hierro micro encapsulado, zinc, vitamina A, vitamina C y ácido fólico en las cantidades que se muestran en la tabla 3. En esta mezcla el

hierro se encuentra encapsulado (aislado) en una capa lipídica de soya; este aislamiento impide que el hierro tenga interacción con las comidas, evitando cambios organolépticos en color, olor y sabor (Zlotkin, et al, 2005). Existen recomendaciones específicas de cómo usar de forma adecuada el suplemento para impedir que la capa lipídica del hierro se rompa rápidamente y reaccione con los alimentos alterando su sabor, color e incluso olor.

Tabla 3: Composición Nutricional del MNP contra la anemia.

N°	Micronutrientes	Cantidad
1	Hierro	12.5 mg
2	Zinc	5 mg
3	Ácido fólico	160 µg
4	Vitamina A	300 µg RE
5	Vitamina C	30 mg

Fuente: Sprinkles Global Health Initiative (2008)

2.2.3 FORMA DE USO DE LOS MULTIMICRONUTRIENTES EN POLVO:

La Norma Técnica de Salud para el manejo terapéutico y preventivo de la anemia en niños, adolescentes, mujeres gestantes y púerperas, señala que todo niño que cumple 6 meses debe recibir mensualmente 30 sobres de MNP, durante 12 meses para ser consumidos diariamente (MINSA, 2017). Para el uso adecuado del suplemento de MNP y evitar los cambios de color o sabor en las comidas indica las siguientes recomendaciones para las madres:

- Los micronutrientes en polvo son minerales y vitaminas que hacen más nutritiva la comida del niño y ayudan a evitar la anemia, permitiendo que crezcan sanos y fuertes.
- Los micronutrientes no necesitan cocinarse, solo deben ser añadidos en una ración de comida espesa de los bebés, ya sea en papillas, purés o segundos.
- Los micronutrientes no les cambiarán el sabor ni color a las comidas siempre y cuando no se mezcle con comidas calientes (altas temperaturas) y el niño consuma al alimento mezclado con el MNP antes de los 15 minutos.
- Los micronutrientes no se deben mezclar con preparaciones líquidas como leche, jugos, agua o sopas, debido a que el suplemento (polvo) quedará suspendido (o pegado a las paredes del recipiente) y no se mezclará bien.
- La ración de comida a la que se agregó el MNP no se debe recalentar.

- Los micronutrientes no deben ser administrados junto con otros medicamentos, debe ser suspendido si el niño está tomando antibióticos y podrá reiniciar su consumo de MNP cuando termine el tratamiento con antibióticos.

Además, la misma norma precisa que las indicaciones específicas para preparar adecuadamente los micronutrientes en polvo están estructuradas en 6 pasos (MINSA, 2017) que son los siguientes:

- a) Debemos lavarnos las manos con agua y jabón antes de preparar el alimento del bebé.
- b) Separar dos cucharas de comida de consistencia espesa (puré, mazamorra o segundo) en el plato servido del niño y dejar que se entibie.
- c) Abrir el sobre con los dedos o tijera (evitar usar los dientes) por la esquina y con cuidado.
- d) Cuando la comida esta tibia, echar todo el contenido del sobre de MNP en las dos cucharas de comida espesa separada
- e) Mezclar bien las dos cucharas de comida espesa con los micronutrientes en polvo.
- f) Finalmente ofrecerle de comer al niño, primero las dos las dos cucharas de comida mezclada con los micronutrientes, procurar que lo termine antes de los 15 minutos y luego continuar con el resto de la comida.

2.3 METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN DE IMPACTO:

2.3.1 EVALUACIÓN DE IMPACTO EN SALUD Y NUTRICIÓN:

En todas las actividades de evaluación de programas es de interés fundamental conocer si una intervención concreta, tal y como ha sido diseñada, es eficaz en el logro de sus objetivos principales. Para responder estas interrogantes se recurre a la evaluación de impacto que es un tipo particular de evaluación orientada a identificar los cambios en el bienestar de las personas atribuibles a un proyecto, programa o política específica; es decir busca la relación causal entre la intervención y los resultados de interés (Gertler et al., 2017).

Para estimar el efecto causal o impacto de una intervención sobre un resultado de deseado, cualquier metodología debe estimar el “contrafactual”. Según Gertler et al, el contrafactual es una estimación de cual habría sido el resultado en las variables de interés para un

participante del programa, si este no hubiera participado (recibido) el programa; es decir, lo que habría sucedido a los participantes en ausencia del programa (Gertler et al., 2017). Por definición el “contrafactual” es inobservable por lo que para su estimación se recurre a técnicas estadísticas utilizando grupos de comparación o control.

Existen diversas formas de generar un contrafactual o grupo de comparación y dependiendo de la estrategia metodológica que se usa para resolver este problema fundamental de la evaluación de impacto, los diseños se dividen en evaluación experimental y cuasi-experimental (Khandker et al., 2011).

2.3.2 DISEÑOS DE EVALUACIÓN DE IMPACTO:

Los diseños de evaluación se dividen, a partir de la metodología empleada para construir el contrafactual, en diseño experimental y cuasi experimental

- a) **Diseño experimental:** En la evaluación con diseño experimental, la asignación al tratamiento (o la participación en el programa) es aleatoria, los grupos de participantes y no participantes son comparables para estimar los resultados de la intervención. La aleatoriedad asegura que la distribución de características observables e inobservables sean iguales por lo que son equivalentes (Shadish et al., 2002) A pesar de que la asignación aleatoria al tratamiento, es una técnica que garantiza la comparabilidad de los grupos de evaluación, no siempre es factible su implementación ya sea por razones éticas, logísticas, económicas o políticas ni a veces siquiera deseable su utilización (Baker, 2000):

- b) **Diseño cuasi experimental:** Cuando la intervención o tratamiento no se asigna de manera aleatoria y se incluyen criterios políticos, administrativos, logísticos, sociales u otros para seleccionar a los beneficiarios los grupos de estudio no son comparables. En este tipo de programas no se puede realizar una evaluación experimental debido al sesgo de selección que se introduce al no aleatorizar la intervención; por tanto, solo se puede desarrollar una evaluación cuasi-experimental (Khandker et al., 2011). En la evaluación cuasi experimental se busca generar un grupo de comparación (el grupo de comparación se crea después de la intervención) que se asemeje al grupo de tratamiento controlando por la mayoría de factores posibles mediante la utilización

de técnicas multivariantes, en algunos casos econométricas, que permiten reducir el sesgo de selección (Wooldridge, 2010). Debido a que los grupos de estudio no son comparables se considera una metodología alternativa pero menos confiable que el diseño experimental. El éxito en reducir el sesgo de selección y el grado de ajuste de los grupos de estudio definen la calidad de la evaluación de impacto (Khandker et al., 2011). Dentro de las técnicas de evaluación cuasi experimental se encuentran:

- Método de regresión discontinua.
- Método de regresión cuantil.
- Método del Propensity Score Matching (Emparejamiento por puntaje de probabilidad de participación).
- Método de Diferencias en diferencias (dobles diferencias, triples diferencias).
- Método de Variables instrumentales.

2.3.3 APLICACIÓN DEL PROPENSITY SCORE MATCHING (PSM) EN EVALUACIÓN DE IMPACTO:

El objetivo de la presente investigación es estimar el efecto del tratamiento con multimicronutrientes (consumo de 60 o más sobres de MNP) sobre la prevalencia de anemia y niveles de hemoglobina, para ello se aplicó el método de Propensity Score Matching (emparejamiento por probabilidad de participación) que es un método de evaluación que utiliza técnicas estadísticas para construir un grupo de control artificial lo más parecido posible al grupo de tratamiento.

Para cada individuo que recibe tratamiento, se identifica un control (o serie de controles) sin tratamiento, el cual debe tener características lo más similares posibles a las que recibió el tratamiento (Gertler et al., 2017). Para identificar los pares (comparadores) se estima la probabilidad de que el control hubiera sido asignado al tratamiento activo en vez de al grupo de comparación dadas sus covariables; esta probabilidad es conocida como la puntuación de propensión (Propensity score) de cada beneficiario.

En un experimento aleatorio en el que la mitad de los pacientes son asignados a cada grupo de tratamiento, la puntuación de propensión de cada paciente es de 0.5 y la comparación simple de las respuestas observadas en los grupos de tratamiento y control daría estimaciones

consistentes e insesgadas; sin embargo, en un estudio observacional dado que no se asigna aleatoriamente no se conoce la probabilidad que tiene el individuo a ser asignado al tratamiento o al control (Pattanayak, 2011).

Rosenbaum y Rubin (1983) propusieron un método alternativo para estimar el efecto de un “tratamiento T” cuando la asignación no es aleatoria, pero puede suponerse “condicionalmente no confundida” (selección de participantes en base a características observables). La propuesta en cuestión fue incorporar la noción de “Propensity Score” (PS) definido como la probabilidad condicional de recibir el tratamiento dado un particular conjunto de características observables (Rosenbaum y Rubin, 1983)

$$P(X) = \Pr \{T=1|X\} = E \{D|X\}$$

donde X corresponde por ejemplo al perfil de características (niños de 10-35 meses de edad, de área rural, de madre quechua hablante).

El PSM es usado para reducir el sesgo de selección al proveer grupos iguales en las covariables relevantes. Para estimar un buen control (o controles) se deben incluir todas o la mayoría de covariables que podrían afectar a la asignación del tratamiento en el conjunto de datos. De este modo obtendremos un mecanismo de asignación sin confusión, y podemos estimar las puntuaciones de propensión desconocidas en función de esas covariables observadas. Al comparar a pacientes con puntuaciones de propensión estimadas similares, podemos diseñar un estudio observacional que se asemeje a un experimento aleatorio (Bernal y Peña, 2011).

El PSM permite identificar mediante las características disponibles en una base de datos a los hogares e individuos no inscritos más similares a los hogares inscritos (o de tratamiento). Estos hogares e individuos no inscritos “emparejados” se convierten así en el grupo de comparación para estimar el contrafactual. La aplicación de este método para evaluar el impacto de una política puede considerarse en aquellos casos en que, con posterioridad a la intervención pública, disponemos de información tanto de una muestra de individuos que han sido beneficiarios del programa como de otra de personas que no lo han sido (Gertler et al., 2017).

La búsqueda de un buen individuo de comparación para cada individuo que recibe la intervención puede ser difícil, porque las características relevantes observadas son muchas, asumen múltiples valores o son muy pocos los individuos que cumplen con todos los criterios de emparejamiento. A diferencia de otros métodos de emparejamiento el Propensity Score Matching, no necesita emparejar cada individuo con tratamiento con un individuo sin tratamiento con un valor idéntico en todas las características de control observadas. En cambio, para cada individuo del grupo con tratamiento y sin tratamiento, se calcula la probabilidad de participar en el programa mediante los valores observados de sus características, el denominado puntaje de probabilidad de asignación (Gertler et al., 2017).

Esta puntuación es un número real entre 0 y 1 que resume todas las características observadas de los individuos y su influencia en la probabilidad de participar en el programa. De esta forma el puntaje de probabilidad de asignación mide la probabilidad de que un individuo, dadas sus características (observables), decida participar en el programa, esta probabilidad se obtiene a partir de un modelo de elección discreta como un logit o un probit (Guo y Fraser, 2010).

Una vez que se han calculado el puntaje de probabilidad de asignación de todos los individuos, los individuos del grupo con tratamiento pueden emparejarse con los individuos del grupo sin tratamiento, mediante la puntuación más próxima. Estos individuos más “próximos” se convierten en el grupo de comparación y se usan para estimar el contrafactual (Gertler et al., 2017).

El PSM estima el impacto promedio o efecto del tratamiento en los tratados (en inglés Average Treatment of Treated-ATT), a diferencia de la estimación del efecto promedio del tratamiento para la población (Average Treatment Effect-ATE) que asume el pleno cumplimiento del tratamiento en la población; el ATT mide el efecto de la intervención en los sujetos a los que se le ofrece el programa y lo cumplen, es decir no tiene aplicación universal pues estima el efecto en una subpoblación del total al que se ofreció la intervención (Gertler et al., 2017). La diferencia de los resultados entre los individuos que cumplieron con el tratamiento y los individuos de control, constituye el impacto del programa. Para ello se estima el promedio de diferencias de las parejas, en el resultado de impacto y se comprueba que este promedio es significativamente diferente de cero o no (Bernal y Peña, 2011).

En nuestro país los programas sociales no se asignan aleatoriamente a la población objetivo, más bien existen criterios intencionales administrativos, políticos y logísticos que dirigen la intervención a poblaciones específicas introduciendo sesgo de autoselección; además en otros casos los programas son universales, estas circunstancias configuran condiciones para realizar evaluaciones no experimentales (Yamada y Pérez, 2005), por lo que este método es una buena alternativa para estimar el impacto de las políticas públicas en nuestro país .

2.3.4 EVALUACIONES DE IMPACTO EN NUTRICIÓN CON EL MÉTODO DE PROPENSITY SCORE MATCHING

A nivel mundial la metodología de PSM se ha aplicado para evaluar intervenciones en salud y nutrición, por ejemplo, Iannotti et al., en un ensayo aleatorizado por cluster para determinar la efectividad de un alimento fortificado aplicaron el PSM para corregir el desbalance de los grupos de estudio; luego de esta corrección reportaron un incremento de 0.62 g/dL de hemoglobina en el grupo de intervención ($p=0.001$) (Iannotti et al., 2016).

En México Neufeld et al., evaluaron el crecimiento infantil y mejora de los niveles de anemia en beneficiarios del programa Oportunidades, aplicando el PSM y encontraron impacto significativo de Oportunidades en la reducción de anemia en niños de 6 a 35 meses de edad, aunque en crecimiento y puntaje z de talla no se encontraron efectos (Neufeld et al., 2006).

Por su parte Gutiérrez et al., también en México evaluaron el efecto de Oportunidades sobre las enfermedades aplicando el método de PSM y encontró una reducción de 6% en la prevalencia de enfermedades infantiles (Gutiérrez et al., 2006).

En Colombia Attanasio et al., también aplicaron el Propensity Score matching combinado con dobles diferencias y encontraron efectos del programa Familias en Acción para incrementar el puntaje z de talla edad (Attanasio et al., 2005).

Estudios en Perú también han aplicado la metodología de PSM para evaluar algunos programas, la primera evaluación de JUNTOS realizada en 2010 por Perova y Vakis utilizaron el puntaje de propensión a nivel de distrito y hogar para estimar el impacto del programa; los resultados del estudio no muestran impacto en indicadores finales como talla del niño o niveles de hemoglobina, pero encontró efectos favorables en utilización de servicios de salud y mejora de gasto en alimentos más nutritivos (Perova y Vakis, 2010).

Otra evaluación de JUNTOS en 2012, Sánchez y Jaramillo reportaron impacto del programa reduciendo la incidencia de desnutrición crónica severa es decir déficit de talla para la edad menor a -3 desviaciones estándar de la curva de normalidad (Sánchez y Jaramillo, 2012).

Otros programas de intervención alimentaria en nuestro país también han sido evaluados con la metodología de Propensity Score Matching, por ejemplo, Gajate e Inurritegui evaluaron el impacto del Programa del Vaso de Leche (PVL) sobre el estado nutricional de los beneficiarios. Las conclusiones del estudio muestran que no hay un efecto atribuible al PVL sobre el peso o la talla de los niños que reciben el programa comparados con otros niños de las mismas características pero que no reciben el programa (Gajate e Inurritegui, 2002).

III. MATERIALES Y MÉTODOS:

3.1 DISEÑO DEL ESTUDIO:

El diseño del estudio fue analítico, transversal. Se realizó un análisis secundario de la base de datos de la Evaluación de la suplementación piloto con multimicronutrientes en polvo en niños menores de 3 años en el departamento de Apurímac, realizada por el Centro Nacional de Alimentación y Nutrición (CENAN) del Instituto Nacional de Salud (INS). El diseño de evaluación original del estudio de CENAN comprendía dos evaluaciones transversales; la primera evaluación basal en 2009 (población sin MNP) y la segunda evaluación final en 2010 (población con MNP). En la presente investigación tomamos información de las dos evaluaciones pues al haberse realizado en la misma región, con el mismo grupo etario e instrumentos de recolección de datos, la información es comparable.

3.2 POBLACIÓN DE ESTUDIO Y MUESTRA

La muestra original de la línea de base (2009) y de la evaluación final (2010) de la intervención piloto con MNP fue probabilística, multietápica e independiente por área urbana y rural de la región Apurímac. En la evaluación basal se aplicó la encuesta socioeconómica, de salud y alimentación y el dosaje de hemoglobina a 780 niños de 6 a 35 meses de edad de Apurímac; mientras que, en la evaluación final, luego de un año de intervención con MNP, se evaluaron con los mismos instrumentos y técnicas a 714 niños de 6 a 35 meses de edad.

Para el presente estudio se incluyeron niñas y niños que a la fecha de la evaluación (basal o final) tuvieran entre 10 a 35 meses de edad; la razón principal por la que solo se consideró niños de esta edad fue porque a los 10 meses completaban un período mínimo de tiempo (4 meses) para consumir 60 o más sobres de MNP (exposición suficiente) que es la cantidad mínima de suplementos en los que se ha reportado resultados positivos sobre anemia (Zlotkin et al., 2005). La muestra final para el presente estudio fue de 1163 niños, de ellos 442 fueron del grupo de tratamiento (consumieron 60 o más sobres de MNP) y 721 del grupo control (no consumieron ningún sobre de MNP).

3.3 INSTRUMENTO DE COLECTA DE DATOS

Los instrumentos de recolección de datos fueron diseñados por el INS/CENAN con el objetivo de recabar información sociodemográfica sobre características de miembros del hogar, incluyendo la madre, características de la vivienda, servicios básicos, conocimientos sobre anemia, recepción y adherencia al consumo de multimicronutrientes en polvo, recepción de orientación nutricional para uso de los multimicronutrientes en polvo, antecedentes de enfermedad, alimentación, antropometría y dosaje de hemoglobina. El instrumento constaba de 146 preguntas, divididas en 11 secciones o capítulos. La evaluación de la intervención con micronutrientes se hizo con dos estudios transversales uno a manera de línea de base (2009) y el segundo (2010) a manera de evaluación final, en ambos estudios se aplicaron las mismas técnicas e instrumentos por lo que se contaba con los mismos indicadores en ambos periodos.

3.4 VARIABLES:

La variable independiente del estudio fue Tratamiento que consistió en el consumo de 60 o más sobres de micronutrientes en polvo en los últimos 4 meses antes de la evaluación final. La variable dependiente fue la presencia o no de anemia y el promedio de hemoglobina, Las demás variables del niño, madre, familia, vivienda y localidad se usaron para estimar la probabilidad de participación en el programa y emparejar los niños del grupo de intervención con los del grupo control, tal como se muestra a continuación en la Tabla 4:

Tabla 4: Variables del estudio

TIPO DE VARIABLE	DENOMINACIÓN DE LA VARIABLE
Variable Independiente	1. Tratamiento: Suplementación con 60 o más sobres de MNP
Variables Dependientes	1. Anemia 2. Nivel de Hemoglobina (g/dL) en sangre
Variables de emparejamiento	1. Edad del niño 2. Sexo del niño 3. Pertenencia del niño a algún programa social 4. Edad de la madre 5. Nivel educativo de la madre 6. Idioma en el que se comunica la madre 7. Número de miembros en el hogar 8. Material del techo de la vivienda 9. Material del piso de la vivienda 10. Material de las paredes de la vivienda 11. Hacinamiento 12. Tipo de servicios higiénicos 13. Tipo de combustible para cocinar 14. Tipo de fuente para agua de consumo 15. Tenencia de bienes en el hogar (radio, TV, computadora, refrigeradora) 16. Área de residencia 17. Altitud en m.s.n.m. de la comunidad en la que reside el niño.

Tabla 5: Definición de las variables del estudio

Nº	VARIABLE	DEFINICIÓN
1	Tratamiento (Suplementación con MNP)	Consumo de 60 o más sobres de micronutrientes en polvo en los últimos 4 meses antes de la evaluación final. Dos categorías: 1= Tratado (60 o más sobres de MNP) y 0= Control (0 sobres de MNP)
2	Anemia	El punto de corte considerado para diagnosticar anemia fue menos de 11 g/dL de hemoglobina en sangre, ajustado por altitud.
3	Nivel de Hemoglobina	Concentración de hemoglobina en sangre en gramos por decilitro (g/dL)
4	Edad del niño	Cantidad de meses cumplidos por el niño a la fecha de la encuesta, la variable cuantitativa original se categorizó en 3 grupos: Niños de 10 a 18 meses, de 19 a 24 meses y de 25 a 35 meses.
5	Sexo del niño	Genero sexual del niño, considera 2 categorías: Hombre o mujer
6	Pertenencia del niño a algún programa social	Se consideró que el niño pertenecía, cuando a la fecha de la entrevista era beneficiario de algún programa social. 1= Beneficiario y 0 =No beneficiario
7	Edad de la madre	Cantidad de años cumplidos por la madre a la fecha de la encuesta.
8	Nivel educativo de la madre	Ultimo nivel de estudios alcanzado por la madre, categorizado en 3 grupos: Sin nivel, primaria y secundaria a más (que incluye superior técnico y superior universitario). Para considerar que alcanzó el siguiente nivel la madre debe aprobar el último año del nivel previo.
9	Idioma en el que se comunica la madre	Idioma en el que la madre se comunica con mayor frecuencia y facilidad en el interior de su familia. Tres categorías: Español, quechua y ambos idiomas
11	Número de miembros en el hogar	Cantidad de personas que viven, comen juntos y pernoctan en el hogar.
12	Material adecuado del techo de la vivienda	Material adecuado: Si el material predominante del techo protege adecuadamente del viento, del agua y de los cambios de temperatura, entre ellos se considera, concreto, calamina, eternit, tejas y palmas en la selva
13	Material de las paredes de la vivienda	Material adecuado: Si el material predominante de las paredes, brinda seguridad, aísla el ruido, el frio y protege del viento, entre los materiales adecuados están el concreto, ladrillo, adobe, piedra sillar y madera.
14	Material del piso de la vivienda	Material adecuado: Si el material predominante de los pisos, permite limpiar efectivamente los residuos y evitar la transmisión de microbios

Continuación...

		y enfermedades, entre los materiales adecuados están el cemento, losetas, vinílicos, parquet, madera (entablado) y piso acabado.
15	Fuente de agua para consumo	Fuente adecuada: Si la fuente esta entubada para proteger el agua de la contaminación: Red pública dentro o fuera del hogar, pilón o pozo de agua.
16	Acceso a servicios higiénicos adecuados	Acceso a servicios higiénicos adecuados: Cuando el servicio higiénico permite una disposición de excretas que no contamina el agua y el suelo. Se considera como adecuado la categoría conectado a red pública dentro o fuera del hogar y letrina que cumple con las pautas técnicas.
17	Hacinamiento	Vivienda con hacinamiento: Viviendas con 3 o más personas que pernoctan (duermen) en una habitación
18	Tipo de combustible para cocinar	Combustible adecuado: Viviendas que usan para cocinar combustible que no genera humo para contaminar la cocina y el ambiente interno como: Electricidad y gas.
19	Tenencia de radio en el hogar	Tiene radio: Hogar que cuenta con una radio que pertenece a algún miembro del hogar y que al momento de la entrevista funciona.
20	Tenencia de televisor en el hogar	Tiene televisor: Hogar que cuenta con un televisor que pertenece a algún miembro del hogar y que al momento de la entrevista funciona.
21	Tenencia de refrigeradora	Tiene radio: Hogar que cuenta con una refrigeradora que pertenece a algún miembro del hogar y que al momento de la entrevista funciona.
22	Área de residencia (urbano/rural)	Área urbana: Cuando el área de muestreo para seleccionar al niño pertenece a conglomerado urbano. Área rural: Cuando el área de muestreo para seleccionar al niño pertenece a un conglomerado rural (Área de Empadronamiento Rural-AER)
23	Altitud	Metros sobre el nivel del mar a la cual se encuentra la comunidad en la que reside el niño, en el caso que las viviendas sean rurales y dispersas, la altitud se toma en la vivienda del niño.

3.5 PROCEDIMIENTO DE ANÁLISIS DE DATOS:

La información de las dos evaluaciones basal e final fueron recogidas por encuestadores entrenados por el CENAN/INS en la aplicación de los cuestionarios y estandarizados en la técnica de dosaje de hemoglobina. Como parte del control de calidad de la información, el CENAN/INS desarrolló un exhaustivo proceso de crítica de encuestas. Asimismo, para el procesamiento de datos ingresaron la información a la base de datos aplicando doble digitación, realizaron procesos de consistenciamiento de los datos y categorizaron las variables originales del estudio. La base de datos se obtuvo a través de una solicitud a la Dirección General del CENAN/INS quienes autorizaron su uso en la presente investigación (ver Anexo 1).

Las dos bases de datos proporcionadas por el CENAN/INS se fusionaron (juntaron) en una sola base. A continuación, se seleccionó, en primer lugar, a los niños que tenían entre 10 y 35 meses de edad y de este subgrupo a aquellos que habían consumido 0 sobres de MNP (controles) y a niños que habían consumido 60 o más sobres de MNP. Luego se recategorizaron las variables edad del niño (3 categorías), idioma de la madre, (3 categorías), nivel de estudios de la madre (3 categorías) y altitud de la vivienda (4 categorías); además se crearon variables indicadoras binarias (variables “dummy”) de cada categoría en todas las variables recategorizadas para flexibilizar el modelo de estimación del puntaje de propensión como recomiendan Guo y Fraser (Guo y Fraser, 2010).

Con la base de datos fusionada y con las variables recategorizadas se procedió a realizar el análisis de datos para estimar el impacto, aplicando los siguientes procedimientos:

- a) Estimación de la probabilidad de asignación en la intervención usando las muestras de tratamiento y control. El objetivo de este procedimiento fue predecir las probabilidades de participación de cada individuo tanto para los tratados como para los controles. En este caso se ha considerado el tratamiento binario (recibió tratamiento: 0 = no, 1= sí), por lo que la probabilidad de participación en la intervención vs la de no participación se estimó a través de un modelo probit. La estimación del puntaje de probabilidad de participación se realizó a partir de las variables sociodemográficas del niño, de la madre y de las características de la vivienda descritas en la sección 7.2 de identificación de variables.

- b) Restricción de la muestra para análisis al área de soporte común: Una vez que cada individuo tuvo un puntaje de probabilidad de participación estimado se ordenaron los puntajes de menor a mayor, debido a que solo se puede analizar individuos con tratamiento emparejados con individuos sin tratamiento con el mismo (o cercano), puntaje. Puede darse el caso de que algunos individuos con tratamiento no encuentren un control con puntaje similar, en términos técnicos esto se conoce como falta de rango o soporte común (Bernal y Peña, 2011). Para verificar que la muestra en estudio estaba restringida al área común, primero se aplicó el criterio de observaciones mínimas y máximas, que permitió eliminar observaciones inferiores al mínimo y mayores al máximo del grupo que recibe tratamiento y luego se realizó la inspección visual de las distribuciones de densidad de la probabilidad estimada de participación para verificar la existencia de rangos de probabilidad sin observaciones emparejadas en el grupo de tratados.
- c) Emparejamiento de los grupos de estudio: La metodología de PSM pondera las observaciones del grupo control para que la distribución de características observables X sea lo más parecida posible a la del grupo de tratamiento. Así, todos los algoritmos de emparejamiento buscan contrastar la variable de resultado de un niño tratado con los resultados de uno o más niños del grupo de control que sean “gemelos estadísticos” según la probabilidad de participación (Bernal y Peña, 2011). Para realizar el emparejamiento de los grupos de estudio realizamos tres pasos:
- Selección del algoritmo de emparejamiento: Para la selección del algoritmo de emparejamiento se evaluaron las ventajas y desventajas de los modelos, con la finalidad de aprovechar la relación complementaria que hay entre sesgo y varianza entre los diferentes métodos (Bernal y Peña 2011), en el presente estudio aplicamos tres algoritmos de emparejamiento: i) Estimador de PSM por vecino más cercano con 5 controles, (NN, por sus siglas en inglés Nearest Neighbor), este consiste en tomar a cada individuo del grupo de tratamiento y buscar cinco individuos del grupo control con la probabilidad de participación más cercana, es decir los 5 vecinos más cercanos; ii) Estimador de PSM por Kernel, es un estimador no paramétrico que empareja a cada individuo del grupo de tratamiento con un promedio ponderado de (potencialmente) todos los individuos del grupo control, aplicando los pesos Kernel y iii) Estimador de

PSM por regresión lineal local, es la regresión de la variable objetivo del grupo control en el vecindario de cada observación del grupo tratado sobre un intercepto y se le adiciona un término de pendiente, que es la probabilidad de participación (Bernal y Peña, 2011).

- Revisión del balance de las variables observables entre los grupos de tratamiento y control por grupos de probabilidad predicha (balancing property): Para evaluar el balance de los puntajes de probabilidad de participación en cada grupo, los datos se distribuyeron en 5 bloques y se aplicaron test de diferencia de probabilidad de participación. Además, debido a que el emparejamiento no se hizo condicional a todas las variables, sino a la probabilidad de participación; en cada bloque se verificó el balance de las covariables entre los dos grupos aplicando test de diferencias (prueba t de Student).
 - Verificación de la calidad del emparejamiento: Para verificar la calidad del emparejamiento, se estimó el modelo probit de la probabilidad de participación como función de las características observables escogidas, controlando por la probabilidad predicha en el PSM, según lo recomendado por Bernal y Peña (Bernal y Peña, 2011).
- d) Estimación del impacto de la intervención: El impacto de la intervención se determinó aplicando el comando “psmatch” en el programa STATA versión 14 SE, que estima el promedio ponderado de la diferencia en prevalencia de anemia y niveles de hemoglobina entre el grupo de intervención y grupo de control. El impacto estimado corresponde al efecto del tratamiento en los tratados (ATT), es decir el efecto en niños que consumieron 60 o más sobres de MNP, comparados con niños del grupo de control.
- e) Estimación de errores estándar e intervalos de confianza para determinar si las diferencias son estadísticamente significativas: Para determinar si el impacto (ATT) es estadísticamente significativo se calcularon los errores estándar y los intervalos de confianza usando “bootstrapping”. El bootstrapping estimó las propiedades de la varianza del estimador, midiendo dichas propiedades en la distribución empírica de los datos (Bernal y Peña, 2011), para ello el bootstrapp construyó (replica) una serie de muestras (150 repeticiones) provenientes de la base de datos original.

Todas las estimaciones se realizaron en el programa STATA versión 14 SE, en todos los casos se consideró los intervalos de confianza al 95% (IC 95%) y el valor $p < 0,05$ y $p < 0,01$ como nivel de significancia estadística.

3.6 CONSIDERACIONES ÉTICAS:

El protocolo de investigación de la evaluación de la suplementación con multimicronutrientes en polvo (MNP) en Apurímac fue aprobado por el Comité Institucional de Ética en Investigación del INS (CIEI-INS). Las bases de datos del estudio (encuesta basal y final) se solicitaron al CENAN y se obtuvo con la autorización de la Dirección General del CENAN (Anexo 1).

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El objetivo del estudio fue estimar el impacto de la suplementación con MNP sobre la prevalencia de anemia y niveles de hemoglobina en niños de 10 a 35 meses de edad de Apurímac, para ello se utilizó la base de datos de las evaluaciones basal e intermedia de la suplementación con MNP que registraba inicialmente 1494 niños de 6 a 35 meses, luego de aplicar los criterios de inclusión la base de datos quedo con información de 1163 niños, 442 del grupo de tratamiento (consumieron 60 o más sobres de MNP) y 721 del grupo control (no consumieron ningún sobre de MNP).

4.1 CARACTERÍSTICAS DE LOS NIÑOS DE 10 A 35 MESES DE EDAD:

La tabla 6 muestra las características de los niños, madres y viviendas de los dos grupos de estudio, antes de realizar el emparejamiento. Al comparar el grupo de tratados y sus potenciales controles (se denominan potenciales controles porque de este grupo de niños saldrán los controles emparejados luego de aplicar el modelo probit) encontramos diferencias significativas en las características de las madres, tales como: idioma quechua y nivel de estudios; asimismo se encontraron diferencias relevantes en las características de la vivienda como material de pared inadecuado, sin acceso a electricidad, uso de combustible inadecuado y hacinamiento. Al comparar la tenencia de algunos bienes como teléfono también se observaron diferencias significativas; finalmente la altitud de los hogares también resultó diferenciada entre ambos grupos

Tabla 6: Comparación de las características de los grupos de estudio antes del emparejamiento.

VARIABLES	Tratados	Potenciales controles	p - valor
Características del niño			
Sexo	47.9	50.0	0.486
Edad (meses)	22.9	22.3	0.178
Beneficiario de programa social	85.9	95.7	0.578
Características de la madre			
Edad (años)	29.1	29.3	0.631
Habla idioma quechua	22.8	28.2	0.041*
Sin estudio	06.4	09.4	0.062
Estudió primaria	25.5	37.0	0.000**
Estudió secundaria o más	68.1	53.6	0.000**
Actualmente trabaja	65.1	67.5	0.403
Características de la vivienda			
Material de pared inadecuado	80.3	85.5	0.019*
Material de techo inadecuado	12.2	14.9	0.187
Material de piso inadecuado	74.4	77.2	0.274
Acceso inadecuado a agua	18.3	22.7	0.073
Acceso inadecuado a SS. HH.	43.2	46.0	0.346
Sin acceso a electricidad	80.9	74.2	0.041*
Uso de combustible inadecuado	64.9	70.8	0.034*
Hacinamiento	52.9	46.0	0.022*
Tenencia de radio	91.4	87.7	0.055
Tenencia de teléfono	38.4	31.6	0.017*
Área de residencia rural	40.4	41.1	0.815
Altitud (m.s.n.m)	3028.5	3106.1	0.022*

Nota: Diferencias significativas son al ** 1% y * 5%

Fuente: Elaboración propia.

4.2 ESTIMACIÓN DEL PROPENSITY SCORE MATCHING (PSM):

Para la estimación de la probabilidad de que el niño reciba el tratamiento (consume 60 o más sobres de micronutrientes en polvo) se incluyeron variables que permitieron caracterizar a los niños y a su entorno. La elección de estas variables se hizo considerando el modelo causal de la anemia propuesto por Zavaleta y Astete (Figura 1) que considera causas a diferentes niveles incluyendo al niño, familia y comunidad (Zavaleta y Astete, 2017) y siguiendo la recomendación de Heckman et al., que indica utilizar variables que decidan la participación (z) y no incluir variables que afecten solo en resultado (Heckman, 1998). Con estas consideraciones las variables incluidas en el modelo fueron: a) En el niño: Edad, sexo y pertenencia a algún programa social, b) En la madre: Edad, nivel educativo, idioma en el que se comunica mejor, situación laboral y c) En el hogar/comunidad: Material inadecuado de las paredes, techo, piso, acceso inadecuado a servicios básicos como agua, servicios higiénicos, electricidad, teléfono, uso de combustible inadecuado para cocinar, hacinamiento, tenencia de bienes (radio y teléfono), área de residencia y altitud (m.s.n.m.).

La tabla 7 muestra las estimaciones para el modelo probit y se observa que la probabilidad de participar en el programa se reduce para los niños que tienen viviendas con paredes de material inadecuado (-0.08), viven a mayor altitud (-0.27) y en el área rural (-0.11); mientras que la probabilidad de participar aumenta en niños que en su vivienda no tienen acceso a electricidad (0.08), tienen hacinamiento (0.08), tienen radio (0.04) y el nivel educativo de la madre es secundaria o mayor (0.13). Al evaluar el modelo en su conjunto se observa que es significativo ($\chi^2 < 0.001$).

Otros estudios en Perú, que aplicaron la metodología de Propensity Score Matching como el de Sánchez y Jaramillo (Sánchez y Jaramillo, 2012) y Escobal y Benites (Escobal y Benites, 2012) en la evaluación del Programa JUNTOS también incluyeron variables del niño como edad, sexo; en las madres edad, nivel educativo, situación laboral e idioma nativo y materiales de la vivienda, acceso y uso de servicios básicos, tenencia de bienes, área de residencia y altitud.

Tabla 7: Estimación de la probabilidad de recibir el tratamiento.

Probit regression, reporting marginal effects						Number of obs = 1163	
						LR chi2 (24) = 70.67	
						Prob > chi2 = 0.0000	
Log likelihood = -737.00169						Pseudo R2 = 0.0457	
Variable	dF/dx	Std. Err.	z	P>[z]	[95% C.I.]		
Sexo*	-.0135778	.0289994	-0.47	0.640	-.070415	.04326	
Niños de 19 a 24 meses	.0880382	.0429992	2.07	0.038*	.003761	.172315	
Niños de 25 a 35 meses	.0472286	.0331827	1.42	0.155	-.017808	.112266	
Beneficiario de programa social	-.0919825	.0502186	-1.74	0.081	-.190409	.006444	
Edad de la madre	-.0006883	.0020931	-0.33	0.742	-.004791	.003414	
Idioma de la madre quechua	-.0148141	.0445658	-0.33	0.740	-.102161	.072533	
Idioma de la madre quechua y español	.0050066	.0359096	0.14	0.899	-0.65375	.075388	
Madre con educación primaria	-.0122203	.0596582	-0.20	0.838	-.129132	.104692	
Madre con educación secundaria o más	.1349814	.0580673	2.28	0.023*	.021172	.248791	
Madre trabaja	-.0248788	.0330807	-0.75	0.451	-.089716	.039958	
Material adecuado de la pared	-.0838362	.0434744	-1.96	0.049*	-.169044	.001372	
Material adecuado del techo	.0293005	.0526893	0.56	0.575	-.073969	.13257	
Material adecuado del piso	.0071334	.0429374	0.17	0.868	-.077022	.091289	
Acceso adecuado a agua segura	-.0173289	.0445829	-0.39	0.699	-.10471	.070052	
Disposición adecuada de excretas	-.0200064	.0351852	-0.57	0.570	-.088968	.048955	
Acceso adecuado a electricidad	.0884825	.0406636	2.11	0.035*	.008783	.168182	
Uso de combustible adecuado	-.0638972	.0412312	-1.56	0.119	-.144709	.016914	
Hacinamiento en el hogar	.0800702	.0299821	2.66	0.008**	.021306	.138834	
Tenencia de radio en el hogar	.0960113	.0451444	2.02	0.043*	.00753	.184493	
Tenencia de teléfono	.0619894	.0366082	1.70	0.089	-.009761	.13374	
Área rural	-.1169975	.0411651	-2.79	0.005**	-.19767	-.036325	
Altitud 2500 a 3199 m.s.n.m	-.2133669	.1508754	-1.37	0.171	-.509077	.082344	
Altitud de 3200 a 3699 m.s.n.m	-.2348311	.1513005	-1.50	0.132	-.531375	.061712	
Altitud más de 3700 m.s.n.m	-.2733244	.0946593	-1.96	0.040*	-.458853	-.087795	
Obs. P	.3800516						
pred. P	.3741021 (at x-bar)						

* dF/ dx is for discrete change of dummy variable from 0 to 1

z and P> [z] correspond to the test of the underlying coefficient being 0

Nota: Diferencias significativas son al ** 1% y * 5%

Fuente: Elaboración propia.

A diferencia de nuestro estudio Gajate e Inurritegui (Gajate e Inurritegui, 2002) en la Evaluación del Vaso de Leche incluyeron otras variables más, referidas al distrito como índice de pobreza distrital.; mientras que en la evaluación de JUNTOS Perova y Vakis (Perova y Vakis, 2009), para el cálculo del puntaje de propensión solo seleccionaron variables de hogares y distritos como índices de pobreza, tasa distrital de desnutrición, promedio distrital de gasto en hogares, etc.

4.3 DETERMINACIÓN DE LA REGIÓN DE SOPORTE COMÚN:

Luego de seleccionar el modelo que estimó la probabilidad de participación en el programa y estimar los puntajes de propensión de cada individuo se definió la región de soporte común en la que coinciden las puntuaciones de cada grupo; para ello se establecieron los valores mínimo y máximo en los que se encuentran probabilidades tanto del grupo intervenido como el grupo control. Al respecto Becker e Ichino (2002) recomiendan imponer la condición de soporte común en la estimación de la probabilidad de participación, porque mejora la calidad del emparejamiento (Becker e Ichino, 2002).

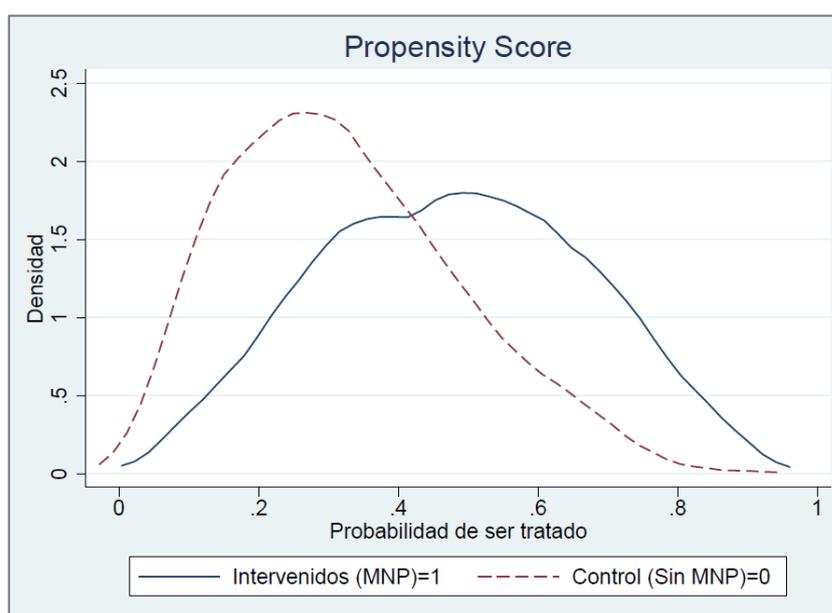


Figura 2: Distribución de la probabilidad estimada en los dos grupos de estudio

Con esa finalidad se evaluó la distribución de la región de soporte común y se encontró que las probabilidades de participación estimadas en ambos grupos comparten una amplia área en común como se aprecia en la figura 2; sin embargo, el grupo de intervenidos tiene

probabilidades superiores a la máxima probabilidad del grupo de control y de forma similar existen probabilidades en el grupo de control que son inferiores a la mínima probabilidad del grupo de intervenidos.

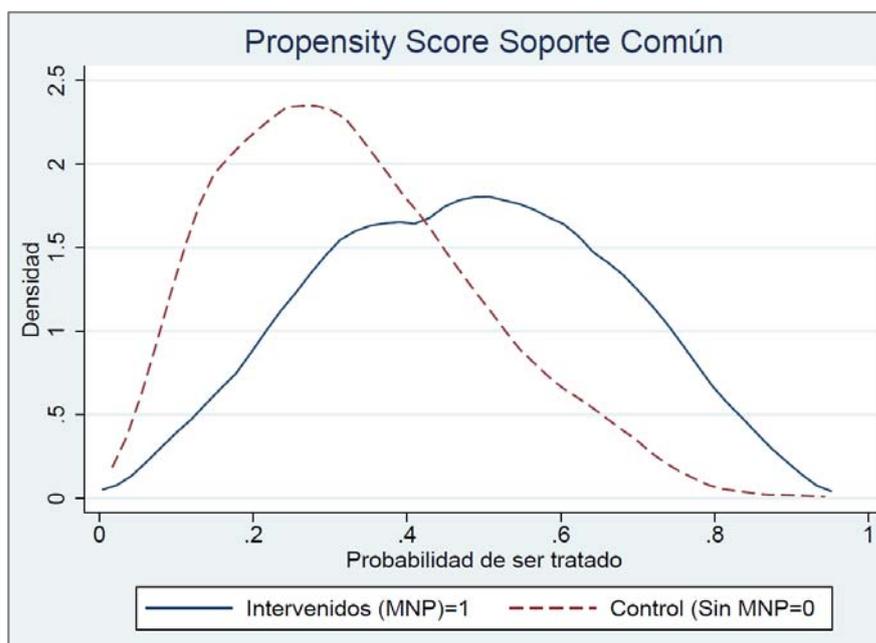


Figura 3: Distribución de la probabilidad estimada después de restringir al soporte común de los dos grupos de estudio

La figura 3 muestra la distribución de la probabilidad estimada luego de restringir ambas curvas a los valores mínimos y máximos de los dos grupos de estudio. La tabla 8 presenta los valores mínimos y máximos de cada grupo y se observa que la región de soporte común para este emparejamiento es lo suficientemente amplia para la evaluación (0.1052134 – 0.7837673), de tal forma que solo se pierden 7 observaciones de 1163, es decir menos de 1% de los datos.

Tabla 8: Límites de la región de soporte común

Denominación	Probabilidad mínima	Probabilidad máxima
Grupo de tratamiento	0.1174609	0.7837673
Grupo de control	0.1052134	0.6761124
Región de soporte común	0.1052134	0.7837673

Fuente: Elaboración propia.

La figura 4 presenta las probabilidades de participación en el programa de los intervenidos graficadas en el primer cuadrante (barras de color rojo), mientras que las probabilidades de los controles están en sentido inverso (barras de color azul). Se observa en la figura que la probabilidad estimada se organiza en 18 rangos y que la mayoría de observaciones en ambos grupos están emparejadas pues solo existen 1 rango donde no hay observaciones emparejadas en el grupo de los intervenidos (que se resalta con verde), lo que nos confirma que la pérdida de datos en el emparejamiento fue menor de 1 % (7 observaciones)

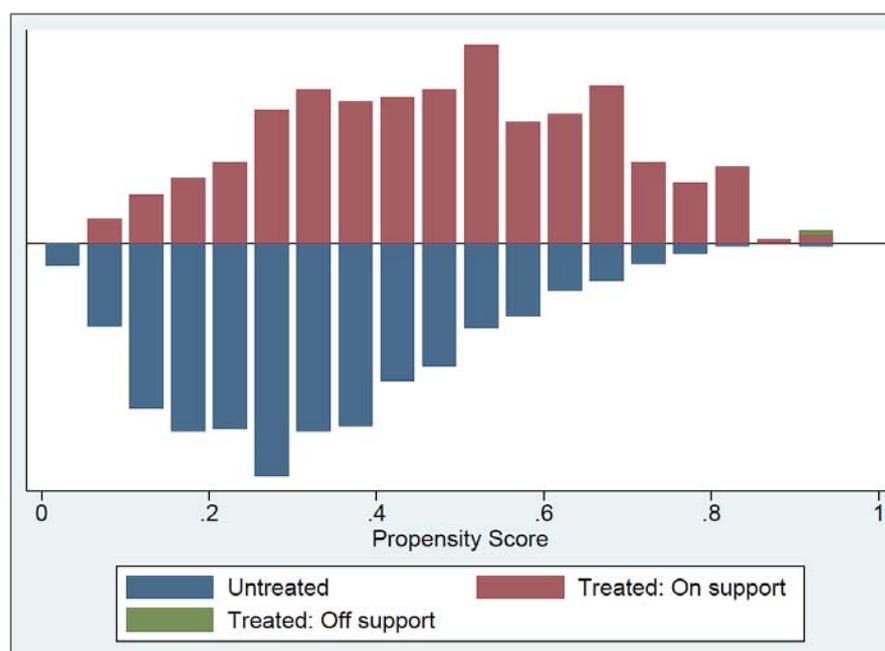


Figura 4: Probabilidad estimada de recibir el tratamiento (60 o más sobres de MNP)

4.4 EMPAREJAMIENTO DE LOS GRUPOS DE ESTUDIO:

Para el emparejamiento de grupos se seleccionaron los algoritmos de PSM: Vecino más cercano, Kernel y Regresión logística local. Luego a fin de estimar el impacto de forma más precisa se buscó garantizar que los grupos a comparar fueran los más parecidos (“gemelos estadísticos”) posibles, para ello se evaluó el balance de variables observables entre ambos grupos, distribuyendo los datos en cinco bloques y aplicando test de diferencias a la probabilidad de participación, encontrando que no había diferencia significativa entre ambos grupos en cada uno de los cinco bloques (Anexo 2).

Además, debido a que el emparejamiento no se hizo condicional a las variables incluidas en el modelo, sino al puntaje o probabilidad de participación en cada bloque se verificó el balance de las covariables entre los dos grupos aplicando test de diferencias, los resultados muestran que el balance fue satisfactorio (anexo 3).

La tabla 9 muestra las características del grupo de tratados y control antes y después del emparejamiento; al respecto se observa que inicialmente las variables de la madre como idioma quechua y del hogar como material de pared, acceso a electricidad, a combustible adecuado, hacinamiento, tenencia de radio, tenencia de teléfono y altitud mayor a 4000 msnm mostraban diferencias significativas entre grupos, pero que luego del emparejamiento estas diferencias dejaron de ser significativas; sin embargo, las diferencias encontradas en el nivel educativo de las madres al inicio no se pudieron reducir.

Para verificar la calidad del emparejamiento final se estimó el modelo probit de la variable puntaje de propensión (pscore) como variable independiente y se aprecia en la tabla 10 que, una vez que se controla por puntaje de propensión, ninguna de las variables seleccionadas en el modelo resulta significativa para explicar la participación en el programa, lo cual evidencia que el emparejamiento fue bueno (Bernal y Peña, 2011)

Tabla 9: Comparación del grupo de tratamiento y control antes y después del emparejamiento.

Variables	Sin emparejamiento			Con emparejamiento		
	Tratados (%)	Potenciales controles (%)	p valor	Tratados (%)	Controles emparejados (%)	p valor
Sexo*	47.9	50.0	0.486	48.6	49.9	0.699
Niños de 19 a 24 meses	21.4	17.6	0.102	21.3	17.7	0.180
Niños de 25 a 35 meses	47.2	46.0	0.682	47.0	46.1	0.806
Beneficiario de programa social	85.9	95.7	0.578	87.1	94.7	0.697
Edad de la madre (años)	29.1	29.3	0.631	29.1	29.3	0.695
Idioma de la madre quechua	22.8	28.2	0.041*	22.9	28.0	0.182
Idioma de la madre quechua y español	47.9	46.1	0.556	48.1	46.2	0.575
Madre con educación primaria	25.5	37.0	0.000**	26.1	36.5	0.001**
Madre con educación secundaria o más	68.1	53.3	0.000**	67.6	53.1	0.000***
Madre trabaja	65.1	67.5	0.403	65.5	67.4	0.560
Material adecuado de la pared	80.3	85.5	0.019*	80.9	85.4	0.078
Material adecuado del techo	12.2	14.9	0.187	12.3	14.8	0.287
Material adecuado del piso	74.4	77.2	0.274	74.7	77.0	0.423
Acceso adecuado a agua segura	18.3	22.7	0.073	18.9	22.2	0.154
Disposición adecuada de excretas	43.2	46.0	0.346	43.9	45.8	0.496
Acceso adecuado a electricidad	80.9	74.2	0.008**	80.3	76.4	0.072
Uso de combustible adecuado	64.9	70.8	0.034*	65.7	69.2	0.103
Hacinamiento en el hogar	52.9	46.0	0.022*	51.5	47.9	0.082
Tenencia de radio en el hogar	91.4	87.7	0.045*	90.0	89.1	0.114
Tenencia de teléfono	38.4	31.6	0.017*	36.2	34.4	0.183
Área rural	40.4	41.1	0.815	40.3	41.2	0.784
Altitud 2500 a 3199 m.s.n.m	46.8	45.0	0.560	46.7	45.2	0.653
Altitud de 3200 a 3699 m.s.n.m	49.0	49.3	0.926	49.5	49.3	0.954
Altitud más de 3700 m.s.n.m	2.7	4.9	0.048*	2.9	4.6	0.106

* if variance ratio outside [0.83; 1.21] for U and [0.83; 1.21] for M

Nota: Diferencias significativas son al ** 1% y * 5%

Muestra	Ps R2	LR chi2	p>chi2	Mean Bias	Med Bias	B	R	Var %
Sin emparejar	0.046	70.67	0.000	9.6	8.9	51.5*	1.02	0
Emparejado	0.039	47.58	0.003	8.6	8.2	47.4*	0.97	0

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 10: Estimación de la probabilidad de participación como función de la probabilidad de recibir el tratamiento (pscore)

Variable	dF/dx	Std. Err.	z	P>[z]	[95% C.I.]	
pscore	2.661156	1.406433	1.89	0.078	-.095403	5.41771
Sexo*	.0176244	.0333451	0.53	0.597	-.047731	.08298
Niños de 19 a 24 meses	-.1250268	.1104363	-1.07	0.283	-.341478	.091424
Niños de 25 a 35 meses	-.0688777	.0690863	-0.99	0.321	-.204284	.066529
Beneficiario de programa social	.1417708	.1406626	1.02	0.306	-.133923	.417464
Edad de la madre (años)	.0012099	.0023261	0.52	0.603	-.003349	.005769
Idioma de la madre quechua	.0240548	.0497742	0.49	0.627	-0.73501	.12161
Idioma de la madre quechua y español	-.0092631	.0367434	-0.25	0.801	-0.81279	.062753
Madre con educación primaria	.0226899	.062985	0.36	0.718	-.100758	.146138
Madre con educación secundaria o más	-.2112088	.1916223	-1.09	0.275	-.586782	.164364
Madre trabaja	.0404679	.0471225	0.85	0.394	-.05189	.132826
Material adecuado de la pared	.1235471	.1075017	1.08	0.278	-.087152	.334247
Material adecuado del techo	-.0342636	.0601322	-0.56	0.573	-.15212	.083593
Material adecuado del piso	-.0164869	.0452447	-0.37	0.715	-.105165	.072191
Acceso adecuado a agua segura	.0259548	.0510563	0.51	0.609	-.074114	.126023
Disposición adecuada de excretas	.0318822	.044701	0.71	0.475	-.05573	.119494
Acceso adecuado a electricidad	-.1477451	.1354438	-1.10	0.270	-.41321	.11772
Uso de combustible adecuado	.1007424	.0924379	1.06	0.287	-.080433	.281917
Hacinamiento en el hogar	-.131124	.1140075	-1.14	0.255	-.354575	.092326
Tenencia de radio en el hogar	-.1536651	.1460109	-1.07	0.286	-.439841	.132511
Tenencia de teléfono	-.0971269	.0887299	-1.07	0.283	-.271034	.07678
Área rural	.1880088	.1662861	1.12	0.261	-1.37906	.513923
Altitud 2500 a 3199 m.s.n.m	.3535495	.3177028	1.05	0.294	-.269137	.976235
Altitud de 3200 a 3699 m.s.n.m	.3738532	.3272829	1.06	0.290	-.26761	1.01532
Altitud más de 3700 m.s.n.m	.5026091	.3095668	1.08	0.278	-1.04131	1.10935
Obs. P	.3800516					
pred. P	.3748052	(at x-bar)				

dF/ dx is for discrete change of dummy variable from 0 to 1

z and P> [z] correspond to the test of the underlying coefficient being 0

Nota: Diferencias significativas son al ** 1% y * 5%

Fuente: Elaboración propia.

4.5 ESTIMACIÓN DEL IMPACTO DE LA SUPLEMENTACIÓN CON MNP SOBRE LA PREVALENCIA DE ANEMIA:

Para estimar el impacto de la intervención con MNP se emparejaron los niños tratados con los niños de control y luego se estimó la diferencia entre ellos lo que constituye el efecto del tratamiento. Las estimaciones se realizaron aplicando 3 modelos de emparejamiento: a) Algoritmo de emparejamiento del Vecino más cercano (NN), b) Algoritmo de emparejamiento Kernel y c) Algoritmo de emparejamiento de regresión lineal local.

Al aplicar el algoritmo de emparejamiento Vecino más cercano con 5 controles, cada niño tratado (que consumió 60 o más sobres) se emparejó con 5 vecinos (niños) más cercanos del grupo control. Además, para garantizar un emparejamiento de observaciones similares se impuso una restricción en la distancia máxima entre las probabilidades de participación de 0.08, tal como recomienda Bernal y Peña (Bernal y Peña, 2011). La tabla 11 muestra que la prevalencia de anemia en el grupo tratado, al aplicar el modelo de vecino más cercano, fue de 36%, mientras que en el control se encontró un 47,4%, evidenciando una diferencia de -11,4 puntos porcentuales. Para estimar los errores estándar y los intervalos de confianza se aplicó la técnica de bootstrapp con 150 repeticiones y se encontró que la reducción resultó estadísticamente significativa.

En la tabla 11 también se aprecian los resultados de la estimación de ATT al aplicar los algoritmos de estimación de PSM por kernel y por regresión lineal local y se observa que los efectos encontrados fueron similares (-10.8 pp y -11.3 pp respectivamente), y resultaron significativos al aplicar el bootstrap con 150 repeticiones. El análisis entre las diferentes formas de emparejamiento del método de PSM, muestran impacto significativo bajo los diferentes algoritmos de estimación y osciló entre -11,4 a -10,8.

Nuestros resultados coinciden con lo reportado por el estudio de Neufeld et al., que, utilizando la técnica de PSM, evaluó el impacto del Programa Oportunidades en México sobre la prevalencia de anemia, y encontró efectos significativos en niños de 6 a 24 meses, mientras que en mayores de 24 meses no encontró impacto (Neufeld et al., 2012). Esta diferencia de resultados entre niños de 6 a 24 meses y los mayores de 24 meses podría explicarse porque el programa Oportunidades brinda transferencias condicionadas y alimentos fortificados a los niños menores, mientras que en los niños mayores solo se les da transferencias monetarias; en nuestro caso el suplemento de MNP esta formulado especialmente contra la anemia y brinda hierro y otros 4 nutrientes críticos.

Al comparar los resultados del estudio con las dos evaluaciones previas del piloto de suplementación con MNP, encontramos resultados diferenciados. Huaman-Espino et al., a diferencia de nuestro estudio, no encontraron impacto de la intervención con MNP para reducir la prevalencia de anemia; aunque reportaron que los niños que consumían el suplemento de manera adecuada tenían menor prevalencia de anemia que aquellos que no lo hicieron (Huaman-Espino et al., 2012).

Respecto al estudio desarrollado por Munayco et al., si bien se observa que ambos estudios encuentran impacto de la intervención para reducir la anemia, la magnitud de la reducción difiere en casi cinco veces, así estimaron una reducción de 34 puntos porcentuales en la prevalencia de anemia (Munayco et al., 2013) mientras que nuestro estudio reportó una reducción aproximada de 11 puntos porcentuales. Las razones de estas estimaciones diferentes, se explicarían primero por las diferentes dosis de suplementación empleadas; en el estudio de vigilancia centinela a los niños que luego de 6 meses de suplementación (90 sobres) no corregían su nivel de hemoglobina, se les continuaba dando suplementación por 6 meses más (completaban 180 sobres); mientras que en nuestro estudio se consideró tratados a los niños que consumieron desde 60 hasta 90 sobres como máximo.

Otra razón sería los diferentes diseños de evaluación empleados, en el primer estudio se siguió una cohorte de niños que consumían MNP y en el tiempo se perdió el 42,7% de los niños (566/1325), por lo que probablemente salieron del estudio los niños que no consumían el MNP, o tenían peores condiciones (rural, altitud, bajo acceso a servicios de salud, madres con idioma quechua, analfabetas, etc.) lo que se conoce como sesgo de atrición o pérdida (Szklo y Nieto, 2018). Además, este estudio no tuvo grupo de comparación por lo que aplicaron una comparación reflexiva (antes después) de muestras relacionadas, este tipo de evaluación no permite controlar el sesgo de maduración biológica (Campbell y Stanley, 1995) pues no hay grupo control que permita aislar el efecto del tiempo en la mejoría de la hemoglobina, dado que el nivel de hemoglobina tiende a aumentar conforme crece el niño ya que se reducen los requerimientos y el niño consume mayor cantidad y variedad de alimentos (Ramakrishnan, 2000). En nuestro estudio aplicamos la evaluación en niños de 10 a 35 meses con datos transversales de dos años consecutivos (2009 – 2010) en la misma región y generamos un grupo de control a través del PSM, para reducir los sesgos (comparabilidad, atrición y maduración biológica) en la estimación del impacto por lo que consideramos que nuestras estimaciones son más cercanas a la realidad.

Tabla 11: Impacto de la suplementación con MNP sobre la prevalencia de anemia

Tipo de emparejamiento (Matching)	Tratados (%)	Control (%)	ATT† (T-C)	t-stat	EE	z	P > z	IC 95%
Vecino más cercano (NN)	36.0	47.4	-11.4	-3.39	.0362285	-3.28	0.001**	-1.90011 -0.047998
Kernel	36.0	46.9	-10.9	-3.53	0.262781	-4.17	0.000***	-1.60958 -0.057950
Regresión Lineal Local	36.2	47.5	-11.3	-2.71	0.327309	-3.46	0.001**	-1.77340 -0.049037

† ATT: Average Treatment Effect on Treated: Efecto promedio entre los tratados

Nota: Diferencias significativas son al *** 1%, ** 5% y * 10%.

Fuente: Elaboración propia.

4.6 ESTIMACIÓN DEL IMPACTO DE LA SUPLEMENTACIÓN CON MNP SOBRE LOS NIVELES DE HEMOGLOBINA:

También se estimó el efecto de la suplementación con MNP sobre los niveles de hemoglobina y de forma similar se aplicaron los tres modelos de emparejamiento (ver tabla 12) Para el modelo de emparejamiento Vecino más cercano con 5 controles con restricción en la distancia máxima de 0.08, se encontró que el promedio de hemoglobina en el grupo tratado fue de 11.22 g/dL, mientras que en el grupo control se encontró una media de 10.89, por lo que la diferencia fue de 0.33 g/dL, al aplicar la técnica de Bootstrap con 150 repeticiones la diferencia resultó significativa. De igual forma al aplicar los algoritmos de emparejamiento kernel y regresión lineal local las diferencias encontradas entre el grupo tratado y el control fueron de 0.29 y 0.31 respectivamente, aplicando la técnica de bootstrap con 150 repeticiones se encontró que las diferencias fueron significativas.

Nuestros resultados no concuerdan con otros estudios que aplicaron PSM como el de Neufeld et al., pues a pesar de que esta autora encontró efectos del Programa Oportunidades para reducir la anemia niños menores de 24 meses, no tuvo impacto sobre los niveles de hemoglobina (Neufeld et al., 2012); en esa misma línea Perova y Vakis evaluaron JUNTOS aplicando un puntaje de propensión en la estimación del impacto y no encontraron resultados significativos en niveles hemoglobina (Perova y Vakis, 2009).

Tabla 12: Impacto de la suplementación con MNP sobre el promedio de hemoglobina

Tipo de emparejamiento (Matching)	Tratados (X)	Control (X)	ATT† (T-C)	t-stat	EE	z	P > z	IC 95%
Vecino más cercano (NN)	11.22	10.89	.33	4.05	.0956774	3.51	0.000***	.1478298 .5228783
Kernel	11.22	10.93	.29	3.91	0.791595	3.69	0.000***	.1369392 .4472386
Regresión Lineal Local	11.22	10.90	.31	2.97	.0733381	4.34	0.000***	.1744346 .4619147

† ATT: Average Treatment Effect on Treated: Efecto promedio entre los tratados

Nota: Diferencias significativas son al *** 1%, ** 5% y * 10%.

Fuente: Elaboración propia.

V. CONCLUSIONES:

- El método de Propensity Score Matching, permitió seleccionar y emparejar controles para los niños de 10 a 35 meses de edad que consumieron 60 o más sobres de MNP, con una pérdida de datos menor al 1%.
- La probabilidad de recibir el tratamiento se redujo en niños con viviendas de material inadecuado, que viven en el área rural y en zonas a mayor altitud, mientras que aumento en niños con viviendas sin electricidad, hacinamiento, que poseían radio y cuya madre tenía estudios a nivel de secundaria o mayor.
- La suplementación con MNP tuvo impacto sobre la prevalencia de anemia en los niños de Apurímac, así a través de los diferentes modelos aplicados se encontró que en los niños de 10 a 35 meses de edad que consumieron 60 o más sobres de MNP, la prevalencia de anemia fue menor entre 10.9 a 11.4 puntos porcentuales comparados con sus controles.
- El estudio también encontró impacto de la intervención sobre el nivel de hemoglobina en los niños tratados con un promedio de hemoglobina mayor, que varió dependiendo del modelo aplicado, de 0.29 a 0.33 g/dL al compararse con sus controles.
- El modelo de estimación del impacto fue robusto, pues se verificó el balance de las muestras, se aplicó un análisis de probit incluyendo la variable puntaje de propensión (pscore) para verificar la calidad del emparejamiento y el impacto (ATT) fue estimado a través de tres algoritmos de emparejamiento que dieron resultados significativos y consistentes.

VI. RECOMENDACIONES:

- Los resultados muestran impacto de los MNP sobre la anemia; sin embargo, este impacto es el efecto promedio del tratamiento entre los tratados, es decir entre los niños que consumieron 60 o más sobres de MNP, por lo que es necesario que los servicios de salud mejoren la cobertura y calidad de la entrega de micronutrientes en polvo para garantizar que más niños pueden consumir la dosis mínima para esperar resultados.
- Si bien la suplementación es universal, el modelo predictivo de participación en la suplementación muestra que la población más pobre y rural es la que menos probabilidad tiene de recibir y consumir el suplemento, esto posiblemente por los costos en tiempo, oportunidades y monetarios que implica a la madre acudir al establecimiento de salud, por ello se recomienda implementar estrategias que permitan distribuir a través de otros canales los suplementos de MNP.
- Un grupo de madres con limitación para participar del programa fueron las madres quechua hablantes, esto podría deberse a que es más difícil que comprendan la explicación del personal de salud, que a veces es foráneo. Se debe valorar la posibilidad de implementar una estrategia comunitaria en la que participen pares (madres de niños pequeños que comparten idioma y costumbres locales) para educar a las madres de los distritos con mayor población que habla quechua.
- Es necesario evaluar en los establecimientos de salud la capacidad de entregar intervenciones sanitarias claves como la suplementación, vacunas o CRED para evitar que las intervenciones de probada eficacia no tengan efectividad debido a las limitaciones en infraestructura, recursos humanos o insumos del servicio de salud.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

ACC/SCN (Administrative Committee of Coordination Sub Committee Nutrition). 2000. Fourth Report on the World Nutrition Situation. Geneva, SW.

Alcázar, L. 2012. Impacto económico de la anemia en el Perú. Grupo de Análisis para el Desarrollo (GRADE)/Acción contra el Hambre. Lima, PE. 186 p.

Anderson GJ, McLaren GD 2012. Iron physiology and pathophysiology in humans. Nutrition and health. Humana Press. Totowa, US 1320 p.

Aparco, JP; Huamán-Espino, L. 2013. Comentarios al artículo: Evaluación del impacto de los multimicronutrientes en polvo sobre la anemia infantil en tres regiones andinas del Perú [carta]. Rev Peru Med Exp Salud Pública; 30(4):725-726.

Attanasio, O., Battistin, E., Fitzsimons, E., Mesnard, A., Vera-Hernández, M. 2005. How effective are conditional cash transfers? Evidence from Colombia Institute for Fiscal Studies. London, UK. 203 p. (Briefing Note N° 54).

Baker, JL. 2000. Evaluación del impacto de los proyectos de desarrollo en la pobreza. Manual para profesionales. Banco Mundial. Washington D.C, US. 203 p.

Becker, S. O., Ichino A. 2002: "Estimation of Average Treatment Effects Based on Propensity Scores," The Stata Journal; 2(4): 358–377.

Bernal, R; Peña, X. 2011. Guía Práctica para la Evaluación de Impacto. Universidad de los Andes. CEDE. Ediciones UNIANDES. Bogotá, CO. 322 p.

Camaschella C. 2015. Iron-deficiency anemia. N Engl J Med;372(19):1832-1843.

Campbell, DT; Stanley, JC; 1995. Diseños experimentales y cuasiexperimentales en investigación social. Amorrortu Ed. Buenos Aires, AR. 411 p.

De Barros, SF, Cardoso MA. 2016. “Adherence to and Acceptability of Home Fortification with Vitamins and Minerals in Children Aged 6 to 23 Months: A Systematic Review.” *BMC Public Health* 16; 2016: 299.

De-Regil LM, Suchdev PS, Vist GE, Walleser S, Peña-Rosas JP. 2013. Home fortification of foods with multiple micronutrient powders for health and nutrition in children under two years of age (Review). *Evid Based Child Health*; 8(1):112-201.

Escobal J, Benites S. 2012. Algunos impactos del programa JUNTOS en el bienestar de los niños: Evidencia basada en el estudio Niños del Milenio. Lima, PE. 11 p. (Boletín de políticas públicas sobre la infancia N° 5).

Gajate, G; Inurritegui, M. 2002. El impacto de los programas alimentarios sobre el nivel de nutrición infantil: una aproximación a partir de la metodología del “Propensity Score Matching”. Consorcio de Investigación Económica y Social (CIES)/ Grupo de Análisis para el Desarrollo (GRADE). Lima, PE. 53 p.

Gertler, P; Martínez, S; Premand, P; Rawlings, L; Vermeersch Ch. 2017. *Impact evaluation in the practice*. 2da Ed. World Bank. Washington DC, US. 403 p.

Guo, S., & Fraser, M. W. 2009. *Propensity score analysis: Statistical methods and applications*. Ed. Sage. Thousand Oaks, US. 622 p.

Gutiérrez, J. P., Bautista, S., Gertler, P., Hernández, M., & Bertozzi, S. M. 2006. Impacto de Oportunidades en el estado de salud, morbilidad y utilización de servicios de salud de la población beneficiaria en zonas urbanas. En M. H. ávila, B. H. Prado, & J. E. U. Salomón (Eds.), *Evaluación externa de impacto del Programa Oportunidades 2006*. Instituto Nacional de Salud Pública. Cuernavaca, ME. pp. 15–52.

Heckman JJ. 1998. “Matching as an Econometric Evaluation Estimator,” *Review of Economic Studies*; 65(2): 261–294.

Herbert, V; Shaw, S; Jayatilleke, E. 1996. Vitamin C-driven free radical generation from iron. *J Nutr*; 126 (4 Suppl):1213S-1220S.

Huamán-Espino, L; Aparco, JP; Nuñez-Robles, E; Gonzáles, E; Pillaca, J; Mayta-Tristán, P. 2012. Consumo de suplementos con multimicronutrientes chispitas® y anemia en niños de 6 a 35 meses: estudio transversal en el contexto de una intervención. *Rev Peru Med Exp Salud Pública*; 29(3):314-23.

Iannotti L, Dulience SJ, Joseph S, Cooley C, Tuft T, Cox K, Eaton J, Delnatus JR, Wolff PB. 2016. Fortified Snack Reduced Anemia in Rural School-Aged Children of Haiti: A Cluster-Randomized, Controlled Trial. *PLoS One*;11(12): e0168121.

Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). 2002. Encuesta Demográfica y de Salud Familiar 2000 (ENDES 2000). Informe Principal. Lima, PE. 320 p.

Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). 2009. Encuesta Demográfica y de Salud Familiar 2008 (ENDES 2008). Informe Principal. Lima, PE. 345 p.

Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). 2013. Encuesta Demográfica y de Salud Familiar 2012 (ENDES 2012). Informe Principal. Lima, PE. 412 p.

Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). 2014. Encuesta Nacional de Demografía y Salud 2013 (ENDES 2013) Informe Principal. Lima, PE. 348 p.

Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). 2018. Encuesta Nacional de Demografía y Salud 2017 (ENDES 2017) Informe Principal. Lima, PE. 398 p.

Kassebaum NJ, Jasrasaria R, Naghavi M, Wulf SK, Johns N, Lozano R, Regan M, Weatherall D, Chou DP, Eisele TP, Flaxman SR, Pullan RL, Brooker SJ, Murray CJ. 2014. A systematic analysis of global anemia burden from 1990 to 2010. *Blood*;123(5):615-624.

Kathlenn, L; Escott-Stump, S. 2009. *Nutrición y Dietoterapia de Krause*. 12 Ed. McGraw-Hill Interamericana. Mexico DF, ME. 1391 p.

Khandker, S; Koolwal, G; Samad, H. 2011. *Handbook on impact evaluation: quantitative methods and practices*. The World Bank. Washington DC, US. 422 p.

Kraemer, K; Zimmermann, M. 2007. *Nutritional Anemia. Sight and life*. Basel, SU. 245 p.

MINSA (Ministerio de Salud) /MIMDES (Ministerio de la Mujer y Desarrollo Social). 2009. Plan de Suplementación con Multimicronutrientes en tres regiones del Perú: Apurímac, Ayacucho y Huancavelica. Lima, PE.

MINSA (Ministerio de Salud). 2017. Directiva Sanitaria para la prevención de anemia mediante la suplementación con micronutrientes y hierro en niñas y niños menores de 36 meses de edad. Resolución Ministerial N° 055-2016. Lima, PE. Disponible en: ftp://ftp2.minsa.gob.pe/normaslegales/2017/RM_250-2017-MINSA.PDF.

Munayco, CV; Gambirazio, C; Suarez, L; Arias L. 2009. Estudio de adherencia a la suplementación con hierro durante la gestación en las Direcciones de Salud de Apurímac y Ayacucho. MINSA/DGE. Lima, PE. 85 p.

Munayco, CV; Ulloa-Rea, ME; Medina-Osis, J; Lozano-Revollar, CR; Tejada, V; Castro-Salazar, C; Munarriz-Villafuerte, C; Bustos, C; Arias L. 2013. Evaluación del impacto de los multimicronutrientes en polvo sobre la anemia infantil en tres regiones andinas del Perú. *Rev Peru Med Exp Salud Publica*; 30(2):229-234.

Muñoz M, García-Erce JA, Remacha AF. Disorders of iron metabolism. 2011. Part 1: molecular basis of iron homeostasis. *J Clin Pathol*;64(4):281-286.

Neufeld, L. M., Sotres Alvarez, D., Gertler, P. J., Tolentino Mayo, L., Jiménez Ruiz, J., Fernald, L. C., et al. 2005. Impacto de Oportunidades en el crecimiento y estado nutricional de niños en zonas rurales. En B. H. Prado, and M. H. ávila (Eds.), *Evaluación externa de impacto del Programa Oportunidades 2004*: Instituto Nacional de Salud Pública. Cuernavaca, ME. 17–52 p.

O'donnell, A; Viteri, F; Carmuega, E. 1997. Deficiencia de Hierro. Centro de Estudios sobre Nutrición Infantil (CESNI)/ Universidad del Salvador. Buenos Aires, AR. 486 p.

Organización Mundial de la Salud (OMS). 2011. Concentraciones de hemoglobina para diagnosticar la anemia y evaluar su gravedad. Ginebra, SW. 16 p. Disponible en: http://www.who.int/vmnis/indicators/haemoglobin_es.pdf.

Organización Mundial de la Salud (OMS). 2012. Directriz: Uso de micronutrientes en polvo para la fortificación domiciliar de los alimentos consumidos por lactantes y niños de 6 a 23 meses de edad. Ginebra. SW. 37 p.

Pattanayak, CW; Rubin, DB; Zell, ER. 2011. Propensity score methods for creating covariate balance in observational studies. *Rev Esp Cardiol (Engl Ed)*;64(10):897-903.

Perova, E; Vaquis, R. 2010. Welfare impacts of the “JUNTOS” Program in Peru: Evidence from a non-experimental Evaluation”. World Bank. Washington D.C, US. 46 p.

Ramakrishnan U. 2001. Nutritional anemias. CRC Press. Florida, US. 286 p.

Rosenbaum, PR; Rubin, DB. 1983. The central role of the propensity score in observational studies for causal effects. *Biometrika*; 70: 41–55.

Ross, J; Horton, S. 1998. “Economic Consequences of Iron Deficiency”. The Micronutrient Initiative. Ottawa, CA. 125 p.

Sachdev, H; Gera, T; Nestel, P. 2005. Effect of iron supplementation on mental and motor development in children: A systematic review of randomized controlled trials. *Pub Health Nutr*; 8: 117-132.

Sánchez, A; Jaramillo, M. 2012. Impacto del programa JUNTOS sobre la nutrición temprana. Grupo de Análisis para el Desarrollo (GRADE). Lima, PE. 64 p.

Sermini CG, Acevedo MJ, Arredondo M. 2017. Biomarcadores del metabolismo y nutrición de hierro. *Rev Peru Med Exp Salud Pública*; 34 (4): 690-698.

Shadish, WR; Cook, TD; & Campbell, D.T. 2002. *Experimental and Quasi-Experimental Designs for Generalized Causal Inference*. Ed. Houghton-Mifflin. Boston, US. 325 p.

SGHI (Sprinkles Global Health Initiative). 2008. *Micronutrient Sprinkles for use in Infants and Young Children: Guidelines on Recommendations for Use and Program Monitoring and Evaluation*. Toronto, CA. 85 p.

Szklo M, Nieto FJ. 2018. *Epidemiology. Beyond the Basics*. Gaithersburg, MD: Aspen, US. 373 p.

Wooldridge, J. M. 2012. *Introductory econometrics: a modern approach*. 5th ed. Mason: South-Western Cengage Learning. Ohio, US. 589 p.

Yamada, G; Pérez, P. 2005. Evaluación de impacto de proyectos de desarrollo en el Perú/Lima: Centro de Investigación de la Universidad del Pacífico, *Apuntes de Estudio*; 61: 38-65

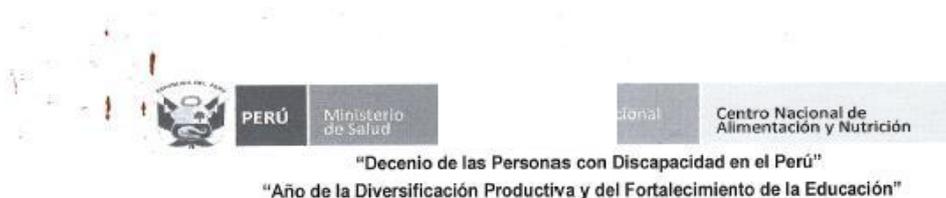
Zavaleta N, Astete-Robilliard L. 2017. Efecto de la anemia en el desarrollo infantil: consecuencias a largo plazo. *Rev Peru Med Exp Salud Pública*; 34(4):716-722.

Zimmermann MB, Hurrell RF. 2007. Nutritional iron deficiency. *Lancet*; 370(9586):511-520.

Zlotkin SH, Schauer C, Christofides A, Sharieff W, Tondeur MC, Hyder SMZ. 2005. Micronutrient sprinkles to control childhood anaemia. *PLoS Med*;2(1): e1.

VIII. ANEXOS

ANEXO 1: AUTORIZACIÓN DEL USO DE DATOS DEL CENAN.



Jesús María, 19 de mayo de 2015

OFICIO N° 211 -2015-DG-CENAN/INS

Licenciado
JUAN PABLO APARCO BALBOA
Centro Nacional de Alimentación y Nutrición
Instituto Nacional de Salud
JESÚS MARÍA - LIMA

Ref. : Documento s/n
Registro n.° 11157-2015

Tengo el agrado de dirigirme a usted para saludarlo cordialmente y remitir adjunto, el Informe n.° 114-2015-DEPRYDAN-CENAN/INS, respecto a la utilización de la base de datos del estudio "Evaluación de impacto de la intervención piloto con multimicronutrientes en niños de 6 a 35 meses de edad en el ámbito de la Dirección Regional de Salud Apurímac I.

Sin otro particular, hago propicia la oportunidad para expresar los sentimientos de mi especial consideración y estima personal.

Atentamente,

INSTITUTO NACIONAL DE SALUD
Centro Nacional de Alimentación y Nutrición

Blgo. María Virgilio Castillo Jara
Directora General

MVCJ:cco.

www.ins.gob.pe

Av. Tizón y Bueno n.° 276 - Jesús María
Lima - Perú
Central Telefónica: (511) 748-0060
Sede Central 748-0000
Sede Chorrillos 748-1111

ANEXO 2: ESTIMACIÓN DE PROBABILIDAD DE PARTICIPACIÓN

```
. dprobit Tratamiento Sexo Edad_Nino2 Edad_Nino3 r_prosocial R_Pared R_Techo R_Pis
> o R_Agua r_sh R_Electricidad R_combustible Hacinami H208_b H208_d Edad_MADRE_Que
> chua_mad Ambos_Id_Mad niedm2 niedm3 Alti2 Alti3 Alti4 area Trabajo_madre
```

```
Iteration 0: log likelihood = -772.33595
Iteration 1: log likelihood = -737.1123
Iteration 2: log likelihood = -737.0017
Iteration 3: log likelihood = -737.00169
```

```
Probit regression, reporting marginal effects          Number of obs = 1163
LR chi2(24) = 70.67
Prob > chi2 = 0.0000
Pseudo R2 = 0.0457
Log likelihood = -737.00169
```

Tratam~o	dF/dx	Std. Err.	z	P> z	x-bar	[95% C.I.]
Sexo*	-.0135778	.0289994	-0.47	0.640	.492691	-.070415	.04326	
Edad_N~2*	.0880382	.0429992	2.07	0.038	.190886	.003761	.172315	
Edad_N~3*	.0472286	.0331827	1.42	0.155	.465176	-.017808	.112266	
r_pros~1*	-.0919825	.0502186	-1.74	0.081	.092003	-.190409	.006444	
R_Pared*	-.0838362	.0434744	-1.96	0.050	.83577	-.169044	.001372	
R_Techo*	.0293005	.0526893	0.56	0.575	.139295	-.073969	.13257	
R_Piso*	.0071334	.0429374	0.17	0.868	.761823	-.077022	.091289	
R_Agua*	-.0173289	.0445829	-0.39	0.699	.210662	-.10471	.070052	
r_sh*	-.0200064	.0351852	-0.57	0.570	.449699	-.088968	.048955	
R_Elec~d*	.0884825	.0406636	2.11	0.035	.767842	.008783	.168182	
R_comb~e*	-.0638972	.0412312	-1.56	0.119	.686156	-.144709	.016914	
Hacinami*	.0800702	.0299821	2.66	0.008	.486672	.021306	.138834	
H208_b*	.0960113	.0451444	2.02	0.043	.89166	.00753	.184493	
H208_d*	.0619894	.0366082	1.70	0.089	.342218	-.009761	.13374	
Edad_M~E	-.0006883	.0020931	-0.33	0.742	29.3035	-.004791	.003414	
Quechu~d*	-.0148141	.0445658	-0.33	0.740	.262253	-.102161	.072533	
Ambos~d*	.0050066	.0359096	0.14	0.889	.468616	-.065375	.075388	
niedm2*	-.0122203	.05965	-0.20	0.838	.326741	-.129132	.104692	
niedm3*	.1349814	.0580673	2.28	0.023	.590714	.021172	.248791	
Alti2*	-.2133669	.1508754	-1.37	0.171	.457438	-.509077	.082344	
Alti3*	-.2348311	.1513005	-1.50	0.132	.492691	-.531375	.061712	
Alti4*	-.2733244	.0946593	-1.96	0.050	.041273	-.458853	-.087795	
area*	-.1169975	.04116	-2.79	0.005	.409286	-.19767	-.036325	
Trabaj~e*	-.0248788	.0330807	-0.75	0.451	.66638	-.089716	.039958	
obs. P	.3800516							
pred. P	.3741021	(at x-bar)						

(*) dF/dx is for discrete change of dummy variable from 0 to 1
z and P>|z| correspond to the test of the underlying coefficient being 0

```
. logit Tratamiento Sexo Edad_Nino2 Edad_Nino3 r_prosocial R_Pared R_Techo R_Piso
> R_Agua r_sh R_Electricidad R_combustible Hacinami H208_b H208_d Edad_MADRE Quech
> ua_mad Ambos_Id_Mad niedm2 niedm3 Alti2 Alti3 Alti4 area Trabajo_madre
```

```
Iteration 0: log likelihood = -772.33595
Iteration 1: log likelihood = -737.0149
Iteration 2: log likelihood = -736.73209
Iteration 3: log likelihood = -736.73196
Iteration 4: log likelihood = -736.73196
```

```
Logistic regression                Number of obs   =    1,163
                                   LR chi2(24)        =    71.21
                                   Prob > chi2         =    0.0000
                                   Pseudo R2           =    0.0461

Log likelihood = -736.73196
```

Tratamiento	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
Sexo	-.0567477	.1251473	-0.45	0.650	-.3020318	.1885364
Edad_Nino2	.3634127	.1797386	2.02	0.043	.0111316	.7156939
Edad_Nino3	.1982219	.1432806	1.38	0.167	-.0826029	.4790467
r_prosocial	-.3989683	.2355081	-1.69	0.090	-.8605558	.0626191
R_Pared	-.3520495	.1794237	-1.96	0.050	-.7037136	-.0003855
R_Techo	.1103421	.2250871	0.49	0.624	-.3308205	.5515047
R_Piso	.0362938	.1875256	0.19	0.847	-.3312497	.4038372
R_Agua	-.0803647	.1949686	-0.41	0.680	-.4624962	.3017668
r_sh	-.0873712	.1528583	-0.57	0.568	-.386968	.2122256
R_Electricidad	.3998372	.1870732	2.14	0.033	.0331804	.766494
R_combustible	-.2737532	.175587	-1.56	0.119	-.6178974	.0703911
Hacinami	.3571464	.1297188	2.75	0.006	.1029022	.6113906
H208_b	.4417455	.216268	2.04	0.041	.017868	.8656229
H208_d	.2676137	.1554563	1.72	0.085	-.0370751	.5723025
Edad_MADRE	-.003303	.0090163	-0.37	0.714	-.0209746	.0143687
Quechua_mad	-.0671469	.1938236	-0.35	0.729	-.4470342	.3127404
Ambos_Id_Mad	.0230022	.153755	0.15	0.881	-.2783522	.3243565
niedm2	-.0425785	.2653028	-0.16	0.872	-.5625624	.4774054
niedm3	.6046261	.2655771	2.28	0.023	.0841045	1.125148
Alti2	-.9369086	.6864068	-1.36	0.172	-2.282241	.4084239
Alti3	-1.017437	.6850306	-1.49	0.137	-2.360072	.325198
Alti4	-1.494323	.7714144	-1.94	0.053	-3.006268	.0176212
area	-.5135782	.1843456	-2.79	0.005	-.8748889	-.1522676
Trabajo_madre	-.1132907	.1422295	-0.80	0.426	-.3920553	.1654739
_cons	-.0542322	.8573877	-0.06	0.950	-1.734681	1.626217

```
. sum pscore_sc if Tratamiento==0
```

Variable	Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max
pscore_sc	721	.3570641	.1122272	.105213	.6761124

```
. scalar max_control=r(max)
```

```
. sum pscore_sc if Tratamiento==1
```

Variable	Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max
pscore_sc	442	.4175493	.1189773	.1174609	.783767

```
. scalar min_interv=r(min)
```

ANEXO 3: ESTIMACIÓN DEL PUNTAJE DE PROPENSIÓN

 Algorithm to estimate the propensity score

The treatment is Tratamiento

tratamiento	Freq.	Percent	Cum.
control	721	61.99	61.99
tratamiento	442	38.01	100.00
Total	1,163	100.00	

Estimation of the propensity score

Iteration 0: log likelihood = -772.33595
 Iteration 1: log likelihood = -737.1123
 Iteration 2: log likelihood = -737.0017
 Iteration 3: log likelihood = -737.00169

Probit regression	Number of obs	=	1163
	LR chi2(24)	=	70.67
	Prob > chi2	=	0.0000
Log likelihood = -737.00169	Pseudo R2	=	0.0457

Tratamiento	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]
Sexo	-.0358386	.0765604	-0.47	0.640	-.1858942 .1142169
Edad_Nino2	.2281744	.1099852	2.07	0.038	.0126074 .4437415
Edad_Nino3	.1245441	.0874984	1.42	0.155	-.0469497 .2960379
r_prosocial	-.2528191	.1450021	-1.74	0.081	-.537018 .0313798
R_Pared	-.2171143	.1110062	-1.96	0.050	-.4346824 .0004539
R_Techo	.0766916	.1368714	0.56	0.575	-.1915715 .3449546
R_Piso	.0188564	.1136859	0.17	0.868	-.2039638 .2416766
R_Agua	-.0459369	.1187312	-0.39	0.699	-.2786457 .1867719
r_sh	-.052851	.093048	-0.57	0.570	-.2352218 .1295198
R_Electric~d	.2393514	.1132525	2.11	0.035	.0173805 .4613222
R_combusti~e	-.1672175	.1071676	-1.56	0.119	-.3772622 .0428272
Hacinami	.2114818	.0793826	2.66	0.008	.0558947 .3670688
H208_b	.2639706	.1304611	2.02	0.043	.0082716 .5196697
H208_d	.1624756	.0954273	1.70	0.089	-.0245584 .3495095
Edad_MADRE	-.0018165	.0055239	-0.33	0.742	-.0126432 .0090103
Quechua_mad	-.0392178	.1183593	-0.33	0.740	-.2711977 .1927621
Ambos_Id_Mad	.0132116	.0947477	0.14	0.889	-.1724905 .1989136
niedm2	-.032311	.1580188	-0.20	0.838	-.3420222 .2774001
niedm3	.361927	.1590746	2.28	0.023	.0501465 .6737076
Alti2	-.574605	.4197896	-1.37	0.171	-1.397377 .2481674
Alti3	-.6298672	.4186255	-1.50	0.132	-1.450358 .1906236
Alti4	-.9161889	.4674491	-1.96	0.050	-1.832372 -.555e-06
area	-.3128431	.1119942	-2.79	0.005	-.5323476 -.0933386
Trabajo_ma~e	-.0654445	.0867564	-0.75	0.451	-.2354839 .1045949
_cons	-.0179427	.5233343	-0.03	0.973	-1.043659 1.007774

Note: the common support option has been selected
 The region of common support is [.11681223, .78381504]

ANEXO 4: TEST DE DIFERENCIAS ENTRE BLOQUES

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

Distribution of treated and controls across blocks

Blocks of the pscore for treatment Tratamient o	tratamiento		Total
	control	tratamien	
1	47	11	58
2	409	173	582
3	244	234	478
4	14	24	38
Total	714	442	1,156

Test that the mean propensity score is not different for treated and control
> s

Test in block 1

Observations in block 1
58

Controls in block 1
47

Treated in block 1
11

Test in block 3

Observations in block 3
478

Controls in block 3
244

Treated in block 3
234

Test for block 3

Two-sample t test with equal variances

Group	Obs	Mean	Std. Err.	Std. Dev.	[95% Conf. Interval]	
control	244	.4691925	.0031416	.0490729	.4630043	.4753807
tratamie	234	.4829803	.0032758	.0501101	.4765263	.4894343
combined	478	.4759422	.0022874	.0500095	.4714476	.4804368
diff		-.0137878	.0045368		-.0227024	-.0048732

diff = mean(control) - mean(tratamie) t = -3.0391
Ho: diff = 0 degrees of freedom = 476

Ha: diff < 0 Ha: diff != 0 Ha: diff > 0
Pr(T < t) = 0.0013 Pr(|T| > |t|) = 0.0025 Pr(T > t) = 0.9987

The mean propensity score is different for treated and controls in block 3
Split the block 3 and retest all blocks

The mean propensity score is different for treated and controls in block 3
 Split the block 3 and retest all blocks

Check that blocks have shifted

Blocks of the pscore for treatment Tratamiento	tratamiento		Total
	control	tratamien	
1	47	11	58
2	409	173	582
3	244	234	478
5	14	24	38
Total	714	442	1,156

Test in block 3

Observations in block 3
 328

Controls in block 3
 180

Treated in block 3
 148

Test in block 3

Observations in block 3
328

Controls in block 3
180

Treated in block 3
148

Test for block 3

Two-sample t test with equal variances

Group	Obs	Mean	Std. Err.	Std. Dev.	[95% Conf. Interval]	
control	180	.444745	.0020455	.0274434	.4407086	.4487814
tratamie	148	.450688	.0023097	.0280984	.4461236	.4552525
combined	328	.4474266	.0015381	.0278561	.4444008	.4504524
diff		-.005943	.0030781		-.0119985	.0001125

diff = mean(control) - mean(tratamie) t = -1.9307
Ho: diff = 0 degrees of freedom = 326

Ha: diff < 0 Ha: diff != 0 Ha: diff > 0
Pr(T < t) = 0.0272 Pr(|T| > |t|) = 0.0544 Pr(T > t) = 0.9728

The mean propensity score is not different for treated and controls in block 3

Test in block 5

Observations in block 5

38

Controls in block 5

14

Treated in block 5

24

Test for block 5

Two-sample t test with equal variances

Group	Obs	Mean	Std. Err.	Std. Dev.	[95% Conf. Interval]	
control	14	.6222035	.0056905	.0212919	.6099099	.6344971
tratamie	24	.6469744	.0096742	.0473938	.6269618	.6669871
combined	38	.6378483	.0066929	.0412576	.6242873	.6514093
diff		-.024771	.0134467		-.052042	.0025001

diff = mean(control) - mean(tratamie) t = -1.8422
Ho: diff = 0 degrees of freedom = 36

Ha: diff < 0 Ha: diff != 0 Ha: diff > 0
Pr(T < t) = 0.0369 Pr(|T| > |t|) = 0.0737 Pr(T > t) = 0.9631

The mean propensity score is not different for treated and controls in block 5

Test for block 5

Two-sample t test with equal variances

Group	Obs	Mean	Std. Err.	Std. Dev.	[95% Conf. Interval]	
control	14	.6222035	.0056905	.0212919	.6099099	.6344971
tratamie	24	.6469744	.0096742	.0473938	.6269618	.6669871
combined	38	.6378483	.0066929	.0412576	.6242873	.6514093
diff		-.024771	.0134467		-.052042	.0025001

diff = mean(control) - mean(tratamie) t = -1.8422
Ho: diff = 0 degrees of freedom = 36

Ha: diff < 0 Ha: diff != 0 Ha: diff > 0
Pr(T < t) = 0.0369 Pr(|T| > |t|) = 0.0737 Pr(T > t) = 0.9631

The mean propensity score is not different for treated and controls in block 5

Test in block 6

Observations in block 6

0

Block 6 does not have observations

Move to next block

The final number of blocks is 5

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

**ANEXO 5: COMPARACIÓN DE GRUPOS LUEGO DEL
EMPAREJAMIENTO**

> /		Mean		%reduct		t-test		V(T)
Variable	Matched	Treated	Control	%bias	bias	t	p> t	V(C)
> —								
	Unmatched							
Sexo	U	.47964	.50069	-4.2		-0.70	0.486	.
	M	.48624	.49935	-2.6	37.7	-0.39	0.699	.
Edad_Nino2	U	.21493	.17614	9.8		1.63	0.102	.
	M	.2133	.17724	9.1	7.0	1.34	0.180	.
Edad_Nino3	U	.47285	.46047	2.5		0.41	0.682	.
	M	.47018	.46186	1.7	32.7	0.25	0.806	.
r_prosocial	U	.08597	.0957	-3.4		-0.56	0.578	.
	M	.08716	.09474	-2.6	22.0	-0.39	0.697	.
R_Pared	U	.80317	.85576	-14.0		-2.35	0.019	.
	M	.80963	.85427	-11.9	15.1	-1.76	0.078	.
R_Techo	U	.12217	.14979	-8.1		-1.32	0.187	.
	M	.12385	.14864	-7.2	10.2	-1.07	0.287	.
R_Piso	U	.74434	.77254	-6.6		-1.10	0.274	.
	M	.74771	.77091	-5.4	17.7	-0.80	0.423	.
R_Agua	U	.18326	.22746	-10.9		-1.80	0.073	.
	M	.18578	.22479	-9.7	11.8	-1.43	0.154	.
r_sh	U	.43213	.46047	-5.7		-0.94	0.346	.
	M	.43578	.45876	-4.6	18.9	-0.68	0.496	.
R_Electricidad	U	.80995	.74202	16.3		2.67	0.008	.
	M	.80734	.74483	15.0	8.0	2.22	0.027	.
R_combustible	U	.64932	.70874	-12.7		-2.12	0.034	.
	M	.65367	.70679	-11.4	10.6	-1.68	0.093	.
Hacinami	U	.52941	.46047	13.8		2.29	0.022	.
	M	.52523	.46191	12.7	8.1	1.87	0.062	.

Continuación...

H208_b	U	.91403	.87795	11.8		1.92	0.055	.
	M	.91284	.88019	10.7	9.5	1.58	0.114	.
H208_d	U	.38462	.31623	14.4		2.39	0.017	.
	M	.37844	.31841	12.6	12.2	1.86	0.063	.
Edad_MADRE	U	29.176	29.381	-2.9		-0.48	0.631	0.91
	M	29.193	29.38	-2.7	8.8	-0.39	0.695	0.92
Quechua_mad	U	.22851	.28294	-12.5		-2.05	0.041	.
	M	.22936	.2807	-11.8	5.7	-1.74	0.082	.
Ambos_Id_Mad	U	.47964	.46186	3.6		0.59	0.556	.
	M	.48165	.46267	3.8	-6.8	0.56	0.575	.
niedm2	U	.25566	.37032	-24.9		-4.07	0.000	.
	M	.25917	.36551	-23.1	7.3	-3.41	0.001	.
niedm3	U	.681	.53537	30.1		4.95	0.000	.
	M	.67661	.54183	27.9	7.5	4.11	0.000	.
Alti2	U	.46833	.45076	3.5		0.58	0.560	.
	M	.46789	.45268	3.1	13.4	0.45	0.653	.
Alti3	U	.49095	.49376	-0.6		-0.09	0.926	.
	M	.49541	.49346	0.4	30.6	0.06	0.954	.
Alti4	U	.02715	.04993	-11.8		-1.90	0.058	.
	M	.02752	.0485	-10.9	7.9	-1.62	0.106	.
area	U	.40498	.41193	-1.4		-0.23	0.815	.
	M	.40367	.41279	-1.9	-31.2	-0.27	0.784	.
Trabajo_madre	U	.65158	.67545	-5.0		-0.84	0.403	.
	M	.65596	.67464	-3.9	21.8	-0.58	0.560	.

> _____

* if variance ratio outside [0.83; 1.21] for U and [0.83; 1.21] for M

Sample	Ps R2	LR chi2	p>chi2	MeanBias	MedBias	B	R	%Var
Unmatched	0.046	70.67	0.000	9.6	8.9	51.5*	1.02	0
Matched	0.039	47.58	0.003	8.6	8.2	47.4*	0.97	0

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

ANEXO 6: ESTIMACIÓN DEL IMPACTO CON EL COMANDO PSMATCH2 PARA EL ALGORITMO VECINO MAS CERCANO

```

Probit regression                               Number of obs   =    1,163
                                                LR chi2(24)    =    70.67
                                                Prob > chi2    =    0.0000
Log likelihood = -737.00169                    Pseudo R2      =    0.0457
    
```

Tratamiento	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
Sexo	-.0358386	.0765604	-0.47	0.640	-.1858942	.1142169
Edad_Nino2	.2281744	.1099852	2.07	0.038	.0126074	.4437415
Edad_Nino3	.1245441	.0874984	1.42	0.155	-.0469497	.2960379
r_prosocial	-.2528191	.1450021	-1.74	0.081	-.537018	.0313798
R_Pared	-.2171143	.1110062	-1.96	0.050	-.4346824	.0004539
R_Techo	.0766915	.1368714	0.56	0.575	-.1915715	.3449546
R_Piso	.0188564	.1136859	0.17	0.868	-.2039638	.2416766
R_Agua	-.0459369	.1187312	-0.39	0.699	-.2786457	.1867719
r_sh	-.052851	.093048	-0.57	0.570	-.2352218	.1295198
R_Electricidad	.2393514	.1132525	2.11	0.035	.0173805	.4613222
R_combustible	-.1672175	.1071676	-1.56	0.119	-.3772622	.0428272
Hacinami	.2114818	.0793826	2.66	0.008	.0558947	.3670688
H208_b	.2639706	.1304611	2.02	0.043	.0082716	.5196696
H208_d	.1624756	.0954273	1.70	0.089	-.0245584	.3495095
Edad_MADRE	-.0018165	.0055239	-0.33	0.742	-.0126432	.0090103
Quechua_mad	-.0392178	.1183593	-0.33	0.740	-.2711977	.1927621
Ambos_Id_Mad	.0132116	.0947477	0.14	0.889	-.1724905	.1989136
niedm2	-.032311	.1580188	-0.20	0.838	-.3420222	.2774001
niedm3	.361927	.1590746	2.28	0.023	.0501465	.6737076
Alti2	-.574605	.4197896	-1.37	0.171	-1.397377	.2481674
Alti3	-.6298672	.4186255	-1.50	0.132	-1.450358	.1906236
Alti4	-.9161888	.4674491	-1.96	0.050	-1.832372	-5.53e-06
area	-.3128431	.1119942	-2.79	0.005	-.5323476	-.0933386
Trabajo_madre	-.0654445	.0867564	-0.75	0.451	-.2354839	.1045949
_cons	-.0179427	.5233343	-0.03	0.973	-1.043659	1.007774

```

.
> -----
> Variable      Sample |      Treated      Controls      Difference      S.E.      T-
> stat
> -----
> anemia2 Unmatched | .359728507      .492371706      -.132643199      .029773382      -
> 4.46
>          ATT      | .360091743          .5      -.139908257      .041884169      -
> 3.34
> -----
    
```

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	721	721
Treated	6	436	442
Total	6	1,157	1,163

```
. psmatch2 Tratamiento, outcome(anemia2) pscore (pscore) neighbor(5) common bwidth (
> 0.08)
```

Variable	Sample	Treated	Controls	Difference	S.E.	T-
anemia2	Unmatched	.359728507	.492371706	-.132643199	.029773382	-
	ATT	.360091743	.474311927	-.114220183	.033740255	-

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	721	721
Treated	6	436	442
Total	6	1,157	1,163

ANEXO 7: ESTIMACIÓN DEL IMPACTO CON EL COMANDO PSMATCH2 PARA EL ALGORITMO REGRESION LINEAL LOCAL

. psmatch2 Tratamiento \$X, llr outcome(anemia2) common

```

Probit regression                               Number of obs   =    1,157
                                                LR chi2(24)     =    63.33
                                                Prob > chi2     =    0.0000
Log likelihood = -734.84105                    Pseudo R2      =    0.0413
    
```

Tratamiento	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
Sexo	-.0275509	.0766681	-0.36	0.719	-.1778176	.1227158
Edad_Nino2	.2211943	.1101965	2.01	0.045	.0052131	.4371756
Edad_Nino3	.1165523	.0876023	1.33	0.183	-.055145	.2882496
r_prosocial	-.2376065	.1450949	-1.64	0.102	-.5219873	.0467744
R_Pared	-.2034186	.111803	-1.82	0.069	-.4225484	.0157111
R_Techo	.0751582	.1367771	0.55	0.583	-.19292	.3432364
R_Piso	.0188214	.1140228	0.17	0.869	-.2046593	.242302
R_Agua	-.0352271	.1189775	-0.30	0.767	-.2684187	.1979644
r_sh	-.0468686	.093281	-0.50	0.615	-.2296961	.1359588
R_Electricidad	.2367042	.1131994	2.09	0.037	.0148374	.4585709
R_combustible	-.1622538	.1074754	-1.51	0.131	-.3729017	.048394
Hacinami	.2026298	.0796223	2.54	0.011	.046573	.3586865
H208_b	.2604156	.1304146	2.00	0.046	.0048078	.5160235
H208_d	.1556555	.0958171	1.62	0.104	-.0321426	.3434536
Edad_MADRE	-.0018412	.0055255	-0.33	0.739	-.012671	.0089887
Quechua_mad	-.0384554	.1187812	-0.32	0.746	-.2712623	.1943515
Ambos_Id_Mad	.0155244	.0950658	0.16	0.870	-.1708012	.2018499
niedm2	-.0322205	.1579057	-0.20	0.838	-.34171	.2772689
niedm3	.3532461	.1590522	2.22	0.026	.0415095	.6649826
Alti2	-.395761	.4570826	-0.87	0.387	-1.291626	.5001044
Alti3	-.4513081	.4551478	-0.99	0.321	-1.343381	.4407652
Alti4	-.742852	.4982858	-1.49	0.136	-1.719474	.2337702
area	-.3021255	.1126435	-2.68	0.007	-.5229028	-.0813482
Trabajo_madre	-.0592406	.0869684	-0.68	0.496	-.2296956	.1112144
_cons	-.210792	.5516924	-0.38	0.702	-1.292089	.8705053

Variable	Sample	Treated	Controls	Difference	S.E.	T-stat
anemia2	Unmatched	.360091743	.492371706	-.132279963	.029906502	-4.42
	ATT	.362586605	.475775341	-.113188736	.041816721	-2.71

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	721	721
Treated	3	433	436
Total	3	1,154	1,157

ANEXO 8: ESTIMACIÓN DE LOS ERRORES ESTANDAR E INTERVALOS DE CONFIANZA POR MEDIO DE BOOTSTRAP PARA EL ALGORITMO REGRESION LINEAL LOCAL

```
. bootstrap r(att), reps (150): psmatch2 Tratamiento $X, llr outcome(anemia2) common
(running psmatch2 on estimation sample)
```

```
Bootstrap replications (150)
-----|----- 1 -----|----- 2 -----|----- 3 -----|----- 4 -----|----- 5
..... 50
..... 100
..... 150
```

```
Bootstrap results          Number of obs   =      1,157
                          Replications      =         150
```

```
command: psmatch2 Tratamiento Sexo Edad_Nino2 Edad_Nino3 r_prosocial R_Pared
          R_Techo R_Piso R_Agua r_sh R_Electricidad R_combustible Hacinami
          H208_b H208_d Edad_MADRE Quechua_mad Ambos_Id_Mad niedm2 niedm3 Alti2
          Alti3 Alti4 area Trabajo_madre, llr outcome(anemia2) common
_bs_1: r(att)
```

	Observed Coef.	Bootstrap Std. Err.	z	P> z	Normal-based [95% Conf. Interval]	
_bs_1	-.1131887	.0327309	-3.46	0.001	-.1773402	-.0490373