

CONCORDANCIA ENTRE LA ENCUESTA DE COBERTURA Y LAS COBERTURAS ADMINISTRATIVAS
DE LA INTENSIFICACIÓN DE LA VACUNACIÓN DE SARAMPIÓN/RUBEOLA EN COLOMBIA 2010

OSCAR FELIPE SUÁREZ BROCHERO.

Universidad del Valle
Escuela de Salud Pública
Maestría en Epidemiología
Cali
Diciembre de 2012

CONCORDANCIA ENTRE LA ENCUESTA DE COBERTURA Y LAS COBERTURAS ADMINISTRATIVAS
DE LA INTENSIFICACIÓN DE LA VACUNACIÓN DE SARAMPIÓN/RUBEOLA EN COLOMBIA 2010

OSCAR FELIPE SUÁREZ BROCHERO.

Trabajo de investigación para optar título de Magister en Epidemiología

LYDA OSORIO, PhD
Directora de trabajo de investigación.

Universidad del Valle
Escuela de Salud Pública
Maestría en Epidemiología
Cali
Diciembre de 2012

Nota de aceptación

Presidente del jurado

Jurado

Jurado

CONTENIDO

	Pagina
Resumen	8
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	9
2. OBJETIVOS	11
2.1. OBJETIVO GENERAL:	11
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:	11
3. ESTADO DEL ARTE	12
3.1. SITUACIÓN DEL SARAMPIÓN	12
3.2. VACUNA ANTISARAMPIONOSA	13
3.3. INTENSIFICACIÓN DE VACUNACIÓN PARA SARAMPIÓN/RUBEOLA EN COLOMBIA:	14
3.4. COBERTURAS DE VACUNACIÓN	14
4. MARCO TEÓRICO	16
4.1. MEDICIÓN DE LAS COBERTURAS DE VACUNACIÓN	16
4.2. FACTORES DEL MUNICIPIO POTENCIALMENTE ASOCIADOS A CONCORDANCIA ENTRE LA ENCUESTA DE COBERTURA Y LAS COBERTURAS ADMINISTRATIVAS DE VACUNACIÓN PARA SARAMPIÓN RUBEOLA EN EL 2010.	17
5. METODOLOGÍA	18
5.1. TIPO DE ESTUDIO	18
5.2. POBLACIÓN DE ESTUDIO:	18
5.3. TAMAÑO DE MUESTRA Y MUESTREO:	18
5.4. VARIABLES:	18
5.5. RECOLECCIÓN DE DATOS:	21
5.6. MANEJO Y CONTROL DE CALIDAD DE LOS DATOS:	21

5.7.	ANÁLISIS ESTADÍSTICO:	21
6.	CONSIDERACIONES ÉTICAS	23
7.	RESULTADOS	24
7.1.	CONCORDANCIA ENTRE COBERTURA ADMINISTRATIVA Y ENCUESTA DE COBERTURA	24
7.2.	FACTORES ASOCIADOS A LA CONCORDANCIA ENTRE MEDIDAS DE COBERTURA	27
8.	DISCUSIÓN	32
8.1.	HALLAZGOS PRINCIPALES	32
8.2.	IMPLICACIONES DE LOS RESULTADOS EN SALUD PÚBLICA	34
8.3.	LIMITACIONES Y FORTALEZAS	34
9.	ESTUDIOS FUTUROS	36
10.	CONCLUSIÓN	37
11.	BIBLIOGRAFÍA	38
12.	ANEXOS	42
	ANEXO 1	42
	ANEXO 2	42
	ANEXO 5.	44

LISTA DE FIGURAS

Página

Figura 1 . Comparación de coberturas de vacunación de intensificación sarampión-rubeola. Colombia 2010.	24
Figura 2. Distribución de las diferencias entre Cobertura administrativa y Encuesta de cobertura en intensificación sarampión-rubeola. Colombia 2010.....	25
Figura 3. Análisis de Bland Altman para la cobertura de vacunación administrativa y encuesta de cobertura. Intensificación sarampión-rubeola. Colombia. 2010.	26
Figura 4. Comportamiento de la cobertura administrativa con relación a la encuesta de cobertura para sarampión rubeola en los municipios colombianos 2010.	27
Figura 5. Curva ROC para la relación entre cobertura neta de primaria y la concordancia entre metodologías de coberturas de vacunación. Intensificación SR Colombia. 2010.	31

LISTA DE TABLAS

	Página
Tabla 1. Descripción de variables dependientes.....	19
Tabla 2. Descripción de variables independientes.....	19
Tabla 3. Municipios sin información de encuesta de cobertura para intensificación sarampión rubeola 2010.	24
Tabla 4. Características de los municipios (sin eliminación de outliers).	28
Tabla 5. Factores asociados a la concordancia entre medidas de las coberturas según la concordancia para intensificación sarampión rubeola, 2010.....	29
Tabla 6. Modelación de los factores asociados a la concordancia entre medidas de las coberturas según la concordancia para intensificación sarampión rubeola a través de regresión logística.	30
Tabla 7. Estimación de OR de concordancia entre las categorías de la Cobertura Neta de Primaria.	30
Tabla 8. Estimación de sensibilidad y especificidad para diferentes puntos de cobertura neta de primaria con respecto a la concordancia de coberturas de vacunación de intensificación SR, 2010.	31

LISTA DE ABREVIATURAS

CA: Coberturas administrativas.

CDC: Centro de Control de Enfermedades de Atlanta

CV: Cobertura de vacunación.

DANE: Departamento Nacional de Estadística.

DPT: Vacuna contra difteria, pertusis y tétanos.

EC: Encuesta de cobertura.

MSPS: Ministerio de Salud y la Protección Social.

MRC: Monitoreo rápido de cobertura.

OMS: Organización Mundial de la Salud.

OPS: Organización Panamericana de la Salud.

PAI: Plan ampliado de inmunizaciones.

SIVIGILA: Sistema de vigilancia epidemiológica.

SR: Vacuna contra sarampión y rubeola.

SRP: Vacuna contra sarampión, rubeola y parotiditis.

UNICEF: Fundación de las Naciones para la Infancia y la Adolescencia.

RESUMEN

Las coberturas de vacunación permiten realizar seguimiento a las actividades de inmunización que se desarrollan en busca de la eliminación o erradicación de enfermedades infecciosas como el sarampión y la rubeola. Existen diferentes métodos para realizar la evaluación de estas coberturas de las cuales, en Colombia se realizó seguimiento a la campaña intensificada de vacunación contra estas dos enfermedades con las coberturas administrativas (CA) y la encuesta de cobertura (EC), siendo esta última el estándar de medición de coberturas de vacunación. Este estudio exploró el nivel de concordancia entre estas coberturas y los factores asociados a esta concordancia.

Se realizó un estudio ecológico con información de 1906 municipios colombianos. Se estimaron las diferencias entre las CA y EC con el método Bland-Altman y se categorizó como concordante aquellas diferencias iguales o menores a 5 puntos porcentuales por encima o por debajo de la encuesta de cobertura y discordantes las diferencias por fuera de este rango. Se realizó análisis univariado utilizando la prueba de Mann-Whitney. Las variables que tuvieron un valor $P < 0,25$ en el análisis univariado se utilizaron para construir un modelo de regresión logística múltiple. El modelo final se obtuvo con base en la prueba de razón de verosimilitud (LR test). Se realizaron curvas ROC para evaluar la sensibilidad y especificidad del modelo y la prueba de Hosmer y Lemeshow para el ajuste.

El rango de la CA fue 25% - 208% mientras el de la EC fue 72,9% - 100%. Se encontró que solo cerca de la tercera parte de los municipios evaluados tuvo concordancia entre la CV medida por la EC y la CA con proyección DANE; en 46% de los municipios la CA subestimó a la EC mientras que en el restante 20% se sobrestimó. No se logró el cumplimiento del supuesto de normalidad para definir los límites de acuerdo a través del método de Bland - Altman a pesar de las transformaciones realizadas y retiro de outliers. El principal factor municipal asociado con la concordancia fue la cobertura neta de primaria (OR 29,7 IC95% 12,07 - 73,08).

Los resultados sugieren que con menor cobertura neta de primaria la cobertura vacunación con SR por datos administrativos será diferente a la encuesta de cobertura y en este caso se indicaría la realización siempre de EC. Por el contrario en los municipios con coberturas netas de primaria relativamente altas es más probable el acuerdo entre las dos metodologías y por lo tanto se podría confiar en que el valor obtenido de la CA es un cercano a la EC. Se requieren estudios adicionales para identificar otros factores asociados con una concordancia entre la CA y la EC.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En Colombia, como en muchos estados del mundo, la distribución de recursos a los municipios y departamentos depende de varios factores definidos por ley. En nuestro país se destaca la población proyectada municipal según el Departamento Nacional de Estadística (DANE), los ingresos corrientes y los gastos de funcionamiento de cada municipio que se verifica con soportes técnicos y el cumplimiento de indicadores propuestos, entre estos, los del sector salud (54). En la evaluación de la distribución de los recursos asignados y la eficiencia administrativa del sector salud se incluye el cumplimiento de indicadores trazadores en salud pública, entre estos las coberturas de vacunación que basan su importancia en el impacto que tienen sobre la prevención de enfermedades, en especial, en la población infantil (1).

El seguimiento de las coberturas de vacunación (CV) se hace necesario para lograr la eliminación de enfermedades inmunoprevenibles como el sarampión y la rubeola, y el posterior mantenimiento de la inmunidad de rebaño para estas mismas entidades (2). Diversas estrategias se utilizan para verificar las CV, cada una con ventajas y desventajas específicas (3, 4). La estrategia más utilizada es la medición de las Coberturas Administrativas (CA) que utilizan la información generada por los sistemas que distribuyen las vacunas y por ello tienen la ventaja de permitir un fácil seguimiento “día a día” (5); sin embargo, la variabilidad en numeradores y denominadores utilizados puede afectar de manera importante la validez de estas mediciones (6, 7). Otras metodologías se refieren a monitoreos rápidos de cobertura (MRC) que buscan identificar clústeres de individuos no vacunados, pero no permitan generar estimaciones de precisas de las coberturas locales, sin embargo, la adaptación de los MRC con estimaciones muestrales suficientes para estimar coberturas han sido utilizadas como modelo adaptado de encuesta poblacional o Encuesta de Cobertura (EC) (8, 9); su alto costo hace que solo se aplique en intervalos largos de tiempo y no se tenga información para el seguimiento continuo.

En el caso del sarampión, la región de las Américas eliminó la circulación endémica desde el 2002 (10) y al año siguiente, la Organización Panamericana de la Salud combinó la inmunización contra sarampión con la de rubeola bajo el nuevo objetivo de eliminar estas dos enfermedades en sus países (11). Se planteó una estrategia que incluye la inmunización inicial de la población de 9 meses a 14 años, la posterior inmunización rutinaria de los niños al cumplir un año de edad (en Colombia esta dosis corresponde a la SRP del primer año de edad en el esquema regular) y cada 4 años actividades suplementarias de inmunización para captar a los nuevos susceptibles acumulados que escaparon a la vacunación rutinaria y/o se vacunaron pero no lograron inmunizarse (4, 12). En Colombia, la última campaña intensificada de inmunización se realizó a partir del 18 de mayo de 2010 usando una dosis adicional de vacuna contra Sarampión-Rubeola (SR) en la población entre los 14 meses y los 8 años. Durante la campaña se realizó seguimiento de la coberturas de SR mediante el uso de CA y, una vez que el municipio reportara CA > 95%, se procedía a la realización de la encuesta poblacional al cierre de la campaña (13). Sin embargo, se apreció que en algunos municipios se tuvo la necesidad de iniciar la EC sin considerar el umbral de CA propuesto, dando como resultado coberturas de vacunación por debajo de la meta propuesta; de esto, se motivó la movilización del equipo municipal en busca de nuevos niños aun no inmunizados en zonas identificadas como de baja cobertura. A pesar de esta ventaja, el incumplimiento de este prerequisite también significó poner en marcha de nuevo todo el proceso de evaluación de EC. De esta dificultad surge

entonces la oportunidad de identificar si las CA son o no un indicador confiable de coberturas de intensificación SR en los municipios del país.

¿Cuál es la proporción de municipios colombianos con acuerdo entre la EC y la CA para la intensificación de la intensificación de SR? ¿Cuáles son los factores municipales que se asocian con la concordancia de estas mediciones? Los resultados de este trabajo promueven el ajuste del seguimiento de las coberturas de vacunación, usando CA validadas en situaciones específicas. También aporta al mejoramiento de la evaluación de coberturas en los países que aplican esta metodología para cerrar las brechas encontradas en el cumplimiento de coberturas de vacunación óptimas.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL:

Determinar la concordancia entre la encuesta de cobertura y la cobertura administrativa de la intensificación Sarampión Rubeola en Colombia para el año 2010 y los factores municipales asociados a la concordancia.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- 1- Determinar la concordancia entre la encuesta de cobertura y la cobertura administrativa de la campaña SR 2010 en Colombia.
- 2- Determinar los factores asociados a la presencia de concordancia entre metodologías en los municipios.

3. ESTADO DEL ARTE:

3.1. SITUACIÓN DEL SARAMPIÓN

El sarampión es una enfermedad exantemática contagiosa, febril, aguda, producida por un *Morbillivirus* (familia *paramyxoviridae*) con un solo tipo antigénico que genera inmunidad de por vida. Las complicaciones pueden ser respiratorias (otitis, laringitis, neumonía), neurológicas (encefalitis aguda con letalidad de 10%) y gastrointestinales (gastroenteritis, apendicitis, hepatitis, adenitis mesentérica). El principal grupo etario de riesgo para cuadros complicados son los menores de 2 años (14).

Más de 2 millones de niños anualmente en el mundo morían por sarampión antes de la implementación de la vacuna en 1.963 (15); sin embargo en 2008, se estimó que 164.000 niños murieron por sarampión y se calculó que menos de 73.000 hubiesen muerto por esta causa para el año 2010 (16). La cobertura de vacunación (CV) contra sarampión es uno de los indicadores para monitorizar el avance del cumplimiento del cuarto Objetivo de Desarrollo del Milenio que intenta reducir a un tercio la mortalidad infantil en el 2015 con respecto a 1990 (1).

Para el año 2011, Colombia presentó un brote de sarampión luego de 9 años sin evidencia de circulación del virus (17). Este brote inició con la confirmación de un caso el 13 de agosto del 2011 y sumó 7 casos en total, todos pertenecientes a la región Caribe. El control se logró a través de la aplicación masiva de vacunas en la población susceptible. Otros 113 casos han sido reportados por el sistema de vigilancia epidemiológica como sospechosos sin tener nuevas confirmaciones hasta la semana 43 (18). En países vecinos también se han confirmado casos de forma reciente: Hasta la semana 43, Ecuador había confirmado 116 casos, Panamá registro 4 casos hasta la semana 20 y en Brasil se presentaron 20 casos hasta la semana 22 del 2011 (17). En 2010, Brasil confirmó 73 casos de sarampión, mientras que Argentina reportó 17 casos de sarampión, todos con evolución favorable (19). Los primeros 4 casos reportados hacia agosto se clasificaron como importados desde Sudáfrica y relacionados con turistas del Mundial de Fútbol (55).

Antes de estos dos últimos años, en la región, se había registrado el último gran brote con evidencia de transmisión endémica del virus hacia agosto de 2001 en Venezuela, luego de la importación de un caso europeo. A diferencia de los casos recientes, en ese entonces el brote se extendió a Colombia en enero de 2002 a 10 departamentos de la costa atlántica y la frontera con Venezuela. Hacia julio de 2002 se habían vacunado 2.587.000 niños en riesgo, con lo que se contuvo la diseminación en ambos países. En Venezuela se confirmaron 2416 casos y en Colombia 68 casos lo que refleja de manera indirecta las coberturas de vacunación previas al brote de ambos países (58% y 94% respectivamente hacia el año 2001), además el primer caso venezolano tardó casi un mes en ser confirmado(20).

Hacia octubre de 2010, Europa confirmó más de 6500 casos procedentes de al menos 33 países, en los que se han presentado brotes en España, Francia, Bélgica, Bulgaria y Yugoslavia. En el 2011 se vieron afectados además, Alemania, Holanda, Noruega, Rumania, la Federación Rusa, Suiza y el Reino Unido (21). En Latinoamérica en ese mismo año, Chile confirmó 5 casos secundarios relacionados con el brote sucedido en Europa (19).

Para frenar el impacto de esta enfermedad se han desarrollado múltiples esfuerzos; la Cruz Roja Americana, el CDC, la OMS y la UNICEF lanzaron en 2001 una iniciativa que provee soporte técnico y financiero a los gobiernos para planear y conducir campañas de vacunación. Esta iniciativa ha logrado la vacunación de 700 millones de niños en 60 países; sin embargo, son aún 47 países los que hacen parte de la lista de estados priorizados por la OMS; dos terceras partes de la población sin vacunar residen en India, Nigeria, China, República Democrática del Congo, Pakistán, Etiopía e Indonesia. La región del sudeste asiático aportó el 77% de las muertes de 2008 (108.000 casos fatales) por esta causa (22).

En 1994, la 24ª Conferencia Sanitaria Panamericana se certificó libre de polio virus nativo y propuso la eliminación del sarampión para el año 2000 (23). La OPS desde el 2003 ha exhortado a sus estados miembros a combinar la inmunización contra sarampión con la inmunización contra la rubeola, bajo el nuevo objetivo de eliminar la rubeola y el síndrome de la rubeola congénita para 2010 en la región de las Américas (15). Han sido varios ya los países latinoamericanos que han firmado el compromiso de crear equipos de trabajo contra el sarampión y la rubeola con el apoyo de la OPS.

3.2. VACUNA ANTISARAMPIONOSA

La vacuna antisarampionosa con virus vivo atenuado se administra vía subcutánea y es altamente efectiva: >95% de seroconversión en mayores de 1 año, hasta 90% alrededor de los 9 meses y 70% a los 6 meses (24). A esta edad solo el 1% de los hijos de madres vacunadas poseen anticuerpos maternos y hasta el 5% si la madre adquirió inmunidad natural (25). La segunda dosis de vacuna antisarampionosa asegura la seroconversión en el 95% de los niños que no lo logran en la primera dosis si esta se aplica 9 meses después y >99% si se administra luego de 12 meses (24). Previo a la introducción de la vacuna casi todas las personas adquirirían la infección antes de los 15 años (15). Luego de la vacunación masiva, hubo un incremento en el número de adolescentes y adultos jóvenes susceptibles, puesto que habían escapado a la infección natural y tampoco fueron población objeto de vacunación (26,27).

Hace más de dos décadas se ha usado esta vacuna en asociación con el componente inmunogénico contra la rubeola y la parotiditis (28-30). En 2009 se publicaron las recomendaciones respecto a la vacuna SRPV por parte del Comité asesor estadounidense para las prácticas en inmunizaciones (ACIP por sus siglas en inglés), la cual incluye el componente inmunogénico contra la Varicela. No se manifiesta ninguna preferencia por esta nueva combinación ya que estudios post-licencia reportan cerca de 1 episodio de convulsión febril por cada 2.300 – 2.600 dosis de SRPV en niños entre 12 y 23 meses. Se sugiere que la primera dosis de SRP/SRPV puede usarse entre los 12-47 meses de edad y una segunda dosis entre los 4 y los 6 años o antes si ya pasaron al menos de 3 meses después de la primera dosis (31).

Con respecto a los eventos adversos producidos por la administración de la vacuna se evidenció que durante una campaña brasilera de vacunación en 1998 en la ciudad de Curitiba, que incluyó la administración de 590,690 dosis de SRP (cepas Edmonton-Zagreb, RA 27/3, Leningrad – 3 – Zagreb, respectivamente), se reportaron 1,7 casos por cada 10.000 dosis de un cuadro de meningitis aséptica compuesto por cefalea con meningismo (92,5%), fiebre (87,5%) y náusea con vómito (82,5%). Tanto las pruebas serológicas como los cultivos bacteriológicos en líquido cefalorraquídeo fueron negativos (32). A pesar de la discusión sobre la seguridad de la vacuna SRP, su relación con autismo, el evento adverso asociado de mayor impacto, está ahora revaluada (33-35). Ya en 2004, una revisión sistemática incluyó 31

fuentes que comparaban SRP contra placebo o controlada con individuos sanos mayores de 15 años que no fueron sometidos a ninguna intervención. En esta revisión se encontraron incidencias mayores de infecciones de tracto respiratorio superior e irritabilidad. La exposición a SRP no reportó mayor asociación con enfermedad de Crohn, autismo o meningitis aséptica (36). Estos demuestran un perfil de seguridad aceptable; sin embargo, es necesario mantener un sistema de vigilancia de eventos secundarios a inmunizaciones vigentes, en especial, cuando se realizan campañas masivas de vacunación. La vacuna antisarampionosa utilizada en campañas intensificadas, se usa en combinación con el componente de rubeola, por lo que es también conocida como vacuna bivalente.

3.3. INTENSIFICACIÓN DE VACUNACIÓN PARA SARAMPIÓN/RUBEOLA EN COLOMBIA:

Dentro del Plan de acción para la documentación y verificación de la eliminación del sarampión, rubéola y síndrome de rubéola congénita (11), Colombia programó la intensificación de la vacunación (correspondiente al cuatrienio) desde el 18 de mayo hasta el 31 de julio de 2010 en la que se vacunaron a los niños entre los 14 meses y los 8 años de edad en todo el territorio nacional. Esta intensificación de vacunación SR 2010 es una actividad de inmunización suplementaria contra sarampión y rubeola que se realiza cada 4 años como parte de la estrategia de eliminación de estas dos enfermedades en las Américas. Inició oficialmente en mayo de 2010 y terminó en la medida que los evaluadores llegaban a cada región/departamento en el último trimestre del mismo año.

3.4. COBERTURAS DE VACUNACIÓN

La medición de las coberturas de vacunación permite conocer el estado de inmunización de la población y tomar decisiones con respecto a las intervenciones necesarias. Sin embargo, el resultado y validez de las coberturas están sujetos a la metodología empleada para realizar la medición. La evaluación, tanto de las actividades de inicio como de las campañas suplementarias cada 4 años, requiere de recolección supervisada y análisis de la información para la identificación de zonas o grupos de riesgo que permitan la adición de campañas focales (3). Se describen dentro de las metodologías para la medición de coberturas de vacunación las coberturas administrativas, monitoreos rápidos de cobertura y las encuestas de cobertura (5).

La diferencia entre las coberturas de vacunación de una misma población que hayan sido medidas con al menos dos metodologías y los factores que influyen en esa brecha, han sido descritos pobremente. En el 2003, se evidenció que 41 de 45 países tenían sobre-reporte de las coberturas administrativas de la DPT (biológico contra difteria, tosferina y tétanos o triple bacteriana) en una cohorte de niños de un año cuando se usaban datos administrativos comparados con encuestas de cobertura basados en trabajos poblacionales de campo. De estos, el 55% diferían en más de 20 puntos porcentuales. Se consideraron como las posibles situaciones que afectan la variabilidad a la medición de coberturas crudas (total de dosis administradas) y no la medición basada en coberturas válida (registrada en carné de vacunación), la no inclusión de dosis administradas en el sector privado que induciría al subregistro, las deficiencias del sistema de información de muchos países y los incentivos adicionales que se otorguen por el cumplimiento de metas. Por último, los autores sugieren que la estructura organizacional del equipo local que gestiona el programa de vacunación puede afectar las coberturas de vacunación reportadas (6).

Atendiendo la necesidad de explorar la validez de las Coberturas de vacunación y su heterogeneidad en el nivel subnacional, se evaluó en Burkina Faso la cobertura administrativa de DTP y vacuna antisarampionosa en las diferentes regiones y distritos (según la división administrativa del país), comparando las coberturas administrativas con dos estudios poblacionales realizados de manera concurrente. Se evidenció una gran heterogeneidad de las CV reportadas; entre los distritos de una misma región, se encontró una diferencia de hasta 54 puntos porcentuales entre las CV y entre las regiones se encontró hasta el 25% de diferencia, en tanto la información administrativa difirió hasta en 30% comparada con la información de los estudios poblacionales. Se encontró que la sobre estimación administrativa predominó en áreas remotas y limítrofes, mientras que la subestimación se presentó en regiones cercanas a los dos grandes centros urbanos del país y en zonas de predominio urbano (7).

La disparidad de las coberturas de vacunación obedece a múltiples determinantes descritos en el nivel que corresponde al funcionamiento operacional de las estrategias de vacunación. De manera cualitativa se encuentran descritos siete factores asociados: (1) programación de días de vacunación cuando se espera un brote, (2) estrategias adicionales de vacunación, (3) perfil de quien coordina el programa y la dinámica con su equipo, (4) apoyo técnico y financiero, (5) acceso geográfico (Km), (6) incidencia de centros primarios de salud (centro de vacunación), (7) funcionalidad de cadena de frío y suministros de vacunas. La información se obtuvo del sistema de información de salud, registros, documentos y entrevistas a informantes claves: personal de la oficina distrital, personal de salud y servidores públicos. Los distritos con mejor desempeño reúnen las condiciones antes mencionadas. Sin embargo, los autores resaltan la capacidad de liderazgo del coordinador del equipo como la principal característica en la obtención de coberturas de vacunación adecuadas(37).

4. MARCO TEÓRICO

4.1. MEDICIÓN DE LAS COBERTURAS DE VACUNACIÓN

La verificación de las coberturas de vacunación (CV) es un punto crítico al evaluar los programas de inmunización nacionales, ésta se define como la proporción de la población o grupo de edad que recibe una vacuna o grupo de vacunas (numerador) dividido por el total de la población o grupo de edad objeto para esta vacuna o grupo de vacunas (denominador)(5).

Diferentes metodologías se usan para verificar las coberturas de vacunación; dentro de la investigación propuesta se consideran dos tipos de mediciones:

- a) Encuestas de cobertura: De estas encuestas, una de las más conocidas es la metodología 30 por 7, desarrollada por la Organización Mundial de la Salud y descrita desde 1966(38), da una confianza de 95% y un error de estimación máximo de 10%(39). Otras variaciones se han utilizado para la monitorización rápida, por ejemplo, usando la metodología LQAS (lot quality assurance sampling) en la que se toma una muestra más pequeña para detectar zonas problemáticas de vacunación(3, 40). En Colombia, se evaluaron las CV de la intensificación de vacunación Sarampión/Rubeola 2010 por medio de una encuesta de cobertura adaptada con un muestreo por conglomerados mono-etápico, en el que las unidades de aleatorización fueron los bloques (cuadras) (13). El tamaño de muestra permite una estimación con confianza del 95% y “errores relativos al muestreo” máximos de 5% según se documentó en el Valle del Cauca (56). El desarrollo de la encuesta estuvo liderado por asesores OPS/MPS dentro del territorio nacional con la participación de personal profesional y técnico de los diferentes municipios y departamentos.
- b) Coberturas administrativas: Este método estima la cobertura de vacunación usando información de registros administrativos: el numerador se obtiene de las dosis administradas a niños que recibieron una dosis específica de una vacuna y el denominador de la población objeto que teóricamente debe recibir esta vacuna (4). Con base en esta variabilidad se consideran los siguientes denominadores:

Proyección de población DANE: Dada la imposibilidad de llevar a cabo levantamientos censales continuos para suplir necesidades de información por los enormes esfuerzos técnicos, logísticos y financieros, se recurre al diseño de modelos que permitan disponer de información sobre los probables volúmenes y diversas características de la población futura. En Colombia, el Departamento Nacional de Estadística realiza esta labor (57). Se estima entonces, la población objeto de vacunación por cada unidad administrativa según la proyección de población realizada para ese año.

Cohortes vacunales: Ante las dificultades en el cumplimiento de metas a veces inalcanzables según la población calculada por el DANE, se desarrolló un ejercicio que trata de acercarse a la población “real” del municipio. Se basa en la cohorte de niños que recibió la dosis de SRP1 entre los años 2003 y 2010, es decir, niños y niñas nacidos entre 2002 y 2009. El método parte del supuesto que la cobertura de vacunación de para SRP1 es cercana al 100%.

4.2. FACTORES DEL MUNICIPIO POTENCIALMENTE ASOCIADOS A CONCORDANCIA ENTRE LA ENCUESTA DE COBERTURA Y LAS COBERTURAS ADMINISTRATIVAS DE VACUNACIÓN PARA SARAMPIÓN RUBEOLA EN EL 2010.

La variabilidad de las coberturas de vacunación puede ser explicada desde diferentes modelos teóricos. Una primera aproximación, proviene de la descripción demográfica de los individuos que son o no sujetos a vacunación, de allí se describe el nivel educativo de ambos padres y la pertenencia a una familia de pequeño tamaño como condicionantes de vacunación completa (41). El lugar de procedencia en área rural y la pertenencia a minorías étnicas favorece la aparición de barreras de acceso a vacunación (42). Un número mayor de hermanos y la presencia de fenómenos migratorios en las madres actúan como inhibidores de la vacunación(43).

Posteriormente, desde el modelo de creencias en salud, la percepción de riesgo por parte de los individuos y el rol preventivo (disminución de riesgo) que tienen las actividades de inmunización generan una mayor utilización de la vacunación (44). La oportunidad en la que se realiza la vacunación afecta la CV ya que la decisión de los padres de posponer la administración del biológico, aumenta la cantidad de individuos susceptibles en la población (45). Entre las motivaciones de los padres para inmunizar a sus hijos se describen la prevención y la cura de enfermedades; sin embargo, esto no es suficiente para garantizar el esquema de vacunación completo en sus hijos (46). El modelo de acceso a los servicios de salud, expone diferentes niveles donde se consideran determinantes políticos, características del sistema de salud, características de la población objeto de atención o a ser inmunizada, utilización de servicios de salud y la satisfacción del consumidor (47). La densidad de trabajadores de salud en países en vías de desarrollo, en especial un mayor número de enfermeras “per cápita” aumenta la disponibilidad de biológicos y se asocia a mayores CV (48). De igual manera, la disponibilidad de niveles de aseguramiento mayores (en especial en el sector privado) favorecen la completitud del esquema de vacunación (49).

Aunque estos factores estarían explicando las diferencias de coberturas de vacunación entre los municipios, no necesariamente explican las diferencias entre las mediciones de cobertura hechas por encuesta o por cobertura administrativa en un mismo municipio lo cual constituye el objeto de investigación en este estudio. Con base a la literatura disponible y los modelos teóricos expuestos, se proponen los siguientes factores:

Factores socio-demográficos:

- a) Área y distribución del municipio,
- b) Densidad poblacional del municipio.
- c) Prevalencia de minorías étnicas.
- d) Distribución de regímenes de aseguramiento.
- e) Población desplazada.
- f) Ingresos del municipio según categoría.
- g) Población escolarizada.

Factores del sistema de salud:

- a) Recurso humano en salud y estructura organizacional de los equipos PAI.
- b) Aplicación de la metodología de la encuesta de cobertura.
- c) “Subregistro” del SIVIGILA.

5. METODOLOGÍA

5.1. TIPO DE ESTUDIO

La investigación que se desarrolló es un estudio observacional ecológico de grupos múltiples (municipios colombianos), de tipo analítico puesto que establece asociaciones de forma transversal, ya que tanto las variables dependientes e independientes se documentaron en el mismo momento. En el desarrollo de este trabajo no se consideró la presencia de la falacia ecológica puesto que la información que se obtiene en este nivel de análisis (municipios) no es extrapolable bajo ninguna circunstancia a los individuos. Por otro lado se consideró la presencia potencial de factores de confusión no identificados dado que las covariables a medir obedecen al modelo teórico de cobertura de vacunación y no de un modelo definido para describir la concordancia entre las diferentes formas de realizar la medición. Tampoco se consideró impacto en la validez por cuenta de sesgos de selección puesto que la muestra consistió en todos los municipios que cumplieron los criterios de inclusión.

5.2. POBLACIÓN DE ESTUDIO:

La población de estudio son los municipios colombianos en los que se desarrolló campaña de Intensificación de Vacunación SR 2010 y posterior a ello se realizó encuesta de cobertura usando la metodología descrita para dicha evaluación (13). Para la selección de municipios en este estudio se considerará si:

- (1) realizó encuesta de cobertura de SR 2010,
- (2) existe disponibilidad de información y
- (3) es un municipio que está dentro de la división política administrativa colombiana para el año 2010.

5.3. TAMAÑO DE MUESTRA Y MUESTREO:

El tamaño de la muestra está dado por los municipios que cumplan los criterios de inclusión, de esta manera no se llevó a cabo muestreo de las unidades de análisis.

5.4. VARIABLES:

Para este estudio se consideró como variable dependiente la concordancia encontrada entre las coberturas de vacunación; al tener en cuenta que las coberturas útiles de vacunación están definidas en 95%, se consideró 5% como una diferencia con significancia administrativa. De esta manera, los resultados de las coberturas administrativas que distaron menos de 5 puntos porcentuales por encima o por debajo fueron considerados concordantes, mientras que las diferencias mayores fueron clasificadas como subestimación o sobreestimación utilizando como referencia el resultado de encuesta de cobertura. Por último, se unificaron las categorías de subestimación y sobreestimación para desarrollar el plan de análisis uniendo la discordancia. Para realizar un análisis complementario se propuso realizar la comparación de las

coberturas administrativas ajustadas según cohortes vacunales, pero no se obtuvo acceso a esta información.

Variables dependientes:

Tabla 1. Descripción de variables dependientes.

Variables	Definición	Tipo de variable	Nivel de medición y naturaleza	Valores posibles	Fuente
Concordancia entre coberturas					
Concordancia entre cobertura administrativa población DANE y Encuesta de cobertura	Diferencia entre la encuesta de cobertura y la CA no mayor a 5%.	Cualitativa	Nominal. Dicotómica.	1 Concordante 0 Discordante (Diferencia +/- 5%)	Consolidado de encuesta de cobertura-Equipo PAI Departamental.
Cobertura de vacunación de SR en 2010 por encuesta de cobertura	Proporción de niños encontrados vacunados en la encuesta de cobertura.	Cuantitativa	Razón - Continua	0,000 a 1,000	Encuestas de evaluación para intensificación SR 2010.
Cobertura administrativa por proyección de población	Proporción de dosis de SR administradas en niños de uno a ocho años sobre la proyección de población de esta edad según DANE.	Cuantitativa	Razón - Continua	0,000 a 1,000	Equipo PAI Departamental

De acuerdo al marco teórico expuesto, las variables independientes a considerar son:

Tabla 2. Descripción de variables independientes.

Variable	Definición	Tipo de variable	Nivel de medición y naturaleza	Valores posibles	Fuente
Factores geográficos /demográficos					
Área del municipio	Área geográficamente definida para cada municipio	Cuantitativa	Razón - Continua	0 a (n) Km ²	Federación colombiana de municipios
Población del municipio	Número de Habitantes según población total proyectada a 2010 por el DANE	Cuantitativa	Razón - Continua	Número de habitantes (2010)	DANE.
Minorías étnicas	Número de Afrodescendientes según población total proyectada a 2010 por el DANE	Cuantitativa	Razón - Continua	0 a n	DANE.
	Número de Indígenas según población total proyectada a 2010 por el DANE	Cuantitativa	Razón - Continua	0 a n	DANE.
Población de cabecera municipal	Número de población en cabecera según proyección	Cuantitativa	Razón - Continua	0 a n	DANE.

	a 2010 DANE				
Factores socioeconómicos:	Definición	Tipo de variable	Nivel de medición y naturaleza	Valores posibles	Fuente
Población asegurada	Proporción de población en régimen contributivo a 2010.	Cuantitativa	Razón - Continua	0, 000 a 1,000	Oficina de Planeación departamental
	Proporción de población en régimen subsidiado a 2010.	Cuantitativa	Razón - Continua	0, 000 a 1,000	Oficina de Planeación departamental
Población desplazada.	Personas desplazadas en 2010 según sitio de declaración.	Cuantitativa	Razón - Continua	0 a n	Acción social (58)
	Personas desplazadas en 2010 según sitio de expulsión.	Cuantitativa	Razón - Continua	0 a n	Acción social
Categoría del municipio (categoría).	Categoría sobre la que ha sido clasificado el municipio en términos de recursos girados.	Categórica	Ordinal	1 a 6	Oficina de Planeación departamental (59)
Población escolarizada.	Cobertura Neta "transición": Población escolarizada transición/población objeto	Cuantitativa	Razón - Continua	0, 000 a 1,000	Secretaría departamental de educación
	Cobertura Neta "primaria": Población escolarizada primaria/población objeto	Cuantitativa	Razón - Continua	0, 000 a 1,000	
Factores del sistema de salud	Definición	Tipo de variable	Nivel de medición y naturaleza	Valores posibles	Fuente
Subregistro del SIVIGILA.	Silencio epidemiológico	Cuantitativa	Razón - Continua	0,000 a 1,000	Sistema de vigilancia epidemiológica SIVIGILA
Recurso humano en salud.	Medico	Cuantitativa	Razón - Continua	0 a n	Encuesta a cada equipo municipal
	Enfermera	Cuantitativa	Razón - Continua	0 a n	
	Promotores o Técnicos	Cuantitativa	Razón - Continua	0 a n	
Organización PAI municipal. Metodología de encuesta de cobertura.	Presencia de plan estratégico del equipo de vacunación	Dicotómica	Nominal. Dicotómica.	1 Si 0 No	Encuesta y acta de realización de la encuesta de cobertura
	Cumplimiento de metodología propuesta en Lineamientos técnicos para la realización de la encuesta	Dicotómica	Nominal. Dicotómica.	1 Si 0 No	

Las variables relacionadas con las minorías étnicas y categorías municipales según Ley 716 del año 2000, así como relacionadas con la estructura y dinámica de los equipos de trabajo y el cumplimiento de la

metodología para la encuesta de cobertura no fue posible obtenerlas como se explica más adelante y por lo tanto no se incluyeron en el análisis estadístico.

5.5. RECOLECCIÓN DE DATOS:

La principal fuente de información la constituyó la coordinación nacional del Plan Ampliado de Inmunizaciones del Ministerio de Salud y Protección Social de la República de Colombia, quienes administran de forma directa la información de la Encuesta de Cobertura de la Intensificación nacional de vacunación contra Sarampión-Rubeola realizada en 2010. Los datos de cada municipio relacionados con población por edades simples y población según área fueron obtenidos por la página web del Departamento Nacional de Estadísticas (DANE) (57). La información geográfica se obtuvo a través de los gobiernos municipales; esta información está consolidada en la página de la Federación Colombiana de Municipios. No se encontró información sobre datos nacionales de minorías étnicas por lo que esta variable se excluyó del análisis estadístico.

Los datos relacionados con la distribución del aseguramiento en salud de cada municipio se obtuvieron de la página del Ministerio de Salud y la Protección Social. Los datos sobre población desplazada durante el 2010 según municipio de declaración y expulsión, se tomó por la página web (58) del programa Acción Social de la presidencia de la República. La información de educación fue obtenida por solicitud directa al Ministerio de Educación Nacional. No se tuvo acceso a información sobre la clasificación de los municipios estipulada en la Ley 617 de 2000 (59).

Se diseñó un instrumento para la recolección de información de los equipos de inmunizaciones conformados en el 2010, sin embargo el cambio de administraciones municipales conllevó a cambios en la confirmación de estos equipos a partir del segundo semestre del 2012 por lo que se esperaban respuestas poco válidas y por lo tanto se decidió excluir esta información del análisis estadístico.

5.6. MANEJO Y CONTROL DE CALIDAD DE LOS DATOS:

En la medida en que se realizó el acopio de la información, se trasladaron los datos desde los archivos obtenidos de Excel hacia bases de datos en STATA (ver 10.1). Se verificó la concordancia de los registros exportados con los registros originales corrigiendo las incongruencias encontradas.

5.7. ANÁLISIS ESTADÍSTICO:

En el análisis exploratorio, se describen cada una de las variables independientes obtenidas, en el caso de las variables categóricas (dicotómicas o politómicas) sus proporciones, y en el caso de variables cuantitativas continuas se describen medias y desviación estándar o medianas y rangos intercuartílicos según si sus valores se ajustan a la distribución normal o no. Se realizó identificación de outliers para las variables dependientes utilizando como límite aquellos valores con 3 DE; estos valores fueron eliminados para los análisis siguientes (63, 64). En el modelo múltiple se realiza identificación de outliers en las variables independientes con valores extremos evidentes.

Se estimaron las diferencias entre los métodos de medición de coberturas de vacunación usando el gráfico de Bland --Altman previa verificación del supuesto de normalidad (50). Se utilizó la prueba de Shapiro-Wilks y las pruebas de curtosis y asimetría para definir el ajuste a la distribución normal de cada una de las mediciones y sus diferencias (51). La diferencia a evaluar se expreso (Diferencia = Encuesta de cobertura - Cobertura administrativa). No se obtuvo información que permitiera estimar la diferencia entre encuesta de cobertura y cobertura administrativa por cohortes vacunales.

Se realizó un análisis bivariado considerando como variable dependiente la presencia de concordancia (acuerdo de $\pm 5\%$) o su ausencia (sobre o subestima). Para las variables cuantitativas se realizó, según su ajuste a la distribución normal, la prueba t de Student o la prueba U de Mann Whitney (51).

Para realizar el análisis multivariado se utilizó la regresión logística que consideró como variable dependiente la presencia o no de concordancia. Previo al modelo múltiple, para evaluar la presencia de colinealidad se empleó el coeficiente de correlación de Spearman entre las variables independientes y la variable dependiente, de esta forma se optó por transformar la variable cuando el coeficiente fue mayor a 0,5 y se requería incluir en el modelo, dada su significancia; en caso de no corregir la colinealidad, se decidió el retiro definitivo de estas variables (52,53).

El modelo se construyó con las variables que presentaron valores de $p < 0,25$ en el análisis univariado y aquellas consideradas importantes confusores potenciales, al menos en teoría. Se utilizó la estrategia paso a paso "hacia atrás" (o backward), que al sustraer cada variable, realizando el test de razón verosimilitud (LR test) para definir si la inclusión de esta variable en el modelo ofrecía un mejor ajuste en cada paso. En el diagnóstico de la regresión se utilizó la prueba de bondad de ajuste de Hosmer y Lemeshow (52,53). Y curvas ROC para la sensibilidad y especificidad del modelo. Las variables con mayor asociación se agrupan en categorías por rangos para facilitar la interpretabilidad de la magnitud de asociación.

6. CONSIDERACIONES ÉTICAS.

En virtud de lo consignado en la Declaración de Helsinki y la Resolución No.008430 del Ministerio de Salud de Colombia, se tuvieron las siguientes consideraciones para los aspectos éticos de esta investigación:

Se trata de un estudio ecológico de corte transversal que analiza variables (dependientes e independientes) que se obtuvieron de bases de datos previamente recogidas de diversas fuentes. Se hizo acopio de esta información exclusivamente para esta investigación y no tiene otros fines diferentes a los aquí planteados. No se incluyó la participación de individuos como sujetos de estudio.

Los “sujetos” de estudio corresponden a municipios colombianos que cumplieron los criterios de inclusión arriba mencionados, por lo que no consideran riesgos para la salud humana en la realización de este trabajo. Para el estudio no se requirió identificar los sujetos que fueron encuestados por lo cual no se tiene riesgo de afectar la confidencialidad de la información.

La fuente primaria de información fue el Ministerio de Salud y la Protección Social de Colombia quien autorizó el acceso a las bases de datos. Esta autorización se obtuvo a través de carta firmada por la referente nacional de la dirección de epidemiología y demografía del Ministerio de Salud y la Protección social.

De acuerdo con la clasificación de la Resolución No. 008430 del Ministerio de Salud de Colombia, y el comité de ética institucional se considera que esta es una investigación de riesgo igual al mínimo, es decir, sin riesgo para seres humanos. El estudio fue aprobado por el Comité de Ética de Revisión de Investigación en Humanos de la Universidad del Valle.

7. RESULTADOS

7.1. CONCORDANCIA ENTRE COBERTURA ADMINISTRATIVA Y ENCUESTA DE COBERTURA

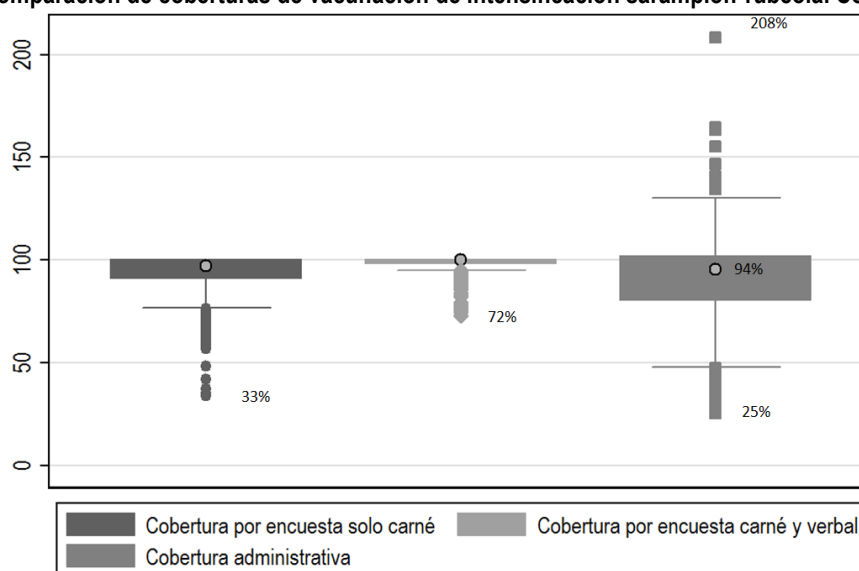
Se obtuvo información de coberturas administrativas de la totalidad de municipios (N=1102) que conformaron Colombia en el año 2010 según el DANE, de estos se obtuvo información de las encuestas de cobertura de 1096 (97,68%) de ellos. Los municipios que no reportaron resultados de la encuesta de cobertura están en la tabla 3. Se obtuvo además información de 9 corregimientos departamentales de Amazonas, 3 de Vaupés y 8 de Guainía que no se incluyeron en el análisis (Anexo 1).

Tabla 3. Municipios sin información de encuesta de cobertura para intensificación sarampión rubeola 2010.

Código DANE	Departamento	Municipio	Cobertura administrativa
19418	Cauca	López de Micay	66,31%
19821	Cauca	Toribío	73,54%
25086	Cundinamarca	Beltrán	60,91%
25653	Cundinamarca	San Cayetano	89,28%
27242	Chocó	El Carmen de Atrato	39,23%
70771	Sucre	Sucre	101,09%

La mediana de cobertura administrativa fue de 95,41% (RI 80,37% a 101,95%) mientras que por encuesta de cobertura fue de 100% (RI 98,09% a 100%). Los datos tuvieron una amplia variación principalmente en las coberturas administrativas con un rango de 25% hasta 208%; por su parte la encuesta de cobertura tuvo un resultado que varió de 72,9% hasta el 100% cuando se registran niños con carné y reporte verbal de vacunación. Es de anotar que cuando se registran solo los niños vacunados que presentan el carné, las coberturas van desde 33% hasta 100% (Figura 1).

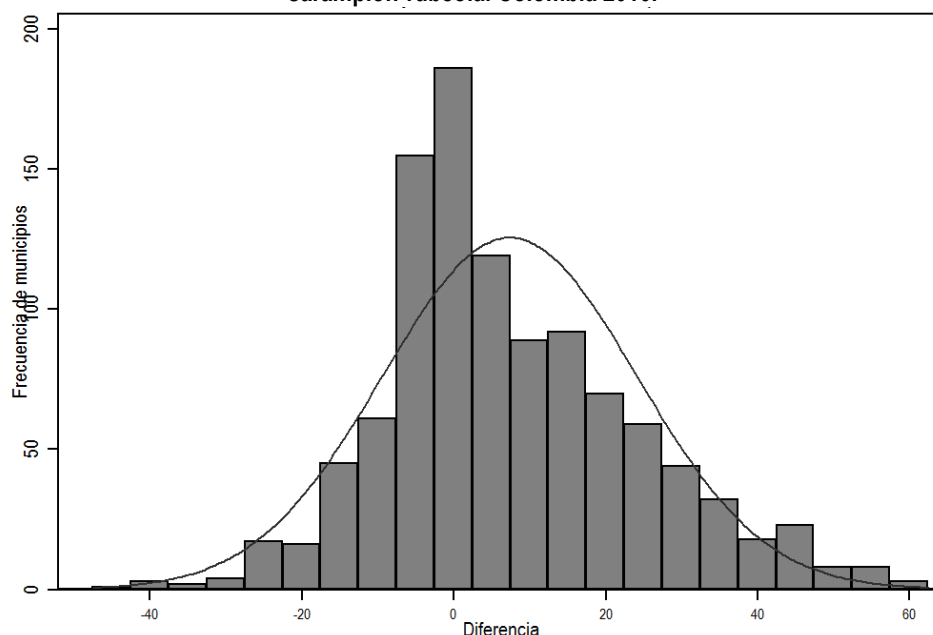
Figura 1 . Comparación de coberturas de vacunación de intensificación sarampión-rubeola. Colombia 2010.



El valor máximo correspondió al municipio de Altamira en el departamento del Huila, los municipios de Tuchín en Córdoba (164%), mientras los 5 municipios con menores coberturas de vacunación por encuesta son Magangué en Bolívar (72,9%), Santa Rosalía en Vichada (74,7%), Ciénaga de Oro en Córdoba (75,4%), Albán en Cundinamarca (76,7%) y Carurú en Vaupés (77,1%). Los municipios que reportaron valores de coberturas por encima y por debajo de 3 desviaciones estándar se identificaron como outliers y se anexan en listado con los valores extremos; estos 41 municipios se excluyen en los análisis siguientes (Anexo 2).

Una vez retirados los valores extremos, la diferencia de cobertura de vacunación en los municipios entre encuesta de cobertura y cobertura administrativa varió desde -47,53 hasta +59,96 puntos porcentuales, con una mediana de 3,88 (RI -3,66 a 17,63) puntos porcentuales. Al graficar estas diferencias se observó una forma acampanada aunque la prueba de Shapiro-Wilks rechaza la hipótesis nula de igualdad a la distribución normal ($p < 0,001$). (Figura 2).

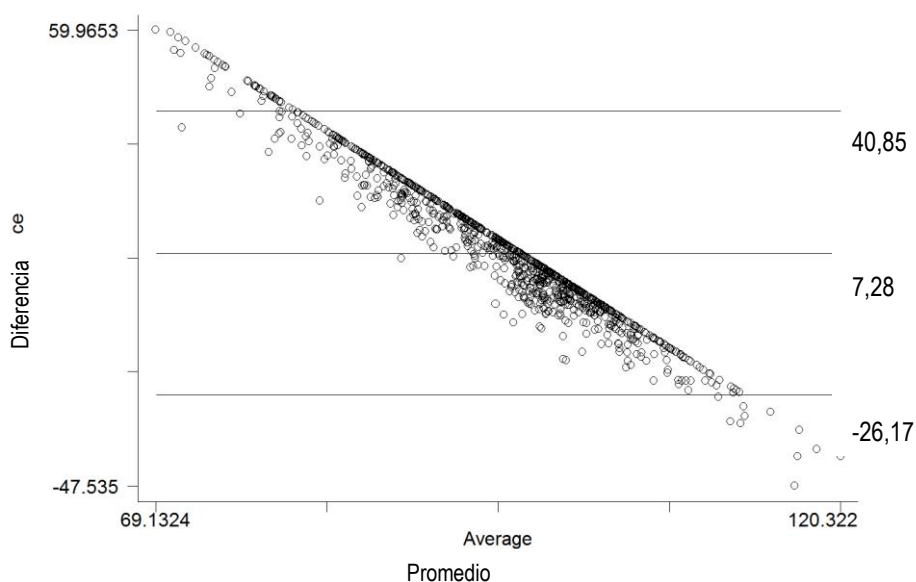
Figura 2. Distribución de las diferencias entre Cobertura administrativa y Encuesta de cobertura en intensificación sarampión-rubeola. Colombia 2010.



Según el análisis gráfico de Bland-Altman, se aprecia que en la medida que el promedio entre las dos mediciones aumenta (mayor cobertura de vacunación) la diferencia tiende a ser negativa, es decir, que la cobertura administrativa es mayor que la cobertura medida por encuesta, por otro lado en la medida que el promedio de las mediciones disminuye, la encuesta de cobertura tiende a ser mayor que la cobertura administrativa. Los límites de acuerdo estimados entre diferencias van desde -26,17 hasta 40,85; el promedio de la diferencia es 7,33 (IC95% 6,32 – 8,35) y tiene un rango entre 69,13 y 120,32.

No se encontró ajuste a la distribución normal con la distribución de las coberturas y la diferencia estimada, por lo que se realizó la transformación logarítmica de las mediciones, sin embargo esto no corrigió el problema de ajuste. Tampoco pudo ser corregido por transformación exponencial.

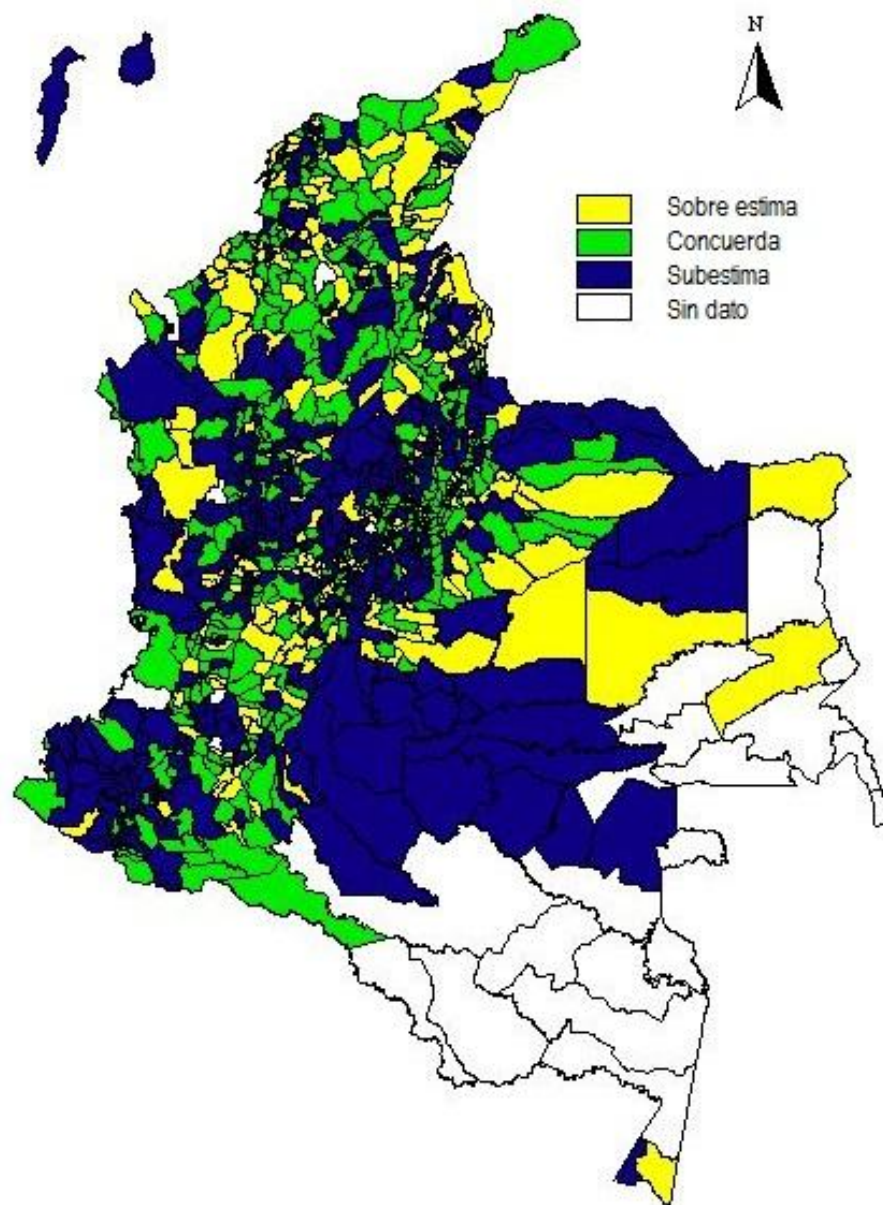
Figura 3. Análisis de Bland Altman para la cobertura de vacunación administrativa y encuesta de cobertura. Intensificación sarampión-rubeola. Colombia. 2010.



De los 1055 municipios con coberturas con valores considerados válidos se encontraron 348 municipios (32,99%) concordantes con diferencias hasta de $\pm 5\%$, mientras 494 municipios (46,82%) tenían cobertura administrativa que subestima la encuesta de cobertura y 213 de municipios (20,19%) donde la cobertura administrativa estuvo por encima de lo estimado en la encuesta de cobertura.

En la figura 4 se encuentra el mapa con los municipios que fueron concordantes y aquellos municipios que sub y sobre estimaron las coberturas de vacunación. Se aprecia una concentración de municipios en la que la CA subestima la EC en el centro sur del país y hacia los departamentos de Arauca y Vichada. Mientras los municipios considerados concordantes tienen una distribución homogénea entre la región andina, la región Caribe y la zona norte de los llanos orientales. Los espacios en blanco se refieren a los municipios que no realizaron encuesta de cobertura o aquellos establecidos como corregimientos departamentales.

Figura 4. Comportamiento de la cobertura administrativa con relación a la encuesta de cobertura para sarampión rubeola en los municipios colombianos 2010.



7.2. FACTORES ASOCIADOS A LA CONCORDANCIA ENTRE MEDIDAS DE COBERTURA

Los municipios incluidos en el análisis (N=1096) tuvieron un rango amplio en el total de población entre 1.004 (Busbanzá departamento de Boyacá) y 7.363.782 habitantes (Bogotá), en la proporción de población en cabecera desde el 1,71% (Chiquiza municipio de Boyacá) hasta 99,87% (Soledad en el departamento de Atlántico). Se encontró que los municipios con menor área corresponden a Sabaneta (15 km²) e Itagüí (17 km²) en Antioquia, San Andrés (24 km²) y Providencia (20 km²) y Palmar en Santander

(20 km²). De otro lado los de mayores áreas registradas fueron Cumaribo en Vichada (65.674 km²) y Solano en Caquetá (41.653 km²). En cuanto a la densidad poblacional, se evidenció que los municipios de Taraira (0,15 habs/km²) y Cururú (0,47 habs/km²) en Vaupés, Cumaribo en Vichada (0,49 habs/km²), Solano en Caquetá (0,51 habs/km²) y Calamar en Guaviare (0,62 habs/km²) registran las más bajas concentraciones de habitantes en el país. Los municipios más concentrados o con mayor densidad fueron Itagüí (14.832 habs/km²) en Antioquía, Soledad (7.994,65 habs/km²) y Barranquilla (7.147,06 habs/km²) del departamento de Atlántico, Medellín (6.054,39 habs/km²) y Bogotá (4.588,02 habs/km²).

Los municipios con menores coberturas educativas netas de transición fueron Providencia (8,48%) y Los Andes (10,96%) en Nariño, Soplaviento en Bolívar (12,19%), Santa Bárbara (12,39%) en Nariño y Rio Viejo en Bolívar con 12,84%. Por su parte los municipios con menores coberturas educativas netas para primaria fueron Rio Viejo en Bolívar (27,26%), Santa Cruz (27,94%) y Providencia (29,55%) en Nariño, Ráquira (34,14%) en Boyacá y Los Andes (34,75%) en Nariño.

Tabla 4. Características de los municipios (sin eliminación de outliers).

Variable	N	Mediana	RI	Rango (min a máx.)
Población total (habitantes)	1096	13.192,5	7.117,5 a 25.597,5	1.004 a 7.363.782
Área (km ²)	1092	277,5	131,5 a 670	15 a 65.674
Densidad (habitantes/km ² .)	1092	44,43	21,86 a 89,81	0,15 a 14.832,35
Porcentaje de desplazamiento (Declarados)	908	0,31%	0,12% a 0,87%	0,004% a 46,95%
Porcentaje de desplazamiento (Expulsados)	743	0,16%	0,05 % a 0,54%	0,001% a 13,04%
Cobertura régimen Contributivo	1092	66,18%	24% a 220,53%	0,29% a 2494%
Cobertura régimen Subsidiado	1096	91,01%	82,08% a 99,31%	37,88% a 100%
Cobertura neta de transición	1093	59,41%	48,02% a 70,87%	8,48% a 139,13%
Cobertura neta de primaria	1093	88,54%	78,81% a 97,7%	27,26% a 229,35%
Cobertura de tenencia de carné.	1096	96,2%	85,81% a 100%	0% a 100%

En relación al aseguramiento, los municipios que reportaron menor cobertura para el régimen subsidiado fueron Madrid (37,88%), El Rosal (39,53%), Tocancipá (40,02%), Gachancipá (40,35%), Facatativá (43,33%), Cota (45,93%), Chía (47,47%), Mosquera (47,5%), Funza (47,87%) y Zipacón (49,91%), todos del departamento de Cundinamarca. De otra parte, en el régimen contributivo se encontró que los municipios de Taraira en Vaupés (0,29%), Medio Atrato en Chocó (0,31%), Nueva Granada en el Magdalena (0,65%), Quipamá en Boyacá (0,693%) y Providencia en Nariño (0,696%) presentaron las coberturas más bajas en el país. En contraste, el municipio con mayor cobertura del régimen contributivo fue Agua de Dios con 2.494%. Este valor luego fue retirado del análisis así como otros valores identificados. La descripción detallada de las variables independientes se encuentra en la tabla 4.

Se retiraron 13 municipios con valores de cobertura neta de primaria menores de 30% y mayores 142%; en 5 de estos municipios se documentó sobre estimación en las CA de vacunación, en otros 5 municipios se presentó subestimación y en 3 municipios se encontró concordancia entre las mediciones. También se retiraron 16 municipios con valores de cobertura de régimen contributivo por encima de 800% (equivalentes a +3DE). Al retirar estos valores extremos, se apreció que el porcentaje de población desplazada, la cobertura neta de transición y primaria presentaron diferencias estadísticamente significativas entre las medianas según la categoría de acuerdo (Tabla 5). En todas las variables, las medianas son mayores en el grupo de municipios concordantes.

Tabla 5. Factores asociados a la concordancia entre medidas de las coberturas según la concordancia para intensificación sarampión rubeola, 2010.

Característica	Concordante N=348	Discordante N=707	Valor p (*)
Mediana (RIQ) de la población total	14.007 (7.718 - 28.718,5)	12.727 (6.903 - 24.231)	0,10
Mediana (RIQ) del porcentaje de población de cabecera	41,52% (24,94% - 60,61%)	38,46% (23,45% - 58,29%)	0,25
Mediana (RIQ) del área municipal (Km ²)	285 (149,5 - 736)	264 (127 - 608) (N=704)	0,22
Mediana (RIQ) Densidad poblacional (habitantes/ Km ²)	33,16 habs/Km ² (0,02 - 71,52) (N=308)	29,03 habs/Km ² (0,01 - 79,01) (N=621)	0,79
Mediana (RIQ) del porcentaje de población desplazada (Declarados)	0,41% (0,13% - 1%) (N=281)	0,29% (0,12% - 0,82%) (N=592)	0,02
Mediana (RIQ) del porcentaje de población desplazada (Expulsados)	0,16% (0,05% - 0,54%) (N=233)	0,16% (0,05% - 0,54%) (N=478)	0,72
Mediana (RIQ) de la cobertura régimen Contributivo	75,81% (26,97% - 237,23%)	60% (22,96% - 200,37%) (N=696)	0,08
Mediana (RIQ) de la cobertura régimen Subsidiado	91,80% (82,55% - 98,87%)	90,79% (81,97% - 99,72%)	0,79
Mediana (RIQ) de la cobertura neta de transición	64,22% (53,7% - 75,05%)	57,34% (46,36% - 68,08%) (N=705)	<0,001
Mediana (RIQ) de la cobertura neta de primaria	93,88% (88,48% - 103,43%)	86,31% (76% - 95,35%) (N=705)	<0,001
Mediana (RIQ) de la cobertura de tenencia de carné.	96,63% (86,75% - 100%)	96,19% (86,11% - 100%)	0,45

(*) U de Mann Whitney.

Al evaluar la colinealidad se encontró una fuerte correlación entre la cobertura neta de transición y primaria que persistió a pesar de la transformación de la cobertura neta de transición por lo que se tomó la decisión de dejar en el modelo múltiple la cobertura neta de primaria y no la de transición.

Al analizar la asociación entre las variables que resultaron significativas con la concordancia de ambas metodologías a través del modelo de regresión logística se encontró una asociación significativa entre la cobertura neta de primaria y la concordancia (OR 29,7 IC95% 12,07 - 73,08). La bondad de ajuste del modelo tuvo un valor de p=0,5. La descripción de la modelación de variables se describe en la tabla 6.

Tabla 6. Modelación de los factores asociados a la concordancia entre medidas de las coberturas según la concordancia para intensificación sarampión rubeola a través de regresión logística.

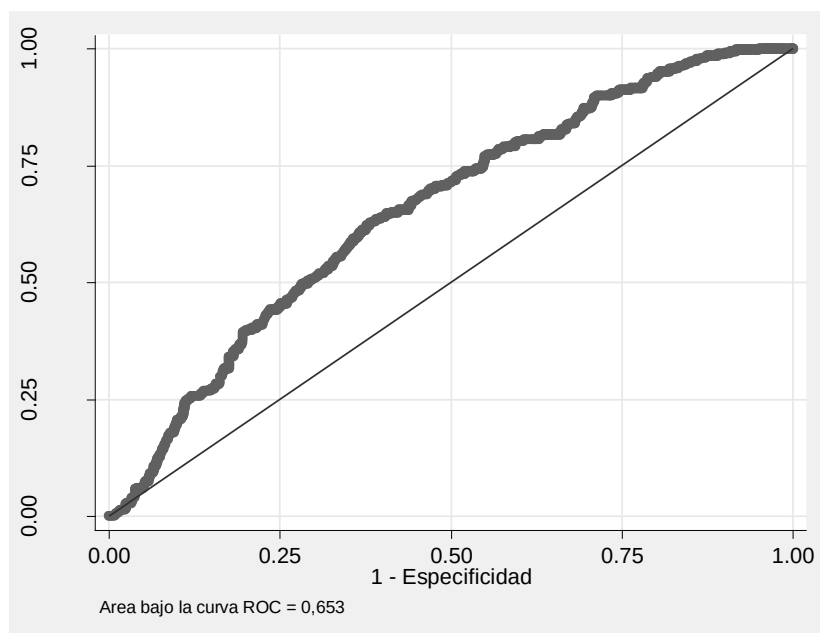
Modelo	Variables	Valor de p (LR test)
A (básico)	Población total Porcentaje de población en cabecera Porcentaje de desplazados según declaración Cobertura de régimen contributivo. Cobertura neta de primaria. Cobertura de tenencia de carné Densidad poblacional	
B	Modelo A sin Densidad poblacional	0,159
C	Modelo B sin Cobertura de tenencia de carné	0,143
D	Modelo C sin Población total	0,501
E	Modelo D sin Porcentaje de población en cabecera	0,851
F	Modelo E sin Porcentaje de desplazados según declaración	0,314
G	Modelo F sin Cobertura neta de primaria.	<0,001
H	Modelo G sin Cobertura de régimen contributivo	0,388

Al categorizar la cobertura neta de primaria (menor de 60%, de 60% a 99%, y mayor a 100%), se encontraron ORs que muestran que se presenta una tendencia a mayor asociación a medida que aumenta la cobertura neta de primaria (Tabla 7).

Tabla 7. Estimación de OR de concordancia entre las categorías de la Cobertura Neta de Primaria.

Cobertura neta de primaria	OR	IC 95%	valor de p
0% – 59%	1		
60% - 99%	18,56	2,54 – 135,63	0,004
100% -142%.	37,57	5,08 – 277,92	< 0,001

Figura 5. Curva ROC para la relación entre cobertura neta de primaria y la concordancia entre metodologías de coberturas de vacunación. Intensificación SR Colombia. 2010.



Se construyó una curva ROC que muestra un área bajo la curva aceptable con un valor de 0,653 (Figura 4). Por último, se estimaron diferentes valores de sensibilidad y especificidad según puntos de corte de la cobertura neta de primaria en intervalos aproximados de 10 puntos porcentuales (tabla 7).

Tabla 8. Estimación de sensibilidad y especificidad para diferentes puntos de cobertura neta de primaria con respecto a la concordancia de coberturas de vacunación de intensificación SR, 2010.

Cobertura neta de primaria	Sensibilidad	Especificidad	Porcentaje de clasificación correcta
≥ 40,76%	100%	0,72%	33,4%
≥ 49,83%	100%	2,43%	34,55%
≥ 60%	99,71%	6,01%	36,85%
≥ 70,1%	95,92%	16,74%	42,8%
≥ 80%	83,67%	32,9%	49,62%
≥ 90,02%	62,1%	62,09%	62,09%
≥ 100%	29,74%	83,69%	65,93%
≥ 110,04%	11,69%	93,13%	66,31%
≥ 120,17%	2,62%	97,57%	66,31%
≥ 130,16	0,58%	98,86%	66,51%
≥ 139,29	0%	99,71%	66,89%

8. DISCUSIÓN

8.1. HALLAZGOS PRINCIPALES

La vacunación es una de las intervenciones más eficaces en salud pública por lo que la evaluación de coberturas se convierte en un punto crítico a la hora de garantizar el impacto en la salud de los individuos como en el caso del sarampión y la rubeola (9, 12, 24). Por su parte, en Colombia existe disponibilidad de realizar seguimiento a las coberturas de vacunación a través de las coberturas administrativas y la encuesta de cobertura. La realización de este trabajo de investigación permitió validar los resultados de coberturas de vacunación en las campañas intensificadas según la información administrativa generada en municipios y departamentos de Colombia.

El presente estudio ecológico evaluó la concordancia entre estas dos metodologías explorando los factores que en el nivel municipal se asocian a una mayor concordancia de los resultados. El principal hallazgo de este trabajo de investigación tiene que ver con la asociación encontrada entre la concordancia entre ambas metodologías con la cobertura neta de educación en primaria. En contraste, con estudios previos no se documentó una asociación significativa con la densidad poblacional (7, 37). La organización de los equipos de inmunización locales es otro de los factores asociados que fue documentado previamente (7, 37) pero no fue medido en este estudio.

La asociación entre la concordancia de las coberturas de vacunación con la cobertura neta de primaria, podría ser explicada por el hecho que la población objetivo de la vacunación se encuentra cautiva en escuelas, lo cual facilita la labor de administrar los biológicos a la población y de esta manera estar asociadas a seguimiento a través de coberturas administrativas más cerca de lo real. Así mismo, el hecho que tanto las coberturas administrativas como las educativas utilizan el mismo denominador hace que estas dos medidas tiendan a estar correlacionadas (coeficiente de correlación de Pearson de 0.51). Este estudio incluye las coberturas de vacunación de población entre 14 meses y 8 años por lo que se esperaría que el análisis de la concordancia en el subgrupo de población de los 5 a los 8 años que hacen parte del denominador de cobertura neta de primaria tenga una mayor fuerza de asociación. Este factor municipal ha sido estudiado a nivel individual como asociado al nivel de cobertura, pero no al acuerdo entre las mediciones (41, 62).

Los municipios con diferencias más altas entre las coberturas fueron Santacruz, Nariño con una subestimación de 74 puntos porcentuales y Altamira, Huila con una sobreestimación de 108 puntos porcentuales; en ambos municipios las coberturas netas de primaria no sobrepasaron el 70%. Ambas coberturas tienen como denominador la población proyectada por el DANE. En los municipios de Colombia esta proyección de población fue elaborada por el DANE con los censos realizados en 1993 y el de 2005 a través de la metodología de Relación de cohortes que tiene como supuestos los siguientes: que los municipios conservan la misma estructura político-administrativa en el periodo intercensal, que las características demográficas municipales son similares a las del departamento al que pertenecen, que los municipios mantengan el mismo índice diferencia de fecundidad (IDF) durante el periodo y por último, que los factores de crecimiento diferencial (K) sean constantes entre áreas menores y la división administrativa mayor (57).

Las diferencias encontradas entre las mediciones de vacunación pueden afectarse tanto como por la sobreestimación como por la subestimación de la población entre el año y los 8 años, sin embargo los valores de coberturas mayores a 100% ponen en evidencia los problemas para la interpretación de estos indicadores. Es llamativo como en el 46% de municipios la cobertura administrativa subestimó la cobertura medida por encuesta lo que sugiere la necesidad de revisar las características demográficas de estos municipios y explorar ajustes en las proyecciones de población.

A pesar de que se observó una mayor proporción de municipios con problemas de subestimación en las coberturas administrativas, puede llegar a ser más preocupante el 20% de municipios donde se consideran coberturas administrativas por encima de lo real, lo que se traduce en una falsa valoración apreciación de coberturas útiles. De estos 213 municipios con sobreestimación, 16 municipios (7.51%) tuvieron coberturas de vacunación $\leq 95\%$ según encuesta de cobertura. Otro factor que puede afectar la sobreestimación administrativa tiene que ver con la revacunación que ocurre como respuesta al cumplimiento de fechas límites en estas campañas intensificadas, de manera que se inflan los numeradores; es necesario explorar la magnitud de la sobreestimación por esta causa en el esquema regular de vacunación. Es de anotar que la falta de concordancia puede darse además por causas relacionadas a la encuesta de cobertura como los problemas de adherencia a los lineamientos de Ministerio de Salud, a las variaciones de la precisión en el tamaño de muestra calculado para cada municipio o a la inclusión en el numerador niños sin carné cuyas madres respondieron las preguntas de verificación (13), en último caso, se esperan diferencias que se inclinan hacia la sobreestimación administrativa.

Para definir los límites de concordancia de ambas metodologías se propuso utilizar el análisis de Bland Altman; sin embargo tanto las coberturas de vacunación según las metodologías disponibles así como la diferencia de estas mediciones no presentaron ajuste a la distribución normal por lo que la interpretación de estas estimaciones de esta aproximación debe realizarse con prudencia dado que esta metodología para evaluar la concordancia supone el comportamiento normal de los datos. Los autores de esta metodología proponen la transformación logarítmica de las variables con una alta probabilidad de lograr el ajuste necesario (50) sin embargo en los datos evaluados en este estudio no se logró tal ajuste aun con esta transformación (excluyendo además los outliers). Tampoco se logró este ajuste al realizar la transformación de los datos al cuadrado. En este análisis se evidenció una tendencia hacia valores negativos de las diferencias ante un mayor promedio de las coberturas (figura 3) lo que se explica en parte por la limitación existente en los resultados máximos del 100% de la encuesta de cobertura que no se presenta en los resultados de la cobertura administrativa, la cual puede ir hasta 208% en este caso, de forma que los promedios de cobertura más altos dependen exclusivamente de valores extremos de cobertura administrativa usualmente por encima de 100% que producen entonces diferencias negativas con relación a la encuesta de cobertura.

En este estudio, las diferencias encontradas entre ambas metodologías, revelan discrepancias hasta de 108 puntos porcentuales; otros autores reportan que hasta el 55,4% de las diferencias entre métodos de la DPT (triple bacteriana) difieren hasta en 20 puntos porcentuales (6). Según estos hallazgos es importante replantear la construcción de coberturas administrativas a partir de denominador poblacional DANE ya que en algunos de los casos se subestima la población objeto o se sobreestima esta población con lo que en el “mejor de los casos” se generan nuevas encuestas y monitoreos innecesarios con las dificultades para el cumplimiento de metas por parte del municipio o en el peor de los casos la falsa tranquilidad de haber cumplido la tarea. A partir de esta situación, se propone replantear el seguimiento a las metas municipales

de vacunación a partir de estas coberturas administrativas basadas en denominadores DANE a través de EC o de la construcción de CA con denominadores como las cohortes vacunales y los datos de nacidos vivos.

8.2. IMPLICACIONES DE LOS RESULTADOS EN SALUD PÚBLICA

Se establecieron límites de acuerdo entre las metodologías de manera que se permita inferir factores asociados a este acuerdo con niveles de confianza conocidos a partir de diferencias menores al +/- 5 puntos porcentuales entre ambas metodologías. Se logró documentar así mismo que la asociación entre coberturas netas de primaria y la probabilidad de acuerdo entre metodologías de cobertura de vacunación, en este orden de ideas, si el resultado de esta información administrativa refleja coberturas útiles, puede no ser necesario el desarrollo de la encuesta de cobertura en terreno (que significa un gasto económico y del talento humano de los municipios que requieren garantizar esta información de coberturas). Por otro lado, las bajas coberturas administrativas en municipios con coberturas netas de primaria altas obligan a la realización de encuesta de cobertura que además permitirá la identificación de clúster de individuos sin recibir vacunación. Es de anotar que tal como sucede con otras coberturas que usan denominadores basados en población DANE, la cobertura neta de primaria presenta también valores extremos de hasta 203%, lo que sugiere un movimiento poblacional aun no cuantificado y de paso refuerza la idea de replantear la construcción de estas coberturas administrativas basadas en denominadores diferentes a estas proyecciones de población.

Según el cálculo de la sensibilidad y especificidad de las coberturas netas de primaria se puede calcular que con una cobertura educativa en este grupo de 100% o más, puede presentar cerca de 70% de falsos negativos, es decir que a pesar de cumplir con la cobertura educativa requerida, no presenta acuerdo menor al 5% entre metodologías, pero aquellos casos con coberturas más bajas reportan una especificidad del 83%. Si se pretende definir los casos en los que poder omitir el desarrollo de encuesta de cobertura, se recomendaría utilizar coberturas netas para primaria por encima de 120% de acuerdo a su especificidad (Sensibilidad 3,97% - Especificidad 96,89%), por otro lado, si se busca definir en cual municipio se requiere realizar la encuesta de cobertura se recomienda utilizar coberturas iguales o mayores de 70% (Sensibilidad 96,03% - Especificidad 17,7%). Es importante lograr validar estos puntos de corte para mejorar el desempeño de este modelo e identificar municipios concordantes y discordantes.

8.3. LIMITACIONES Y FORTALEZAS

La principal limitación de este estudio la poca disponibilidad de información que abarque aspectos locales de forma centralizada que puedan ser factores asociados a las concordancias. Es muy posible que existan otros factores no evaluados aquí, que estén asociados al acuerdo de las coberturas en los municipios; se destaca por ejemplo, la disponibilidad insuficiente de información sobre minorías étnicas en el país. Otra dificultad en la recolección de información tuvo que ver con lo relacionado con el cambio de los equipos de vacunación municipales lo que limitó la inclusión de variables relacionadas con su funcionamiento al modelo. Se sugieren análisis de la concordancia entre metodologías de medición de cobertura de forma concurrentes incluyendo las variables propuestas sobre el funcionamiento de los equipos locales. Una

limitación del análisis es no haber definido factores asociados a la sobreestimación, dado que esta situación puede ser la condición menos deseable en los municipios.

Se encuentra que los datos obtenidos en algunas variables presentan valores extremos que sobrepasan la lógica, en el caso de las coberturas estimadas del régimen contributivo se registraron coberturas de afiliación mayores a 2.000%; esto pone de manifiesto la necesidad de realizar una revisión exhaustiva de estos datos desde su origen. Se considera la posibilidad de que haya una agregación de las concordancias según los departamentos que no se exploró, de requerirse se sugieren análisis estadísticos que consideren la jerarquía en la estructura de los datos.

La principal fortaleza de este trabajo de investigación lo constituye la prioridad que tiene la eliminación del sarampión y la rubéola en los países de las Américas y que basan el seguimiento a través de la evaluación de coberturas de vacunación. Se resalta además que la disponibilidad de información sobre coberturas de vacunación de prácticamente todos los municipios del país.

Una de las fortalezas de este trabajo de investigación radica en el análisis a través de regresión logística evaluando la concordancia de forma dicotómica con lo que se aumentó la potencia para encontrar los factores asociados. Se destaca además como una fortaleza de esta investigación que se haya investigado el cumplimiento de los sesgos y supuestos para el uso adecuado del método Bland Altman.

9. ESTUDIOS FUTUROS

Se espera poder desarrollar este tipo de análisis a partir de las mediciones de las coberturas de vacunación de esquema regular, además incluyendo otras variables que no fueron incluidas en este trabajo como la conformación de equipos de vacunación municipal, la presencia de minorías étnicas y la categoría administrativa de los municipios. Es importante también poder explorar los factores municipales que pueden estar relacionados con la sobre o la subestimación de los datos administrativos de los municipios en particular.

Se requiere validar los puntos de corte de las coberturas netas de primaria a través de las campañas regulares de vacunación o nuevas campañas intensificadas. Estos métodos también pueden ser validados en otros países latinoamericanos y del resto del mundo que intentan eliminar la transmisión endémica del sarampión y la rubeola a través del seguimiento de coberturas administrativas.

10. CONCLUSIÓN

De los municipios evaluados a través de este estudio el 32,2% tuvieron una diferencia no mayor al 5% en las estimaciones de cobertura de vacuna SR 2010 según dos diferentes metodologías (CA con proyección población DANE y Encuesta de Cobertura).

La cobertura neta de primaria es la única variable de municipio que tuvo asociación (OR 19,2 IC95% 8,63 a 42,7) con el acuerdo entre ambas mediciones de cobertura de vacunación. Los resultados sugieren que a menor cobertura neta de primaria los estimados de coberturas de vacunación de SR por la CA y la EC serán diferentes y en este caso se indicaría la realización siempre de EC. Por el contrario en los municipios con coberturas netas de primaria relativamente altas el acuerdo entre las dos metodologías es más probable y por lo tanto se podría confiar en que el valor obtenido de la CA es un reflejo cercano del la EC.

Se requieren estudios adicionales para identificar otros factores asociados con una concordancia entre la CA y la EC.

11. BIBLIOGRAFÍA

1. UN. Goal 4: Reduce child mortality. En: the millennium development goals report 2010. We can end poverty 2015. New York: United Nations; 2010.
2. The measles epidemic. The problems, barriers, and recommendations. The National Vaccine Advisory Committee. JAMA. 1991;266(11):1547-52. Epub 1991/09/18.
3. Izurieta H, Venczel L, Dietz V, Tambini G, Barrezueta O, Carrasco P, et al. Monitoring measles eradication in the region of the Americas: critical activities and tools. J Infect Dis. United States 2003. p. S133-9.
4. Dietz V, Venczel L, Izurieta H, Stroh G, Zell ER, Monterroso E, et al. Assessing and monitoring vaccination coverage levels: lessons from the Americas. Rev Panam Salud Pública. 2004;16(6):432-42.
5. Guérin N. Assessing immunization coverage: how and why? Vaccine. 1998;16 Suppl:S81-3.
6. Murray CJ, Shengelia B, Gupta N, Moussavi S, Tandon A, Thieren M. Validity of reported vaccination coverage in 45 countries. Lancet. 2003;362(9389):1022-7.
7. Haddad S, Bicaba A, Feletto M, Fournier P, Zunzunegui MV. Heterogeneity in the validity of administrative-based estimates of immunization coverage across health districts in Burkina Faso: implications for measurement, monitoring and planning. Health Policy Plan. 2010;25(5):393-405.
8. CDC. Changes in measurement of Haemophilus influenzae serotype b (Hib) vaccination coverage - -- National Immunization Survey, United States, 2009. MMWR Morb Mortal Wkly Rep. United States: Center of disease control and prevention; 2010. p. 1069-72.
9. Smith PJ, Hoaglin DC, Battaglia MP, Khare M, Barker LE. Statistical methodology of the National Immunization Survey, 1994-2002. Vital Health Stat 2. 2005(138):1-55. Epub 2005/03/26.
10. (CDC). Outbreak of measles--Venezuela and Colombia, 2001-2002. MMWR Morb Mortal Wkly Rep. 2002;51(34):757-60.
11. OPS. Plan de Accion para la documentación y verificación de la eliminación de sarampión, rubeola y síndrome de rubéola congénita en la Región de las Américas. Washington DC: Organización Panamericana de la Salud; 2009.
12. de Quadros CA, Olive JM, Hersh BS, Strassburg MA, Henderson DA, Brandling-Bennett D, et al. Measles elimination in the Americas. Evolving strategies. JAMA. 1996;275(3):224-9. Epub 1996/01/17.
13. MPS. *Evaluación de cobertura de vacunación - intensificación nacional de vacunación contra el sarampión y la rubéola 2010*. In: OPS, editor. *Documento del Equipo de trabajo Convenio 256/09 de Cooperación OPS/OMS-MPS*: Ministerio de la Protección Social; 2010.
14. Gershon A. Measles (Rubeola). En: Kasper DL, Braunwald E, Fauci AS, Hauser SL, et al. *Harrison's principles of internal medicine*. 16 ed. New York: Mc Graw-Hill; 2005.

15. Meeting of the International Task Force for Disease Eradication, June 2009. *Wkly Epidemiol Rec.* 2009;84(44):459-66.
16. (CDC). Global measles mortality, 2000-2008. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep.* 2009;58(47):1321-6.
17. OPS (Organización Panamericana de la salud). Boletín semanal de sarampión rubeola. Vigilancia del sarampión y la rubeola en las Américas 2011. p. 2.
18. INS. Sarampión, casos semanales y acumulados. In: Salud. INd, editor. 2011.
19. WHO. Reported measles cases and incidence rates by WHO member states 2010, 2011 as of may 11 2011. Geneva: World health organization; 2011. p. 7.
20. Outbreak of measles--Venezuela and Colombia, 2001-2002. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep.* 2002;51(34):757-60. Epub 2002/09/11.
21. WHO. Weekly epidemiological record. Measles outbreak in Europe: World health organization; 2011. p. 173-6.
22. Ebrahim GJ. Global measles situation. *J Trop Pediatr.* 2010;56(4):219-20.
23. de Quadros CA, Izurieta H, Venczel L, Carrasco P. Measles eradication in the Americas: progress to date. *J Infect Dis.* 2004;189 Suppl 1:S227-35.
24. Sudfeld CR, Navar AM, Halsey NA. Effectiveness of measles vaccination and vitamin A treatment. *Int J Epidemiol.* 2010;39 Suppl 1:i48-55.
25. Leuridan E, Hens N, Hutse V, Ieven M, Aerts M, Van Damme P. Early waning of maternal measles antibodies in era of measles elimination: longitudinal study. *BMJ.* 2010;340:c1626.
26. Lee GM, Lorick SA, Pfoh E, Kleinman K, Fishbein D. Adolescent immunizations: missed opportunities for prevention. *Pediatrics.* 2008;122(4):711-7.
27. Dobson R. Mumps cases rise among teenagers and young adults. England: *BMJ*; 2004. p. 132.
28. Leads from the MMWR. New recommended schedule for active immunization of normal infants and children. *JAMA.* 1986;256(22):3076. Epub 1986/12/12.
29. Measles, mumps, and rubella vaccine. *BMJ.* 1988;297(6651):780-1. Epub 1988/09/24.
30. Arbeter AM, Baker L, Starr SE, Levine BL, Books E, Plotkin SA. Combination measles, mumps, rubella and varicella vaccine. *Pediatrics.* 1986;78(4 Pt 2):742-7. Epub 1986/10/01.
31. Marin M, Broder KR, Temte JL, Snider DE, Seward JF, (CDC) CfDCaP. Use of combination measles, mumps, rubella, and varicella vaccine: recommendations of the Advisory Committee on Immunization Practices (ACIP). *MMWR Recomm Rep.* 2010;59(RR-3):1-12.
32. Arruda WO, Kondageski C. Aseptic meningitis in a large MMR vaccine campaign (590,609 people) in Curitiba, Paraná, Brazil, 1998. *Rev Inst Med Trop Sao Paulo.* 2001;43(5):301-2.

33. DeStefano F, Chen RT. Negative association between MMR and autism. *Lancet*. 1999;353(9169):1987-8.
34. DeStefano F, Chen RT. Autism and measles, mumps, and rubella vaccine: No epidemiological evidence for a causal association. *J Pediatr*. 2000;136(1):125-6.
35. DeStefano F. Vaccines and autism. *Pediatr Infect Dis J*. 2001;20(9):887-8.
36. Demicheli V, Jefferson T, Rivetti A, Price D. Vaccines for measles, mumps and rubella in children. *Cochrane Database Syst Rev*. 2005(4):CD004407.
37. Haddad S, Bicaba A, Feletto M, Taminy E, Kabore M, Ouédraogo B, et al. System-level determinants of immunization coverage disparities among health districts in Burkina Faso: a multiple case study. *BMC Int Health Hum Rights*. 2009;9 Suppl 1:S15.
38. Henderson RH, Davis H, Eddins DL, Foege WH. Assessment of vaccination coverage, vaccination scar rates, and smallpox scarring in five areas of West Africa. *Bull World Health Organ*. 1973;48(2):183-94. Epub 1973/01/01.
39. Henderson RH, Sundaresan T. Cluster sampling to assess immunization coverage: a review of experience with a simplified sampling method. *Bull World Health Organ*. 1982;60(2):253-60.
40. Hoshaw - Woodard S. Description and comparison of the methods of cluster sampling and lot quality assurance sampling to assess immunization coverage. Geneva: World Health Organization; 2001.
41. Marks JS, Halpin TJ, Irvin JJ, Johnson DA, Keller JR. Risk factors associated with failure to receive vaccinations. *Pediatrics*. 1979;64(3):304-9.
42. Steyer TE, Mainous AG, Geesey ME. The effect of race and residence on the receipt of childhood immunizations: 1993-2001. *Vaccine*. 2005;23(12):1464-70.
43. Barreto TV, Rodrigues LC. Factors influencing childhood immunisation in an urban area of Brazil. *J Epidemiol Community Health*. 1992;46(4):357-61.
44. Rosenstock IM, Strecher VJ, Becker MH. Social learning theory and the Health Belief Model. *Health Educ Q*. 1988;15(2):175-83. Epub 1988/01/01.
45. Dannetun E, Tegnell A, Hermansson G, Törner A, Giesecke J. Timeliness of MMR vaccination--influence on vaccination coverage. *Vaccine*. 2004;22(31-32):4228-32.
46. Bosu WK, Ahelegbe D, Edum-Fotwe E, Bainsan KA, Turkson PK. Factors influencing attendance to immunization sessions for children in a rural district of Ghana. *Acta Trop*. 1997;68(3):259-67.
47. Aday LA, Andersen R. A framework for the study of access to medical care. *Health Serv Res*. 1974;9(3):208-20. Epub 1974/01/01.
48. Anand S, Bärnighausen T. Health workers and vaccination coverage in developing countries: an econometric analysis. *Lancet*. 2007;369(9569):1277-85.

49. Allred NJ, Wooten KG, Kong Y. The association of health insurance and continuous primary care in the medical home on vaccination coverage for 19- to 35-month-old children. *Pediatrics*. 2007;119 Suppl 1:S4-11.
50. Bland JM, Altman DG. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *Lancet*. 1986;1(8476):307-10.
51. Siegel S. Estadística no paramétrica: aplicada a las ciencias de la conducta: Trillas; 1990.
52. Ayçaguer LCS. Excursión a la regresión logística en ciencias de la salud: Ediciones Díaz de Santos; 1994.
53. Hosmer DW, Lemeshow S. Applied logistic regression: Wiley; 2000.
54. Congreso de la República de Colombia. Ley 617 de octubre 6 de 2000. Ley 715 de diciembre de 2001. Ministerio de Hacienda y crédito Público. Decreto 192 de febrero 7 de 2001.
55. Ministerio de salud. República de Argentina. Ministerio de Salud de Brasil. Disponibles: Argentina http://www.msal.gov.ar/htm/site/sala_situacion/alerta_sarampion/Alerta-sarampion-30-de-septiembre.pdf. Consultado el 10 de noviembre de 2010. Brasil http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/nota_sarampo_pb_121110.pdf Consultado el 15 de noviembre de 2010.
56. Grupo de inmunoprevenibles. Secretaria de Salud del Valle. Diciembre 2012. Información no publicada.
57. DANE. Metodología Proyecciones de población y estudios demográficos. Dirección de Censos y demografía. Bogotá 2009. Disponible en: http://www.dane.gov.co/files/investigaciones/fichas/Proyecciones_poblacion.pdf Consultado en Abril 05 de 2011.
58. Presidencia de la República de Colombia. Programa de Acción social. Disponible en: <http://www.accionsocial.gov.co/EstadisticasDesplazados/GeneralesPD.aspx?idRpt=2>
59. Senado de la República de Colombia. Ley 715 de 2000. Disponible en: <http://www.minhacienda.gov.co/portal/page/portal/HomeMinhacienda/asistenciaentidadesterritoriales/Publicaciones/Cartillas/Ley%20617%20de%20200%20version%202008.pdf>
60. Federación colombiana de municipios. Disponible en: www.fcm.org.co o www.municipios.com.co
62. Phimmasane M, Douangmala S, Koffi P, et al. Factors affecting compliance with measles vaccination in Lao PDR. *Vaccine* 2010; 28 (41). 6723-9
63. HAIR, J., ANDERSON, R., TATHAM, R. y BLACK, W. (1999). Análisis Multivariante. 5ª Edición. Prentice Hall.
64. Salvador Figueras, M y Gargallo, P. (2003): "Análisis Exploratorio de Datos", [en línea] 5campus.com, Estadística <<http://www.5campus.com/leccion/aed>> [Enero 22 de 2012])

12. ANEXOS

ANEXO 1

Listado de corregimientos departamentales sin información de Encuesta de cobertura Sarampión Rubeola Colombia 2010.

Código DANE	Departamento	Corregimiento	Cobertura administrativa
91263	Amazonas	El Encanto	38,93%
91405	Amazonas	La Chorrera	71,34%
91407	Amazonas	La Pedrera	57,10%
91430	Amazonas	La Victoria	0
91460	Amazonas	Miriti-Paraná	71,64%
91530	Amazonas	Puerto Alegría	67,63%
91536	Amazonas	Puerto Arica	60,3%
91669	Amazonas	Puerto Santander	78,44%
91798	Amazonas	Tarapacá	55,09%
94343	Guainía	Barranco Minas	34,38%
94663	Guainía	Mapiripaná	61,67%
94883	Guainía	San Felipe	65,58%
94884	Guainía	Puerto Colombia	14,68%
94885	Guainía	La Guadalupe	123,43%
94886	Guainía	Cacahual	8,69%
94887	Guainía	Pana Pana	15,12%
94888	Guainía	Morichal	57,28%
97511	Vaupés	Pacoa	50,69%
97777	Vaupés	Papucaná	16,51%
97889	Vaupés	Yavaraté	47,65%

ANEXO 2

Listado de municipios con coberturas de vacunación <3 DE según encuesta de cobertura.

Departamento	Municipio	Encuesta de cobertura
Bolívar	Magangué	72,96%
Vichada	Santa Rosalia	74,71%
Córdoba	Ciénaga de oro	75,47%
Cundinamarca	Albán	76,78%
Vaupés	Caruru	77,19%
Cundinamarca	Suesca	78,57%
Córdoba	Montería	78,61%
Córdoba	San Carlos	78,82%
Cundinamarca	Paimé	79,52%
Cundinamarca	Fosca	82,14%
Cundinamarca	Agua de dios	82,64%
Vichada	La primavera	83,62%

Antioquia	Caucasia	83,64%
Cundinamarca	Gutierrez	83,67%
Cundinamarca	Tibacuy	83,92%
Córdoba	Purísima	85,84%
Bolívar	Cantagallo	86%
Vichada	Puerto Carreño	86,51%
Vichada	Cumaribo	86,66%
Bolívar	Córdoba	87,38%
Cundinamarca	Sibaté	88,04%
Vaupés	Mitú	88,73%
Cundinamarca	La Vega	88,88%
Valle del Cauca	Palmira	89,11%
Bolívar	El Guamo	89,16%
Córdoba	Chinú	89,35%

Listado de municipios con coberturas de vacunación > 3DE según cobertura administrativa.

Departamento	Municipio	Cobertura administrativa
Huila	Altamira	208,18%
Córdoba	Tuchín	164,4%
Cundinamarca	Yacopí	163,16%
Tolima	Prado	155,18%
Meta	Barranca de Upia	146,67%

Listado de municipios con coberturas de vacunación < 3DE según cobertura administrativa.

Departamento	Municipio	Cobertura administrativa
Nariño	Santacruz	25,655
Choco	Medio Atrato	28,034
Nariño	Providencia	30,396
Meta	La Macarena	31,604
Nariño	Los Andes	31,674
Cundinamarca	Nimaima	32,978
Vichada	Cumaribo	33,059
Choco	Alto Baudó	34,064
Guaviare	Miraflores	34,217
Nariño	Albán	35,109
Casanare	Recetor	35,831

ANEXO 3.

Universidad del Valle Escuela de Salud Pública Maestría en Epidemiología.		Instrumento de recolección de información a Equipos PAI municipales.				
Proyecto: Concordancia entre la Encuesta de cobertura y las coberturas administrativas de la intensificación de la vacunación de Sarampión/Rubeola en Colombia 2010.						
Objetivo general: Determinar la concordancia entre la Encuesta de cobertura y las coberturas administrativas de la intensificación Sarampión Rubeola 2010 y los factores municipales asociados a la concordancia.						
1. Datos de identificación:						
1.1. Departamento :		nombre	código DANE	1.2. Municipio		nombre
2. Conformación equipo PAI municipal						
2.1. Médicos		número	2.2. Enfermeras		número	2.3. Vacunadores
2.4. Plan estratégico municipal			¿Existe un plan estratégico municipal documentado para garantizar las coberturas de vacunación de la población?		Si	1
					No	0
			¿El plan estratégico municipal esta socializado con el equipo?		Si	1
					No	0
3. Cumplimiento de metodología de protocolo						
3.1. Cumplimiento metodología de evaluación			¿Se realizaron modificaciones a la metodología de encuesta de cobertura?		Si	1
					No	0