

# Estimación de la incidencia de VIH en población adulta de Paraguay con el modelo matemático MoT

Margarita Samudio,<sup>1</sup> Juan Fernando Vesga,<sup>2</sup> Beatriz Cohenca,<sup>3</sup> Marjolein Jacobs<sup>4</sup> y Clarisa Brezzo<sup>5</sup>

## Forma de citar

Samudio M, Vesga JF, Cohenca B, Jacobs M, Brezzo C. Estimación de la incidencia de VIH en población adulta de Paraguay con el modelo matemático MoT. Rev Panam Salud Publica. 2015;37(3):154-61.

## RESUMEN

**Objetivo.** Estimar la incidencia del VIH en la población adulta del Paraguay para 2014, y analizar su distribución con la incertidumbre asociada según comportamiento de riesgo.

**Métodos.** Se aplicó el modelo de ONUSIDA según modos de transmisión (MoT). Los datos se obtuvieron de la revisión detallada de documentos elaborados entre 1996 y 2013. Se realizó el análisis de incertidumbre de los valores estimados.

**Resultados.** La incidencia estimada para 2014 fue 0,091% (3 081 nuevas infecciones). Tanto el porcentaje de nuevas infecciones (74,75%, intervalo de confianza de 95%: 64,19–81,47) como la tasa de incidencia por 10 000 personas (9 518) fueron mayores en el grupo de hombres que tienen sexo con hombres (HSH) y el segundo grupo más afectado fue el de personas que tienen sexo heterosexual estable (9,9%). La transmisión heterosexual se produjo en 23% de nuevos casos y 8% de ellos corresponde a parejas (hombres y mujeres) de personas con comportamiento de alto riesgo de transmisión del VIH. El 1% está relacionado con el trabajo sexual de mujeres y el uso de drogas inyectables.

**Conclusiones.** Los resultados de la estimación de la incidencia de VIH y su distribución entre los grupos en riesgo son congruentes con los de los informes a escala nacional y con la población de HSH, la que acumula más casos de la epidemia. Las acciones de prevención deben dirigirse a este grupo para producir un impacto importante en el curso de la epidemia en el país. Además, se recomienda ampliar y fortalecer las actividades preventivas en las parejas estables de grupos en riesgo y en la población general.

## Palabras clave

VIH; modelos matemáticos; técnicas de estimación; incidencia; Paraguay.

Paraguay dispone de información sobre la prevalencia de VIH/SIDA tanto

de los grupos con mayor vulnerabilidad (trabajadores sexuales (TS)) (1, 2), hombres que tienen sexo con hombres (HSH) (3), personas transgénero (4), militares (5), como de mujeres puérperas (6) y población indígena (7), aunque carece de estudios que hayan estimado su incidencia.

La incidencia es el mejor indicador para conocer el curso de una epidemia, identificar los puntos de intervención y prever los recursos para una pre-

vencción efectiva. Para su estimación, se han utilizado modelos matemáticos que requieren información confiable sobre prevalencia y asumir supuestos de la supervivencia y de las tasas de transmisión (8–10). Sin embargo, estas estimaciones no proporcionan información acerca de los comportamientos de riesgo y, por lo tanto, no permiten dirigir los esfuerzos de prevención hacia los grupos más vulnerables. Frente a esta

<sup>1</sup> Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Salud, Universidad Nacional de Asunción, Asunción, Paraguay. La correspondencia se debe dirigir a Margarita Samudio, margarita.samudio@gmail.com

<sup>2</sup> Imperial College London, Londres, Reino Unido.

<sup>3</sup> Programa Conjunto de las Naciones Unidas sobre el VIH/SIDA en Paraguay, Asunción, Paraguay.

<sup>4</sup> Oficina Regional de ONUSIDA para América Latina, Ciudad de Panamá, Panamá.

<sup>5</sup> Oficina de ONUSIDA para Argentina, Chile, Paraguay y Uruguay, Buenos Aires, Argentina.

**FIGURA 1. Ecuación estándar del modelo que calcula la incidencia de nuevas infecciones por VIH adquiridas a través de contacto sexual entre personas con una conducta de riesgo específica y sus parejas (ecuación 1) o por vía parenteral (ecuación 2)**

**Ecuación 1:**

$$I_i = S_i \left[ \underbrace{1 - \{ p_i B_i [1 - \beta_{ii}']^{\alpha_{ii} (1-v)} \}}_{\text{pareja VIH/ITS +}} + \underbrace{p_i (1 - B_i) [1 - \beta_{ii}]^{\alpha_{ii} (1-v)}}_{\text{pareja VIH +}} + \underbrace{(1 - p_i)^n}_{\text{pareja VIH -}} \right]$$

$I_i$ : incidencia en el grupo  $i$ ;  $S_i$ : número de individuos susceptibles en este grupo;  $p_i$ : prevalencia de VIH de la pareja;  $B_i$ : prevalencia de ITS de la pareja;  $\beta$ : probabilidad de transmisión de VIH;  $\beta'$ : probabilidad de transmisión de VIH en presencia de una ITS;  $\alpha$ : número de relaciones sexuales por pareja;  $v$ : proporción de relaciones sexuales protegidas por uso de condón;  $n$ : número de parejas.

**Ecuación 2:**

$$I_i = S_i \left[ \underbrace{1 - \{ p_i [1 - \beta_{ii}]^{\alpha_{ii} (1-v)} \}}_{\text{contacto VIH +}} + \underbrace{(1 - p_i)^n}_{\text{contacto VIH -}} \right]$$

$I_i$ : incidencia en el grupo  $i$ ;  $S_i$ : número de individuos susceptibles en este grupo;  $p_i$ : prevalencia de VIH en compañeros que comparten jeringas;  $\beta$ : probabilidad de transmisión de VIH;  $\alpha$ : contactos por compañeros;  $v$ : uso de jeringas estériles;  $n$ : número de compañeros.

necesidad, el grupo de referencia en estimaciones, modelamiento y proyecciones de ONUSIDA desarrolló el modelo de modos de transmisión (MoT) (11), un modelo matemático-epidemiológico para estimar la incidencia de VIH a corto plazo en grupos vulnerables. Este modelo utiliza la información disponible sobre tamaños poblacionales, prevalencias de VIH e infecciones de transmisión sexual (ITS) y parámetros de comportamiento de la población. El modelo se ha aplicado en varios países. En América Latina, se ha utilizado en Perú (12), Nicaragua (13), República Dominicana (14), El Salvador (15) y Guatemala (16). Paraguay es el primer país del cono sur en aplicarlo. El modelo, junto con el manual para su aplicación, están disponibles en el portal de ONUSIDA (11) y se ha descrito en varios artículos (17, 18).

El objetivo de este estudio es estimar la proporción de nuevas infecciones por VIH por modo de transmisión en 2014 en Paraguay y la incertidumbre asociada con la estimación inicial mediante la aplicación del MoT.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un estudio observacional descriptivo de corte transversal (análisis de documentos). El modelo matemático utilizado MoT es estático y se basa en el modelo probabilístico de Bernoulli, que calcula la proporción de nuevas infeccio-

nes por comportamiento de riesgo a corto plazo a partir del número promedio de contactos y de la prevalencia de VIH de estos contactos. Para aplicar el modelo se necesita identificar y conocer el tamaño de grupos con comportamiento de riesgo, además de la prevalencia de VIH e ITS, la frecuencia de exposición y protección, y la probabilidad específica de transmisión según el modo de exposición.

La estimación de la incidencia de VIH por transmisión sexual y parenteral en los usuarios de drogas intravenosas (UDIs) se obtiene de las ecuaciones 1 y 2 (figura 1). La transmisión por inyecciones administradas por personal asistencial y transfusiones sanguíneas se calcula con la misma ecuación de la transmisión parenteral, pero en este caso se considera que los contactos provienen de la población total y no de un solo grupo.

El número de nuevas infecciones por transmisión sexual en un grupo es igual al número de individuos susceptibles en ese grupo multiplicado por la probabilidad de eludir la infección  $(1-\beta)$  después de  $\alpha$  actos sexuales, de los cuales  $(1-v)$  no están protegidos, con cada una de las parejas, que pueden ser: VIH e ITS positivas o VIH positivas pero ITS negativas o VIH negativas. Estos tres tipos de parejas suman:  $pB + p(1-B) + (1-p) = 1$ .

El efecto de las ITS se incorpora a la probabilidad de transmitir la infección por VIH, pero no a la de adquirirla, suponiendo que el riesgo de transmitir

el VIH por personas ITS positivas sea cuatro veces mayor (19, 20). El efecto de la circuncisión se incorpora modificando directamente la probabilidad de transmisión de mujer a hombre por 60% por la proporción de hombres circuncidados (21). Esta probabilidad se aplica a todos los actos sexuales entre hombres y mujeres y, por ende, se supone que la proporción de circuncidados es igual en todos los grupos de hombres del modelo.

## Selección y definición de poblaciones

Los grupos considerados en este estudio fueron: UDI (hombre o mujer que se ha inyectado drogas en los últimos 6 meses), sus parejas sexuales (hombre o mujer pareja estable de UDI), TS (mujer  $\geq 18$  años de edad que en los últimos 12 meses ha tenido relaciones sexuales a cambio de dinero), sus clientes (hombres 15 a 49 años que han pagado por tener relaciones sexuales en los últimos 12 meses), las parejas sexuales de los clientes (mujeres de 15 a 49 años de edad que son parejas estables de hombres que han pagado por tener relaciones sexuales), HSH (hombre  $\geq 18$  años de edad que ha tenido relaciones sexuales con otro hombre en los últimos 12 meses), sus parejas sexuales estables mujeres (mujeres 15 a 49 años de edad que son parejas estables de HSH), personas que tienen relaciones sexuales casuales heterosexuales, SCH (hombre o mujer de 15 a 49 años de edad

que en los últimos 12 meses ha tenido relaciones sexuales de forma ocasional con personas del sexo opuesto con quienes no mantiene una relación estable ni las ha tenido a cambio de dinero), sus parejas estables (hombre o mujer que es pareja estable de personas que han tenido relaciones sexuales de forma ocasional con otra persona del sexo opuesto en los últimos 12 meses), personas que tienen una relación sexual heterosexual de bajo riesgo (hombre o mujer 15 a 49 años de edad que en los últimos 12 meses refiere tener una sola pareja sexual heterosexual), y las personas sin riesgo de infectarse por vía sexual o compartir jeringas (hombre o mujer 15 a 49 años de edad que en los últimos 12 meses no ha tenido relaciones sexuales y tampoco ha usado drogas por vía intravenosa y, también, las personas que no han tenido relaciones sexuales). Además, se incluyó a la población transgénero porque en ella la prevalencia de VIH y sífilis es alta y porque se dispone de suficiente información sobre ella. Las personas privadas de libertad, el personal uniformado, las mujeres puérperas y la población indígena no se incluyeron en los análisis debido a que el mecanismo biológico implicado, de naturaleza sexual, ya estaba contenido en los otros grupos. Sin embargo, algunas informaciones sobre comportamiento de riesgo/protector de estos grupos se utilizaron para la población

heterosexual que mantiene relaciones sexuales casuales.

### Obtención de datos

En internet se buscó información sobre los tamaños poblacionales, las prevalencias de VIH/ITS y los comportamientos de riesgo/protector de los grupos de población considerados clave. Además, se hizo una revisión de informes técnicos, publicados o no, y de bases de datos de encuestas nacionales. Los datos demográficos se extrajeron de las proyecciones 2002–2050 de la Dirección General de Estadística, Encuestas y Censos (22) y las informaciones sobre comportamiento de riesgo de la población general, de la Encuesta Nacional sobre Salud Sexual y Reproductiva (ENSSR), ambas de Paraguay (23). Los datos no disponibles, como estudios a escala nacional, se obtuvieron de estimaciones a nivel regional o de consenso de expertos.

### Selección de los datos

Los datos utilizados en el modelo se muestran en el cuadro 1. La prevalencia nacional de VIH se obtuvo del estudio realizado en mujeres puérperas (6). El porcentaje de mujeres casadas/unidas y la información sobre el comportamiento sexual y la frecuencia de uso de condón en la población heterosexual estable se

extrajeron de la ENSSR (23). Se consideró que la prevalencia de VIH en las parejas de los grupos en riesgo era la mitad de la del grupo en riesgo.

La población de UDI se obtuvo de una estimación regional (24), y la prevalencia tanto de VIH como de sífilis de este grupo, de un estudio realizado en 2005 por la Organización Panamericana de la Salud (datos no publicados). El tamaño de la población de trabajadoras sexuales (MTS), la prevalencia de VIH y de sífilis, el número de parejas sexuales por año provienen del estudio de estimación de tamaño poblacional de MTS (2), y el porcentaje de clientes de MTS y la prevalencia de VIH y de sífilis, de otro estudio realizado en 2006 por PRONASIDA (datos no publicados).

Tanto el tamaño de la población de HSH, la prevalencia de VIH y de sífilis, como el comportamiento sexual se obtuvieron de un estudio realizado en 2011 (3), el tamaño poblacional de las parejas femeninas de los HSH se basó en el porcentaje de HSH con pareja femenina estable (3), y el tamaño de la población trans y la prevalencia de VIH y de sífilis, del estudio realizado en esta población en 2013 (4). La prevalencia de VIH en el grupo de SCH correspondió a los valores del rango superior del intervalo de confianza de 95% (IC95%) de la prevalencia en mujeres puérperas y de la prevalencia puntual de ITS del mismo estudio

**CUADRO 1. Información utilizada para el modelo de modos de transmisión (MoT), Paraguay, 2013**

Poblaciones de referencia	Hombres (%)	Mujeres (%)	P VIH (%)	P ITS (%)	No. de parejas/año	Media de actos/exposición/pareja/año	Actos protegidos (%)	Pacientes en TAR (%) <sup>a</sup>
UDIs	0,03	0,03	3,7 <sup>b</sup>	14,6 <sup>b</sup>	5,2	80	71,0 <sup>b</sup>	19,7
Parejas sexuales de UDI	0,01	0,01	1,85		1	67	6,9	19,7
MTS		0,49	2,13	10,4	750	1	78,4	19,7
Clientes de MTS	11,2		1,6	17	8,2	4	78,4	19,7
Parejas de clientes de MTS		6,05	0,8		1	67	6,9	19,7
HSH	1,4		13,4	22	10	12	44,0	19,7
Personas transgénero	0,02		26	12	436,8	1	89,0	19,7
Parejas femeninas de HSH		0,25	6,5		1	67	6,9	19,7
SCH	21,6	10,0	0,67	5,5	3,19	21	60,0	19,7
Parejas de SCH	11,6	5,0	0,34		1	67	6,9	19,7
Personas heterosexuales de bajo riesgo	38,49	48,88	0,37	4,5	1		6,9	19,7
Personas sin riesgo	13,65	27,3			0	0	0	19,7
Inyección médica	0,5	0,5	0,4		1	1	99,5	
Transfusiones sanguíneas	1,5	1,5	0,4		1	1	99,0	

P: prevalencia; ITS: infecciones de transmisión sexual; TAR: tratamiento con antirretrovirales; UDI: usuarios de drogas inyectables; MTS: mujeres trabajadoras sexuales; HSH: hombres que tienen sexo con hombres; SCH: personas que tienen sexo casual heterosexual.

<sup>a</sup> No. total de personas que reciben tratamiento (3 606)/No. total estimado de personas que viven con VIH (18 550). No hay información del porcentaje de pacientes en TAR por tipo de población, por lo que se aplicó el mismo valor para todos los grupos.

<sup>b</sup> Informe final del estudio de prevalencia de la infección por VIH, Hepatitis B, C y sífilis, y factores de riesgo para la infección en UDIs, 2005 (datos no publicados).

(6). La población heterosexual de bajo riesgo incluyó a las personas con pareja estable ausentes en los otros grupos, con prevalencias asignadas de VIH y de ITS correspondientes a los valores inferiores del IC95% de las prevalencias en mujeres púerperas (6).

Para las inyecciones administradas por personal asistencial se consideró la población del personal que trabaja en el sector salud. El porcentaje de la población que había recibido en algún momento de su vida una transfusión sanguínea procede del estudio realizado en militares (5).

### Análisis de incertidumbre

Para la parametrización del MoT, ciertos datos se basan en inferencias, en datos de otros países o en supuestos. Además, aunque se cuente con información nacional, las estimaciones inevitablemente tienen asociada cierta incertidumbre y, por lo tanto, se asignó un porcentaje de variación a cada parámetro (de 0 a 100%). Todos los parámetros varían excepto el número de parejas en el grupo de bajo riesgo y en las parejas de miembros del grupo de riesgo (por definición es 1). El tamaño de los grupos que son parejas de miembros de grupos de riesgo no varía directamente, sino que se le asigna una fracción fija del tamaño del grupo de riesgo. Se hizo un muestreo de tipo Montecarlo, de manera que cada parámetro varía simultánea, aleatoria e independientemente en cada iteración del modelo. Para que la población total sume 100% y la prevalencia total corresponda a la estimada en el modelo original, el tamaño y la prevalencia del grupo de bajo riesgo se calcularon como el remanente de los otros grupos. Para seleccionar grupos de parámetros que produjeran una estimación de la incidencia plausible, se aplicó como filtro el rango de nuevas infecciones estimadas con el modelo SPECTRUM de ONUSIDA. Se repitió el proceso hasta obtener 1 000 iteraciones que produjeran un número de nuevas infecciones dentro de este rango. El rango de incertidumbre obtenido corresponde a los percentiles 2,5 y 97,5 de la distribución del total de nuevas infecciones obtenidas en las 1 000 iteraciones.

Los datos empleados en este estudio proceden en su mayor parte de informaciones ya publicadas y fueron consensuados en el grupo de trabajo,

que incluía representantes de los grupos participantes.

### RESULTADOS

En la figura 2 se muestran la distribución porcentual de la incidencia en cada grupo en riesgo en un año y la tasa de incidencia por 100 000 habitantes. La distribución de las nuevas infecciones con los límites de incertidumbre para cada grupo aparece en la figura 3.

El modelo estimó un total de 3 081 nuevos casos de VIH (2 812–3 782) para 2014 en Paraguay. La mayoría de estas nuevas infecciones se produjeron en el grupo con comportamiento de alto riesgo para la transmisión de VIH, el grupo de HSH, que ascienden a 74,75% (64,19%–81,47%) del total de nuevos casos. El grupo que mantiene relaciones heterosexuales estables fue el segundo en contribuir con nuevos casos y su porcentaje se eleva a 9,86% (6,33%–13,82%). Las parejas femeninas de los grupos con comportamiento de riesgo contribuyeron con 5,24%; así, las parejas de clientes de MTS fueron responsables de 3,88% (0,08%–11,87%) de las nuevas infecciones y las parejas femeninas de los HSH, 1,36% (0,93%–1,75%). Las parejas de SCH (femeninas y masculinas) contribuyeron 3,45% (2,19%–4,68%) y los SCH, 2,91% (1,73%–4,28%).

La tasa de incidencia fue de 91 casos por 100 000 habitantes, también mayor en los grupos con comportamiento de riesgo para transmitir VIH. De este modo, el grupo HSH contribuyó con 9 518 nuevos casos por 100 000 personas con ese comportamiento de riesgo y la población trans, con 6 284. La población de UDIs, a pesar de que contribuyó con solo 1% en la distribución porcentual de incidencia, se situó en tercer lugar, con 3 255 casos por 100 000 personas con este comportamiento de riesgo. Los otros grupos en riesgo, como las MTS y sus clientes, contribuyeron 0,88% (0,08%–2,23%) y 1% (0%–4,58%), respectivamente. Las parejas de UDI, las inyecciones administradas por personal asistencial y las transfusiones sanguíneas no aportaron ningún caso. La forma de transmisión heterosexual corresponde a 23,31% de la incidencia total, la homosexual, 75,51% y la parenteral, 1,18%.

### DISCUSIÓN

El presente estudio representa la primera experiencia nacional de estima-

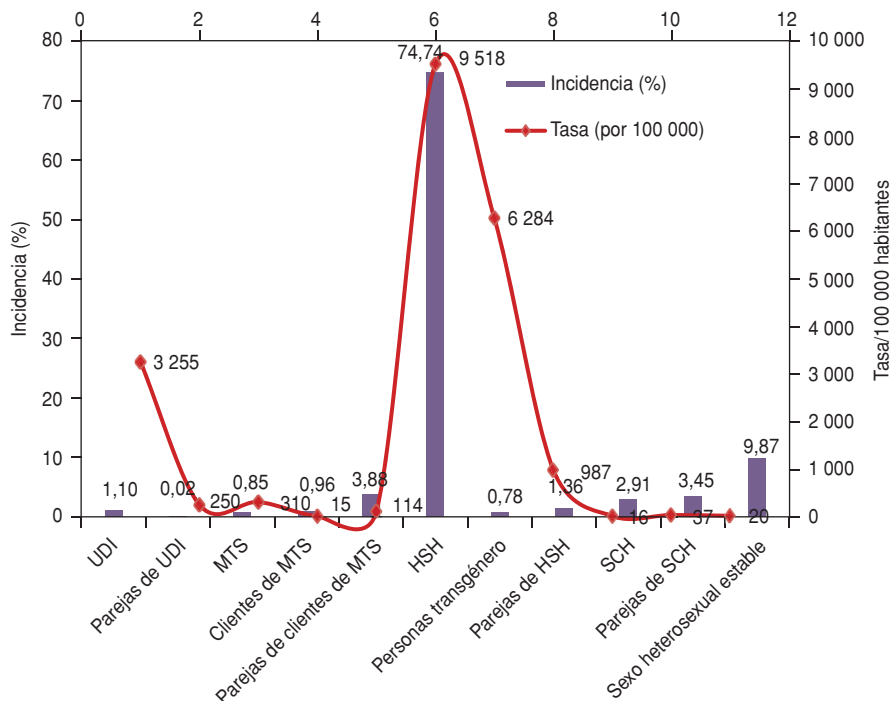
ción de la incidencia de casos de VIH según modos de transmisión. El MoT se ha desarrollado en varios países y ha proporcionado resultados con grandes variaciones. En este estudio, la incidencia estimada fue 0,091%, lo que sugiere niveles bajos de transmisión conforme al status de epidemia concentrada que tiene el país. La epidemia en el Paraguay se encuentra concentrada en poblaciones de riesgo, como en el grupo de HSH, con una prevalencia de VIH de 13% (3), en personas trans (26%) (4), en usuarios de drogas inyectables (9,1%) (datos no publicados) y en mujeres trabajadoras sexuales (2,16%) (2). En este país, la prevalencia estimada para 2013 en la población de adultos entre 15 y 49 años de edad fue 0,4% (0,2%–0,5%) (25). En América Latina se encuentra entre los países con prevalencia baja (26).

Nuestra estimación para 2014 muestra la mayor incidencia en la población de HSH, que constituye 75% (intervalo de incertidumbre: 64%–81%) del total de casos nuevos, a pesar de representar sólo 1,4% de la población de hombres adultos. En Perú (12), las estimaciones mostraron que 84% se concentraban en los grupos en mayor riesgo, y 55%, en HSH, en República Dominicana, 33% (14), en El Salvador, 35% (15) y en Guatemala, 40% (16).

Mientras que en la Región de las Américas el grupo HSH es el que más contribuye a la incidencia de VIH, en África Occidental y Europa Oriental los trabajadores del sexo y los usuarios de drogas inyectables, respectivamente, son los principales responsables. En Oriente Medio, como es el caso de Irán, son los UDIs, que contribuyen con 68% a las nuevas infecciones de HIV (27). En Marruecos es la red de sexo heterosexual comercial (28) y en África subsahariana, la transmisión se produce principalmente en la población general incluyendo en las parejas estables serodiscordantes (27).

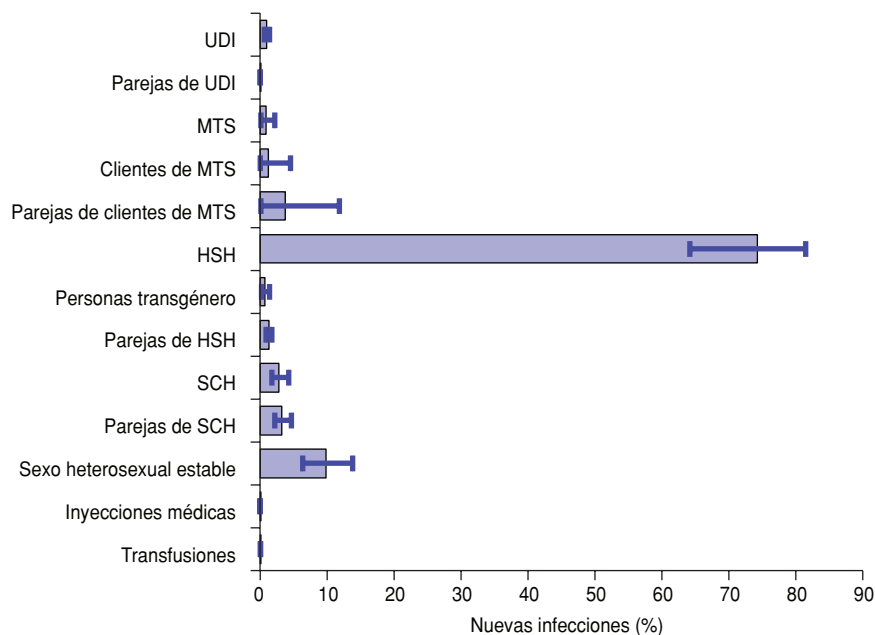
La población heterosexual de bajo riesgo, a pesar de tener una incidencia menor (20 por 100 000) contribuye con 10% de los casos nuevos, debido a que representa casi 50% de la población. En El Salvador (15), la población heterosexual de bajo riesgo contribuyó 8%, en Perú (12), 16%, en República Dominicana (14) y en Guatemala (16), 32% cada uno, y en Marruecos, 26% (28). La transmisión del VIH se produce probablemente a causa de infección de la pareja por

**FIGURA 2. Distribución porcentual de la incidencia y la tasa de incidencia por 100 000 habitantes por grupos en riesgo en un año estimado por el modelo de modos de transmisión (MoT) para 2014 en Paraguay**



UDI: usuarios de drogas inyectables; MTS: mujeres trabajadoras sexuales; HSH: hombres que tienen sexo con hombres; SCH: personas que tienen sexo casual heterosexual.

**FIGURA 3. Distribución de nuevos casos de VIH para 2014 por modo de exposición, que incluye el análisis de incertidumbre por el modelo de modos de transmisión (MoT) en Paraguay**



UDI: usuarios de drogas inyectables; MTS: mujeres trabajadoras sexuales; HSH: hombres que tienen sexo con hombres; SCH: personas que tienen sexo casual heterosexual.

conductas de alto riesgo en el pasado. Los grupos de bajo riesgo heterosexual tienen importancia por su papel transmisor como poblaciones puente y por el bajo uso de condón entre parejas estables (6,9%). La población heterosexual que practica sexo casual y sus parejas, a pesar de tener un tamaño importante, contribuye a la incidencia en menor proporción, cada una de ellas con 3% de los nuevos casos. Estos grupos tienen importancia por su papel transmisor como poblaciones puente.

En Paraguay, se ha incluido al grupo de personas transgénero en la estimación de incidencia, por ser especialmente vulnerable, por no analizarse en otros estudios y porque sobre él se dispone de suficiente información. A pesar de ser un grupo pequeño (0,02%), tiene la prevalencia de VIH más alta (26%) y, cuando se considera la tasa de incidencia, es el segundo en orden de frecuencia después de los HSH (6 284 por 100 000 personas). Cabe destacar que la mayoría de las personas de este grupo se dedica al trabajo sexual (4).

A pesar de que los UDIs sólo contribuyen 1% de los casos nuevos, la tasa de incidencia es elevada (3 255 por 100 000 personas). En los otros países de América Latina la situación es similar: porcentajes menores de 1% se observaron en República Dominicana (14) y en El Salvador (15), y alrededor de 2% en Perú (12). Si bien su tamaño poblacional es pequeño, la contribución de los UDIs es importante cuando se consideran sus parejas. Aunque en Paraguay prácticamente no se notifican casos de VIH en personas con este comportamiento, para caracterizarlas mejor es necesario mejorar los datos que a escala nacional se tienen de este grupo.

El trabajo sexual tiene un impacto relativamente importante en la transmisión sexual, y se pone de manifiesto con el peso que tiene la fracción de la incidencia entre clientes de trabajadoras sexuales (1%) y sus respectivas parejas (4%). La mayor incidencia en parejas de clientes que en clientes se debe a que las parejas de clientes son un grupo relativamente grande, pero sobre todo a que pocas usan el condón (6,9%). En principio, los grupos de parejas de clientes y parejas de HSH (1%) son bastante vulnerables, pues desconocen el riesgo indirecto a través de sus parejas y pocas usan el condón habitualmente.

Los rangos de incidencia del VIH que predice el MoT son comparables con aquellos que predice el modelo SPECTRUM: 3 081 (2 812–3 782) nuevos casos de VIH en el MoT frente a 1 600 (< 1 000–3 800) en el SPECTRUM. El número de personas que viven con VIH fue 18 262 según el MoT y entre 7 400 y 24 000 según el SPECTRUM (25).

En definitiva, el MoT es una herramienta adecuada para conocer el crecimiento del riesgo de infección por VIH. Cuando se elaboren los programas del sector salud y se les asigne presupuesto, se deberían elaborar programas de apoyo para controlar la aparición de nuevos casos en la población infectada. Es importante considerar que el costo de la atención de los pacientes infectados por VIH es elevado en cualquier país. Para ser eficientes, es necesario dirigir las acciones a los grupos que tendrán el mayor número de casos. Si se tiene en cuenta que tres de cada cuatro nuevos casos corresponderán a HSH, es razonable pensar que las acciones de prevención en este grupo pueden ser más eficientes y tener un impacto importante en el curso de la epidemia en el país. Por otro lado, 8% de nuevas infecciones se presentarían en parejas estables de grupos de riesgo y, por esta razón, es recomendable ampliar y fortalecer las actividades preventivas en este grupo. Actividades sencillas, como mejorar los mecanismos de información para promover el asesoramiento y la prueba de detección voluntaria, permitirían prevenir buena parte de las nuevas infecciones en estos grupos. También se debería mantener la vigilancia epidemiológica en trabajadores sexuales (TS), que, si bien contribuyen menos a los casos incidentes, tienen una prevalencia moderada y, por tanto, un constante riesgo de sufrir la infección y transmitirla.

Entre las líneas de investigación se deberían incluir los estudios epidemiológicos y de comportamiento sexual en poblaciones indígenas, considerando que la prevalencia de sífilis en ellas en 2011 fue mayor (9%, IC95%: 8,2%–11,5%) que en la población general (5%) y en la cual la de VIH fue 0,5% (IC95%: 0,1%–1,0%) (7).

La principal limitación de este estudio deriva de las limitaciones que son constitucionales al MoT, porque las proyecciones y extrapolaciones de los casos de VIH/SIDA dependen de la disponibilidad de datos confiables. Se identificaron lagunas de información, particularmente

en el estudio de los parámetros de comportamiento sexual en todos los grupos, lo que plantea la necesidad de habilitar sistemas de vigilancia que recojan los datos necesarios para hacer estimaciones más confiables. A pesar de la utilidad de la ENSSR solo realizada en la población de mujeres, la ausencia de estimaciones en la de hombres es una gran limitación. Por este motivo, se debería incluir la medición del comportamiento de riesgo en esta población.

Otra limitación del modelo es que las poblaciones son excluyentes, por lo cual este análisis es apropiado para dirigir esfuerzos preventivos específicos e identificar deficiencias en la captura de información sobre conductas de riesgo, aunque se necesitan modelos más específicos para analizar con más detalle las conductas y las dinámicas de cada grupo.

En general, los resultados corresponden al tipo de epidemia que lidera la población de HSH. Como éstos constituyen un bajo porcentaje de la población paraguaya (1,4%) y representan 75% de los nuevos casos estimados de infección por VIH, se deben priorizar las acciones de prevención, tamizaje y acceso al tratamiento en este grupo. La población transgénero, a pesar de que contribuye con un porcentaje pequeño en la distribución total, representa un alto riesgo de transmisión. Las encuestas poblacionales y los sistemas de información del Ministerio de Salud deben recoger mejor información, sobre todo de las diversas “poblaciones en mayor riesgo”, y más aún de los HSH, así como mejorar en estos últimos la calidad de la información sobre prevalencia de las ITS, las características de los subgrupos de HSH, sus particularidades por grupos de edad, las características de sus parejas sexuales femeninas, su frecuencia de consumo de drogas y la estimación de su tamaño poblacional, entre otras cosas.

**Coordinación del proceso.** Este trabajo fue coordinado a través del Grupo Temático ONUSIDA a nivel nacional en colaboración con la Universidad Nacional de Asunción, el PRONASIDA y la DGVS/MSPBS.

**Financiamiento.** ONUSIDA.

**Conflicto de interés.** Ninguno declarado por los autores.

## REFERENCIAS

- Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social, Programa Nacional de Control del SIDA/ITS. Estudio VIH/ITS en poblaciones centinelas. Estudio de prevalencia y comportamiento trabajadores y trabajadoras sexuales del Paraguay. Asunción: Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social; 2006. Disponible en: [http://www.pronasida.gov.py/images/documentos/estudios\\_tsf\\_tsm.pdf](http://www.pronasida.gov.py/images/documentos/estudios_tsf_tsm.pdf) Acceso el 10 de febrero de 2013.
- Aguayo N. Estudio de prevalencia del VIH/Sífilis y comportamientos, prácticas y actitudes de las mujeres trabajadoras sexuales en el Paraguay 2011-2012. Asunción: Unidas en la Esperanza (UNES); 2012. Disponible en: [http://www.pronasida.gov.py/images/documentos/mts\\_2011\\_2012.pdf](http://www.pronasida.gov.py/images/documentos/mts_2011_2012.pdf) Acceso el 10 de febrero de 2013.
- Morosini E. Informe final 2011: VIH / SIDA y sífilis y factores de riesgo en población HSH: Estudio de seroprevalencia de vih/sida y sífilis, factores sociocomportamentales y estimación del tamaño de la población de hombres que tienen sexo con hombres en el Paraguay. Asunción: ONUSIDA, Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social, OPS; 2011. Disponible en: [http://www.academia.edu/2550383/Estudio\\_de\\_estimacion\\_de\\_VIH\\_y\\_Sifilis\\_en\\_poblacion\\_HSH\\_de\\_5\\_regiones\\_del\\_Paraguay](http://www.academia.edu/2550383/Estudio_de_estimacion_de_VIH_y_Sifilis_en_poblacion_HSH_de_5_regiones_del_Paraguay) Acceso el 5 de abril de 2013.
- Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social, Programa Nacional de Control del SIDA/ITS. Estudio de prevalencia del VIH/sífilis y comportamientos, prácticas y actitudes de la población trans en el Paraguay 2011. Asunción: Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social; 2011. Disponible en: [http://www.pronasida.gov.py/images/documentos/estudio\\_trans.pdf](http://www.pronasida.gov.py/images/documentos/estudio_trans.pdf) Acceso el 10 de diciembre de 2013.
- Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social, Programa Nacional de Control del SIDA/ITS. Estudio del comportamiento, prácticas, actitudes y prevalencia de VIH y sífilis en militares en el Paraguay. 2010-2011. Asunción: Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social; 2011. Disponible en: [http://www.pronasida.gov.py/images/documentos/informe\\_militares.pdf](http://www.pronasida.gov.py/images/documentos/informe_militares.pdf) Acceso el 8 de noviembre de 2013.
- Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social, Programa Nacional de Control del SIDA/ITS. Estudio de seroprevalencia y comportamiento en parturientas y puerperas en el Paraguay. Asunción: Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social; 2012. Disponible en: [http://www.pronasida.gov.py/images/documentos/material\\_educativo/inf\\_est\\_puerperas.pdf](http://www.pronasida.gov.py/images/documentos/material_educativo/inf_est_puerperas.pdf) Acceso el 1 de julio de 2013.
- Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social, Programa Nacional de Control del SIDA/ITS. Estudio de prevalencia de sífilis/VIH y conocimientos, prácticas y actitudes de la población indígena en 3 ejes geográficos del Paraguay. Asunción: Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social; 2006. Disponible en: [http://www.pronasida.gov.py/images/documentos/inf\\_pob\\_indigena.pdf](http://www.pronasida.gov.py/images/documentos/inf_pob_indigena.pdf) Acceso el 5 de mayo de 2013.
- Heaton LM, Komatsu R, Low-Beer D, Fowler TB, Way PO. Estimating the number of HIV infections averted: an approach and its issues. *Sex Transm Infect.* 2008;84(Suppl 1):i92-i96.
- Gouws E. Methods for estimating HIV incidence. Geneva: UNAIDS; 2010. Disponible en: [https://www.unaids.org/en/media/unaids/contentassets/dataimport/pub/base/document/2010/epi\\_alert\\_1stqtr2010\\_en.pdf](https://www.unaids.org/en/media/unaids/contentassets/dataimport/pub/base/document/2010/epi_alert_1stqtr2010_en.pdf) Acceso el 10 de febrero de 2013.
- Hallett TB, Zaba B, Todd J, Lopman B, Mwita W, Biraro S, et al. Estimating incidence from prevalence in generalised HIV epidemics: methods and validation. *PLoS Med.* 2008;8(4):e80.
- United Nations Programme on HIV/AIDS. Modeling the expected short-term distribution of new HIV infections by modes of transmission. Geneva: UNAIDS; 2012. Disponible en: [http://www.unaids.org/sites/default/files/en/media/unaids/contentassets/documents/document/2012/guidelines/JC2427\\_ModelingNewHIVInfectionsbyModesofTransmission\\_en.pdf](http://www.unaids.org/sites/default/files/en/media/unaids/contentassets/documents/document/2012/guidelines/JC2427_ModelingNewHIVInfectionsbyModesofTransmission_en.pdf) Acceso el 10 de enero de 2013.
- Alarcón JO, Pun M, Gutiérrez C, Whitembury A, Tejada R, Suárez L., et al. Estimación y análisis de la incidencia de VIH en población adulta del Perú: resultados de la aplicación del modelo matemático MoT. *Rev Per Med Ex Salud Publica.* 2012;29(4):452-60. Disponible en: [http://ateneo.unmsm.edu.pe/ateneo/bitstream/123456789/2264/1/rev\\_peru\\_med\\_exp\\_salud\\_publica06v29n4\\_2012.pdf](http://ateneo.unmsm.edu.pe/ateneo/bitstream/123456789/2264/1/rev_peru_med_exp_salud_publica06v29n4_2012.pdf) Acceso el 10 de febrero de 2013.
- Carballo Palma L. Modelo de modos de transmisión del VIH: análisis de la distribución de nuevas infecciones por el VIH y recomendaciones para prevención. Managua: Comisión Nicaragüense del SIDA, Ministerio de Salud; 2012. Disponible en: [http://www.pasca.org/sites/default/files/MoT\\_NICARAGUA\\_2011\\_finalB.pdf](http://www.pasca.org/sites/default/files/MoT_NICARAGUA_2011_finalB.pdf) Acceso el 18 de abril de 2013.
- Consejo Presidencial del SIDA de la República Dominicana. Modelo de modos de transmisión del VIH: análisis de la distribución de las nuevas infecciones por el VIH y recomendaciones para la prevención en la República Dominicana: informe final. COPRESIDA: Santo Domingo; 2010. Disponible en: [http://www.unaids.org/sites/default/files/en/media/unaids/contentassets/documents/countryreport/2010/201011\\_MoT\\_Dominican\\_Republic\\_es.pdf](http://www.unaids.org/sites/default/files/en/media/unaids/contentassets/documents/countryreport/2010/201011_MoT_Dominican_Republic_es.pdf) Acceso El 10 de febrero de 2013.
- Niet AI. MoT: modelo para el análisis de la distribución de nuevas infecciones por el VIH en los grupos de exposición y recomendaciones para la prevención. El Salvador: Ministerio de Salud de El Salvador; 2011. Disponible en: [http://www.pasca.org/sites/default/files/docs/mot\\_els\\_2011.pdf](http://www.pasca.org/sites/default/files/docs/mot_els_2011.pdf) Acceso el 10 de febrero de 2013.
- Ponce Bedoya E, Zeceña W, García I, González M, García J, Moscoso V, et al. Modos de Transmisión del VIH-MoT: modelo para el análisis de la distribución de nuevas infecciones por el VIH en los grupos de exposición en Guatemala. Guatemala: Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, Centro Nacional de Epidemiología; 2012. Disponible en: [http://pdf.usaid.gov/pdf\\_docs/pa00j52b.pdf](http://pdf.usaid.gov/pdf_docs/pa00j52b.pdf) Acceso el 7 de febrero de 2013.
- Pisani E, Garnett GP, Grassly NC, Brown T, Stover J, Hankins C, et al. Back to basics in HIV prevention: focus on exposure. *Br Med J.* 2003;326(7403):1384-7.
- Gouws E, White PJ, Stover J, Brown T. Short term estimates of adult HIV incidence by mode of transmission: Kenya and Thailand as examples. *Sex Transm Infect.* 2006;82 (Suppl 3):iii51-iii55.
- Fleming DT, Wasserheit JN. From epidemiological synergy to public health policy and practice: the contribution of other sexually transmitted diseases to sexual transmission of HIV infection. *Sex Transm Infect.* 1999;75(1):3-17.
- Gray RH, Wawer MJ, Brookmeyer R, Sewankambo, NK, Serwadda D, Wabwire-Mangen F, et al. Probability of HIV-1 transmission per coital act in monogamous, heterosexual, HIV-1-discordant couples in Rakai, Uganda. *Lancet.* 2001;357(9263):1149-53.
- Gray RH, Li X, Kigozi G, Serwadda D, Nalugoda F, Watya S, et al. The impact of male circumcision on HIV incidence and cost per infection prevented: a stochastic simulation model from Rakai, Uganda. *AIDS.* 2007;21(7):845-50.
- Dirección General de Estadística, Encuestas y Censos. Paraguay: proyección de la población nacional por sexo y edad, 2000-2050. Asunción: Dirección General de Estadística, Encuestas y Censos; 2005. Disponible en: [http://www.dgeec.gov.py/Publicaciones/Biblioteca/NACIONAL/Proyeccion\\_Nacional.pdf](http://www.dgeec.gov.py/Publicaciones/Biblioteca/NACIONAL/Proyeccion_Nacional.pdf) Acceso el 8 de febrero de 2013.
- Centro Paraguayo de Estudios de Población. Encuesta nacional de salud sexual y reproductiva 2008. Asunción: Centro Paraguayo de Estudios de Población; 2009. Disponible en: <http://www.cepep.org.py/endssr2004/endssr2008/> Acceso el 10 de febrero de 2013.
- Aceijas A, Friedman SR, Cooper HLF, Wiessing L, Stimson GV, Hickman M. Estimates of injecting drug users at the national and local level in developing and transitional countries, and gender and age distribution. *Sex Transm Inf.* 2006;82 (Suppl 3):iii10-iii17.
- United Nations Programme on HIV/AIDS. Global report: report on the global AIDS epidemic 2013 Geneva: UNAIDS; 2013. Disponible en: [http://www.unaids.org/sites/default/files/media\\_asset/UNAIDS\\_Global\\_Report\\_2013\\_en\\_1.pdf](http://www.unaids.org/sites/default/files/media_asset/UNAIDS_Global_Report_2013_en_1.pdf) Acceso el 24 de enero de 2013.
- Teva I, Bermúdez MP, Ramiro MT, Buelacasal G. Situación epidemiológica actual del VIH/SIDA en Latinoamérica. *Rev Med Chile.* 2012;140(1):50-8.
- Gouws E, Cuchi P. Focusing the HIV response through estimating the major modes of HIV transmission: a multi-country analysis. *Sex Transm Infect.* 2012;88(Suppl 2):i76-i85.
- Mumtaz GR, Kouyoumjian SP, Hilmi N, Zidouh A, El Rhilani H, Alami K, et al. The distribution of new HIV infections by mode of exposure in Morocco. *Sex Transm Infect.* 2013;89(Suppl 3):iii49-iii56.

Manuscrito recibido el 2 de agosto de 2014. Aceptado para publicación, tras revisión, el 14 de marzo de 2015.

---

**Estimate of the incidence of HIV in the adult population of Paraguay using the MoT mathematical model****ABSTRACT**

*Objective.* To estimate the incidence of HIV in the adult population of Paraguay for 2014 and analyze its distribution and associated uncertainty according to risk behavior.

*Methods.* The UNAIDS model was applied according to modes of transmission (MoT). Data were obtained from a detailed review of documents prepared between 1996 and 2013. Uncertainty of the estimated values was analyzed.

*Results.* The estimated incidence for 2014 was 0.091% (3,081 new infections). Both the percentage of new infections (74.75%, CI95%: 64.19%–81.47%) and the incidence rate per 10,000 population (9,518) were greater in the group of men who have sex with men (MSM). The second most affected group was made up of those who have stable heterosexual sex (9.9%). Heterosexual transmission accounted for 23% of new cases and 8% corresponded to couples (men and women) who engaged in high-risk behavior for HIV transmission. Female sex workers and intravenous drug users accounted for 1%.

*Conclusions.* The resulting estimate of the incidence of HIV and its distribution among groups at risk is consistent with national-level reports and with the characteristics of the MSM population, which accounts for the greatest number of cases in the epidemic. Preventive actions should be aimed at this group in order to have a significant impact on the course of the epidemic in the country. Furthermore, it is recommended that preventive activities aimed at stable couples in at-risk groups and the general population be expanded and strengthened.

**Key words** HIV; mathematical models; estimation techniques; incidence; Paraguay.

---