

**EL FENÓMENO DEL NIÑO Y LA SEROPREVALENCIA DE  
ENFERMEDAD DE CHAGAS**

Trabajo de Investigación para optar al grado de  
Magíster en Docencia e Investigación Universitaria

**MARIA FERNANDA CAMPOS MAYA**

**ALBA ALICIA GARAVITO MORENO**

Asesores:

**Dr. FRANZ PARDO, MD, ESP, MSc**

**UNIVERSIDAD SERGIO ARGOLEDA**

**MAESTRIA EN DOCENCIA E INVESTIGACIÓN UNIVERSITARIA**

**Bogotá D.C., Colombia**

**2015**

**HOJA DE FIRMAS**

---

**Dr. Franz Pardo**

**Asesor de Tesis**

---

**Dra. Irma Amalia Molina Bernal**

**Directora, Programa de Maestría**

**ÍNDICE**

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	7
2. JUSTIFICACIÓN .....	10
3. ESTADO DEL ARTE.....	12
3.1 Estudios acerca del vector y el parásito.....	13
3.1 Estudios acerca Modo de transmisión Por vectores, oral, sexual y congénita.....	14
3.1 Estudios acerca del diagnóstico, en fases aguda y crónica de la enfermedad. ....	15
3.2 Estudios acerca del tratamiento. ....	15
3.3 Estudios acerca del Fenómeno del Niño, clima y ambiente. ....	15
3.4 Estudios acerca de la Medicina de la Prevención. ....	15
4. MARCO TEÓRICO .....	17
4.1 Descripción General .....	17
4.4 Clima .....	33
4.4.1 Generalidades Sobre el Fenómeno ENOS (El niño-Oscilación del sur). ....	35
4.5 Vigilancia Epidemiológica en Salud Pública. ....	39
5. HIPÓTESIS.....	42
6. OBJETIVOS .....	43
6.1 Objetivo General.....	43
6.2 Objetivos Específicos.....	43
7. METODOLOGÍA .....	44
8. CRONOGRAMA.....	46
9. PRESUPUESTO .....	47
10. IMPACTO ESPERADO .....	48

11.	RESULTADOS.....	50
11.1	Seroprevalencia de la enfermedad del Chagas en Colombia Años 1995 – 2009.....	51
11.2	Periodicidad del Fenómeno del Niño Siglos XVII al XX en Colombia .....	53
11.3	Relación entre seropositividad de infección por T. CRUZI y variables climáticas en presencia y ausencia del Fenómeno del Niño.....	56
12.	DISCUSIÓN .....	59
13.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	73
14.	ANEXOS .....	77
15.	BIBLIOGRAFÍA .....	80

**LISTADO DE TABLAS**

Tabla 1. Distribución de los casos de enfermedades de transmisión vectorial en América del Sur notificados a la Organización Panamericana de la Salud en 1996.....	8
Tabla 2. Documentación Eje Temático Chagas –Vector – Parásito .....	12
Tabla 3. Documentación Eje Temático Chagas –Patología, Diagnostico Y Tratamiento .....	13
Tabla 4. Documentación Fenómeno del Niño, Clima y Ambiente .....	14
Tabla 5. Documentación Relacionada con la Medicina de la Prevención .....	16
Tabla 6 Notificación al SIVIGILA Malaria, Dengue, Fiebre Amarilla, Leishmania. Colombia 2008 a 2010 .....	50
Tabla 7. Seroprevalencia para anti – T. Cruzi en unidades de sangre obtenidas y tamizadas por bancos de Sangre de Colombia en los años 1995 a 2009. ....	52
Tabla 8. Periodicidad de Aparición del Fenómeno del Niño en Colombia. Siglo XX .....	54
Tabla 9 Seroprevalencia para Chagas, según ocurrencia del Fenómeno del Niño en Colombia, 1996 - 2009 .....	55
Tabla 10. Correlación de Spearman. Variables meteorológicas Seroprevalencia de infección por T cruzi vs. Estación Santiago Pérez del Arauca en los años 1996 a 2009.....	58
Tabla 11. Similitudes y diferencias entre Dengue, Malaria y Chagas .....	65

## LISTADO DE FIGURAS

Figura 1. Ciclo de Vida del Tripanosoma cruzi .....	20
Figura 2. Triatoma Infestans .....	21
Figura 3. Tendencia de Ocurrencia del Fenómeno del Niño en Colombia. Siglo XX.....	53
Figura 4. Fenómeno del Niño y Prevalencia Para T. Cruzi en Unidades De Sangre Analizadas Entre Los Años 1995 – 2009, En Colombia. ....	57

## 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Todas las actividades realizadas por el hombre, principalmente aquellas nocivas, tienen un impacto directo sobre el medio ambiente. Dentro de éstas se destacan los asentamientos humanos, el irrespeto por la naturaleza y el mal uso de los recursos. Estas acciones han ocasionado, en forma sistemática y acumulativa, cambios drásticos en el ecosistema. Uno de los aspectos donde más se refleja estos efectos es sobre el cambio climático, el cual genera una amenaza emergente en la salud pública.

La convención marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático (CMCC) define el cambio climático como: “un cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables” (Watson, 2001)

Esta variabilidad climática, afecta el medio ambiente y como consecuencia de esto a todos los seres vivos. El hombre, en su nicho ecológico, convive con diferentes especies que hacen parte de una variedad de factores de riesgo para la salud humana, debido a que en este medio se encuentran de forma simultánea el agente etiológico, el reservorio, y el vector o vehículo. Cuando estos elementos interactúan entre sí, favorecen la aparición de enfermedades transmisibles, incluyendo aquellas transmitidas por vectores.

En este sentido, “Los cambios temporales y espaciales de las temperaturas, las precipitaciones y la humedad que, según las previsiones, tendrán lugar según los diferentes escenarios del cambio climático, afectarán a la biología y ecología de los vectores y los huéspedes intermedios y, por consiguiente, al riesgo de transmisión de enfermedades. El riesgo aumenta porque, aunque los artrópodos pueden regular su temperatura interna modificando su comportamiento, no pueden hacerlo fisiológicamente y, por lo tanto, dependen totalmente del clima para su supervivencia y desarrollo” (Githeko A., 2000).

En América del Sur, la enfermedad de Chagas, el paludismo, el dengue, la leishmaniasis y la esquistosomiasis son las principales enfermedades de transmisión vectorial. Estas enfermedades son sensibles al clima en lo que respecta al número de personas afectadas. Sin embargo, el número de casos de enfermedades transmitidas por vectores notificadas a las autoridades sanitarias aún se encuentra por debajo de lo esperado. (Tabla 1).

Tabla 1. Distribución de los casos de enfermedades de transmisión vectorial en América del Sur notificados a la Organización Panamericana de la Salud en 1996

<b>Enfermedad</b>	<b>Nº de casos</b>
Paludismo	877 851
Fiebre del dengue	276 758
Enfermedad de Chagas <sup>a</sup>	5 235 000
Esquistosomiasis	181 650

<sup>a</sup> El número de casos de la enfermedad de Chagas se ha calculado a partir del número de personas expuestas.

Fuente: OPS. Casos de enfermedades Transmitidas por Vectores notificados a la OPS en América del Sur año 1996.



Como se aprecia en la Tabla 1, el número de casos notificados de Enfermedad de Chagas corresponde al 79.7% del total de enfermedades transmitidas por vectores, notificado en América del Sur a la OPS, durante el año 1996.

Así mismo, la Organización Mundial de la Salud, plantea que aproximadamente de “16 a 18 millones de personas están infectadas y 100 millones están en riesgo de estarlo en Latinoamérica. En Colombia, zona endémica para la enfermedad, existe al menos un millón de personas infectadas y tres millones en riesgo. La Enfermedad de Chagas y sus desenlaces explican la pérdida de 2.740.000 AVADS (años de vida ajustados por discapacidad) en el continente, constituyendo la carga más alta debida a enfermedad tropical alguna, pese a lo cual esta patología ha sido ubicada entre las tres enfermedades más abandonadas del mundo”. (Guía de Atención para la Enfermedad de Chagas, 2007).

Puesto que uno de los fenómenos climáticos más estudiados en el mundo ha sido el fenómeno del Niño, por su alto impacto en la modificación del comportamiento de los periodos lluviosos y secos, se ha llegado a conocer que estos cambios, a su vez, impactan la presentación de enfermedades transmitidas por vectores. Por todo lo mencionado, surge entonces la siguiente pregunta de investigación: ¿Cómo afecta el fenómeno de El Niño el comportamiento de la Enfermedad de Chagas?

## 2. JUSTIFICACION

La enfermedad de Chagas es considerada un evento de interés en salud pública en Colombia, según la Resolución 412 de 2000 emitida por el Ministerio de Salud ([www.saludcolombia.com](http://www.saludcolombia.com)), la cual está inmersa dentro del sistema de vigilancia en salud pública –SIVIGILA- mediante el cual se recopila, analiza, interpreta, actualiza, divulga y se evalúa sistemática y oportunamente la información sobre eventos en salud, para la orientación de las acciones de prevención y control en salud pública (INAS). Adicional a lo anterior, es una infección crónica, de difícil diagnóstico, manejo y que prevalece en el tiempo afectando en mayor proporción a los habitantes de zonas endémicas de Colombia (por debajo de los 1600 más svm), lo tanto el fortalecer las acciones para la prevención, el diagnóstico oportuno y el tratamiento adecuado se convierte en una prioridad en todo el territorio nacional.

Así mismo, como ya se mencionó anteriormente, la Organización Mundial de la Salud, plantea que aproximadamente de “16 a 18 millones de personas están infectadas y 100 millones están en riesgo de estarlo en Latinoamérica. En Colombia, existen al menos un millón de personas infectadas y tres millones en riesgo. La Enfermedad de Chagas y sus desenlaces explican la pérdida de 2.740.000 AVADS (años de vida ajustados por discapacidad) en el continente, constituyendo la carga más alta debida a enfermedad tropical alguna, pese a lo cual esta patología ha sido ubicada entre las tres enfermedades más abandonadas del mundo”. (INAS, 2007).

Por otra parte, en la actualidad, se evidencia un creciente interés por el estudio del efecto que los cambios en la temperatura y el clima pueden ocasionar sobre la salud de los individuos y las poblaciones. En el País se han adelantado investigaciones en cuanto la influencia que tienen los cambios climáticos sobre enfermedades transmitidas por vectores especialmente Dengue y Malaria; adicional a esto se han realizado estudios específicos sobre el fenómeno el niño, por su alto impacto en la modificación del comportamiento de los periodos lluviosos y secos, y las dos enfermedades anteriormente mencionadas evidenciado una fuerte asociación ente la enfermedad y el comportamiento de la determinadas variables climáticas.

Unido a la anterior, en el País se adelanta el proyecto piloto nacional de adaptación al cambio climático –INAP- (SIAC) el cual dentro de sus objetivos contempla la implementación de un Sistema Integrado de Vigilancia y Control. Dado que la enfermedad de Chagas también es una enfermedad transmitida por vectores y se han demostrado efectos de variables climáticas como temperatura y humedad en el ciclo de vida del vector se podría pensar que los fenómenos climáticos también ejercen alguna acción en el comportamiento de la Enfermedad de Chagas.

Al definir cómo afecta el fenómeno del niño, como ejemplo de cambio en los factores climáticos, podrían crear estrategias que permitan prevenir y mitigar el número de casos con las consecuencias esperadas al aumentar la incidencia de una enfermedad, esperando un impacto directo sobre el estado de salud desde el punto de vista del sector salud, las comunidades y los individuos.

### 3. ESTADO DEL ARTE

Para la realización del estado del arte se tuvieron en cuenta los siguientes ejes temáticos: Vector y parásito, modo de transmisión (vectores, oral, sexual y congénita), diagnóstico (fases aguda y crónica), tratamiento, Fenómeno del Niño, clima y ambiente y Medicina de la Prevención. A continuación se relaciona la información que aporta a cada eje.

Tabla 2. Documentación Eje Temático Chagas –Vector – Parásito

NOMBRE DEL LIBRO, REVISTA ARTICULO ETC	EJE AL QUE APORTA	BIBLIOGRAFIA	PLANTEAMIENTO PRINCIPAL
Ecología de la enfermedad de Chagas, y su prevención y control en la Amazonia. Un enfoque de ecosalud.	Vector y Parasito	(Bazzani & Roberto, Ecología de la enfermedad de Chagas, y su prevención y control en la Amazonia. Un enfoque de ecosalud., 2005)	Se describe de forma detallada los factores que facilitan la domiciliación del vector
Actualización de la distribución geográfica y eco epidemiología de la fauna de triatomíneos (Reduviidae: Triatominae) en Colombia.	Vector y Parasito	(Guhl F. , Aguilera, Pinto, & Vergara, 2007)	Distribución geográfica de los principales triatomíneos vectores de T. Cruzi, en Colombia. Mapas por región.
Trypanosoma cruzi-associated cerebrovascular disease: a case-control study in Eastern Colombia	Vector y Parasito	(Leon Sarmiento, Mendoza, & Torres Hillera, 2004)	Trypanosoma cruzi infection is a common cause of cardiopathy in South America leading it eventually to an established stroke; however, the association between T. cruzi infection itself and cerebrovascular disease is still unknown. We did a case-control study at Eastern Colombia and found that T. cruzi infection was more frequent and statistically significant in stroke cases (24.4%) than controls (1.9%), (Chi square: 21.72; OR: 16.13; 95% confidence interval (CI): 3.64-71.4; p < 0.00001). After removing the seropositive patients with cardiological abnormalities, the significance still remained by multivariate analysis (p < 0.05). This is the first case-control study that demonstrated a significant link between this infection and symptomatic cerebrovascular disease, mainly ischemic, regardless of cardiac abnormalities. Therefore, we recommend that patients with stroke must be screened for T. cruzi infection if they currently live or have lived in places where this parasite is considered endemic.
Estimación cuantitativa de la enfermedad de Chagas en las Américas	Vector y Parasito	(OPS/HDM/CD/425-06, 2007)	Presenta datos de la enfermedad en diferentes países de las Américas, explica fuentes y forma de medición. Documento restringido.
Microbiología Médica	Vector y Parasito	(Murray, Rosenthal, Kobayashi, & Pfäller, 2005)	Trypanosoma Cruzi: parásito, epidemiología, síndromes clínicos, diagnóstico de laboratorio y tratamiento, prevención y control.
Actualización de la distribución geográfica y eco epidemiología de la fauna de triatomíneos (Reduviidae: Triatominae) en Colombia.	Vector y Parasito	(Guhl F. , Aguilera, Nestor, & Vergara, 2007)	Distribución geográfica de los principales triatomíneos vectores de T. Cruzi, en Colombia. Mapas por región.

Fuente: Campos, M. & Garavito, A. (2009). Tablas de retención documental.

## 3.1 Estudios acerca del vector y el parásito

En este eje temático, se encontraron seis documentos que describen el comportamiento del vector y del parásito. Tabla 2.

**Tabla 3. Documentación Eje Temático Chagas –Patología, Diagnóstico Y Tratamiento**

NOMBRE DEL LIBRO, REVISTA ARTICULO ETC	EJE AL QUE APORTA	BIBLIOGRAFIA	PLANTEAMIENTO PRINCIPAL
“El Mal de Chagas es de origen Latinoamericano, pero se ha mundializado”	Patología, Diagnóstico y Tratamiento	(Dra. Cristina Romana, 2008)	Plantea como la enfermedad puede afectar población que no se encuentra en áreas de transmisión activa de la enfermedad, pero que lo puede hacer por ejemplo por transplantes de órganos de personas con la enfermedad.
False-positive Human Immunodeficiency Virus Test and Trypanosoma Cruzi Infection in Eastern Colombia	Patología, Diagnóstico y Tratamiento	(Parra Piñeros, Valderrama, & Leon Sarmiento, 2004)	Plantea la posibilidad de falsos positivos para VIH, en lo que respecta a la prueba WB, la cual podría dar como positiva para VIH, a personas con Chagas.
Clinical and epidemiological aspects of Chagas disease.	Patología, Diagnóstico y Tratamiento	(Prata, 2001)	Presenta los datos más relevantes en aspectos clínicos, epidemiológicos y de impacto social y en los servicios de salud. Dato de prevalencia poco actualizados (artículo del 2001) pero hace una buena descripción de la forma aguda y crónica de la enfermedad.
Fundamentos de medicina. Enfermedades infecciosas.	Patología, Diagnóstico y Tratamiento	(Restrepo, Robledo, Leiderman, Restrepo, Botero, & Bedoya, 2003 Sexta Edición)	Tripanosomiasis: Enfermedad de Chagas: etiología, patología, Sintomatología, diagnóstico, serodiagnóstico, tratamiento, epidemiología y prevención.
Infectología y enfermedades infecciosas	Patología, Diagnóstico y Tratamiento	(Cecchini & Gonzalez, 2008)	Enfermedad de Chagas: introducción, epidemiología, etiología (parásito, vector, huésped), Transmisión, Patogenia (mecanismo autoinmune, mecanismo no autoinmune), clínica, diagnóstico, tratamiento.
Farmacología	Patología, Diagnóstico y Tratamiento	(Harvey & Champe, 2004)Harvey. R, Cham	Describe el tratamiento y los fármacos usados en el tratamiento del Chagas. Melarsoprol, Nifurtimox, Suramina.
Resolución 412 de 2000. Guías de promoción de la salud y prevención de la enfermedad	Patología, Diagnóstico y Tratamiento	(Ministerio de la Protección Social, 2000)	Guías de atención: comprenden enfermedades infecciosas: tuberculosis pulmonar y extra pulmonar, meningitis meningocócica, lepra, malaria, dengue, leishmaniasis, fiebre amarilla y enfermedad de Chagas
Enfermedad de Chagas. Guía para vigilancia, prevención, control y manejo clínico de la enfermedad de Chagas aguda transmitida por alimentos.	Patología, Diagnóstico y Tratamiento	(PAHO/OPAS/OMS, 2009)	La Guía se destina gerentes y trabajadores de la salud que ejercen sus actividades en regiones donde el acceso a la información es difícil. Se ha una demanda creciente de casos sospechosos de Chagas oral. Los trabajadores de la salud en atención primaria y vigilancia epidemiológica deben enfrentar en forma eficiente e integrada con otros sectores las respuestas necesarias.

Fuente: Campos, M. & Garavito, A. (2009). Tablas de retención documental.

## 3.2 Estudios acerca Modo de transmisión Por vectores, oral, sexual y congénita.

En la revisión de información acerca del eje temático Chagas – Modo de transmisión, se encontró un artículo que habla de la Prevención y Manejo de la Transmisión de la enfermedad de Chagas como enfermedad Transmitida por Alimentos ETA. Tabla 3.

**Tabla 4. Documentación Fenómeno del Niño, Clima y Ambiente**

NOMBRE DEL LIBRO, REVISTA ARTICULO ETC	EJE AL QUE APORTA	BIBLIOGRAFIA	PLANTEAMIENTO PRINCIPAL
El cambio climático y las enfermedades transmitidas por vectores: un análisis regional	Fenómeno del Niño, Clima Y Ambiente	(OMS, 2001)	Plantea la variabilidad interanual e interdecadal del clima y su directa sobre la epidemiología de las enfermedades transmitidas por vectores. El efecto del cambio climático sobre enfermedades tropicales como paludismo y la fiebre del dengue. Los riesgos del cambio climático para la estructura sanitaria y la salud de las poblaciones en riesgo de contraer enfermedades transmitidas por vectores.
Fenómenos del Niño y la Niña	Fenómeno del Niño, Clima Y Ambiente	(semarnap.gob.mx, 2001)	El Niño. ¿Qué es? Efectos. Predicción. Medidas preventivas. El efecto invernalero y El Niño. ¿El volcanismo submarino causante del efecto El Niño? Listado de fenómenos El Niño La Niña. ¿Qué es? Características. Efectos. Listado de fenómenos La Niña
Sistema de vigilancia del clima. Alerta temprana de anomalías y fenómenos climáticos externos.	Fenómeno del Niño, Clima Y Ambiente	(Organización Meteorológica Mundial, 2010)	Folleto. Sistema de vigilancia del clima para hacer un seguimiento eficaz de los fenómenos climáticos externos y emitir los avisos oportunos. Explica componentes y utilidad del sistema.
Efectos naturales y socioeconómicos del fenómeno el niño en Colombia.	Fenómeno del Niño, Clima Y Ambiente	(Ministerio del Medio Ambiente; Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales IDEAM, 2002)	Se expone resumidamente el avance del conocimiento de la naturaleza y las características principales del fenómeno el niño, el efecto climático y su impacto socioeconómico, ecológico y ambiental sobre el territorio colombiano. En este documento se resume lo que generalmente se observa en el país bajo la influencia de un fenómeno El Niño.
Geographical considerations on HAM/TSP in Japan	Fenómeno del Niño, Clima Y Ambiente	(Leon & Zaniniv, Geographical considerations on HAM/TSP in Japan, 1995)	It has also been demonstrated that the distribution of solar radiation in Japan seems to be more affected by the meteorological conditions that the location of Japan between the latitude and longitude know; and, these climatological, meteorological, and geographical conditions do not fluctuate from year in a substantial manner.
Neuroturoepidemiología III: El caso intertropical y el fenómeno de "El Niño"	Fenómeno del Niño, Clima Y Ambiente	(Leon & Carpientero, Neuroturoepidemiología III: El caso intertropical y el fenómeno de "El Niño", 2001)	Se reporta la presencia de diferencias sub clínicas entre pacientes con HTLV-1 asociada a mielopatía/paraparesiaspástica tropical (HAM/TSP) en diferentes áreas del mundo.
Predicting high-risk years for malaria in Colombia using parameters of El Niño Southern Oscillation	Fenómeno del Niño, Clima Y Ambiente	(Bouma, et al., 1997)	Describe la variación interanual de los casos de malaria en Colombia entre 1960 y 1992, mostrando la asociación entre un periodo climático conocido como el fenómeno el niño- oscilación del sur (ENSO), comparado con otros años.
Climate and Enso variability associated with vector-borne diseases in Colombia	Fenómeno del Niño, Clima Y Ambiente	(Poveda, Graham, Epstein, Rojas, Quiñones, & Martens, 2002)	Relación entre los cambios climáticos y la ocurrencia de brotes de malaria y fiebre del Dengue en Colombia. Mostrando un modelo epidemiológico y de correlación estadística con el cual se podría predecir la presencia de brotes de ETV de acuerdo con el cambio climático.

Fuente: Campos, M. & Garavito, A. (2009). Tablas de retención documental

### 3.3 Estudios acerca del diagnóstico, tanto en fase aguda como en fase crónica de la enfermedad.

Se consultaron ocho documentos que hacen referencia al diagnóstico en la fase aguda, la fase crónica y las interacciones en materia de falsos positivos de la prueba de Elisa realizada para Chagas y para VIH. Ver tabla 3.

### 3.4 Estudios acerca del tratamiento.

Tanto para la fase aguda como crónica de la enfermedad, se consultaron dos fuentes, entre las cuales se encuentra la Resolución 412 del 2000. Esta resolución da línea técnica para la atención y tratamiento de la enfermedad de Chagas dentro del Plan Obligatorio de Salud POS.

Tabla 3

### 3.5 Estudios acerca del Fenómeno del Niño, clima y ambiente.

Se encuentran ocho documentos en los cuales se establece la relación de los cambios climáticos generados por el fenómeno de El Niño, y su relación con el aumento del número de casos de enfermedades transmitidas por vectores como malaria, dengue, leishmaniasis y Chagas.

Tabla 4.

### 3.6 Estudios acerca de la Medicina de la Prevención.

En la revisión realizada, se consultan cinco documentos que plantean la necesidad de intervenir el contagio y diseminación de las enfermedades transmitidas por vectores a través de un sistema

de vigilancia que contemple los factores determinantes de la patología y genere estrategias para intervenirlos tempranamente. Enfermedades transmitidas por vectores como malaria, dengue, leishmaniasis y Chagas. Tabla 5.

**Tabla 5. Documentación Relacionada con la Medicina de la Prevención**

NOMBRE DEL LIBRO, REVISTA ARTICULO ETC	EJE AL QUE APORTA	BIBLIOGRAFIA	PLANTEAMIENTO PRINCIPAL
Iniciativa Intergubernamental de Prevención y Vigilancia de la Enfermedad de Chagas en la Amazonia (AMCHA)	Medicina de la Prevención	(OPS, 2002)	Prevención de la transmisión vectorial de la enfermedad de Chagas en la Región Amazónica, a través de la implementación del sistema de vigilancia epidemiológica regular, integrado y con aprovechamiento máximo de los recursos, servicios y programas de salud ya existentes.
Neurotripanosomiasis americana: aspectos clínicos de un problema básico	Medicina de la Prevención	(León Sarmiento, Prada, & Bayona Prieto, Neurotripanosomiasis americana: aspectos clínicos de un problema básico, 2003)	Metaanálisis: Trypanosoma Cruzi como agente causal de la enfermedad de Chagas. Las complicaciones neurológicas no han sido adecuadamente identificadas y estudiadas en Colombia, a pesar de existir allí áreas geográficas que presentan prevalencias de infección iguales o mayores de las informadas en otras latitudes.
Immune response, nitric oxide, autonomic dysfunction and stroke: a puzzling linkage on Trypanosoma cruzi infection	Medicina de la Prevención	(Pinto, Torres Hillera, Mendoza, & Leon Sarmiento, 2002)	Trypanosoma cruzi (T. cruzi) is a tissue parasite causing American trypanosomiasis or Chagas' disease (ChD) affecting, mostly, the cardiovascular and gastrointestinal systems.
Chagas disease in Andean countries	Medicina de la Prevención	(Guhl, Chagas disease in Andean countries, 2007)	The Andean Countries' Initiative (ACI) for controlling Chagas disease was officially created in 1997 within the framework of the HipolitoUnanue Agreement (UNANUE) between the Ministries of Health of Colombia, Ecuador, Peru, and Venezuela. Its objective was to interrupt transmission via vector and transfusion in the region.
Guía para el muestreo en actividades de vigilancia y control vectorial de la enfermedad de Chagas	Medicina de la Prevención	(OPS, 2003)	Describe las técnicas de muestreo para estudios vectoriales y de seroprevalencia en las actividades de vigilancia y control vectorial de la enfermedad de Chagas, tanto para obtener líneas de base, como para determinar el impacto de las intervenciones.

Fuente: Campos, M. & Garavito, A. (2009). Tablas de retención documental



## 4. MARCO TEÓRICO

### 4.1 Descripción General

La Enfermedad de Chagas o tripanosomiasis americana es una enfermedad propia del continente americano, en especial de América Latina. Fue descrita en 1909 por el médico brasileño Carlos Ribiero Justiniano das Chagas. En 1924, los médicos Mulhens, Dios, Perocchi y Zuccarini comunicaron los dos primeros casos agudos de la enfermedad en Argentina.

#### 4.1.1 Epidemiología.

La enfermedad se extiende desde el sur de la Argentina y Chile. Coincide con la presencia del vector trazado desde el paralelo 40° de latitud norte, en los Estados Unidos, hasta el paralelo 45° de latitud sur en Chubut (Argentina). Así mismo, se han descrito casos pos transfusionales, tanto en los Estados Unidos como en Tierra de Fuego (Argentina). (Cecchini E., 2008).

#### 4.1.2 Etiología.

El amplio territorio en que se asienta la enfermedad de Chagas comprende las áreas en que pueden convivir tanto parásitos, vector como huésped aptos para ser infectados en ambientes propicios (ejemplo, hacinamiento, vivienda precaria, pobreza, aspectos culturales, entre otros).

#### 4.1.3 Parásito.

La tripanosomiasis americana es producida por un protozooario flagelado denominado *Tripanosoma Cruzi* (*T. cruzi*). El *T. Cruzi* cumple dos ciclos evolutivos: el primer ciclo

incluye la vinchuca (vector) y el segundo: el hombre. Cuando el hombre o un animal infectado son picados por una vinchuca, libre de *T. Cruzi*, la vinchuca se contamina. Luego, el parásito sufre distintas transformaciones en el intestino de la vinchuca, quien evoluciona hacia formas infectantes que reanudan el ciclo.

Cuando el vector pica al hombre o un animal ingurgita la sangre, defeca sobre la superficie de la piel del animal o del hombre. Los parásitos infectantes, que salen en las deyecciones del insecto, pueden entrar por pequeñas lesiones o por la picadura misma; también lo pueden hacer fácilmente por mucosas.

Los parásitos penetran en el tejido y allí se reproducen activamente; luego invaden la sangre. Es de anotar que el *T. Cruzi* tiene un ciclo vital complejo, y adopta diversas formas como modo de adaptación al medio, a saber:

- Epimastigote: Se desarrolla en el vector y es una forma proliferativa.
- Amastigote: Forma aflagelada, sin membrana ondulante, oval, intracelular (tisular) y replicativa
- Esferomastigote: Estadio replicativo que se encuentra en el estómago del vector
- Tripomastigote: Está presente en las heces del vector, forma no replicativa circulante en la sangre del mamífero

Una vez en la sangre, los tripomastigotes emigran a otros tejidos, especialmente al corazón, sistema nervioso central, músculos y aparato digestivo. Allí pierden el flagelo y la

membrana ondulante y se convierten en amastigotes; se replican mediante fisión binaria, formando pseudoquistes y acaban por destruir las células huéspedes.

Los pseudoquistes, crecen y se rompen permitiendo el reingreso en la sangre de algunos parásitos en la forma de tripomastigotes, que pueden comprometer nuevos sitios. De esta manera el ciclo se reinicia.

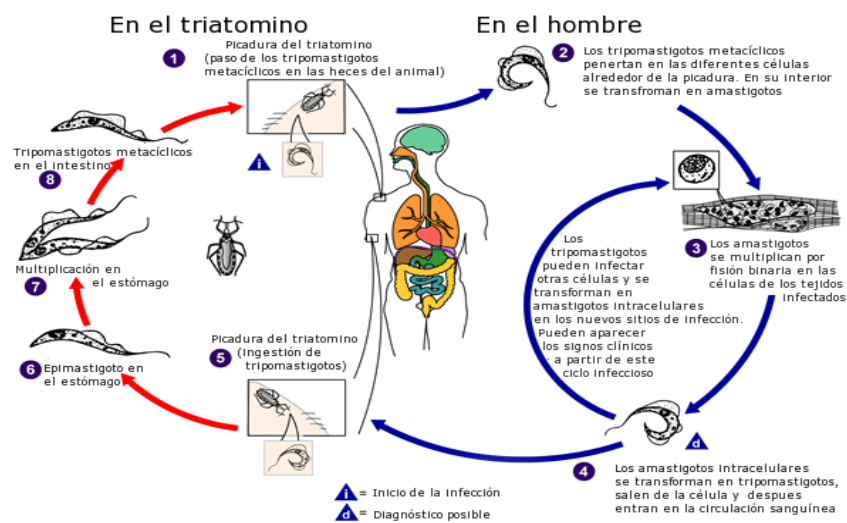
En el vector, los tripomastigotes ingeridos en el momento de alimentarse del huésped, se convierten en epimastigotes dentro del intestino medio, por fisión binaria longitudinal. Los microorganismos emigran hacia el intestino posterior, se transforman en tripomastigotes meta cíclicos y después salen de la vinchuca con las heces para iniciar una nueva infección.

Desde el punto de vista clínico, es importante recordar las formas amastigotes, dado que representan el aspecto evolutivo de anidación tisular (quiste). Esto sirve para identificar el parásito en las biopsias, y el tripomastigote, que es la forma circulante hemática y la base del diagnóstico directo de la enfermedad. Ver Figura 1.

4.1.4 Vector. Los vectores de la enfermedad de Chagas son insectos hematófagos de la familia de heterópteros Reduviidae. Esta familia de insectos se conoce con el nombre de “insecto besador” como resultado de que la mayoría de ellos son especies nocturnas que se alimentan de sangre de humanos, picándoles en la cara, mientras éstos duermen. Algunos nombres comunes en Sur América son:

- Brasil: barbeiro, bicudo, chupao;
- Bolivia, Uruguay, Paraguay, Chile, Argentina: vinchuca;
- Belice: Bush Chinche;
- Colombia: chipo o pito;
- Ecuador: chinchorro;
- Perú: chirimacho
- Venezuela: equipito y chupón.

Figura 1. Ciclo de Vida del *Tripanosoma cruzi*



<http://www.cdc.gov/parasites/chagas/biology.html>

Las Triatómicas del Nuevo Mundo se encuentran desde el sur de los grandes lagos, hasta la parte sur de Argentina, estando concentradas en la faja tropical y subtropical. Se entiende que la familia se origina en un área tropical o subtropical. Todas las Triatómicas tienen la capacidad de transmitir *T. Cruzi*. De las 119 especies de Triatómica, cerca de la mitad son vectores y una docena son vectores de importancia epidemiológica.

Los Triatominos miden de 5 a 45 mm. La mayoría de estos triatominos son de color negro o marrón oscuro, con frecuencia con patrones contrastantes en amarillo, anaranjado o rojo, con un connexivum (margen abdominal prominente) en la unión entre las placas dorsales y ventrales. La cabeza tiene una construcción posterior que forma un cuello detrás de los ocelos, ojos compuestos prominentes hemisféricamente están situados justamente detrás de los ocelos. La región en frente de los ojos es cilíndrica o cónica. Las antenas son filiforme segmentadas en cuatro.

El pico o rostrum es tri segmentado y está formado por el labium que encierra las partes bucales en forma de estiletes. Estos estiletes son porciones modificadas de la maxila y mandíbulas que descansan en un canal dorsal al rostrum y tienen una ranura para formar un canal para la comida y un canal para la saliva. Cuando el insecto no se está alimentando, el rostrum que es recto, es sostenido debajo y casi paralelo a la cabeza.

Figura 2. *Triatoma Infestans*



[http://www.vetres.org/articles/vetres/full\\_html/2009/02/v09018/v09018-fig7.jpg&imgrefurl](http://www.vetres.org/articles/vetres/full_html/2009/02/v09018/v09018-fig7.jpg&imgrefurl)

4.1.4.1 Ciclo de vida. Los triatominos pasan por una metamorfosis parcial o hemimetábola. Luego de la etapa de huevo, hay un desarrollo que conlleva 5 instarsninfales. Las ninfas se

distinguen de los adultos en que tienen ojos más pequeños, no tienen ocelos, ni alas y por la presencia de lóbulos torácicos en el lugar de donde se desarrollarán las alas. Ambos sexos de adultos y de los instar ninfales requieren de alimentarse con sangre para su desarrollo y sobrevivencia.

Las hembras están listas para aparearse de 1 a 3 días luego de la última muda. La cópula conlleva la transferencia de un espermátforo del aedeagus, con el macho posicionado dorso-lateralmente a la hembra, con sus claspers agarrando la parte terminal del abdomen de la hembra, desde abajo. La cópula dura unos 5 a 15 minutos.

La ovoposición comienza de 10 a 30 días luego de la copula. Cada hembra típicamente deposita solo uno o dos huevos al día, produciendo un total de 10 – 30 huevos entre alimentación con sangre. Dependiendo de la especie, una sola hembra puede producir hasta 1000 huevos durante su vida, pero el promedio está alrededor de los 200. Hembras vírgenes pero alimentadas pueden iniciar la postura de huevos que son infértiles. Cada huevo ovulado es de unos 2 – 2.5 x 1 mm. Son de color blanco o rosado. La mayoría de las especies depositan los huevos sueltos, pero algunas hembras ponen sus huevos en racimos o masas. Los huevos de algunas especies se tornan rosas o rojos al momento de eclosionar, 10 a 37 días luego de la ovoposición, dependiendo de la temperatura ambiental.

Las ninfas recién emergidas son rosas y se pueden alimentar de sangre en 48 a 72 horas luego de eclosionar. Las ninfas deben abarrotarse de alimento antes de mudar. El ciclo completo de huevo a adulto puede llevarse a cabo de 3 – 4 meses, pero se puede dilatar por 1 – 2 años. Los

tiempos de desarrollo variable entre especies dependen de muchos factores, incluyendo, temperatura ambiental, humedad, disponibilidad de huéspedes, intervalos de alimentación, y largo de la diapausa ninfal.

Cada especie de triatomino evidentemente es única, en su biología y comportamiento. Hoy se busca incluso la caracterización de distintas poblaciones de una misma especie. La premisa, es que esas diferencias, inter e intra-específicas, pueden definir la mayor o menor importancia que tienen en la transmisión de *T. Cruzi* al humano y determinar un diferente abordaje para su control y vigilancia (Cecchini & Gonzalez, 2008). Se conocen más de cien especies de triatominos vectores o potencialmente vectores de *T. Cruzi* y se hacen agrupaciones de ellas. Esto con el fin de simplificar las formas de intervención, sin perjuicio de la eficacia de las acciones y asimismo dándoles un máximo de efectividad.

Conocer la asociación de cada una de las especies con el hombre es de gran importancia por múltiples aspectos. Así el grado de adaptación al domicilio es uno de los parámetros más utilizados para hacer agrupaciones de especies. Teniendo este criterio, generalmente los “insectos besadores” se dividen en tres grupos: Selváticos, peri domésticos y domésticos (Bazzani & Roberto, Ecología de la enfermedad de Chagas, y su prevención y control en la Amazonia. Un enfoque de ecosalud., 2005). Las formas selváticas habitan nidos y madrigueras así como una amplia gama de lugares en donde ocultarse, como cuevas montículos de piedras, árboles caídos, huecos de árboles, hojas de palma, bromelias y otras epifitas. Estos habitáculos atraen anfibios, lagartos como las iguanas, opossums, roedores como el puercoespín, perezosos, murciélagos y otros mamíferos de los cuales los triatominos se alimentan (Guhl F, 2005).

Las especies peri-domesticas utilizan animales domésticos como huésped, que viven en jaulas o corrales. Las especies domésticas han colonizado habitáculos del ser humano o sus animales domésticos para procurarse su alimento de sangre. Las especies de triatómicos domésticos están asociadas casi exclusivamente con humanos y sus mascotas y son llevados de un lugar a otro en vehículos o de polizontes en materiales de la casa.

Los triatómicos tienden a esconderse en hendiduras o cavidades de materiales naturales y artificiales como, por ejemplo, material de nidos y madrigueras, hendiduras en rocas, y montículos de vegetación, materiales de construcción como madera, tejas material de paja para techar y hojas de palma, entre otros. En domicilios humanos se destacan las hendiduras de la pared, detrás de cuadros y retratos, debajo del colchón y material de ropa de cama, muebles, maletas, estibas de papeles.

Desde el punto de vista epidemiológico, lo que hay que recalcar es que las especies de triatomíneos que son exclusivamente domiciliadas son posibles de eliminación. Para ello, se ha comprobado que es suficiente el control químico domiciliario con insecticidas de acción residual, sistematizado y continuado por algún tiempo. En ese caso la meta, en términos de control vectorial puede ser la eliminación de la especie vectora y eso equivale a la interrupción definitiva de la transmisión de la enfermedad de Chagas, a través del vector, toda vez que esta sea la única especie existente en el área.



4.1.4.2 Distribución geográfica del vector en Colombia. Teniendo en cuenta la frecuencia con que se reportan en el domicilio y peri-domicilio, se consideran las siguientes especies como las de mayor riesgo de transmisión en Colombia: *Rhodniusprolixus*, *Triatoma dimidiata*, *Triatoma maculata* y *Triatoma venosa*. (Guhl F., 2007). Gulh y colaboradores (F, 2007), establecen la siguiente distribución de triatominos adaptados al hábitat humano por regiones en Colombia:

- a. Las llanuras del Caribe: Posee clima ambiental que va desde semi húmedo hasta árido. Allí se encuentran ampliamente distribuidas *Triatoma maculata* (en vías de domiciliación) y *Rhodniuspallescens* (especie de hábitos silvestres).
- b. La costa del Pacífico: Con clima ambiental húmedo y supe húmedo, no representa una región que permita albergar especies de triatominos de importancia epidemiológica.
- c. La región Andina: Presenta sub-regiones con diferentes cinturones horizontales y verticales de clima, vegetación y suelos, incluye los valles interandinos y constituye la región de mayor densidad de asentamientos humanos del país. Aquí se encuentran ampliamente distribuidas las principales especies de triatominos domiciliados, *Rhodniusprolixus*, *Triatoma dimidiata* y *Triatoma venosa*. En los valles interandinos a lo largo del río Magdalena se encuentran ampliamente distribuidas especies silvestres como *Rhodniuscolombiensis*.
- d. Los llanos de la Orinoquía: Estos se caracterizan por extremos de sequía y humedad durante el año. Las especies domiciliadas predominantes son *R. prolixus*, *T. dimidiata* y

*T. maculata*. Varios reportes demuestran la existencia de *R. prolixus* silvestre asociado a palmas tanto silvestres (*Attalea butyracea*, *Maximiliana elegans* y *Mauritia flexuosa*) como de cultivos agroindustriales (*Elaeis guineensis*).

- e. La selva de la Amazonía colombiana: Presenta un clima frecuentemente húmedo y caluroso durante todo el año y registra muy pocos triatominos domiciliados. *Rhodnius brethesi*, *R. prolixus* y *R. pictipes* son las especies silvestres de mayor distribución. Solamente se ha reportado un caso de *R. prolixus* domiciliado.
- f. En la Sierra Nevada de Santa Marta: Comprende todos los pisos térmicos hasta las nieves perpetuas, se encuentran bien distribuidos *R. prolixus* y *T. dimidiata* domiciliados. Hay registros de *T. maculata* y *T. diminuta* silvestres.

## 4.2 Patología Chagásica

4.2.1 Enfermedad Aguda. La Guía 23 de atención de la enfermedad de Chagas ofrece la siguiente definición para Chagas en fase Aguda. Esta es el período de incubación, el cual es en promedio de una semana. Una vez terminado éste periodo, se inicia un cuadro clínico caracterizado por la presencia del parásito en la sangre acompañada de un síndrome febril y otras manifestaciones clínicas; signos estos que son inespecíficos de cualquiera otra causa de síndrome febril agudo. Este cuadro clínico puede pasar inadvertido, diagnosticándose solo en el 1 o 2% de todos los pacientes.

Esta fase aguda de la enfermedad puede presentarse a cualquier edad, teniendo la enfermedad peor pronóstico si la infección aguda se presenta en niños menores de dos años. En caso de no encontrarse el parásito se deben realizar exámenes serológicos específicos para Chagas. Si el resultado es positivo, deberá confirmarse con una segunda prueba serológica (técnica de inmunofluorescencia indirecta - IFI, considerando como positivo títulos mayores o iguales a 1: 32). Si estas pruebas de laboratorio son reactivas, se considera al individuo como infectado. En caso de que dichas pruebas no fueran reactivas, se considera que el individuo no está infectado. Si hay disparidad entre ambas pruebas es necesario realizar una tercera evaluación serológica para definir el estado del infectado. Se recomienda realizar la técnica de inmunofluorescencia indirecta - IFI, considerando como positivo títulos mayores e iguales a diluciones de 1:16.

Tratamiento. El nifurtimox y el benzonidazol son las únicas drogas aceptadas internacionalmente y empleadas por la mayoría o la totalidad de los autores para tratamiento. Sin embargo, el benzonidazol es hasta ahora el único medicamento registrado ante el INVIMA y disponible en Colombia.

#### Recomendaciones generales

- Los pacientes en fase aguda deben ser tratados, cuando sea posible, y hospitalizados durante los primeros días del tratamiento según el curso clínico y complicaciones con las cuales curse el paciente.

- La vivienda donde reside el paciente a ser tratado debe estar libre de triatominos; esto con el fin de evitar reinfección, excepto en los casos agudos.
- Durante el tratamiento debe haber abstinencia en el consumo de bebidas alcohólicas, por parte del paciente.
- Evitar el consumo excesivo de grasa, frituras, picantes. Evitar exposiciones prolongadas al sol.
- Ante la aparición de cualquier efecto adverso disminuir la dosis o, eventualmente, suspender de forma transitoria, según el compromiso de paciente, realizar el tratamiento sintomático y reinstalar el tratamiento específico. En caso de persistencia o reaparición de los efectos adversos suspender el tratamiento.
- No se recomienda el tratamiento durante la lactancia

Según la Guía 23 para la atención de la enfermedad de Chagas (MINISTERIO DE LA PROTECCION SOCIAL, 2010) se estima que, anualmente, 2 a 5% de los pacientes en esta etapa evolucionan a la fase crónica de la enfermedad con síntomas y signos de afectación cardíaca o digestiva. Estudios longitudinales demuestran que entre 70% y 80% de los pacientes que cursan la etapa indeterminada evolucionan en forma favorable y benigna sin evidencia de daño cardíaco o digestivo, este último especialmente frecuente en los países del Cono Sur.

4.2.2 Enfermedad Crónica. En la Guía 23 para la atención de la enfermedad de Chagas se describe como Fase crónica la etapa final de la evolución de las fases agudas e indeterminadas presentándose en 25% de los pacientes. Este período se caracteriza por la lenta evolución y predominio del daño cardíaco, lo que origina la llamada miocardiopatía Chagásica crónica. Además, el tropismo del T. Cruzi por el tejido nervioso y por las vísceras huecas del tracto digestivo ocasiona en algunos pacientes lesiones a ese nivel, dando lugar a síndromes nerviosos caracterizados por meningo encefalopatías y trastornos psíquicos; síndromes digestivos dados por la presencia de mega vísceras, especialmente mega esófago y megacolon y disfunción del sistema nervioso autónomo. Las lesiones más importantes asociadas a la enfermedad de Chagas crónica son la cardiopatía y la visceromegalia. Si el paciente no tiene lesión orgánica, se considera que cursa la forma indeterminada, recomendándose, en este caso, evaluación anual de las mismas características que las mencionadas anteriormente, en un centro de atención de primer nivel.

El Diagnóstico de laboratorio para la fase crónica debe hacerse a través de la presencia de anticuerpos IgG anti T. Cruzi, detectando al menos por dos técnicas serológicas de principios diferentes de preferencia con titulación, pueden ser empleadas cualquiera de las siguientes tres técnicas: ELISA: títulos positivos mayor o igual a dos veces el valor del punto de corte de la densidad óptica; IFI: títulos positivos mayor o igual a 1:32; Hemoaglutinación: dependiendo del punto de corte señalado por la información técnica del kit correspondiente. La misma Guía 23 establece acerca del tratamiento en fase crónica lo siguiente: la evidencia acumulada sobre la eficacia del tratamiento tripanomicida en pacientes con infección crónica por T. Cruzi en términos de desenlaces clínicos es limitada en cantidad y calidad. Los datos disponibles señalan

que estos agentes reducen significativamente la carga parasitaria (solo tres ensayos clínicos con resultados homogéneos).

4.2.3 Chagas congénito. La transmisión transplacentaria al feto en formación se puede producir en cualquier etapa de la infección materna, en embarazos sucesivos, gemelares y, generalmente, se producen fetopatías pero no abortos y el niño al nacer puede presentar una amplia gama de manifestaciones que van desde Recién Nacidos aparentemente sanos y de peso adecuado a la edad gestacional (90% de los casos) hasta cuadros graves que pueden llegar a ser mortales en los niños nacidos de bajo peso, prematuros con hepatoesplenomegalia y otros síntomas característicos del síndrome de TORCH (Toxoplasma, Rubéola, Citomegalovirus, Herpes Virus en el 10% de los casos).

#### 4.3 Tratamiento.

4.3.1 Tratamiento en Fase Aguda. En el 2002 se realizó un proyecto piloto sobre caracterización clínica y tratamiento etiológico de niños con enfermedad de Chagas en fase latente en tres municipios del departamento de Boyacá. "Este proyecto fue multidisciplinario y colaborativo entre varias instituciones, a saber: CIMPAT de la Universidad de los Andes, que lo dirigió, Fundación Clínica Shaio, Secretaría Departamental de Salud de Boyacá, secretarías municipales y hospitales de los municipios de Moniquirá, Chitaraque y San José de Pare Boyacá, Ministerio de Salud e Instituto Nacional de Salud.

El objetivo fue evaluar la eficacia y seguridad del benzonidazol para el tratamiento antiparasitario de la enfermedad de Chagas en un grupo de escolares colombianos infectados, pero asintomático. Se realizó tamizaje serológico para anticuerpos IgG contra T.Cruzi a 1.643 escolares mediante una prueba de ELISA. Se confirmó la seropositividad mediante ELISA e IFI en forma enmascarada.

Solo se consideraron como infectados los niños con positividad en ambas pruebas serológicas. El grupo control lo conformaron niños de la misma zona seronegativos. Los niños de ambos grupos fueron sometidos a examen clínico exhaustivo y a un Electro Cardiograma estándar. Se realizó tratamiento con benzonidazol a una dosis diaria de 5 mg/kg de peso durante 60 días. Durante el tratamiento se realizaron controles clínicos cada dos semanas. Cinco semanas después de completar el tratamiento se tomaron muestras de suero con el fin de comparar los valores pre con los del pos tratamiento.

La prevalencia de infección observada fue 92/1643 (5,6%). Cerca de 51 niños infectados fueron seleccionados para el estudio de tratamiento y 48 de ellos lo completaron. Los efectos secundarios descritos fueron cefalea leve en siete casos (14,6%), erupción cutánea en tres (6,25%), leucopenia relativa en dos (4,2%) y anemia en uno (2,1%). Se observó una seroconversión negativa en 34 de 36 niños a quienes se hizo seguimiento serológico cinco meses después de finalizado el tratamiento.

Se destaca el alto porcentaje de seroconversión negativa logrado menos de seis meses después de finalizado el tratamiento, muy superior a lo informado en estudios similares realizados en el Cono Sur en la década de 1990. En conclusión, y dada la evidencia presentada, se recomienda el tratamiento según las especificaciones dadas con anterioridad, solo en menores de 20 años. No se recomienda tratamiento antiparasitario para el paciente adulto en fase indeterminada.

4.3.2 Tratamiento en fase crónica. En el año 2005 se realizó un estudio descriptivo en Colombia (Rosas F., 2005), en el cual se caracterizó 120 pacientes en fase crónica. Las manifestaciones clínicas más frecuentes correspondieron a disnea (42%), palpitaciones (31%), dolor precordial (42%), pre síncope (24%), síncope (27%) y muerte súbita recuperada (2, 5%). Cerca de 6,7% de los casos no presentaron manifestaciones clínicas.

Las principales manifestaciones electrocardiográficas fueron: bloqueo completo de rama derecha (40%), bloqueo aurículo ventricular de segundo y tercer grado (29,2%), disfunción del nodo sinusal (28,3%), taquicardia ventricular (23%), fibrilación auricular (19%), hemibloqueo anterior izquierdo (17,2%), flutter auricular (3,3%) y bloqueo de rama izquierda (3,3%).

En 31% de los casos la radiografía de tórax fue normal. En 15,8% se observó cardiomegalia severa. Todos los pacientes fueron sometidos a un ecocardiograma doppler color. El estudio fue considerado como normal en 33,6% de los casos. Se documentaron alteraciones de la contractilidad en 42,4%, siendo éstas de carácter global en 26,5%, de localización inferior en



7,9%, apical-inferior y anterior en 2,6% y otras en 2,4%. Se observó un compromiso generalizado y localizado del ventrículo derecho en un caso (0,8%) que sugirió una displasia arritmogénica del ventrículo derecho. En 24% de los casos se evidenció una insuficiencia mitral y en 15,2% una insuficiencia tricuspídea. Un total de 11 aneurismas (9,7%) fueron observados, 63,6% de localización apical y 36,3% de localización inferior. 8,8% de los pacientes presentaron trombos intracavitarios, por lo general relacionados con aneurismas o alteraciones globales de la contractilidad. Un total de 61 pacientes (50%) requirió de la implantación de un marcapaso definitivo. Las indicaciones para realizar dicha intervención quirúrgica fueron: enfermedad del nodo sinusal 52,4%, bloqueo aurículo ventricular de segundo y tercer grado sintomáticos 26% y otros (fibrilación auricular Por Holter o estudio electrofisiológico se documentó taquicardia ventricular (sostenida o no sostenida) en 19,4% de los casos. Así mismo en 10% se observó asociación de disfunción sinusal o bloqueo aurículo ventricular con taquicardia ventricular.

Estado evolutivo clínico: clasificado el estado evolutivo y conocido el compromiso se iniciará el seguimiento y tratamiento médico según la diagnóstico clínico del paciente: a) Insuficiencia cardíaca. b) Tromboembolismo pulmonar. c) Arritmias d) Muerte súbita.

#### 4.4 Clima

El conjunto de las condiciones atmosféricas que caracterizan el estado medio de la atmósfera y su evolución en una zona determinada es lo que llamamos el *clima*, a diferencia de lo que conocemos por *tiempo* o estado de la atmósfera en un lugar y un momento dado. Por decirlo de otra manera, al decir clima nos referimos a lo que sucede en la atmósfera a lo largo de

los años, mientras que el tiempo es lo que sucede en ella hoy, mañana o pasado mañana. El clima solamente se puede conocer después de una larga serie de observaciones en varios periodos anuales, mientras que el tiempo se refiere a la observación de los elementos climáticos en un periodo determinado (IDEAM).

El sistema climático se considera formado por cinco elementos. La atmósfera (la capa gaseosa que envuelve la Tierra), la hidrosfera (el agua dulce y salada en estado líquido), la criosfera (el agua en estado sólido), la litosfera (el suelo) y la biosfera (el conjunto de seres vivos que habitan la Tierra). El clima es consecuencia del equilibrio que se produce en la interacción entre esos cinco componentes. (Instituto sindical de Trabajo Ambiente y Salud - ISTAS -). Los elementos del clima son el conjunto de componentes que lo caracterizan y que actúan conjuntamente en la tropósfera. Las unidades que se relacionan con mayor frecuencia son la temperatura, las precipitaciones, la humedad, el viento, la presión atmosférica, la evaporación y la nubosidad. Entre los factores más relevantes que pueden modificar el clima están: latitud, altitud, corrientes marinas y relieve (Instituto Geográfico Nacional - España).

La variabilidad del clima es la variación con respecto al clima medio, incluidas las variaciones estacionales y los ciclos regionales a gran escala de las circulaciones atmosféricas y oceánicas, como El Niño-Oscilación Austral (ENOA) o la Oscilación del Atlántico Norte. El cambio climático se produce a lo largo de decenios o en escalas cronológicas aún más amplias. Hasta nuestros días, los cambios en el clima mundial se habían producido de forma natural, durante siglos o milenios, debido a la deriva continental, a diversos ciclos económicos, a

variaciones en la energía solar y a la actividad volcánica. En los últimos decenios se ha hecho más patente que las acciones humanas están modificando la composición de la atmósfera y provocando con ello un cambio climático global. (OMS-, 2003)

Por "cambio climático" se entiende un cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables.(Naciones Unidas, 1992)

En la nota técnica IDEAM–METEO/005-2010 se detectó, para Colombia, un aumento de la temperatura media del orden de 0.13°C/década para 1971-2000 y, el ensamble de los escenarios de cambio climático proyectan que la temperatura promedio del aire en el país aumentará con respecto al período de referencia 1971-2000 en: 1.4°C para el 2011-2040, 2.4°C para 2041-2070 y 3.2°C para el 2071-2100. Esto causaría disminuciones en los volúmenes de precipitación en amplias zonas de la regiones Caribe y Andina, e incrementos hacia la Región Pacífica; así como, reducciones en la humedad relativa especialmente en La Guajira, Cesar, Tolima y Huila. (Murcia, 2010)

#### 4.4.1 Generalidades Sobre el Fenómeno ENOS (El niño-Oscilación del sur).

El fenómeno El Niño ha ocurrido desde hace más de 13000 años, dado que los científicos han encontrado pruebas geológicas de sus efectos en las costas suramericanas. Analizando los documentos escritos, la presencia del fenómeno es conocida aproximadamente desde hace 400

años. El fenómeno se ha estudiado de manera más reciente, por medio del seguimiento que se hace al comportamiento de algunos elementos meteorológicos desde finales del siglo XIX, en ambos extremos de la cuenca del Pacífico. En el año de 1892 la Sociedad Geográfica de Lima publicó un artículo describiendo la presencia de una corriente cálida en las aguas del norte del país que se observa a principios de enero, acompañada de un régimen de abundantes precipitaciones. Esta corriente la denominaron los pescadores El Niño, debido a su presencia en los meses de navidad.

En 1894 el geógrafo Víctor Eguigueren publicó un trabajo denominado “Las lluvias en Piura”, primer documento que pretende describir la climatología del fenómeno a partir de documentos históricos, para confeccionar un índice de la intensidad del fenómeno ocurrido en el periodo 1791-1890(Vicepresidencia de la República).

Hacia 1920 Sir Gilbert Walker observó una variación pendular en la presión barométrica sobre el Pacífico meridional: cuando había alta presión en el Pacífico occidental, era baja en el Pacífico oriental, y viceversa. Esto originaba cambios notables en la dirección y velocidad de los vientos sobre la superficie marina. Por la alternancia observada, Walker dio a este fenómeno el nombre de Oscilación del Sur. Años después, a medida que otros científicos iban comprendiendo mejor la circulación de los vientos y el régimen de temperaturas marítimas en esa región, pudieron vincularlas oscilaciones de la presión que había identificado Walker con la corriente marítima periódica, fuerte y cálida, que se desplaza a lo largo de las costas de Ecuador y Perú. Se

estableció entonces una relación entre los dos fenómenos, el oceánico, la Corriente del Niño, y el atmosférico, la Oscilación (del) Sur; se explica así la denominación actual del fenómeno en su conjunto, El Niño, Oscilación Sur (ENOS).

Durante El Niño, el aumento resultante en las temperaturas marinas calienta y humedece la atmósfera, alterando la convección de modo que las zonas de convergencia y las lluvias asociadas se desplazan a otros lugares originando a su vez perturbaciones en la circulación atmosférica. Los cambios en la localización de las lluvias regulares de los trópicos, y el calor latente liberado, alteran considerablemente las pautas habituales de calentamiento de la atmósfera.

La mayoría de las variaciones interanuales en los trópicos y una parte sustancial de las extra tropicales de ambos hemisferios (norte y sur) están estrechamente relacionadas con El Niño. Durante ENOS la presión atmosférica es más alta de lo normal sobre Australia, Indonesia, el sudeste asiático y las Filipinas, y el fenómeno manifiesta por la sequedad ambiental, que puede llegar a convertirse en verdadera sequía. La sequedad prevalece también sobre las islas Hawái y la América Central y se extiende hasta Colombia y el nordeste del Brasil. Por el contrario, caen lluvias excesivas sobre el Pacífico occidental y central y sobre la costa oeste de América del Sur, y aun sobre Paraguay, parte de Argentina y Uruguay, y también, en el invierno, sobre parte de los tradicionales estados sureños norteamericanos.

Los cambios relacionados con el ENOS producen grandes variaciones en el tiempo y el clima en todo el mundo. Algunas veces golpean duramente a las poblaciones humanas

infligiéndoles sequías, inundaciones, olas de calor y otros cambios que pueden desorganizar gravemente la agricultura, la pesca, el medio ambiente, la salud, la demanda de energía y la calidad del aire.

La Niña, como se denomina la fase fría de la Oscilación del Sur, describe la aparición de aguas superficiales frías en el Pacífico ecuatorial, oriental y central. En términos generales, se podría afirmar que causa efectos inversos a los originados por El Niño, aunque hacen falta más estudios sobre el fenómeno en sí y sobre sus probables impactos. (Una visión General del Fenómeno, Oscilación Sur (ENOS)).

En el siglo XX EL NINO se ha presentado así: 1902, 1904, 1911, 1913,1918, 1923, 1925, 1930, 1932, 1939, 1951, 1953, 1957, 1958, 1963, 1969, 1972, 1973, 1976, 1977,1982, 1983, 1986, 1987, and 1991, 1992(German Póveda) y1997-1998.

El primer fenómeno el niño del siglo XXI, empezó a manifestarse desde mayo de 2009, por un calentamiento de las aguas del Océano Pacífico Tropical, acompañado de un debilitamiento de los vientos de la atmósfera baja. Para mediados de junio de 2.009 las condiciones meteorológicas y oceanográficas manifestaron el inicio de la etapa temprana de formación del fenómeno, al presentarse un calentamiento de medio grado centígrado, que es el umbral mínimo. Además empezó a observarse un aumento progresivo en el nivel promedio del mar. (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM - , 2009)

#### 4.5 Vigilancia Epidemiológica en Salud Pública.

La vigilancia epidemiológica en salud pública se puede definir como la recolección sistemática de información sobre problemas específicos de salud en poblaciones, su procesamiento y análisis, y su oportuna utilización por quienes deben tomar decisiones de intervención para la prevención y control de riesgos y daños correspondientes. (Echavarría, 2004)

En 1986, el Center for Disease Control and Prevention (CDC) de Atlanta, Estados Unidos, definió la vigilancia en salud pública como “El seguimiento y recogida sistemática, análisis e interpretación de datos sobre resultados específicos necesarios para planificar, implementar y evaluar la práctica en salud pública, muy estrechamente unido a la diseminación puntual de estos datos a quienes necesitan conocerlos. El eslabón final de la cadena de vigilancia es la aplicación de los datos al control y prevención de las enfermedades y accidentes”. (Gil, 2008)

La vigilancia tiene tres objetivos fundamentales: a) Identificar problemas de salud b) guiar, orientar y estimular las intervenciones de salud pública, y c) sugerir hipótesis para la investigación epidemiológica.

Los datos en vigilancia son esenciales para la realización de diversas funciones de salud pública, entre las que se destacan las siguientes: Detectar epidemias, detectar casos individuales de problemas especialmente relevantes, detectar cambios de tendencias, detectar cambios en los agentes causales de enfermedades, contribuir al conocimiento de la historia natural de la

enfermedad, facilitar la planificación y evaluación de los programas de salud pública, efectuar proyecciones futuras de los problemas de salud e identificar áreas de interés para futuras investigaciones. (Gil, 2008)

Como estrategias de vigilancia en el país, actualmente se consideran las siguientes:

- **Vigilancia Intensificada:** aquella en la cual los organismos, instituciones, funcionarios y la comunidad tienen necesidad de reforzar los mecanismos de captura de casos utilizando para ello definiciones de caso muy amplias que permiten detectar los eventos precozmente o descartar aquellos que no son.
- **Vigilancia Centinela:** en la que participan algunas instituciones y comunidades que por sus características particulares pueden sufrir o atender casos de eventos específicos. Generalmente se utiliza para aumentar la eficacia de los sistemas generales de vigilancia con elementos complementarios como centro centinela, eventos trazadores y observación epidemiológica en territorios centinela.

Así, por ejemplo, en algunos casos puede considerarse un territorio como centinela, ya sea por la presencia de un riesgo específico para la salud de sus habitantes, por las circunstancias accidentales o por problemas estructurales como las condiciones de vida o la existencia de grupos homogéneos de población. En este caso se establece la vigilancia con el fin de detectar la presencia de nuevos casos de eventos trazadores relacionados con los citados riesgos, fundamentalmente de carácter medio ambiental y social.



- Observatorio epidemiológico: se caracteriza por requerir la organización de una red intersectorial de vigilancia, con el fin de conocer a profundidad el comportamiento de un evento, sus factores determinantes y la eficacia de medidas de intervención.
- Vigilancia rutinaria: es aquella observación regular y continua del comportamiento de un evento que está bajo control y del cual se tiene un conocimiento claro sobre su tendencia y determinantes. Actualmente en el país esta estrategia se lleva a cabo a través del SIVIGILA.
- Encuestas periódicas: son estudios de prevalencia programados y dirigidos a la población general o a grupos específicos, con el fin de establecer la variabilidad de un evento en el tiempo y sus factores determinantes. La periodicidad se establece según la tendencia del evento, la variabilidad en el tiempo de los factores determinantes, el grado de desarrollo del programa de prevención y control y los costos de la encuesta.
- Investigación Evaluativa: es la aplicación de métodos científicos o empíricos de investigación para la evaluación de programas con el fin de llegar a afirmaciones causales y defendibles sobre la eficacia de un programa e intervenciones específicas.

## **5. HIPÓTESIS**

Existe una diferencia estadísticamente significativa entre las prevalencias de Enfermedad de Chagas correspondientes a períodos de fenómeno del niño y no niño

Las variables climáticas temperatura, humedad relativa y precipitación se relacionan positivamente con la prevalencia de la Enfermedad de Chagas

## 6. OBJETIVOS

### 6.1 Objetivo General

Determinar la relación entre la ocurrencia del fenómeno del niño y la prevalencia de la Enfermedad de Chagas.

### 6.2 Objetivos Específicos

- Identificar casos de Enfermedad de Chagas por medio de las pruebas serológicas realizadas en los Bancos de Sangre de todo el país en el período 1995 – 2009 y calcular la correspondiente prevalencia anual.
- Determinar la periodicidad del fenómeno del niño en el siglo XX en Colombia.
- Determinar si existe una diferencia estadísticamente significativa entre las prevalencia de Enfermedad de Chagas en períodos niño y no niño.
- Analizar la asociación estadística entre las variables climáticas y la prevalencia de la Enfermedad de Chagas, en presencia y ausencia del fenómeno del niño.

## 7. METODOLOGÍA

El tipo de estudio que se usó en esta investigación fue descriptivo observacional, por cuanto se tomó como población a estudio las unidades de sangre tamizadas para infección por *Trypanosoma cruzi* en los bancos de sangre de todo el País en los años 1995 a 2009.

Para el análisis de información se usaron medidas de frecuencia como la prevalencia, expresada en términos de Seroprevalencia, ya que se contó únicamente con diagnósticos serológicos y no con diagnósticos clínicos de la infección por el agente causal de la enfermedad de Chagas.

Se calcularon intervalos de confianza al 95%, para estimar la probabilidad específica del rango de valores, dentro del cual podría hallarse la Seroprevalencia de la infección en la población a estudio, de acuerdo con la Seroprevalencia calculada. A través del análisis de tendencias se explicó el comportamiento del fenómeno del niño en Colombia en el siglo XX.

Por las características de los datos disponibles, se realizó una medición no paramétrica de correlación, mediante el test de Spearman, se tomó como variable dependiente la seropositividad por tamizaje de bolsas de sangre para enfermedad de Chagas reportada por el Instituto Nacional de Salud en los mismos años y las variables independientes fueron los datos climatológicos de

humedad, temperatura y precipitación de la Estación Santiago Pérez del Arauca en los años 1996 a 2009.

Esta prueba mide el grado de correlación entre dos variables cuantitativas, en este caso se asoció la variable dependiente seropositividad con cada una de las variables independientes (humedad, temperatura y precipitación). La información recolectada se utilizó para la realización de la prueba de Spearman, la cual se aplicó como método para relacionar la enfermedad de Chagas y los cambios climatológicos ocasionados por el fenómeno del niño.

Las variables incluidas en el estudio fueron:

- Variables climáticas: Humedad relativa, precipitación y temperaturas. Estas variables se tomaron de la estación meteorológica de Santiago Pérez del Arauca en los años 1996 a 2009.
- Número de casos positivos de pruebas tamiz en bancos de sangre de Colombia a partir de 1995 y hasta el año 2009.
- Distribución del vector por áreas geográficas.



**9. PRESUPUESTO**

ITEM	DESCRIPCIÓN	COSTO POR UNIDAD	TOTAL
RECURSO HUMANO	Duración	Honorarios Mes	Total
Investigadora 1	12	4.100.000	49200000
Investigadora 2	12	4.100.000	49200000
DESPLAZAMIENTOS Y VISITAS A INSTITUCIONES	Cantidad/Mes	Costo /Mes	
Transporte	1	100.000	100000
EQUIPOS	Cantidad	Costo /Unidad	
Equipos de Computo	1	2.500.000	2500000
MATERIALES	Cantidad	Costo /Unidad	
Equipos de oficina y papelería	1	50.000	50000
BIBLIOGRAFÍA	Cantidad	Costo /Unidad	
Documentos físicos y virtuales	1	50.000	50000
IDEAM Series de Datos Humedad, Temperatura, Precipitación y Temperatura Superficial del Agua de 140 estaciones Metereológicas Colombianas.	128	12.000	1536000
Acceso a Literatura Científica relacionada con Enfermedad de Chagas, cambio climático, métodos diagnósticos, y demás necesarios en la investigación.	1	500.000	500000
<b>TOTAL GASTOS PROYECTO</b>		<b>103136000</b>	

## 10. IMPACTO ESPERADO

A partir de los resultados de esta investigación se pretende aportar evidencia científica organizada y sistematizada que conlleve al fortalecimiento de los sistemas de vigilancia de la enfermedad de Chagas en su fase aguda, a partir de la vigilancia del síndrome febril agudo, propendiendo por un diagnóstico oportuno y un tratamiento temprano teniendo esto un efecto directo en la disminución de casos de la enfermedad en fase crónica.

Es importante establecer, que las manifestaciones de la enfermedad pueden ser de larga data luego de la exposición, y que los hallazgos serológicos descritos en la presente investigación son incidentales, ya que la información de las pruebas positivas para Enfermedad de Chagas, proviene individuos que acuden libremente a donar sangre. En el momento en el que el laboratorio realiza los tamizajes de las unidades se encuentran positivos y dada la fisiopatología de la enfermedad, es difícil establecer la fecha de contagio.

Expuesta esta situación, se reafirma la necesidad de fortalecer la vigilancia de la enfermedad en fase aguda con el fin de establecer la fecha de exposición del individuo a la enfermedad. Teniendo en cuenta que se encuentra documentado el comportamiento frente a la variabilidad climática de vectores de la Malaria y el Dengue, se podrían extrapolar los resultado de estos



estudios al comportamiento del vector del Chagas y por ende incidir en la prevención de contagio de la patología.

Como punto final, el impacto de la presente investigación está orientado principalmente al aporte de elementos científicos que permitan trascender el concepto de Vigilancia Epidemiológica avanzando al de Medicina Preventiva, la cual aborda al individuo de manera integral contemplando no solo la enfermedad sino el origen de la misma. Dicho en otras palabras se pretende que las políticas de Salud relacionadas con enfermedades transmitidas por vectores, se fortalezcan en el enfoque preventivo (vigilancia en fase aguda) con el fin de identificar de manera temprana la patología, tratarla oportunamente, disminuir la morbimortalidad y la discapacidad consecuentes de la enfermedad de Chagas, y por último pero no menos importante mejorar la calidad de vida y salud de la población Colombiana expuesta a la patología.

## 11. RESULTADOS

El presente capítulo, se armoniza inicialmente, con los resultados encontrados en la literatura, acerca del comportamiento (expresado en número de casos) de otras enfermedades tropicales como Malaria, Dengue, Fiebre Amarilla y Leishmania, en los mismos años que fueron tomados para la descripción de la Seroprevalencia de la enfermedad de Chagas y que al compartir características clínicas, ayudan a explicar la relación entre las variables climáticas en presencia y ausencia del fenómeno del niño y los casos de Chagas, determinados por Seroprevalencia.

Tabla 6. Notificación al SIVIGILA de casos de Malaria, Dengue, Fiebre Amarilla, Leishmania. Colombia Años 2008 a 2010

MALARIA		DENGUE		FIEBRE AMARILLA		LEISHMANIA		Años de ocurrencia del niño 2006 y 2009
A	N	A	N	A	N	A	N	
2005	108079	2005	43257	2005	57	2005	10132	
2006	89886	2006	37011	2006	6	2006	8447	
2007	110480	2007	43448	2007	7	2007	6014	
2008	32657	2008	26367	2008	3	2008	3382	
2009	280525	2009	71079	2009	9	2009	12727	
2010	116914	2010	151774	2010	0	2010	14722	

Fuente: Instituto Nacional de Salud. Bases Notificación SIVIGILA. 2008 a 2010

Se encuentra que en el 2009, año en el que se presentó el fenómeno del niño, el número de casos de Malaria excedieron en 163611 a los notificados en 2008. Esto significa que por cada caso de malaria presentado en Colombia en el año 2008, ocurrieron 2.4 casos en el 2009. El dengue muestra un comportamiento similar ya que la notificación pasó de 26367 registros en el 2008 a 71079 en 2009 y por cada caso de dengue presentado en el 2008, ocurrieron 2.7 en el 2009, es de observar que la tendencia al aumento siguió hasta el 2010 en el cual se presentaron 80695 casos más y sucedieron 5.7 más que en el año 2008. Tabla 6

En lo referente a Fiebre Amarilla y Leishmania se registraron mayor número de notificaciones en el periodo post niño. Los casos de Fiebre Amarilla disminuyeron en el 2006 (ocurrencia del fenómeno del niño) con respecto al 2005. Para la Leishmania en el año de ocurrencia del niño (2009) se presentaron 12727 y el año siguiente (2010) aumentaron en 1.1 casos. Esto permite establecer que el comportamiento de estas dos enfermedades es inverso al de malaria y dengue, es decir que el aumento de casos se da en periodos cercanos al fenómeno del niño, generalmente post suceso niño. Tabla 6

#### 11.1 Seroprevalencia de la enfermedad del Chagas en Colombia Años 1995 – 2009.

La Tabla 7 evidencia que en el año 1995, sólo se tamizaron para T. Cruzi el 48% de las unidades de sangre, pese a la expedición y obligatoriedad de la Resolución 001738 de 1995 y

que en el periodo observado (1995 – 2009) este fue el año que mostró mayor seropositividad (1.2)

Tabla 7. Seroprevalencia para anti – T. Cruzi en unidades de sangre obtenidas y tamizadas por bancos de Sangre de Colombia en los años 1995 a 2009.

AÑO	Unidades de Sangre Obtenidas	Tamizadas para anti – T. Cruzi	Reactivas para anti – T.Cruzi	% de Reactividad para anti - T.Cruzi	% Tamiz para anti - T.Cruzi	IC 95%
1995	370687	177929	2223	1.2	48.0	[1,20 - 1,30]
1996	393063	386506	3931	1.0	98.3	[0,99 - 1,05]
1997	433901	429200	4710	1.1	98.9	[1,07 - 1,13]
1998	436619	435539	4682	1.1	99.8	[1,04 - 1,11]
1999	424791	423935	3793	0.9	99.8	[0,87 - 0,92]
2000	404474	403546	2672	0.7	99.8	[0,64 - 0,69]
2001	424709	423694	2429	0.6	99.8	[0,55 - 0,60]
2002	453931	452546	2118	0.5	99.7	[0,45 - 0,49]
2003	482371	481942	2003	0.4	99.9	[0,40 - 0,43]
2004	502089	502054	2203	0.4	100.0	[0,42 - 0,46]
2005	527711	527704	2147	0.4	100.0	[0,39 - 0,42]
2006	552391	552376	2218	0.4	100.0	[0,38 - 0,42]
2007	582011	582011	2790	0.5	100.0	[0,46 - 0,50]
2008	614752	614752	3377	0.5	100.0	[0,53 - 0,57]
2009	692487	692487	3744	0.5	100.0	[0,52 - 0,56]
<b>TOTAL</b>	<b>7295987</b>	<b>7086221</b>	<b>45040</b>	<b>0.6</b>	<b>97.1</b>	<b>[0,63 - 0,64]</b>

Fuente: Instituto Nacional de Salud. Resultados de Tamizaje Unidades de Sangre. Bancos de Sangre de Colombia. 1995 – 2009.

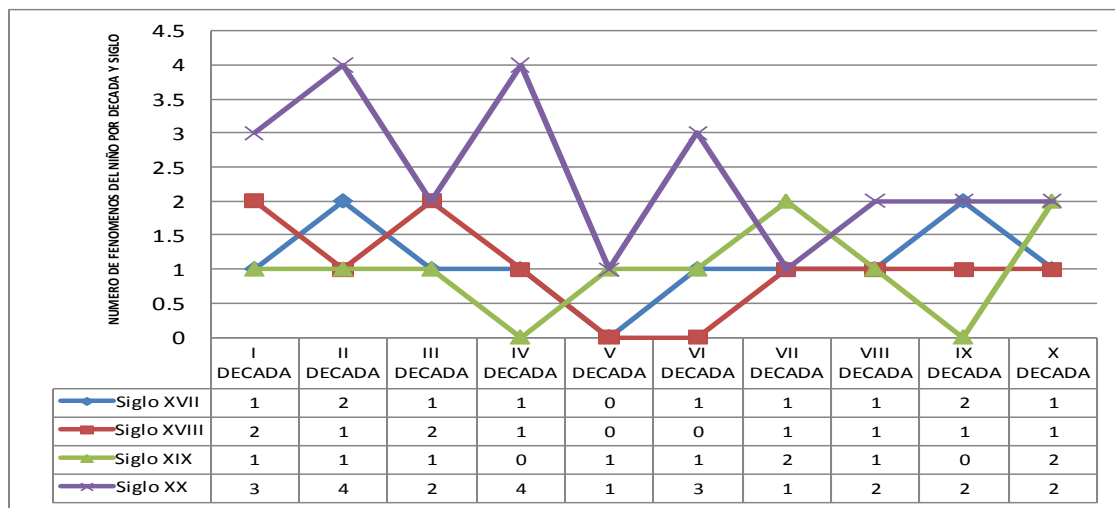
Adicionalmente, se observa que sólo hasta el año 2003, se cumple con el tamizaje del 100% de las unidades de sangre para T. Cruzi, de este hallazgo se puede inferir, que se pudiesen haber presentado casos de Chagas Transfusional en los años anteriores al 2003.

Se observa también, que la Ciudad que más número de bancos de sangre posee es Bogotá, por lo cual es la que más unidades de sangre tamiza para Chagas. Esta situación y el hecho de que atiende donantes procedentes de todo el país, podría explicar que Bogotá también sea la ciudad de Colombia que reporta mayor número de unidades positivas para Chagas, sin ser zona endémica para esta patología.

### 11.2 Periodicidad del Fenómeno del Niño Siglos XVII al XX en Colombia

La figura 3 describe la tendencia de aparición del fenómeno del Niño desde el Siglo XVII hasta el XX. Se observa que en los siglos XVII al XIX el número de veces que se presentó dicho fenómeno, osciló entre 0 y 2.

Figura 3. Tendencia de Ocurrencia del Fenómeno del Niño en Colombia. Siglos XVII al XX



Fuente: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM. Boletín Informativo Sobre el Monitoreo del Fenómeno de "El Niño". IFN\_23\_NOV\_2009. IDEAM: <http://www.pronosticosyalertas.gov.co/jsp/loader.jsf?lServicio=Publicaciones&lTipo=publicaciones&lFuncion=loadContenidoPublicacion&id=894>.

Este comportamiento cambia radicalmente en el siglo XX, ya que la proporción de aparición de Fenómenos del Niño fue de 2.3. Al observar las frecuencias absolutas por década, se evidencia la acumulación de número de fenómenos en las décadas 2(8), 1(7) y 3(6). Las demás décadas se comportan similar excepto la 5(2) que presenta el menor número de eventos.

Figura 3.

Tabla 8. Periodicidad de Aparición del Fenómeno del Niño en Colombia. Siglo XX

DECADA SIGLO XVII	N	PERIODICIDAD ENTRE FENOMENOS (AÑOS)	DECADA SIGLO XVIII	N	PERIODICIDAD ENTRE FENOMENOS (AÑOS)	DECADA SIGLO XIX	N	PERIODICIDAD ENTRE FENOMENOS (AÑOS)	DECADA SIGLO XX	N	PERIODICIDAD ENTRE FENOMENOS (AÑOS)
1601 - 1610 (1607)	1		1701 - 1710 (1701, 1707 - 1708)	2	5	1801 - 1810 (1803 - 1804)	1	10	1901 - 1910 (1902, 1905, 1907)	3	2
1611 - 1620 (1614, 1618 - 1619)	2	7	1711 - 1720 (1714 - 1715)	1	6	1811 - 1820 (1814)	1	7	1911 - 1920 (1911 - 1912, 1914, 1917, 1918 - 1919)	4	4
1621 - 1630 (1624)	1	5	1721 - 1730 (1720, 1728)	2	6	1821 - 1830 (1828)	1	14	1921 - 1930 (1923, 1925 - 1926)	2	4
1631 - 1640 (1634)	1	10	1731 - 1740 (1747)	1	19	1831 - 1840 (1834)	0		1931 - 1940 (1930 - 1931, 1932, 1939, 1940 - 1941)	4	7
1641 - 1650	0		1741 - 1750	0		1841 - 1850 (1844 - 1845)	1	10	1941 - 1950 (1943)	1	2
1651 - 1660 (1652)	1	18	1751 - 1760	0	11	1851 - 1860 (1864)	1	20	1951 - 1960 (1951, 1953, 1957 - 1958)	3	8
1661 - 1670 (1660)	1	8	1761 - 1770 (1761)	1	19	1861 - 1870 (1871, 1877 - 1878)	2	7	1961 - 1970 (1965)	1	3
1671 - 1680 (1671)	1	11	1771 - 1780 (1775)	1	14	1871 - 1880 (1874)	1	6	1971 - 1980 (1972 - 1973, 1976)	2	7
1681 - 1690 (1681, 1687 - 1688)	2	10	1781 - 1790 (1785 - 1786)	1	10	1881 - 1890 (1884)	0	10	1981 - 1990 (1982 - 1983, 1987)	2	6
1691 - 1700 (1696)	1	8	1791 - 1800 (1791)	1	5	1891 - 1900 (1891, 1899 - 1900)	2	7	1991 - 2000 (1991 - 1993, 1997 - 1998)	2	4
TOTAL	11		TOTAL	10		TOTAL	10		TOTAL	24	

Fuente: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM. Boletín Informativo Sobre el Monitoreo del Fenómeno de "El Niño". IFN\_23\_NOV\_2009. IDEAM:

<http://www.pronosticosvalertas.gov.co/jsp/loader.jsf?lServicio=Publicaciones&lTipo=publicaciones&lFuncion=loadContenidoPublicacion&lId=894>.

En cuanto a la periodicidad de aparición, en los Siglos XVII, XVIII y XIX, el rango de años de entre fenómeno y fenómeno, fluctúa entre 5 - 20 años, acortándose drásticamente en el Siglo XX a 2 – 8. Es perceptible entonces que la presencia del fenómeno del niño fue más frecuente en el Siglo XX y su periodicidad fue más corta. Tabla 8

Al interpolar la información relacionada con años de presencia y no presencia del fenómeno del Niño (1995 – 2009) y porcentaje de seropositividad de bolsas tamizadas para T. Cruzi, se encuentra coincidencia en 1997 entre presencia del Fenómeno del Niño y alta positividad (1.1). Pese al hallazgo descrito en la Figura 4, no se puede inferir que el aumento de la seropositividad se deba a la presencia del fenómeno en el mismo año; dado que se carece de datos de fecha de inicio de síntomas, no se puede establecer tampoco la fecha de contagio.

Tabla 9. Seroprevalencia para Chagas, según ocurrencia del Fenómeno del Niño en Colombia, 1996 - 2009

Ocurrencia Fenómeno del Niño	Muestras analizadas	Positivas para Chagas	% de positividad
Si	1.674.063	10.672	0,637
No	5.412.158	34.368	0,635
Total	7.086.221	45.040	0,636

Fuente: Instituto Nacional de Salud. Resultados de Tamizaje Unidades de Sangre. Bancos de Sangre de Colombia. 1995 – 2009.

En la Tabla 9 se muestra la seroprevalencia para Chagas de acuerdo con la ocurrencia del Fenómeno del Niño. Se aprecia que la prevalencia fue de 0,637 % cuando ocurrió el Fenómeno del Niño y 0,635 % cuando no ocurrió, con una diferencia de 0,002, diferencia no significativa según la Prueba de Relación Crítica para proporciones.

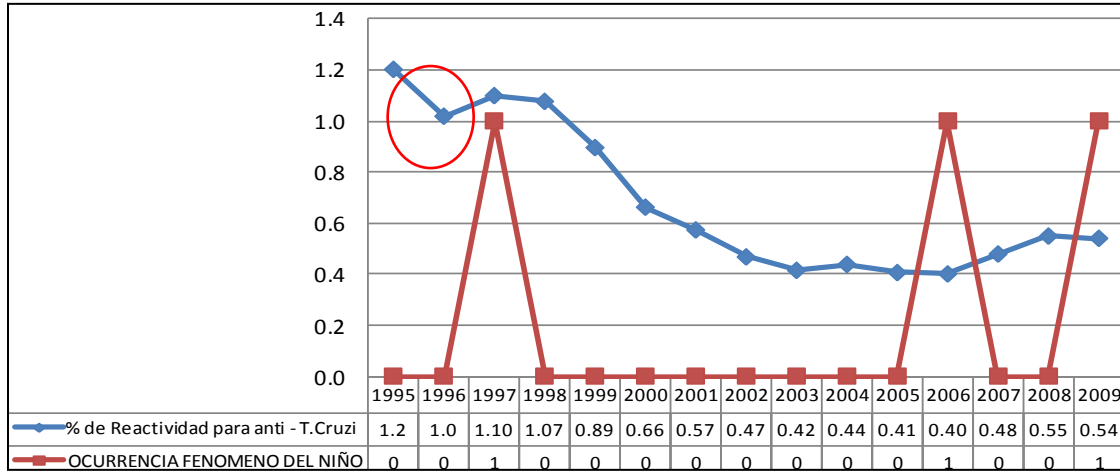
### 11.3 Relación entre seropositividad de infección por T. CRUZI y variables climáticas en presencia y ausencia del Fenómeno del Niño.

Como se mencionó en el capítulo de metodología, para establecer la correlación de las variables independientes humedad, temperatura y precipitación con la variable dependiente Seroprevalencia se utilizó el test de Spearman. Por su parte la seropositividad, se estableció a través del tamizaje de bolsas de sangre para enfermedad de Chagas reportada por el Instituto Nacional de Salud en los mismos años y los datos climatológicos se tomaron de los reportados por la Estación Santiago Pérez del Arauca en los años 1996 a 2009.

Al cruzar las variables precipitación y Seroprevalencia en la década 2000 a 2009 *sin quitar* los años de ocurrencia fenómeno del niño, se encuentra correlación positiva con precipitación, pero no muestra significancia estadística. Cruzando las mismas variables, en los años de ocurrencia fenómeno del niño, se encuentra correlación positiva con precipitación, sin embargo, no se encuentra significancia estadística.



Figura 4. Fenómeno del Niño y Prevalencia para T. Cruzi en Unidades de Sangre Analizadas entre los Años 1995 – 2009, En Colombia.



Fuente: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM. Boletín Informativo Sobre el Monitoreo del Fenómeno de "El Niño". IFN\_23\_NOV\_2009. IDEAM: <http://www.pronosticosyalertas.gov.co/jsp/loader.jsf?lServicio=Publicaciones&lTipo=publicaciones&lFuncion=loadContenidoPublicacion&id=894>. Instituto Nacional de Salud. Resultados de Tamizaje Unidades de Sangre. Bancos de Sangre de Colombia. 1995 – 2009.

Con las variables temperatura vs seroprevalencia se encuentra fuerte correlación negativa, con significancia estadística de 0,005. En contraste con los resultados anteriores, al realizar la prueba de correlación solo en los años de ocurrencia del Fenómeno del Niño, se encuentra fuerte correlación inversa, aunque no se presenta significancia estadística. Tabla 10

Tabla 10. Correlación de Spearman. Variables meteorológicas Seroprevalencia de infección por T cruzi vs. Estación Santiago Pérez del Arauca en los años 1996 a 2009

CORRELACION DE SPEARMAN. ARAUCA - COLOMBIA.					
VARIABLES METEREOLOGICAS vs SEROPREVALENCIA DE INFECCION POR T. Cruzi					
Años 2000 a 2009.			Años de no presencia de fenómeno del niño.		
Parámetro	Coefficiente de correlación	significancia bilateral	Parámetro	Coefficiente de correlación	significancia bilateral
Precipitación	0,127	,726	Precipitación	0,452	0,26
Temperatura	-0,801	0,005	Temperatura	-0,885	0,003
Humedad	0,869	0,001	Humedad	0,922	0,001

Fuente: Resultados Test Spearman. Estadísticas Analíticas Excel 2010. Investigadoras Noviembre de 2013

En cuanto a la Humedad se correlaciona positivamente con la Seroprevalencia de enfermedad de Chagas y muestra significancia estadística. Si se aplica la prueba en los años de no ocurrencia del niño, se encuentra fuerte asociación directa humedad con la seroprevalencia con significancia estadística para este resultado ( $p=0,001$ ), caso contrario a la correlación observada temperatura y seroprevalencia en la cual se estableció una relación inversa entre las dos variables con una  $p=0,003$ . Tabla 10

## 12. DISCUSIÓN

La presente investigación toma la información sobre el número de unidades de sangre tamizadas en bancos de sangre para determinar la infección por *Tripanosoma cruzi*. Esta se encuentra disponible para los años 1995 a 1999, desafortunadamente no se encuentra desagregada por departamento de procedencia del caso sino por ubicación del banco de sangre que reporta el caso.

Es importante resaltar que en 1995 se expide la resolución 001738, la cual reglamenta la obligatoriedad de realizar pruebas de tamizaje para *T. Cruzi* en todas y cada una de las unidades de sangre recolectadas, así se da origen a la vigilancia de la transmisión de la Enfermedad de Chagas transmitida por transfusión de sangre o sus derivados.

Por otro lado, pese a encontrar resultados desagregados por banco de sangre de los departamentos desde el año 2000, esto no permite establecer el número de donantes reactivos por departamento o Región de Colombia, ya que los datos de departamento dan cuenta de la ubicación del laboratorio que capta el caso, más no de la ubicación territorial del donante, puesto que se carece de información relevante como lugar de procedencia, o noción de contagio para el *T. cruzi*(desplazamiento a zona endémica).

Por otro lado, una prueba positiva para *T. cruzi*, no da cuenta de la fecha de exposición y presencia de síntomas agudos o crónicos de la enfermedad de Chagas per se, lo que indica es que el individuo estuvo en algún momento de su vida expuesto al parásito. Esta es una de las razones por las cuales, en el presente documento se expone la necesidad de vigilancia del caso en agudo.

En la actualidad se desarrollan diferentes acciones que pretenden abordar de manera integral la Enfermedad de Chagas y los factores que la determinan. Sin embargo, al revisar cada una de esas acciones se encuentran desarticuladas o no cuentan con el grado de desarrollo esperado, para la realización de dicho abordaje, la disminución de casos de Chagas y sus consecuencias en el corto y largo plazo.

Otro aspecto a tener en cuenta es que aunque existe un Sistema de Vigilancia Epidemiológica que incluye el seguimiento de casos de Chagas, éste ingresa como caso confirmado por laboratorio, es decir partir de la positividad de una prueba serológica (vigilancia serológica). Los pacientes con serología positiva son captados a través de la notificación de pacientes seropositivos por parte de bancos de sangre, UPGDs (Unidad Primaria Generadora de datos). Otra fuente de información es la comunidad que notifican casos en el territorio donde habitan o refieren la presencia del vector. Aunque los casos informados por la comunidad pueden o no ser confirmados, orientan la acción de búsqueda activa de casos en un territorio en particular. Esto significa que los pacientes entran al registro del sistema de vigilancia en

diferentes fases, cuando se captan en fase aguda, se pueden tener los datos de fecha de contagio, sin embargo, cuando el caso es captado en fase crónica no se puede determinar en qué momento se adquirió la infección. El dato de fecha de contacto con la enfermedad, es indispensable para establecer la Seroprevalencia y las variables climáticas, por cuanto se puede ubicar en un período específico, sea antes, durante o después de las series de aparición de fenómeno del niño. Por esta razón se realiza al inicio de este capítulo, el análisis de otras enfermedades tropicales frente a la variabilidad climática y se establece el aumento de número de casos en presencia de fenómeno del niño.

Por otro lado, antes del año 1995, no se realizaba seguimiento continuo ni sistemático de las unidades de sangre positivas para *T. cruzi*. La activación de la vigilancia serológica en bancos de sangre colombianos, pudiera explicar el aumento de la seropositividad, en cuanto a que la vigilancia cambia de pasiva (hallazgo ocasional) a activa al buscar los casos a través del tamizaje para la infección por *T. cruzi* en donantes de sangre.

Por ello, aunque la literatura describe casos de Enfermedad de Chagas desde 1929, y aparición del fenómeno del niño desde mediados del siglo XVI, no se puede establecer con certeza que los cambios climáticos generados por el fenómeno del niño ocasionaron el aumento del número de individuos seropositivos.

En cuanto al vector, existen estudios realizados por entes gubernamentales, universidades, Organizaciones no gubernamentales (ONG), entre otros, sobre el comportamiento y georreferenciación por especie, sin que esto constituya un sistema de vigilancia entomológica, ya que esta implicaría la recolección sistemática y periódica de información, análisis de la misma y propuestas de acuerdo con los resultados del análisis (información para la acción).

A pesar de que no se encuentran datos suficientes para hacer una relación directa entre la variabilidad climática ocasionada por el fenómeno del niño, y la seropositividad para enfermedad de Chagas, si existen estudios seis (6) en Latinoamérica y Colombia, acerca del comportamiento del vector (vinchuca) frente a los cambios climáticos. Tabla 2

Autores como Carcavallo (U, Climatic Factors Related to Chagas Disease Transmission, Rio de Janeiro, 1999) describen el aumento del número de generaciones por año de una en temperaturas medias a dos en altas. También menciona la disminución en el tiempo de eclosión del huevo del insecto de 29 a 23 días cuando la temperatura aumenta de 24 a 26 grados centígrados.

El mismo autor describe que al aumentar la temperatura, se incrementa la ingesta de líquidos por el insecto, por lo que el índice de picadura se incrementa como mecanismo para contrarrestar la deshidratación. Adicionalmente, las altas temperaturas aceleran el desarrollo del *T. cruzi* en el tubo digestivo del vector, haciendo que se disminuya el periodo de tiempo en el

cual aparece en la heces la forma infestante del parásito. Con esta premisa se infiere en períodos de variabilidad climática (aumento de temperatura) desencadenados por el fenómeno del niño, se tiene mayor número de insectos con posibilidad de infectar y esto sumado al aumento del índice de picadura, podría ocasionar el incremento de casos de enfermedad de Chagas. Esta es otra razón por la cual se propone el fortalecimiento de la vigilancia del Chagas en agudo, ya que al detectar estos periodos de aumento de contacto con el vector, se podrían de igual manera fortalecer los programas de tamizaje, detección temprana, tratamiento de la enfermedad y control vectorial, con el objetivo de disminuir el número de casos de Chagas.

Ahora bien, las épocas en las que se registra disminución de la temperatura, benefician la domiciliación del vector, dado que el triatoma, busca en las viviendas humanas, condiciones ambientales confortables que no encuentra en el medio externo (U, Climatic Factors Related to Chagas Disease Transmission, Rio de Janeiro, 1999). En concordancia con lo descrito anteriormente, la vigilancia de enfermedad de Chagas en fase aguda en épocas de bajas temperaturas, puede guiar al sistema de salud, al establecimiento de de vigilancia entomológica y ambiental intradomiciliarios.

Los dos planteamientos anteriores y la similitud de comportamiento del vector y del reservorio de la ECH con otras enfermedades transmitidas por vectores (ETV), como Dengue y la Malaria, en las cuales la literatura describe un aumento de casos en los períodos post fenómeno del niño, podrían indicar que en la enfermedad de Chagas se siga el mismo patrón.

Teniendo en cuenta la información de la tabla 8, se encuentran los siguientes argumentos que pueden inferir la relación entre enfermedad de Chagas y variabilidad climática. En primera instancia que las tres enfermedades cursan en la fase inicial con estado febril, mialgias y malestar general. Sin embargo, a diferencia de la Malaria y el Dengue, la enfermedad de Chagas tiene dos estadios, uno agudo y uno crónico. Tabla 11

Históricamente, la Malaria y el Dengue se han diagnosticado en la fase aguda y como tal son tratadas en un lapso no mayor a 30 días. No sucede lo mismo con la Enfermedad de Chagas, en la cual, la fase aguda (promedio 2 meses), desafortunadamente, solo entre el 20 – 50% de los pacientes presentan el signo de Romagna, característico de la fase aguda de la enfermedad, y el 10% de los infectados pueden pasar la fase aguda asintomáticos, es decir no presentar fiebre. Adicionalmente, las personas con síndrome febril que viven en zonas endémicas, son tamizadas para Malaria y Dengue, pero rara vez lo son para Chagas. (OMS, 2012).

En la fase aguda de la enfermedad de Chagas, el parásito circula en sangre, razón por la cual es el momento ideal para tratar al paciente. Si esta fase como se dijo anteriormente pasa desapercibida, el parásito se aloja en las fibras cardíacas o gástricas. Allí permanece por un largo lapso de tiempo, pero desde el interior va destruyendo los tejidos. En el caso del corazón, la ruptura del músculo cardíaco, produce trastornos de la conducción, en el caso del sistema digestivo puede producir megacolon. Una vez el parásito se ha encapsulado, el tratamiento es poco eficaz ya que no tiene penetración en tejidos.



Tabla 11. Similitudes y diferencias entre Dengue, Malaria y Chagas

<b>DENGUE</b> (OMS, 2012)	<b>VECTOR</b>	<b>AGENTE CAUSAL</b>	<b>TIPO DE AGENTE CAUSAL</b>
	Mosquito <i>Aedes aegypti</i>	Dengue	VIRUS
	<b>PERIODO DE INCUBACIÓN</b>	<b>SINTOMAS</b>	<b>ALTURA SOBRE EL NIVEL DEL MAR</b>
De 4 a 10 días	Dolor de cabeza muy intenso, dolor detrás de los globos oculares, dolores musculares y articulares, náuseas, vómitos, agrandamiento de ganglios linfáticos o salpullido	El mosquito puede sobrevivir hasta una altura de 1600 mts sobre el nivel del mar.	
<b>MALARIA</b> (OMS, 2013)	<b>VECTOR</b>	<b>AGENTE CAUSAL</b>	<b>TIPO DE AGENTE CAUSAL</b>
	Mosquito <i>Anopheles</i>	<i>Plasmodium</i>	PARASITO
	<b>PERIODO DE INCUBACIÓN</b>	<b>SINTOMAS</b>	<b>ALTURA SOBRE EL NIVEL DEL MAR</b>
De 7 a 27 días, en promedio 12 días para <i>Plasmodium falciparum</i> , 8 a 31 días, en promedio 14 días para <i>P. vivax</i> y <i>P. ovale</i> y 18 a 40 días, en promedio 30 días para <i>P. malariae</i> ; puede haber un período de incubación mas largo, de 8 a 10 meses, e incluso mayor en el caso de <i>P. ovale</i> .	Fiebre, dolor de cabeza, escalofríos y vómitos	El mosquito puede sobrevivir hasta una altura de 1600 mts sobre el nivel del mar.	
<b>CHAGAS</b> (OMS, 2012)	<b>VECTOR</b>	<b>AGENTE CAUSAL</b>	<b>TIPO DE AGENTE CAUSAL</b>
	Vinchuca	<i>Tripanosoma Cruzi</i>	PARASITO
	<b>PERIODO DE INCUBACIÓN</b>	<b>SINTOMAS</b>	<b>ALTURA SOBRE EL NIVEL DEL MAR</b>
<b>Fase Aguda:</b> Promedio dos meses. <b>Fase Crónica:</b> Promedio 20 Años.	<b>Fase Aguda:</b> Fiebre, dolor de cabeza, agrandamiento de ganglios linfáticos, palidez, dolores musculares, dificultad para respirar, hinchazón y dolor abdominal o torácico. <b>Fase Crónica:</b> Durante la fase crónica, los parásitos permanecen ocultos principalmente en el músculo cardíaco y digestivo. Hasta un 30% de los pacientes sufren trastornos cardíacos y hasta un 10% presentan alteraciones digestivas (típicamente, agrandamiento del esófago o del colon), neurológicas o mixtas.	La Vinchuca puede sobrevivir hasta 2100 mts sobre el nivel del mar aunque en Bolivia se han documentado casos a 2400 metros sobre el nivel del mar.	

Fuente: ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD OMS CENTRO DE PRENSA NOTAS DESCRIPTIVA N° 94, 117 Y 340.

En el presente estudio se encontró que la enfermedad de Chagas es diagnosticada en la mayoría de los casos en bancos de sangre y en pacientes que acuden a ellos como donadores y no

por presentar sintomatología. Es decir es un hallazgo ocasional, lo que se denomina en la epidemiología vigilancia rutinaria.

La primera de las propuestas del presente estudio y ante los hallazgos es la vigilancia del síndrome febril. Esta propuesta se fundamenta en que dado que la mayoría de las enfermedades transmitidas por vectores cursan con una fase febril, se realice tamizaje serológico para todas las enfermedades tropicales incluyendo Chagas a todo paciente que presente síndrome febril y provenga de zona endémica.

Cabe anotar que, desde el año 2011, el Instituto Nacional de Salud (INS), ha incluido en sus protocolos de vigilancia epidemiológica de Chagas, la notificación de los casos agudos y la vigilancia del Chagas en agudo, pero no se ha propuesto la vigilancia del síndrome febril. Otro de los aspectos comunes de las enfermedades Malaria, Dengue y Chagas, es la transmisión por vectores y este será el segundo punto a discutir.

El Dengue (OMS, 2012) y la malaria (OMS, 2013) son transmitidos por mosquitos *Aedes Aegypti* y *Anopheles* respectivamente, el Chagas por la *Vinchuca*, los tres agentes son insectos. En ese orden de ideas, los vectores comparten similitudes biológicas y por lo tanto podrían ser afectados de manera similar por la variabilidad climática. Aunque a la fecha no hay estudios que establezcan la asociación directa de la variabilidad climática derivada de la ocurrencia de los fenómenos de El Niño y de La Niña con la enfermedad de Chagas, si se encontraron varios ensayos donde se relaciona el cambio climático con enfermedades tropicales transmitidas por

vectores como dengue y malaria. Estos ensayos, sirven como marco de referencia para el desarrollo de la investigación de la Enfermedad de Chagas.

El Proyecto Piloto Nacional de Adaptación al Cambio Climático –INAP-, Acuerdo de Donación con el Banco Mundial y el Gobierno de Colombia, suscrito en el 2006, y que es financiado con recursos provenientes del Fondo Mundial para el Medio Ambiente –GEF, en su componente D – Salud Humana, estudia la respuesta a las enfermedades tropicales transmitidas por vectores (dengue y malaria) inducidas por el cambio climático.

Este componente está a cargo del Instituto Nacional de Salud, y en el segundo informe anual de avances del 2010, entre otros, se describen el diseño e implementación de un sistema integrado de Vigilancia y Control para la Malaria y Dengue (SIVCMD), que permite detectar los cambios en la dinámica de transmisión y las acciones de control más pertinentes.

De otro lado, Bouma y cols., en 1997, encontraron un incremento de los casos de malaria en los años en los que se presentó el Niño (17.3%), y el año siguiente al fenómeno (35.1%). Llama la atención que la relación en entre aumento del número de casos de malaria y las anomalías de la temperatura superficial del mar en el pacifico ecuatorial en los años mencionados es altamente significativa ( $r=0.62$  y  $p<0.001$  (Bouma M.J, 1997).

Cabe resaltar la existencia de modelos estadísticos en cuanto a la recopilación y análisis de información y la relación de bases de datos de clima frente a los casos de dengue y malaria,

desarrollo de plataformas operativas para modelamiento, estudios entomológicos y del ciclo gonotrófico de los vectores que permiten de manera preliminar decir que el aumento de la temperatura relacionado con el cambio climático, es probable que aumente la capacidad vectorial de reproducción del Anopheles, vector transmisor del agente causal de la malaria, y por lo tanto puede llevar al aumento en la incidencia de la enfermedad (Proyecto INAP, Julio a Diciembre de 2010). Sin embargo, no hay modelos computacionales específicos para la enfermedad de Chagas. En un estudio similar, otros investigadores plantearon la relación entre el aumento del número de casos de Dengue y el cambio climático derivado de la ocurrencia del fenómeno del niño (Poveda G).

Dado que, como se dijo anteriormente, los vectores de Chagas, Dengue y Malaria son insectos, se podría inferir que el impacto de la variabilidad climática sobre el ciclo de vida los mismos son similares, es decir que aunque la fisiopatología de las tres enfermedades difiere, el ciclo de los vectores es similar.

Teniendo en cuenta el comportamiento del vector descrito por Carcavallo y partiendo de la premisa de que éste es afectado por la variabilidad climática, se podría inferir que ya que en épocas de altas temperaturas aumenta el índice de picadura y se acorta el ciclo de eclosión, se aumentaría el riesgo de exposición al vector y si este se encuentra infectado, aumentaría por ende, la incidencia de casos agudos de Chagas.

Por las razones expuestas anteriormente, no se dispone de información suficiente y veraz que permita establecer que los cambios climáticos generados por el fenómeno de El Niño ocasionaron el aumento del número de casos de Chagas.

Se podría inferir, que, al poseer mayor información acerca del ciclo agudo del Chagas (fecha de exposición y aparición del síndrome febril) se podría establecer una relación causal entre la variabilidad climática ocasionada por el fenómeno del niño y aumento del número de casos agudos de Chagas.

Continuando con el planteamiento de las limitantes de información del Sistema de Vigilancia de la ECH (Enfermedad de Chagas), hay que considerar que la Enfermedad de Chagas por lo general se detecta en la fase crónica y/o por banco de sangre. Una de las dificultades encontradas en la presente investigación es la relacionada precisamente con la Vigilancia Epidemiológica de la Enfermedad del Chagas en la fase aguda.

Para poder relacionar el impacto de la variabilidad climática generada por el Fenómeno del Niño, con el aumento de número de casos de Enfermedad de Chagas, se tendría que establecer en primera instancia la fecha de exposición al T. Cruzi. En este orden de ideas, se tendría que detectar el paciente en la fase aguda de la enfermedad, es decir cuando curse con síndrome febril. Desafortunadamente, solo entre el 20 – 50% de los pacientes presentan el signo de Romagnà, característico de la fase aguda de la enfermedad, y el 10% de los infectados pueden pasar la fase

aguda asintomáticos, es decir no presentar fiebre. No se encontró una diferencia estadísticamente significativa en la seroprevalencia para Chagas en los períodos de ocurrencia y no ocurrencia del Fenómeno del Niño. Este resultado se explica por la posibilidad de que los casos hayan ocurrido en épocas diferentes a las que fueron registrados según las pruebas serológicas, debido a la evolución hacia la cronicidad que es característica de esta patología. Adicionalmente, las personas con síndrome febril que viven en zonas endémicas, son tamizadas para Malaria y Dengue, pero rara vez lo son para Chagas.

Por las razones expuestas anteriormente, no se dispone de información suficiente y veraz que permita establecer que los cambios climáticos generados por el fenómeno de El niño ocasionaron el aumento del número de casos de Chagas. Pese a las limitantes mencionadas anteriormente, se realiza un ejercicio estadístico de correlación de Spearman, entre los datos climatológicos de la Estación Santiago Pérez del Arauca en los años 1996 a 2009 y la seropositividad por tamizaje de bolsas de sangre para enfermedad de Chagas reportada por el Instituto Nacional de Salud en los mismos años.

Los resultados obtenidos para la década 2000 - 2009, aplicando la prueba de Spearman evidencian correlaciones: directa de la Seroprevalencia con humedad, ninguna con la precipitación e inversa con la temperatura; difiriendo en los años 2006 y 2009, en los que ocurrió el fenómeno del niño. Para estos años, se observa en las tres variables correlaciones de -1 sin validez estadística. De estos hallazgos se puede inferir que las variables meteorológicas

temperatura y humedad, afectan la Seroprevalencia de Chagas. Aunque en los años de ocurrencia del niño, no se haya encontrado validez en la correlación, no significa que esta no exista.

Como se planteó en el marco teórico, la enfermedad del Chagas en su fase aguda puede manifestarse entre los 15 días y los 4 meses posteriores al contagio y el 90% de los casos presenta síndrome febril; la fase crónica puede manifestarse clínicamente hasta 20 años posteriores a la infección con *T. cruzi*.

Así mismo, la variabilidad climática producida por la ocurrencia del fenómeno del niño, puede incidir en el ciclo de vida del vector y por ende en la transmisibilidad de la enfermedad, pero dado que los casos en agudo no se vigilan, no se puede establecer coincidencia entre la ocurrencia del fenómeno del niño y el aumento de la prevalencia de la enfermedad, aportando más evidencia para la necesidad de contar con vigilancia epidemiológica del síndrome febril agudo.

Se podría inferir que, al poseer mayor información acerca del ciclo agudo del Chagas (fecha de exposición y aparición del síndrome febril) se podría establecer una relación causal entre la variabilidad climática ocasionada por el fenómeno del niño y aumento del número de casos agudos de Chagas.

También es importante resaltar que desde que se instauró la Xerovigilancia, se inició la notificación obligatoria de los casos con prueba serológica positiva para Enfermedad de Chagas captados por los bancos de sangre al Sistema de Vigilancia Epidemiológica SIVIGILA. Actualmente, el SIVIGILA capta casos seropositivos a través de los bancos de sangre, y por medio de las instituciones de Salud, casos agudos y crónicos, pero como se ha descrito en múltiples ocasiones, la vigilancia de los casos agudos es insipiente.

Los conceptos y planteamientos descritos en el presente capítulo, sustentan la necesidad de instaurar un Sistema de Vigilancia Integral de la Enfermedad del Chagas que permita recolectar, analizar y divulgar información para la acción y producción de políticas públicas tendientes a la evaluación, promoción, prevención, rehabilitación y modelamiento de la enfermedad de Chagas en Colombia, y al mejoramiento del estado de salud de la población.

En este orden de ideas, al tener información sistematizada y analizada sobre incidencia (casos agudos) y prevalencia (casos agudos + casos crónicos) de la ECH, se podrá establecer si existe o no relación causal entre la variabilidad climática derivada del fenómeno del niño y el aumento de casos agudos de Chagas.

Estos conceptos refuerzan la propuesta de la vigilancia integral de la Enfermedad de Chagas, a fin de poder establecer relación causal seropositividad – variabilidad climática, y aportar evidencia científica de la costo – efectividad de instaurar no solo acciones sino un Sistema de Vigilancia.



### 13. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 13.1 CONCLUSIONES

- 13.1.1 La seroprevalencia del Chagas en Colombia, durante la última década del siglo XX en Colombia, ha cambiado de 1.2% en el año 1995, a 04% en el 2004, con un leve aumento a 0.5% de 2007 a 2009.
- 13.1.2 La periodicidad de Fenómeno del Niño en el Siglo XX se ha incrementado en cuanto a número y lapsos de aparición, tanto en comparación con siglos anteriores como en el mismo siglo XX. En términos generales el número de eventos de fenómeno del niño aumentó de 10 en el siglo XV a 24 en el siglo XX y en cuanto periodicidad de 8 años a intervalos de dos años en la última década del siglo XX.
- 13.1.3 Aunque no se establece una interrelación directa entre variabilidad climática ocasionada por el fenómeno del Niño y aumento de la seroprevalencia de Chagas, si se pudo observar con la variable temperatura fuerte correlación negativa, con significancia estadística de 0,005. Por lo contrario, la Humedad se correlaciona positivamente y muestra significancia estadística. Para ello se utilizó el test de Spearman.
- 13.1.4 En contraste con los resultados anteriores, al realizar la prueba de correlación solo en los años de ocurrencia del Fenómeno del Niño, se encuentra fuerte correlación inversa, aunque no se presenta significancia estadística. Si se aplica la prueba en los años de

no ocurrencia del niño, se encuentra fuerte asociación directa de la prevalencia con la humedad con significancia estadística para este resultado ( $p=0,001$ ), caso contrario a la correlación observada entre prevalencia y temperatura la cual indica una relación inversa entre las dos variables con una  $p=0,003$ . Nuevamente se estima que no hay correlación entre la precipitación y la Seroprevalencia de infección por T. Cruzi.

## 13.2 RECOMENDACIONES

- 13.2.1 Construcción del Observatorio de Enfermedad de Chagas y Cambio Climático: La información del presente estudio, se utilizará para sustentar la necesidad de Construir un Observatorio de Chagas y Cambio Climático. Con base en los fundamentos epidemiológicos, de salud pública y haciendo interrelación con instituciones gubernamentales y no gubernamentales que puedan aportar información útil para establecer el comportamiento de ésta patología en el País y su relación con las variables climáticas, sus factores determinantes y la eficacia de medidas de intervención, que redunde en la disminución de su incidencia y el mejoramiento de la calidad de vida y salud de la población a riesgo de contraer esta enfermedad.
- 13.2.2 Teniendo en cuenta las dificultades relacionadas con la consecución de la información relacionadas con las variables climáticas se recomienda al IDEAM, que los datos producidos por esta institución estén a disposición de la comunidad científica en forma oportuna y a bajo costo.
- 13.2.3 Se recomienda que los bancos de sangre del país, registren la procedencia y ocurrencia de los donantes, pues esta información es de capital importancia en la investigación de patologías transmitidas por vectores.
- 13.2.4 Una vez se tenga información categorizada de la prevalencia y la variabilidad climática en Colombia se recomienda profundizar sobre la temática propuesta en el presente estudio con el fin de incidir en las políticas públicas dirigidas a la prevención y control de las enfermedades transmitidas por vectores.

- 13.2.5 Divulgar la información generada en este estudio en instituciones académicas y científicas en las cuales ésta aporte positivamente a las líneas de investigación y de trabajo propias de cada institución.
- 13.2.6 Establecer alianzas estratégicas con instituciones educativas y de investigación que trabajen en la actualidad esta temática con el propósito de ahondar y ampliar el conocimiento generado a partir de esta investigación.
- 13.2.7 Con base en los hallazgos de este estudio, se evidencia la necesidad de incluir la Vigilancia del Síndrome Febril, como una estrategia de diagnóstico y captación de casos agudos de Enfermedad de Chagas.
- 13.2.8 El abordaje científico – matemático de la Enfermedad de Chagas y variabilidad climática con énfasis en el fenómeno del niño. Los hallazgos realizados por las investigadoras en cuanto a que los modelos usados para modelamiento de enfermedades transmitidas por vectores como Dengue y Malaria no son aplicables al Chagas, serán usados en la creación de modelos matemáticos adaptados a la fase crónica de la enfermedad. Este proyecto ya está en desarrollo y hace referencia al modelamiento del comportamiento de la Enfermedad de Chagas a través de autómatas celulares.
- 13.2.9 Se recomienda ampliar la vigilancia entomológica del vector el fin de generar información que pueda ser relacionada con la prevalencia y los cambios climáticos.

## 14. ANEXOS

## 14.1 VARIABLES CLIMATICAS ARAUCA

Tabla 12. Promedio de temperatura mensual. Años 1996 a 2009. Arauca. Estación Santiago Pérez

MES	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
<b>ENERO</b>	SD	SD	29,1	28,4	28,0	27,8	28,8	SD	SD	29,2	26,8	29,6	SD	SD
<b>FEBRERO</b>	30,4	SD	30,9	28,9	28,2	28,5	29,4	SD	SD	28,9	SD	29,7	26,6	27,8
<b>MARZO</b>	SD	SD	31,2	28,4	30,5	30,7	29,8	SD	SD	32,0	SD	SD	27,7	SD
<b>ABRIL</b>	SD	SD	28,9	26,5	28,5	29,3	26,2	31,7	SD	27,7	SD	28,9	27,0	28,2
<b>MAYO</b>	SD	SD	26,8	26,0	28,0	26,9	SD	SD	SD	28,6	SD	SD	SD	28,4
<b>JUNIO</b>	SD	SD	25,7	26,9	26,3	26,9	SD	27,5	SD	26,9	30,0	23,9	SD	26,6
<b>JULIO</b>	SD	SD	24,6	25,4	28,4	26,5	SD	27,5	SD	26,9	28,3	27,0	SD	26,1
<b>AGOSTO</b>	SD	SD	27,7	25,9	26,6	27,6	SD	27,7	SD	26,9	27,0	26,2	SD	26,9
<b>SEPTIEMBRE</b>	SD	28,5	27,5	27,6	26,5	26,8	27,9	SD	SD	27,3	25,5	28,2	SD	27,7
<b>OCTUBRE</b>	SD	27,9	28,4	28,3	26,0	29,2	SD	SD	29,4	28,0	SD	26,3	SD	28,4
<b>NOVIEMBRE</b>	SD	28,8	28,0	28,4	28,5	29,7	27,8	SD	28,2	26,2	28,1	27,4	SD	29,1
<b>DICIEMBRE</b>	SD	29,5	28,7	27,9	28,1	27,4	SD	SD	28,9	28,5	SD	SD	SD	28,7

Fuente: [http://www.tutiempo.net/clima/Arauca\\_Santiago\\_Perez/800990.htm](http://www.tutiempo.net/clima/Arauca_Santiago_Perez/800990.htm)

**Tabla 13. Promedio de Humedad relativa mensual. Años 1996 a 2009.****Arauca - Estación Santiago Pérez**

MES	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
<b>ENERO</b>	SD	SD	56.0	64.5	64	63.5	64	SD	SD	66.5	75	59.5	SD	72.5
<b>FEBRERO</b>	55	SD	54.7	59.5	66.7	63	60.1	SD	SD	70.5	SD	54.8	73	SD
<b>MARZO</b>	SD	SD	57.5	69.7	52.7	56.4	61.8	SD	SD	49	SD	SD	68	72.1
<b>ABRIL</b>	SD	SD	79.0	82.5	68.3	64.7	85	59	SD	80.3	SD	67	77	74.5
<b>MAYO</b>	SD	SD	85.0	81.0	77	76.7	SD	SD	SD	76.4	SD	SD	SD	82.9
<b>JUNIO</b>	SD	SD	90.0	81.3	87	76.7	SD	81.5	SD	82.9	68	95	SD	86.4
<b>JULIO</b>	SD	SD	94.0	85.0	77	83.5	SD	82.4	SD	81	72	84	SD	83.4
<b>AGOSTO</b>	SD	80.2	80.0	79.8	84	78.3	SD	78.7	SD	81.6	82	80	SD	81.1
<b>SEPTIEMBRE</b>	SD	77.1	81.1	77.3	82.5	81	SD	SD	SD	80.2	85	74	SD	76.8
<b>OCTUBRE</b>	SD	81.7	78.0	76.5	79	73.3	SD	SD	73.1	77.9	SD	88	SD	75.7
<b>NOVIEMBRE</b>	SD	70.0	77.5	77.0	72.3	72	77.7	SD	77.2	86.7	78.8	80	SD	69.2
<b>DICIEMBRE</b>	SD	60.0	72.7	74.6	70.7	82.3	SD	SD	68.6	68	SD	SD	SD	28,7

Fuente: [http://www.tutiempo.net/clima/Arauca\\_Santiago\\_Perez/800990.htm](http://www.tutiempo.net/clima/Arauca_Santiago_Perez/800990.htm)

**Tabla 14. Nivel de precipitación acumulado mensual. Años 1996 a 2009.****Arauca - Estación Santiago Pérez**

MES	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
<b>ENERO</b>	SD	SD	0.0	0	1.77	0	0	SD	SD	9.9	0	0	5.08	SD
<b>FEBRERO</b>	0	SD	0.0	7.11	25.91	0	0	SD	SD	0	SD	8.89	0	0
<b>MARZO</b>	SD	SD	1.0	2.03	0	0	39.88	SD	SD	0	SD	SD	4.06	SD
<b>ABRIL</b>	SD	SD	91.2	8.89	0	61	0	2.28	SD	70.1	SD	3.05	SD	0
<b>MAYO</b>	SD	SD	73.9	0	49.03	86.87	SD	SD	SD	13.46	SD	SD	SD	0
<b>JUNIO</b>	SD	SD	50.8	0.25	3.81	86.87	SD	5.08	SD	84.32	6.1	12.95	SD	0
<b>JULIO</b>	SD	SD	3.1	0	0.51	85.85	SD	71.63	SD	178.06	4.06	33.02	SD	0
<b>AGOSTO</b>	SD	9.4	54.9	14.99	62.75	32.01	SD	33.27	SD	30.99	12.95	2.03	SD	0.76
<b>SEPTIEMBRE</b>	SD	61.0	47.0	0	37.59	13.97	0.51	SD	SD	12.21	12.95	2.03	SD	0
<b>OCTUBRE</b>	SD	5.1	37.08	11.94	17.02	71.12	SD	SD	4.06	104.14	SD	0.51	SD	0
<b>NOVIEMBRE</b>	SD	0.0	14.48	0	2.54	0	11.17	SD	17.78	14.99	21.08	33.02	SD	0
<b>DICIEMBRE</b>	SD	0.0	34.04	14.74	0	19.05	SD	SD	0.51	0	SD	SD	SD	0

Fuente: [http://www.tutiempo.net/clima/Arauca\\_Santiago\\_Perez/800990.htm](http://www.tutiempo.net/clima/Arauca_Santiago_Perez/800990.htm)

## 15. BIBLIOGRAFÍA

- Bazzani, R., & Roberto, S. (2005). *Ecología de la enfermedad de Chagas, y su prevención y control en la Amazonia. Un enfoque de ecosalud*. Recuperado el Septiembre de 2010, de Le site Web du CRDI: [http://web.idrc.ca/es/ev-106351-201-1-DO\\_TOPIC.html](http://web.idrc.ca/es/ev-106351-201-1-DO_TOPIC.html)
- Bazzani, R., & Salvatella, R. (2005). *IDRC.CA*. Recuperado el Agosto de 2010, de IDRC.CA: [http://web.idrc.ca/es/ev-106350-201-1-DO\\_TOPIC.html](http://web.idrc.ca/es/ev-106350-201-1-DO_TOPIC.html)
- Bouma M.J, P. G. (1997). Predicting high risk year for Malaria in Colombia using parameters of el Niño Southern Oscillation. *Tropical Medicine and International Health*, 1122 - 1127.
- Bouma, M., Poveda, G., Rojas, W., Chavasse, D., Quiñones, M., Cox, J., y otros. (1997). Predicting high-risk years for malaria in Colombia using parameters of El Niño Southern Oscillation. *Tropical Medicine and International Health*, 2(12); 1122 - 1127.
- Carcavallo, R. (Rio de Janeiro, 1999). Climatic Factors Related to Chagas Disease Transmission. *Mem Inst Oswaldo Cruz*, Vol. 94, Suppl. I: 367-369.
- Castillo-Riquelme M, G. F. (2008). The costs of Preventing and treating Chagas Disease in Colombia. *PLOS Neglected Tropical Disease*.
- Cecchini, E., & Gonzalez, S. (2008). Enfermedad de Chagas. En E. Cecchini, & S. Gonzalez, *Infectología y enfermedades infecciosas* (págs. 597 - 606). Ediciones Journal.
- CLAP-OPS/OMS. (2007). *Informe de la Consulta Técnica sobre Información, Educación y Comunicación (IEC) en Enfermedad de Chagas Congénita Montevideo*. Montevideo: OMS.
- Dra. Cristina Romaña, M. b. (6 de Febrero de 2008). El Mal de Chagas es de origen Latinoamericano, pero se ha mundializado. (M. H. Grande, Entrevistador)
- Echavarria, J. (2004). Vigilancia Epidemiológica. En J. Echavarria, *Vigilancia Epidemiológica* (págs. 16 - 34). Madrid: Mcgraw - Hill/Interamericana de España.
- F, G. (2007). Epidemiología de la enfermedad de Chagas en Latinoamérica y en Colombia. En G. F, *Epidemiología de la enfermedad de Chagas en Latinoamérica y en Colombia* (págs. 7 - 14). Bogotá: Fernando Rosas MD, Diego I, Vanegas MD, Mauricio F, Cabrales MD Editores.
- Gil, P. (2008). Medicina Preventiva y Salud Pública. En P. Gil, *Medicina Preventiva y Salud Pública* (págs. 221 - 235). Barcelona: Elsevier España.



- Githeko A., L. S. (2000). El cambio climático y las enfermedades transmitidas vectores: Un análisis regional. . *El cambio climático y las enfermedades transmitidas vectores: Un análisis regional.* . Washington: WHO.
- Guhl F, A. G. (2005). Distribución Geográfica de las Especies de Triatomíneos en los Departamentos endémicos para la Enfermedad de Chagas en Colombia. En G. F, *Distribución Geográfica de las Especies de Triatomíneos en los Departamentos endémicos para la Enfermedad de Chagas en Colombia.* (págs. 19 - 24). Bogotá: Guhl F Editor.
- Guhl F., P. J. (2 - 6 de Mayo de 2005). Situación de la enfermedad de Chagas en Colombia. *Taller Situación de la enfermedad de Chagas en Colombia.* Bogotá D.C, Bogotá D.C, Colombia: Guhl F.
- Guhl, F. (2007). Chagas disease in Andean countries. *Mem Inst Oswaldo Cruz*, 29-37, 2007 Vol. 102(Suppl. I).
- Guhl, F. (2007). Chagas disease in Andean countries. *Guhl, Felipe. Chagas diseMemorias del Instituto Oswaldo Cruz. Vol 102 (Suppl. I), 29 - 37.*
- Guhl, F., Aguilera, G. P., Nestor, & Vergara, D. (2007). Actualización de la distribución geográfica y ecoepidemiología de la fauna de triatomíneos (Reduviidae: Triatominae) en Colombia. *Biomédica*, (supl.1):143-62.
- Guhl, F., Aguilera, G., Pinto, N., & Vergara, D. (2007). Actualización de la distribución geográfica y ecoepidemiología de la fauna de triatomíneos (Reduviidae: Triatominae) en Colombia. *Biomédica*, (supl.1):143-62.
- Harvey, R., & Champe, P. (2004). Quimioterapia de la tripanosomosis. Melarsoprol, nifurtimox, suramina. En R. Harvey, & P. Champe, *Farmacología. Segunda edición. Mc* (págs. 420 - 422). Graw Hill.
- INAS. (2007). Guía de Atención para la Enfermedad de Chagas. *Guía de Atención para la Enfermedad de Chagas.* Bogotá, Colombia: INAS.
- INAS. (s.f.). [www.ins.gov.co](http://www.ins.gov.co). Recuperado el 11 de 10 de 2014, de [www.ins.gov.co](http://www.ins.gov.co):  
<http://www.ins.gov.co/lineas-de-accion/Subdireccion-Vigilancia/sivigila/Documentos%20SIVIGILA/Decreto%203518%2006%20Crea%20y%20reglamenta%20el%20SIVIGILA.pdf>
- Instituto Geográfico Nacional - España.* (s.f.). Recuperado el Noviembre de 2012, de Variables que intervienen en la definición del clima en un territorio:  
[http://www.ign.es/espmap/figuras\\_clima\\_bach/pdf/Clima\\_fig\\_08.pdf](http://www.ign.es/espmap/figuras_clima_bach/pdf/Clima_fig_08.pdf)
- León Sarmiento, F. E. (2001). "Neuroteluroepidemiología III: El Caso intertropical y el Fenómeno de El Niño" Vih Y Los Virus De La Imagenación Humana . En: Colombia. En Celsus, *VIH & Los Virus de la Imagenación Humana* (pág. 255). Colombia: Celsus.

- León Sarmiento, F. E., Bayona Prieto, J., & Hernández, H. G. (2007). Chagas Disease: Complementing Supplements. *Revista Ecuatoriana de Neurología*, Vo 16 234-236.
- Leon Sarmiento, F. E., Mendoza, E., & Torres Hillera, M. e. (2004). Trypanosoma cruzi-associated cerebrovascular disease: a case-control study in Eastern Colombia. *Journal of the Neurological Sciences*, 217 61–64.
- León Sarmiento, F. E., Prada, D. G., & Bayona Prieto, J. e. (2003). Neurotriplanosomiasis americana: aspectos clínicos de un problema básico. *Biomédica* , 23:462-75.
- León Sarmiento, F. E., Prada, D. G., & Bayona Prieto, J. e. (2003). Neurotriplanosomiasis americana: aspectos clínicos de un problema básico. *Biomédica*, 23:462-75.
- León Sarmiento, F. E., Prada, D. G., & Bayona Prieto, J. e. (2003). Neurotriplanosomiasis americana: aspectos clínicos de un problema básico. *Biomédica* , Vol 23 462-75.
- Leon, F., & Carpientero. (2001). *Neuroteluroepidemiología III: El caso intertropical y el fenomeno de "El Niño"*. Bogota: Celsius. 2001.
- Leon, F., & Zaninivic, V. (1995). Geographical considerations on HAM/TSP in Japan. *Rev Med Trop Sao Paulo*, 185-186.
- M. J. Bouma, G. P. (1997). Predicting high - risk years for malaria in Colombia using parameters of El Niño Southern Oscillation. *Tropical Medicine and International Health*, Volumen 2 No 12 pag 11221 - 1127.
- M., C. Z. (23 - 28 de Noviembre de 2009). Mecanismos de transmisión de la enfermedad de Chagas. *Curso Internacional de Investigación de Brotes de Enfermedad de Chagas agudo por transmision oral*. Bucaramanga, Santander, Colombia: Ministerio de la Proteccion Social Colombia.
- MINISTERIO DE LA PROTECCION SOCIAL. (30 de Mayo de 1995). Resolucion 001738. *Resolucion 001738*. Bogota D.C, Bogota D.C, Colombia: Ministerio de la Proteccion Social.
- Ministerio de la Protección Social. (2000). Guías de promoción de la salud y prevención de la enfermedad. Resolucion 412 del 2000. *Guías de atención de la enfermedad de Chagas 271 - 276*. Bogota, Colombia: Ministerio de la Proteccion Social.
- MINISTERIO DE LA PROTECCION SOCIAL. (2010). Guía 23 para la atención de la enfermedad el Chagas. *Guía 23 para la atención de la enfermedad el Chagas*. Bogotá, Colombia: Ministerio de la Protección Social.
- MINISTERIO DE LA PROTECCION SOCIAL. (14 de Junio de 2011). Resolucion 2257. *Resolucion 2257*. Bogota D.C, Bogota D.C, Colombia: Ministerio de la Proteccion Social.

- Ministerio del Medio Ambiente; Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales IDEAM. (Marzo de 2002). Efectos naturales y socioeconómicos del fenómeno el niño en Colombia. Bogotá, 2002. *Efectos naturales y socioeconómicos del fenómeno el niño en Colombia*. Bogota, Colombia: IDEAM.
- MINISTERIO DE LA PROTECCION SOCIAL, I. O. (14 de Junio de 2011). Guia Protocolo para la Vigilancia en Salud Publica de Chagas. *Guías para la Vigilancia en salud Publica de las Enfermedades Transmitidas por vectores*. Bogota D.C, Bogota D.C, Colombia: Ministerio de la Proteccion Social Colombia.
- Murray, P. R., Rosenthal, K. S., Kobayashi, G. S., & Pfaller, M. A. (2005). Microbiología Médica. En P. R. Murray, K. S. Rosenthal, G. S. Kobayashi, & M. A. Pfaller, *Microbiología Médica* (págs. 715 - 717). Editorial MOSBY, Cuarta edición.
- OMS. (2001). Boletín de la Organización Mundial de la Salud. . *El cambio climático y las enfermedades transmitidas por vectores: un análisis regional*. OMS.
- OMS. (DICIEMBRE de 2012). ORGANIZACION MUNDIAL DE LA SALUD CENTRO DE PRENSA NOTA DESCRIPTIVA N° 117 . Recuperado el ABRIL de 2013, de ORGANIZACION MUNDIAL DE LA SALUD CENTRO DE PRENSA: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs117/es/>
- OMS. (Agosto de 2012). ORGANIZACION MUNDIAL DE LA SALUD CENTRO DE PRENSA NOTA DESCRIPTIVA N° 340. Recuperado el Mayo de 2013, de ORGANIZACION MUNDIAL DE LA SALUD CENTRO DE PRENSA NOTA DESCRIPTIVA N° 340: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs340/es/>
- OMS. (Marzo de 2013). ORGANIZACION MUNDIAL DE LA SALUD CENTRO DE PRENSA NOTA DESCRIPTIVA N° 94. Recuperado el Mayo de 2013, de ORGANIZACION MUNDIAL DE LA SALUD CENTRO DE PRENSA NOTA DESCRIPTIVA N° 94: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs094/es/index.html>
- OPS. (2002). Iniciativa intergubernamental de Prevención y Vigilancia de la Enfermedad de Chagas en la Amazonia (AMCHA). Documento 2. *Iniciativa intergubernamental de Prevención y Vigilancia de la Enfermedad de Chagas en la Amazonia (AMCHA). Documento 2 de Prevención y Vigilancia de la Enfermedad de Chagas en la Amazonia (AMCHA)*. Amazonia: OPS.
- OPS. (2003). Guía para el muestreo en actividades de vigilancia y control vectorial de la enfermedad de Chagas. *Guía para el muestreo en actividades de vigilancia y control vectorial de la enfermedad de Chagas*, OPS/DPC/CD/276//03, 46 pp. OPS .
- OPS/HDM/CD/425-06. (2007). *bvsops.org.uy*. Recuperado el Junio de 2010, de <http://www.bvsops.org.uy/pdf/chagas19.pdf>
- Organización Meteorológica Mundial . (2010). *wamis.org*. Recuperado el Junio de 2010, de [wamis.org: http://www.wamis.org/agm/pubs/brochures/wmo989esp.pdf](http://www.wamis.org/agm/pubs/brochures/wmo989esp.pdf)

- PAHO/OPAS/OMS. (2009). Enfermedad de Chagas. Guía para vigilancia, prevención, control y manejo clínico de la enfermedad de Chagas aguda transmitida por alimentos. – . *Enfermedad de Chagas. Guía para vigilancia, prevención, control y manejo clínico de la enfermedad de Chagas aguda transmitida por alimentos.* – . Rio de Janeiro, Brasil: PANAFTOSA-VP.
- Parra Piñeros, J. E., Valderrama, V., & Leon Sarmiento, F. E. (2004). False-positive Human Immunodeficiency Virus Test and Trypanosoma Cruzi Infection in Eastern Colombia. *Southern Medical Journal*, Volume 97, Number 4.
- Pinto, N. X., Torres Hillera, M. A., Mendoza, E., & Leon Sarmiento, F. E. (2002). Immune response, nitric oxide, autonomic dysfunction and stroke: a puzzling linkage on Trypanosoma cruzi infection. *Medical Hypotheses*, 58(5), 374±3.
- Poveda G, G. N. (s.f.). Climate and ENSO variability associated with vector-borne diseases in Colombia Programa de Control de Enfermedades Tropicales. *PECET Universidad de Antioquia*, 1 - 22.
- Poveda, G., Graham, N., Epstein, P., Rojas, W., Quiñones, M., & Martens, W. (2002). El Niño and the southern oscillation. Multiscale variability and global and regional impacts. *El Niño and the southern oscillation. Multiscale variability and global and regional impacts*. Cambridge, Inglaterra: Cambridge University Press.
- Prata, A. (2001). Clinical and epidemiological aspects of chagas disease. *Lancet Infect Dis*, 1(2):92-100.
- Proyecto INAP. (Julio a Diciembre de 2010). *Avances del proyecto INAP - Donación TF 056350-*. Bogotá - Colombia.
- Restrepo, A., Robledo, J., Leiderman, E., Restrepo, M., Botero, D., & Bedoya, V. (2003 Sexta Edición). Enfermedades Infecciosas. *Cooperación para Investigaciones Biológicas*, 605 - 609.
- semarnap.gob.mx*. (2001). Recuperado el Diciembre de 2010, de *semarnap.gob.mx*: [www.semarnap.gob.mx/indices/tematico/emergencias/lnino](http://www.semarnap.gob.mx/indices/tematico/emergencias/lnino)
- SIAC. (s.f.). *www.siac.gov.co*. Recuperado el 14 de 02 de 2014, de *www.siac.gov.co*: [https://www.siac.gov.co/documentos/18\\_Brochure%20proyecto%20INAP-1.pdf](https://www.siac.gov.co/documentos/18_Brochure%20proyecto%20INAP-1.pdf)
- U, C. R. (1999). Climatic Factors Related to Chagas Disease Transmission. *Mem Inst Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro*, Vol. 94, Suppl. I: 367-369.
- U, C. R. (Rio de Janeiro, 1999). Climatic Factors Related to Chagas Disease Transmission. *Mem Inst Oswaldo Cruz*, Vol. 94, Suppl. I: 367-369.
- Watson, R. (2001). Cambio Climático 2001. *Cambio Climático 2001: Informe de Síntesis*. Ginebra - Suiza. Ginebra Suiza: IPCC.

www.saludcolombia.com. (s.f.). *www.saludcolombia.com*. Recuperado el 11 de 11 de 2014, de  
www.saludcolombia.com: [http://www.saludcolombia.com/actual/htmlnormas/Res412\\_00.htm](http://www.saludcolombia.com/actual/htmlnormas/Res412_00.htm)