

**UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
SISTEMA DE ESTUDIOS DE POSGRADO**

**GESTIÓN DE LA INNOVACIÓN TECNOLÓGICA EN GANGLIO CENTINELA AL  
SERVICIO  
DE LA SALUD DE LA MUJER EN EL HOSPITAL SAN JUAN DE DIOS, 2014-  
2018**

**Trabajo Final de Investigación Aplicada sometido a la consideración de la  
Comisión del Programa de Estudios de Posgrado en Salud Pública para  
optar al grado y título de Maestría Profesional en Salud Pública con énfasis  
en Gerencia de la Salud**

**DANY ALVARADO GARCÍA**

**Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, Costa Rica**

**2024**

## **DEDICATORIA**

**Dedicado a la memoria de mamá Aracelly, 1944-2020.**

## **AGRADECIMIENTOS**

A mi comité asesor, muchas gracias doctoras.

## TABLA DE CONTENIDOS

DEDICATORIA .....	ii
AGRADECIMIENTOS .....	iii
RESUMEN .....	vii
LISTA DE TABLAS .....	viii
LISTA DE ILUSTRACIONES .....	ix
LISTADO DE ABREVIATURAS.....	x
INTRODUCCIÓN.....	1
GLOSARIO.....	3
CAPÍTULO I MARCO CONTEXTUAL .....	14
1.1 Antecedentes Internacionales .....	17
1.2 Antecedentes en Latinoamérica .....	23
1.3 Antecedentes en Costa Rica.....	27
1.4 Contextualización.....	31
CAPÍTULO II MARCO CONCEPTUAL.....	36
2.1 Gamagrafía convencional.....	36
2.2 SPECT-CT .....	39
2.3 Gestión de la innovación tecnológica: Gamagrafía convencional – SPECT-CT .....	41
CAPÍTULO III PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN .....	44
3.1. Desarrollo de la Pregunta de la investigación.....	44
3.2 Justificación .....	45
3.3. Objetivos .....	48
3.4 Hipótesis.....	49
3.5 Alcance .....	49
3.6 Viabilidad de la investigación.....	50
CAPÍTULO IV MARCO METODOLÓGICO .....	51
4.1 Tipo de investigación.....	51
4.2 Marco muestral y unidad de muestreo.....	52
4.3 Selección de la muestra .....	52
4.3.1 Criterios de inclusión:.....	54
4.3.2 Criterios de exclusión:.....	54
4.4 Variables del estudio.....	54
4.4.1 Operacionalización de las variables .....	55

4.5 Fuentes de los datos e Instrumento de levantado de información .....	58
4.6 Procesamiento de los datos .....	59
4.7 Plan de análisis de resultados .....	59
4.8 Consideraciones éticas .....	60
4.9 Cronograma y presupuesto.....	61
4.10 Limitaciones .....	62
CAPÍTULO V RESULTADOS.....	63
5.1 Análisis descriptivo de las variables .....	63
5.1.1 Lugar de procedencia .....	66
5.1.2 Estado vital .....	66
5.1.3 Edad.....	67
5.1.4 Localización del tumor .....	67
5.1.5 Tamaño del tumor.....	67
5.1.6 Tipo histológico .....	68
5.1.7 Grado Histológico.....	68
5.1.8 Estadío.....	69
5.1.9 Tipo de procedimiento.....	69
5.1.10 Detección .....	70
5.1.11 Oportunidad.....	70
5.1.12 Tipo de Cirugía Ganglionar.....	71
5.2 Análisis bivariado .....	72
5.3 Análisis multivariado .....	75
CAPÍTULO VI DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	78
6.1 Discusión de resultados .....	78
6.2 Conclusiones .....	81
6.3 Recomendaciones .....	82
REFERENCIAS.....	85
ANEXOS .....	93

Este trabajo final de investigación aplicada fue aceptado por la Comisión del Programa de Posgrado en Salud Pública de la Universidad de Costa Rica, como requisito parcial para optar al grado y título de Maestría Profesional en Salud Pública con énfasis en Gerencia de la Salud.

---

Dra. Ingrid Gómez Duarte  
Representante de la Decanatura  
Sistema de Estudios de Posgrado

---

M.Sc. Amada Aparicio Llanos  
Profesora Guía

---

P.hD. Carolina Santamaría Ulloa  
Lectora

---

M.Sc. María del Rocío Sáenz Madrigal  
Lectora

---

M.Sc. Sylvia Vargas Oreamuno  
Directora  
Programa de Posgrado en Salud Pública

---

Dany Alvarado García  
Sustentante

## RESUMEN

El proceso de innovación del Servicio de Medicina Nuclear del Hospital San Juan de Dios se ha desarrollado desde la instalación y mejora de las primeras gamacámaras hasta la adquisición del equipo conocido como SPECT-CT (Tomografía por Emisión de Fotón Único – Tomografía Computarizada, de sus siglas en inglés).

El SPECT-CT interviene en la atención diagnóstica de muchas enfermedades como el cáncer de mama con el procedimiento de ganglio centinela en medicina nuclear que se realiza para definir el tipo de cirugía ganglionar, conservadora o radical. El presente trabajo de investigación describe el aporte de esta innovación tecnológica a la salud de la mujer con cáncer de mama, comparando los resultados de los procedimientos de ganglio centinela SPECT-CT versus la gamacámara en el Hospital San Juan de Dios de Costa Rica.

Las mujeres con cáncer de mama obtienen un beneficio superior cuando tienen acceso al procedimiento SPECT-CT de ganglio centinela que cuando son atendidas con gamagrafía convencional porque tiene mayores posibilidades de obtener cirugías conservadoras, lo que a su vez significa menores efectos secundarios a la cirugía y por tanto mejor calidad de vida.

## LISTA DE TABLAS

Tabla de contenidos.....	iv
Tabla 1. Operacionalización de variables.....	55
Tabla 2. Cronograma.....	62
Tabla 3. Resultados del análisis descriptivo de las variables .....	63
Tabla 4. Análisis bivariado según pruebas de asociación entre las características clínicas y el tipo de cirugía ganglionar (conservadora) .....	72
Tabla 5. Correlación entre variables del cáncer en las mujeres y el tipo de cirugía ganglionar .....	76
Tabla 6. Análisis multivariado para el tipo de cirugía ganglionar según Regresión Logística .....	76
Tabla 7. Formulario de recolección de información .....	94
Tabla 8. Pruebas de asociación entre el estado vital y el tipo procedimiento (SPECT-CT).....	96

## LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Ganglio centinela.....	7
Ilustración 2. SPECT-CT.....	9
Ilustración 3. Gamacámara convencional.....	10
Ilustración 4. Secuencia de procedimiento de ganglio centinela de mama .....	11
Ilustración 5. Imágenes de gamagrafía convencional de ganglio centinela de mama .....	11
Ilustración 6. Imágenes de SPECT-CT de ganglio centinela de mama.....	12
Ilustración 7. Diagrama de proceso para ganglio centinela, Servicio de Medicina Nuclear, Hospital San Juan de Dios.....	35
Ilustración 8. Calculadora de muestra .....	53
Ilustración 9. Carta de apoyo del Servicio de Medicina Nuclear .....	93

## LISTADO DE ABREVIATURAS

CCSS	Caja Costarricense de Seguro Social
CT	Tomografía Computarizada (Siglas del inglés para Computed Tomography)
GC	Ganglio Centinela
HSJD	Hospital San Juan de Dios
SMN	Servicio de Medicina Nuclear
SPECT	Tomografía Computarizada (Siglas del inglés para Single Photon Emission Computed Tomography )
SPECT-CT	Tomografía Computarizada por Emisión de Fotón Único – Tomografía Computarizada (Siglas del inglés para Single Photon Emission Computed Tomography - Computed Tomography)

## INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de Investigación es un esfuerzo por acercarse al aporte de la gestión de la innovación tecnológica en la salud pública mediante dispositivos diagnósticos y su incidencia en la salud de la mujer con cáncer de mama, enfermedad oncológica que ocupa el primer puesto en incidencia y mortalidad entre las mujeres.

Como estrategia para mejorar la salud pública, los sistemas de salud aprovechan la innovación tecnológica incorporando productos y servicios novedosos que incidan conjuntamente en los determinantes sociales de la salud desde la atención directa a enfermedades específicas. Este es caso del proceso de innovación del Servicio de Medicina Nuclear del Hospital San Juan de Dios (SMN), desde la instalación y mejora de las primeras gamacámaras hasta la adquisición del equipo conocido como SPECT-CT (Tomografía por Emisión de Fotón Único – Tomografía Computarizada, de sus siglas en inglés).

Este dispositivo participa en la atención diagnóstica de muchas enfermedades. Entre ellas, el cáncer de mama con el procedimiento de ganglio centinela (GC) que se realiza en medicina nuclear para definir el tipo de cirugía ganglionar que recibirá una mujer, conservadora o radical. El estudio determina cuáles son los GC que deben extraerse, luego se analizan y si están libres de cáncer, no es necesario quitar los demás ganglios, es decir, la mujer puede ahorrarse las consecuencias de una extracción radical de ganglios.

El SMN implementó el procedimiento de GC en 1999 con la gamacámara convencional que produce imágenes de la localización aproximada del GC. En 2016 al adquirir un SPECT-CT, la técnica evolucionó permitiendo una representación anatómica exacta del GC. El presente trabajo de investigación pretende describir el aporte de esta innovación tecnológica a la salud de la mujer con cáncer de mama, comparando los resultados de los procedimientos de GC del SPECT-CT versus la gamacámara en el HSJD.

Este trabajo estructura en seis capítulos que abarcan marco contextual, marco conceptual, planteamiento del problema, marco metodológico, análisis de la información, resultados, recomendaciones y conclusiones.

Para introducir al lector con el léxico del estudio se incluye un glosario. El capítulo I, presenta los antecedentes que sustentan el tema, y contextualiza espacial y temporalmente proceso y avances del procedimiento de GC y su innovación con SPECT-CT. El capítulo II desarrolla el marco teórico que sustenta la relación entre gamagrafía convencional y el SPECT-CT con la salud pública y de la mujer con cáncer de mama. El capítulo III desarrolla el planteamiento del problema y construye la pregunta de investigación, se definen los objetivos y se justifica la importancia del tema, así como el alcance y viabilidad del trabajo.

El capítulo IV explica la metodología; el tipo de estudio, el cálculo de la muestra, la obtención de los datos, la definición de las variables y el plan de análisis. Los capítulos V y VI se refieren a los resultados del análisis de datos, y cierra con conclusiones y recomendaciones.

## GLOSARIO

### **a. Salud**

Es el bienestar relativo de las personas según sus circunstancias, que trasciende del hecho de estar o sentirse enfermo y con la capacidad de adaptarse, readaptarse al cambio y reinventarse para forjar una conducta equilibrada respecto a su autopercepción y su relación con sus semejantes, la sociedad y el medio ambiente (Santoro Lamelas, 2016).

### **b. Salud Pública**

Es el nivel de análisis que se le da a la salud y su relación con la sociedad, de modo que es un análisis poblacional que establece relaciones entre cualquier ciencia o disciplina que tenga alguna implicación en el bienestar de la población. Es una búsqueda constante del conocimiento sobre el estado de salud de las comunidades y de estrategias de gestión que permitan mejorar sus condiciones de vida con justicia social (Frenk, 1993; Hernández-Girón, Orozco-Núñez, & Arredondo-López, 2012).

### **c. Servicios asistenciales**

Trabajos y procesos que se desarrollan en favor de las personas para beneficio de la salud. Pueden ser públicos o privados, su prestación es dirigida por profesionales de salud y van encaminados hacia la prevención, el diagnóstico o el tratamiento en respuesta a necesidades de la población (Losada Otálora & Rodríguez Orejuela, 2007; Rodríguez & Vidal, 2007).

### **d. Innovación tecnológica en salud**

Los nuevos dispositivos y técnicas que aporta el cambio tecnológico con el propósito de mejorar el diagnóstico y tratamiento para incidir positivamente en la salud de las personas y por tanto la salud pública ya que incide en más años de vida y con mejor calidad; y puntualmente en la salud de las mujeres con cáncer de mama (Vázquez, Gómez, Coronado, Colás, & Poch, 2013).

#### **d. Gestión de la innovación tecnológica en salud**

Proceso amplio que incluye planificación, organización, dirección y control para conseguir la introducción de nuevas tecnologías a las prácticas o sistemas de la salud pública. Es también un proceso continuo que intenta garantizar el beneficio permanente a la población en la actividad que se desarrolle que establezca y valide la innovación tecnológica (Terán Rosero et al., 2019)

#### **e. Gerencia**

Es un proceso de coordinación, administración, planificación, dirección y control de los recursos disponibles para ejecutar las acciones que alcancen objetivos establecidos en los sistemas y servicios de salud, por tanto, implica la toma de decisiones encaminadas a beneficiar la salud pública (Carnota-Lauzán, 2013).

#### **f. Toma de decisiones**

Búsqueda, análisis y escogencia de estrategias para alcanzar objetivos. En gerencia se relaciona con la forma de aprovechar los recursos disponibles y ejecutar acciones en orden de prioridades. En salud pública se dirigen a la obtención de beneficios para la población con justicia social. Este estudio contempla la toma de decisiones que derivan de un diagnóstico en el abordaje de las personas enfermas

y en el beneficio que significa para ellas (Fairbairn, Munson, Khan, & Butterworth, 2013; Robbins, 2005; Valdés Olmos et al., 2014).

#### **g. Oferta y demanda**

En un servicio asistencial público de salud, la oferta está conformada por la cantidad de recursos financieros, humanos y físicos o materiales disponibles para brindar el servicio. La demanda en salud se relaciona con las necesidades de las personas. Puede referirse a personas usuarias atendidas por un servicio (demanda efectiva) o a todas las que necesitan el servicio, aunque no logren el acceso (Rodríguez & Vidal, 2007; Santos-Padrón, Martínez-Calvo, Martínez-López, & Álvarez-Malpica, 2011).

#### **h. Oportunidad**

Es el punto de equilibrio entre la oferta y la demanda de acuerdo con las necesidades de cada persona y en la colectividad. Da prioridad a las emergencias calificadas y los casos que estén más cercanos a serlo, tiene definidos los tiempos de espera razonables en armonía con las buenas prácticas. Muchas veces se relaciona con una percepción de satisfacción del público respecto al tiempo entre la solicitud realizada y la atención recibida (Arce, 2003; Dirección de Planificación Institucional-CCSS, 2001).

#### **i. Oncología**

Es el estudio de los tumores basado en la capacidad biológica de las células vivas en transformarse en cancerosas. Por tanto, la oncología se concentra en tumores malignos conocidos también como cáncer. La oncología quirúrgica que interesa a

este trabajo se dedica al tratamiento por medio de cirugías para extraer los tumores malignos (Defelitto & Cariello, 2016; Díaz-Rubio & García-Conde, 2000).

#### **j. Cáncer de mama**

Es un tumor maligno que afecta principalmente a las mujeres ocupando el primer lugar en frecuencia y mortalidad femenina en Costa Rica y el mundo por neoplasia maligna (Ministerio de Salud, 2016; World Health Organisation, 2018). Se clasifican según los receptores hormonales para predecir su comportamiento. Sus factores de riesgo principales son; factor hereditario, nuliparidad, menarca temprana, alta exposición a estrógenos, menopausia tardía (World Cancer Research Fund, 2018).

#### **k. Metástasis**

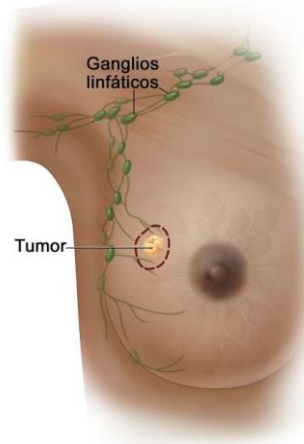
Es la capacidad del cáncer de diseminarse a distancia mediante el avance de la enfermedad desde la célula hacia los vasos linfáticos, sangre y nuevos tejidos. Su importancia para este trabajo radica en que la existencia de enfermedad oculta o metástasis en un ganglio centinela (GC) que fue extraído en la cirugía significa que el cáncer ha avanzado y que se requiere ampliar el tratamiento quirúrgico (Defelitto & Cariello, 2016; Kaleya, Heckman, Most, & Zager, 2005).

#### **l. Ganglio Centinela**

Los ganglios linfáticos son pequeños órganos intercalados en el recorrido de las vías linfáticas, filtran la linfa e inician la respuesta inmunitaria, tienen un tamaño variable inferior a los 2 cm. Los ganglios centinela son aquellos con un drenaje directo procedente del tumor primario. Pueden ser localizados mediante imágenes de medicina nuclear las cuales los clasifican según su probabilidad de ser realmente

centinelas a partir de sus características en la imagen (García-Porrero, Hurlé, & Benítez Padilla, 2013; Vidal-Sicart et al., 2011).

Ilustración 1. Ganglio centinela



Fuente: Winslow, 2022

### **m. Medicina Nuclear**

Es una rama de la medicina que utiliza fuentes radiactivas abiertas para el diagnóstico, la terapia y la investigación biomédica. Dichas fuentes radiactivas son incorporadas a fármacos específicos y pasan a llamarse radiofármacos que realizan la ruta metabólica de los tejidos, órganos o sistemas que se quieren evaluar o tratar. Mientras realizan dicho trayecto se les da seguimiento para diagnóstico o depositan dosis radiactivas suficientes para terapia (International Atomic Energy Agency, 2015, 2018).

### **n. Radiación**

Las radiaciones son emisiones de energía en forma de ondas o partículas. Aunque hay otros tipos de radiación las que interesan a este trabajo son las radiaciones ionizantes, que tienen capacidad de cargar y separar átomos o moléculas. Entre

dichas radiaciones se encuentran los rayos x y gama que se utilizan en el SPECT-CT (Tomografía Computarizada por Emisión de Fotón Único – Tomografía Computarizada o Single Photon Emission Computer Tomography - Computer Tomography por sus siglas en inglés) (Fontal, 2005; Jodar et al., 2005)

#### **ñ. Radiofármaco**

Es una sustancia farmacéutica que emite radiación suficiente para ser utilizada en diagnóstico o tratamiento de enfermedades. Es una combinación de especies orgánicas o inorgánicas con una sustancia de átomos radiactivos o radionúclido. En uso diagnóstico permiten visualizar y analizar la función de órganos y sistemas (Chain & Illanes, 2015).

#### **o. SPECT-CT**

Tomografía Computarizada por Emisión de Fotón Único – Tomografía Computarizada o Single Photon Emission Computer Tomography - Computer Tomography por sus siglas en inglés (Ver ilustración 2). El SPECT-CT es el equipo híbrido que integra un equipo de tomografía computarizada (CT por sus siglas en inglés) y una gamacámara con capacidad tomográfica para producir y fusionar imágenes fisiológicas de medicina nuclear con la información anatómica de radiología (Bombardieri, 2012; IAEA, 2008).

Ilustración 2. SPECT-CT



Fuente: Archivo, SMN

#### **p. Gamacámara convencional**

Consiste en una serie de detectores de radiación que, con electrónica asociada, forman imágenes diagnósticas del recorrido de la radiación dentro del organismo (ver ilustración 3). Dichas imágenes pueden ser bidimensionales conocidas también como planares y tridimensionales conocidas también como SPECT (siglas en inglés para Tomografía por Emisión de Fotón Único). La prueba diagnóstica de las gamacámaras convencionales se llama gamagrafía (Laines Medina, 2018; Thie, 2012).

Ilustración 3. Gamacámara convencional

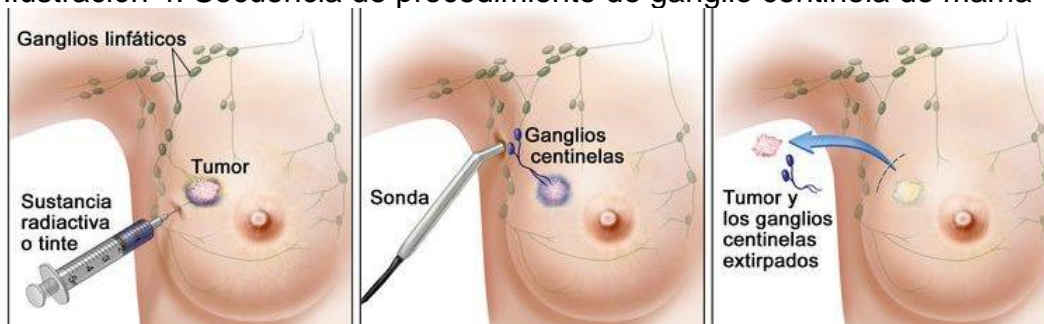


Fuente: Archivo, SMN

#### **q. Estudios de medicina nuclear en ganglio centinela**

Son procedimientos de imágenes diagnósticas que tiene el objetivo de localizar y diferenciar los ganglios centinela, la vía linfática de drenaje directo e indirecto y determinar el número de ganglios centinela en pacientes con cáncer de mama. Se realizan previo a la cirugía para extirpar el tumor y el o los ganglios centinela (ver ilustración 4). Son pruebas diagnósticas que abarcan gamagrafía convencional y SPECT-CT (Bernet et al., 2014; Tang, Xu, Tao, Qian, & Toi, 2011; Vidal-Sicart et al., 2011).

Ilustración 4. Secuencia de procedimiento de ganglio centinela de mama



Fuente: Winslow, 2020

#### r. Gamagrafía de ganglio centinela

Es la adquisición de imágenes posteriores a la inyección del radiotrazador mediante la gamacámara convencional. Dichas imágenes se llaman planares o 2D (bidimensionales) y sus proyecciones son anterior, lateral y oblicua. Tienen el potencial para establecer el número y localización cercana del o los ganglios centinelas los cuales son señalados en piel con tinta para facilitar el abordaje quirúrgico (Hindié et al., 2011; Noguchi et al., 2011). Un ejemplo de imagen diagnóstica es la ilustración 5.

Ilustración 5. Imágenes de gamagrafía convencional de ganglio centinela de mama

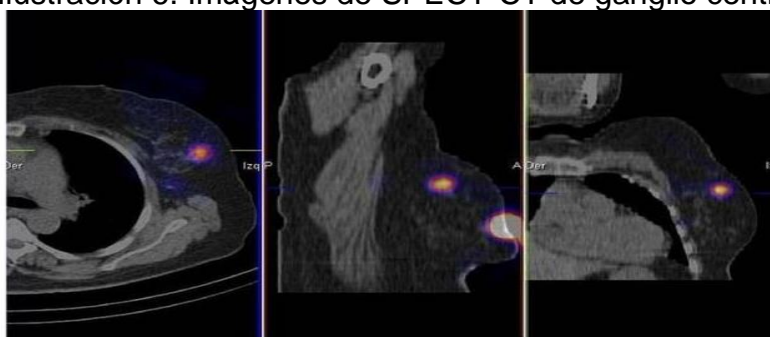


Fuente: Archivo SMN

#### s. SPECT-CT de ganglio centinela

Es una prueba diagnóstica que combina la información funcional sobre el drenaje linfático y ganglionar del SPECT con la información morfológica del CT (Ilustración 6). Consiste en la inyección y distribución linfática del radiofármaco a partir de lesión y la posterior exploración en equipo híbrido SPECT-CT que incluye imágenes fusionadas de SPECT gamagráfico y de la adquisición CT (Moreno Carvajal, 2016; Valdés Olmos et al., 2014).

Ilustración 6. Imágenes de SPECT-CT de ganglio centinela de mama



Fuente: Archivo SMN

Los criterios de inclusión según Manual de Procedimientos del SMN del HSJD en estudio son:

- Cáncer de mama invasivo (Clasificación T1 o T2 y N0)
- Carcinoma ductal in situ de alto grado histológico
- Tamaño de la lesión inferior a 5 cm
- Cirugía programada siguientes 24 horas a partir del inicio del procedimiento

Se excluyen inicialmente personas embarazadas o en periodo de lactancia (SMN, 2019).

#### t. Diagnóstico

En medicina nuclear se refiere al hallazgo o descarte de patologías observables o detectables mediante las imágenes o conteos estadísticos de actividad radiactiva producto del uso de radiofármacos y equipo detector de radiación, principalmente evalúa la función y por ello su producto se conoce como imagen funcional. Las descripciones de los hallazgos obtenidos con SPECT-CT es una de las formas de diagnóstico más sofisticadas en medicina nuclear (International Atomic Energy Agency, 2015; Sanz, Fernández, & Illanes, 2017).

#### **u. Tratamiento**

El tratamiento contra el cáncer mama abarca principalmente cirugía, quimioterapia y radioterapia; la combinación e intensidad de estos depende de cada caso (Martín et al., 2015). El que interesa a este documento es el tratamiento quirúrgico que implica la participación del procedimiento de GC para la resección de dichos ganglios y para elección tratamiento quirúrgico conservador (extracción solo de ganglios centinela) o radical (linfadenectomía axilar). Solo las mujeres que presentan metástasis en más de 2 ganglios centinela o que tienen invasión extracapsular en alguno de los ganglios centinela son las que no se benefician del tratamiento conservador ganglionar (Ramírez-Morera, A., Tristan-López M., Landaverde-Recinos D., 2012).

## CAPÍTULO I MARCO CONTEXTUAL

La innovación tecnológica en salud pública es una estrategia para mejorar la salud de las personas y fortalecer el abordaje de las enfermedades. Las tecnologías en salud se pueden referir a las máquinas, equipos y dispositivos utilizados en los servicios de salud, pero también incluyen los procesos de conocimiento y las técnicas para la utilización de dichos productos (Lorenzetti, Trindade, de Pires, & Ramos, 2012). El campo de la salud introduce nuevos y mejorados productos, servicios, procesos o métodos con la expectativa de que resulte en beneficios para la salud pública (Pérez Sánchez, Paredes Esponda, León Rodríguez, & Pérez de Hoz, 2017; Terán Rosero et al., 2019).

Los avances tecnológicos en salud intervienen en la salud pública especialmente cuando son utilizados por los gobiernos para incidir en los determinantes sociales de la salud con un enfoque poblacional y la investigación en salud pública incluye las condiciones epidemiológicas y su respuesta social organizada (Frenk, 1993).

Una respuesta del sistema de salud en Costa Rica a las necesidades en salud pública es la gestión de la innovación tecnológica en medicina nuclear en el Hospital San Juan de Dios (HSJD) que primero introdujo y luego mejoró la tecnología de sus gamacámaras, hasta incorporar desde 2016 el servicio de SPECT-CT con el objetivo institucional de mejorar la oportunidad, eficiencia y capacidad diagnóstica para la población en medicina nuclear (Caja Costarricense de Seguro Social, 2017).

El campo específico que ocupa al presente trabajo es la salud de la mujer y la forma en que la innovación tecnológica puede incidir en las mujeres con cáncer de mama

mediante el dispositivo diagnóstico SPECT-CT comparado con su tecnología previa, la gamacámara.

Las necesidades en salud de la población costarricense ubican parte de las potencialidades del SPECT-CT en un campo de acción de gran importancia; el cáncer de mama, que amenaza la salud de la mujer ocupando el primer lugar en incidencia y mortalidad como enfermedad oncológica. Esto lo convierten en un serio problema de salud pública (Ministerio de Salud, 2016).

En la lucha contra el cáncer de mama la medicina nuclear intervino primero con el procedimiento de ganglio centinela, basándose en el patrón ordenado de diseminación metastásica del cáncer y demostrándose con una gamacámara.

El GC es el que tiene comunicación directa con la lesión y al localizarlo se facilita su extracción quirúrgica y análisis patológico posterior. Esto a su vez brinda la posibilidad de evitar la linfadenectomía radical y su morbilidad asociada. Cuando la enfermedad no está presente en el GC se pueden salvaguardar los demás ganglios y las cirugías son más conservadoras (Bernet et al., 2014; Vidal-Sicart, Roberto Brouwer, & Valdés-Olmos, 2011).

El procedimiento de GC fue una innovación tecnológica para la salud de la mujer en Costa Rica desde 1999 en el Servicio de Medicina Nuclear del HSJD (SMN), con la utilización de gamacámaras convencionales que producen imágenes bidimensionales de los ganglios y otorgan una localización aproximada del ganglio para dar guía durante la cirugía. Forma parte de los procesos de diagnóstico temprano para el tratamiento conservador que beneficia a las mujeres.

Una vez realizado sólo las mujeres con invasión del cáncer en al menos tres ganglios centinelas o invasión extracapsular se someten a una linfadenectomía radical (Fonseca Zamora, Gómez Ávila, Hernández Vargas, Méndez Morales, & Parada Bonilla, 2007; Hindié et al., 2011; Martín, Herrero, & Echavarría, 2015)

En 2016, dicha técnica evoluciona al introducir SPECT-CT en el HSJD. Es una innovación tecnológica con respecto a la gamacámara. Combina la información funcional sobre el drenaje linfático y ganglionar de la Tomografía por Emisión de Fotón Único - SPECT, con la información morfológica de la Tomografía Computarizada (CT, por sus siglas en inglés), obteniendo una fusión de imágenes con la representación anatómica exacta de los ganglios centinela para guiar al equipo de cirugía, mientras la gamacámara provee solo una ubicación aproximada (Caja Costarricense de Seguro Social, 2017; Valdés Olmos, Rietbergen, & Vidal-Sicart, 2014).

En la innovación tecnológica que derivó en el SPECT-CT de GC para cáncer de mama y comparado con el procedimiento previo en gamacámara, el presente trabajo de investigación pretende describir el aporte a la salud de la mujer diagnosticada y tratada por cáncer de mama en el HSJD. Dicho aporte se podría evidenciar en la medida que más mujeres estén accediendo a tratamientos más conservadores que les permitiría mejorar tanto calidad como expectativa de vida (Terán Rosero et al., 2019; Vidal-Sicart et al., 2011)

## 1.1 Antecedentes Internacionales

La respuesta social de los sistemas de sistemas de salud a las necesidades de sus poblaciones se ha visto caracterizada por la innovación tecnológica mediante la búsqueda de nuevas y mejores formas de abordar las enfermedades. Estas herramientas y estrategias de la salud pública utilizan tecnologías para diagnóstico, interviniendo también en procesos de prevención, planeación para tratamiento y evolución del estado de salud de las personas. Dos de estas tecnologías en medicina nuclear son tanto la gammacámara como su dispositivo innovador SPECT-CT y una enfermedad en la que ha resultado beneficioso para la salud de la mujer es el cáncer de mama como se enfatiza en este documento.

La innovación del SPECT-CT en la salud pública a partir de 1999 en Estados Unidos mejoró los servicios diagnósticos para las personas con enfermedades como el cáncer de próstata o el adenoma paratiroideo; por un lado, consiguió realizar detecciones adicionales y por otro otorgó a los diagnósticos una mayor exactitud anatómica de modo que los individuos obtienen respuestas más oportunas a su condición de salud (Hasegawa et al., 2002; Gayed et al., 2005).

El aporte que la innovación tecnológica en medicina nuclear hace a la salud pública también se ha evaluado en España según la percepción de la gente mediante la medición de la satisfacción e insatisfacción en la atención al usuario. Analizó aspectos en el servicio asistencial en los que los pacientes tenían percepción de calidad como en equipamiento tecnológico y en otros con percepción de insatisfacción como la falta de comodidad en algunos procedimientos. Permitted un

acercamiento a las expectativas de las personas usuarias directas más allá de los datos estadísticos, gerenciales y epidemiológicos implicados en la innovación tecnológica (García Vicente et al., 2007).

En cáncer de mama se ha destacado la importancia de la innovación tecnológica mediante el SPECT-CT en España para la salud de la mujer por medio del procedimiento de GC para la toma de decisiones sobre el tratamiento, ya que aporta información anatómica relevante y adicional con exactitud significativamente mayor a los métodos convencionales beneficiando a la mujer con cirugías más conservadoras, de menor duración y con menores efectos colaterales (Mucientes Rasilla et al., 2008).

En el campo informático, el avance tecnológico del SPECT-CT ha permitido brindar mayor seguridad y calidad para las personas en sus diagnósticos. Una aplicación informática implementada en Alemania, fusiona las imágenes SPECT y CT disminuyendo la intervención manual operaria; permitió mayor precisión en la ubicación anatómica diagnóstica lo que beneficia a las personas con tratamientos más efectivos (Han, Köstler, Bennewitz, Kuwert, & Hornegger, 2008)

En el seguimiento y evolución del cáncer tiroideo, la innovación mediante SPECT-CT ha favorecido la elección de tratamientos más oportunos. Cuando se utilizó esta tecnología en China para los controles de evolución al tratamiento, permitió la toma de decisiones y en algunos casos la modificación de la estrategia terapéutica. De modo que las personas obtienen no solo tratamientos más oportunos una vez diagnosticados sino también un seguimiento y una readecuación de ese tratamiento

cuando se demuestra que es necesario según la respuesta particular de cada caso (Chen et al., 2008).

Las personas con enfermedad pulmonar empezaron a obtener un valor adicional con la innovación de técnicas que fusionan el SPECT con el CT cuando se precisan evaluaciones de la perfusión pulmonar. En China se presentaron las ventajas para la salud pública de la disponibilidad de diagnósticos oportunos que minimicen los errores de registro de imágenes y estudios de baja dosis de radiación, lo que significa menor riesgo por exposición a los efectos relacionados con la radiación ionizante tanto para pacientes, personal de la salud, público en general y medio ambiente (Papp, Zuhayra, Henze, & Luetzen, 2009).

Al analizar las implicaciones gerenciales y económicas para los sistemas de salud, se ha descrito tanto en Alemania como en Italia que innovar en tecnología SPECT-CT resulta costo efectivo y por tanto la inversión de recursos para adquirir estos dispositivos va en aumento en todo el mundo, principalmente para dedicarlos a la atención del cáncer que por su alta incidencia tiene impacto significativo en la salud pública. También se consideró que hace un aporte económico adicional, ya que la precisión anatómica que aporta permite disminuir los tiempos en el tratamiento quirúrgico y consecuentemente los costos (Buck et al., 2010; Pata et al., 2011).

En medicina nuclear, la innovación tecnológica que trajo el SPECT-CT ha seguido demostrando relevancia para la salud pública, específicamente en salud de la mujer y su participación en cáncer de mama, enfermedad protagónica en incidencia, en efectos secundarios y en mortalidad por causa oncológica en mujeres. Se ha

observado en España cómo la utilización de este dispositivo en la detección del GC tiene importancia en la toma de decisiones sobre procesos de atención como las cirugías y en agilizar el abordaje de la enfermedad favoreciendo la atención oportuna. También se demostró en Japón que la detección de ganglios centinela mejora cuando los ganglios todavía están libres de la enfermedad, por ello cuanto más temprano en la evolución del cáncer se dé la intervención mayor es su potencial para incidir en la salud de las mujeres (Noguchi et al., 2011; Vidal-Sicart et al., 2011).

El SPECT-CT vino a ser la continuación de un proceso de innovación desarrollado en Alemania desde varias décadas atrás en medicina nuclear. A partir de la aparición de la gamacámara, cuyas imágenes eran planas o bidimensionales se innovaron a las gamacámaras dotándolas de capacidad SPECT para conseguir imágenes tridimensionales. Entonces el progreso se concentró en el perfeccionamiento de la adquisición, visualización e interpretación del SPECT (Elgazzar, 2011; Thie, 2012). La aparición del SPECT-CT mejoró y diversificó la práctica actual en medicina nuclear pero no sustituye a la gamagrafía ya que la mejora en calidad de las imágenes gamagráficas sigue jugando un papel importante en la salud de la gente y su uso se mantiene en aumento en Estados Unidos (Cherry, Simon; Sorenson, James; Phelps, 2012).

Se ha investigado y demostrado en Estados Unidos que existen efectos propios de la física de la tecnología y del organismo humano que tienen efectos que dificultan la visualización de estructuras en mama. Por ello en SPECT-CT se implementan aplicaciones informáticas que reducen dichos efectos para mejorar el diagnóstico

de las mujeres con cáncer de mama. Las innovaciones informáticas en estudios tridimensionales como el SPECT-CT demostraron que mejoran la calidad de imagen; por tanto, pueden mejorar la oportunidad del abordaje terapéutico (Shah, Mann, & Tornai, 2012).

El avance tecnológico entre la gamagrafía y el SPECT-CT fue comparado en la forma que beneficia a las personas con cáncer de tiroides en España; resulta que el SPECT-CT es capaz de realizar detecciones adicionales a la gamagrafía cuando se realizan los controles de evolución al tratamiento. Esto incidió en la reestadificación de los pacientes y readecuación de sus tratamientos. Cuando se realizaron estudios de GC de tiroides con SPECT-CT, fue posible personalizar y optimizar los tratamientos. Se concluyó que la atención a la población con cáncer se volvía más eficiente (Kisiel González, 2013; Sabaté Fernández, 2013).

Al realizar un ejercicio comparativo similar también en España entre el SPECT-CT y la Tomografía por Emisión de Positrones – Tomografía Computarizada (PET-CT por sus siglas en inglés), equipo de innovación posterior, en personas con tumores neuroendocrinos se demostró una efectividad complementaria y no sustitutiva de cada tecnología. La ventaja adicional del SPECT-CT fue el menor coste y mayor disponibilidad. Esto es muy importante para la población ya que se traduce en mejor accesibilidad y asequibilidad (Sainz, de Luis, Olmos, & González, 2013).

También el SPECT-CT ha beneficiado a las personas con melanoma que requieren la identificación del GC. En Escocia y Estados Unidos ha mejorado la detección de los ganglios centinela y el drenaje linfático, aportando mayor confianza a los equipos

profesionales de cirugía en el momento del abordaje quirúrgico. Además, puede reducir los tiempos y costos de las cirugías por lo que su importancia se extiende en ámbitos gerenciales y económicos que finalmente beneficia a las personas no solo en acceder a los servicios sino al obtener mejores resultados de tratamiento (Fairbairn et al., 2013; Zender, Guo, Weng, Faulhaber, & Rezaee, 2013).

Constantemente se ha señalado el gran problema del cáncer de mama para la salud pública y de la mujer. No obstante, se ha observado que la evolución de la mortalidad está decreciendo en países desarrollados según se analizó en España. Esto se debe al diagnóstico cada vez más temprano de la enfermedad de la mano con la innovación tecnológica. En medicina nuclear la detección del GC así como el diagnóstico de la progresión ósea de la enfermedad han aumentado su protagonismo con dispositivos como el SPECT-CT (Vázquez et al., 2013). Esto lleva a que organizaciones dedicadas a la salud de la mujer y el cáncer de mama recomienden el uso del SPECT-CT para GC por encima de otras técnicas, para brindar una mejor estadificación de su enfermedad y planeación de tratamientos (Bernet et al., 2014).

En Cuba se determinó que el origen de la tecnología SPECT-CT responde a una necesidad de salud pública; alcanzar mayor precisión y prontitud en los servicios de diagnóstico por medio de la innovación tecnológica. Era vital conseguir la fusión de estudios anatómicos con funcionales. La tecnología SPECT obtenía información funcional del organismo con alto valor diagnóstico, pero con escasa capacidad en cuanto a la forma y ubicación de estructuras. La Tomografía Computarizada o CT (por sus siglas en inglés) proporcionaba imágenes tridimensionales de la anatomía

humana, pero con dificultad funcional o metabólica. Los desarrolladores de estos equipos demostraron desde 1999 hasta hoy que es posible unir ambas modalidades en un solo equipo híbrido para ofrecer a la población lo mejor de cada una (Perera Pintado, Torres Aroche, Vergara Gil, Batista Cuéllar, & Prats Capote, 2017).

Cuando la innovación tecnológica mejora el campo del diagnóstico se facilita la toma de decisiones gerenciales sobre la utilización de los mejores dispositivos según su impacto en la salud pública. España lo ha documentado en el caso del SPECT-CT y lo recomienda en la lucha contra enfermedades como el tromboembolismo pulmonar o el cáncer neuroendocrino al demostrar superioridad entre las técnicas no invasivas u obtener un rendimiento diagnóstico superior a las demás técnicas radiológicas o nucleares convencionales. Los estudios confirmaron mayores beneficios a la salud cuando se utiliza el SPECT-CT en el abordaje de estas enfermedades (Fernández Llana, 2017; Milá et al., 2017; Navalón et al., 2018).

## **1.2 Antecedentes en Latinoamérica**

En Latinoamérica se ha destacado la importancia de innovar los servicios en medicina nuclear con la tecnología SPECT-CT, en Chile se determinó que las personas se benefician de mejores diagnósticos, con mayor certeza y prontitud. Esto sucede en algunos tipos de cáncer, como el tiroideo; en México se demostró una mejora en el abordaje de las alteraciones respecto a la detección que se realizaba por gamagrafías convencionales. Esta exactitud diagnóstica del SPECT-CT favoreció a la salud pública en la planificación, optimización y evaluación de los tratamientos de las personas; y a escala gerencial produjo un aumento en la

demanda de esta tecnología por los sistemas de salud (Aqueveque A et al., 2007; Ferro-Flores & de Murphy, 2007).

Precisamente en la gestión de servicios de salud se han analizado la oferta y demanda de los sistemas de salud en Colombia, que permiten determinar el beneficio de la innovación tecnológica para la salud pública, así como evidenciar problemas de cobertura e inequidades en el acceso a la población. También en otros casos como en Perú, sirvió para identificar brechas entre oferta y demanda de servicios. Estas consideraciones son de interés en este trabajo cuando reflejan necesidades poblacionales que deban ser priorizadas en la salud de la mujer como es el cáncer de mama (Duque, Gómez, & Osorio, 2009; Osorio & Gómez, 2009; Zevallos, Pastor, & Moscoso, 2011).

Las tecnologías en medicina nuclear para el abordaje del cáncer de origen neuroendocrino han tenido un aporte significativo en la salud que se ha documentado a lo largo de los años. Al innovar los servicios y las tecnologías existentes, que ya daban buenos resultados, con dispositivos SPECT-CT se analizó en Uruguay los beneficios adicionales que se obtuvieron. Se aumentó la detección y localización de tumores y otras lesiones que determinan el grado de avance de la enfermedad; la persona enferma se aprovecha al obtener una ubicación más exacta de su lesión para facilitar el abordaje quirúrgico y una clasificación de su enfermedad más certera que incide en la efectividad de su tratamiento (Vilar et al., 2011).

En el área de medicina nuclear también se intentó conocer los efectos de la innovación tecnológica en la demanda, eficiencia y costo de las técnicas de imagen

en Cuba. Esto ha permitido identificar cuáles tecnologías y técnicas resultan ser costo efectivas. El valor de los resultados desde el punto de vista de la salud pública radica en los insumos para la toma de decisiones, la priorización de las intervenciones, accesibilidad y asequibilidad de los dispositivos y procedimientos (Hernández, Riverón, Marrero, & Lozano, 2012).

El tema del costo-efectividad de la incorporación de nuevas tecnologías como el SPECT-CT también fue abordado en Uruguay desde los efectos en la gestión de recursos y para lograr el mayor efecto positivo en el público. Se encontró que la relación entre los resultados y la inversión de recursos motiva a decisiones gerenciales encaminadas a ampliar la oferta. Algunos beneficios directos a las personas fueron la reducción de la cantidad de procedimientos invasivos, de hospitalizaciones y de costos en pruebas diagnósticas adicionales, además, menor exposición a los riesgos relacionados con intervenciones diagnósticas y terapéuticas innecesarias (Beretta, 2012).

Se enfatiza la importancia para la salud pública del avance tecnológico entre los dispositivos de medicina nuclear. En Cuba, ha tenido relevancia en la atención de personas con enfermedad cardiovascular, la principal causa de muerte en la región. Esta innovación ha mantenido dinamismo desde el desarrollo propio de las gamagrafías convencionales cardíacas hasta la incorporación del SPECT-CT, que mejoró la precisión en los estudios y la clasificación del riesgo cardiovascular, y consecuentemente la realización del procedimiento está aumentando motivado por la prioridad que tiene para la población la atención y control de la salud cardíaca (Peix González, 2011).

Igualmente se requiere de la innovación en materia de garantía de la calidad para dar confiabilidad a los resultados de los dispositivos diagnósticos en salud. En este sentido sobre el SPECT-CT, en Cuba se propusieron nuevos métodos que simulan los procesos de formación de la imagen para realizar los controles de calidad en el equipo y dosimetrías en los pacientes, los cuales fueron incorporados en la práctica al demostrar mejoría en la atención de salud de las personas mediante el aumento en la calidad de las imágenes diagnósticas que en medicina nuclear hace la diferencia en detectar u omitir una lesión o evento patológico (Vergara Gil, Coca Pérez, Aroche, & Pacilio, 2015).

Asimismo, en Perú se tomó en consideración la perspectiva de especialistas en medicina nuclear sobre el salto tecnológico entre las imágenes convencionales y el SPECT-CT y las ventajas adicionales que permitan dar la mejor respuesta a las necesidades de las personas atendidas. El SPECT-CT permitía mejorar la clasificación de las enfermedades, por ejemplo, en tumores neuroendocrinos, donde se demostró mejoras en la localización, en la confianza y el rendimiento diagnóstico con un efecto positivo, directo y específico en las personas. Por ejemplo, en algunos casos se readecuaron sus tratamientos y en otros se evitaron algunas cirugías (Laines Medina, 2018).

En pacientes con enfermedades oncológicas se evaluaron herramientas informáticas innovadoras para fusión y presentación de la imagen SPECT-CT en Ecuador, para mejorar la imagen y realizar el cálculo de fracción de dosis absorbida. Su importancia está en evaluar la respuesta a los tratamientos de medicina nuclear contra el cáncer y valorar el pronóstico sobre la evolución del paciente. Esto es

determinante para las personas atendidas porque ayuda a identificar si un tratamiento tuvo el éxito esperado, si se puede dar por finalizado o si hay necesidad de continuarlo, reiniciarlo o modificarlo (Martínez Cruz, 2018).

### **1.3 Antecedentes en Costa Rica**

En Costa Rica la innovación tecnológica en salud ha estado marcada por la introducción de la tecnología en la lucha contra las principales enfermedades que afectan a la población, como el cáncer. Por esta razón el cáncer de mama en las mujeres cobra importancia desde el ámbito de la salud pública. La medicina nuclear ha participado en la seguridad social costarricense desde la década de 1960 y a partir de entonces ha apoyado la atención de las necesidades en salud de las mujeres con la detección de posibles diseminaciones del cáncer de mama y más adelante con estrategias de apoyo en la evolución de la enfermedad y su tratamiento ofreciendo la detección de GC (Fonseca Zamora et al., 2007).

El HSJD, ha sido protagonista de la innovación en medicina nuclear al servicio de la salud de la mujer costarricense gracias a los procesos de actualización científico - tecnológicos que lo mantiene adquiriendo equipo gamagráfico y obteniendo gran porcentaje de su producción en estudios relacionados con cáncer de mama, sea para GC o para detección de diseminaciones. La apertura del SMN fue en 1964 y en 1969 inició la adquisición de gamacámaras y la posterior actualización e innovación constante del equipo gamagráfico de la mano con la técnica y la tecnología, y se mantuvo basada en la imagen planar (2D) hasta 1997 cuando se

introdujo la tecnología SPECT (3D), entonces la innovación continuó mejorando tanto la imagen planar como la SPECT (Fonseca Zamora et al., 2007).

La revisión sobre la innovación tecnológica en medicina nuclear que tenga participación en la salud de la mujer registra un análisis situacional de la medicina nuclear en la Caja Costarricense de Seguro Social (CCSS) en la que se realiza un recorrido histórico sobre la forma en que el país ha ido innovando sus recursos físicos, tecnológicos, técnicos y humanos de medicina nuclear en beneficio de la salud pública. Señala programas de cooperación internacional como el que permitió iniciar la realización de estudios de GC de mama, herramienta importante en la lucha contra el cáncer de mama y que beneficia directamente a la mujer. Finalmente, dicho estudio recomendaba la adopción de la tecnología SPECT-CT como estrategia para mejorar la atención a la población (Fonseca Zamora et al., 2007).

Hasta 1999 solo los estudios óseos intervenían en el seguimiento del cáncer de mama en medicina nuclear, pero ese año la innovación técnica permitió incorporar los estudios de GC de mama. En 2002 se instala una nueva gamacámara SPECT que vino a mejorar la calidad de los diagnósticos y dejaba las puertas abiertas para los avances tecnológicos que pudieran mejorar la atención de la salud de la mujer y otros campos (Fonseca Zamora et al., 2007).

Las aplicaciones en medicina nuclear que se hacían hasta ese momento pudieron analizar la gestión de recursos y gasto monetario para la toma de decisiones gerenciales. Se estudiaron aspectos como la oferta, la demanda y el uso que se

daba a los materiales para la práctica de la medicina nuclear, para determinar si existía un desaprovechamiento de los insumos por falta de capacidad organizativa, de infraestructura o tecnología y que derive en pérdidas económicas o deficiencias de cobertura en la población. En algunos casos esto fue comprobado por lo que se recomendó utilizarlo como insumo para modificar y mejorar el manejo que finalmente se estaba dando a los recursos en salud pública del país (Azofeifa & Flores, 2007).

Sobre la aportación de la gamagrafía convencional de GC en cáncer de mama a la salud de la mujer. Se consideraron las ventajas adicionales respecto a otras técnicas, como guía durante las cirugías para encontrar, distinguir de otros ganglios y extraer los ganglios centinela. Demostró que tenía mayor precisión diagnóstica, mejoraba la localización preoperatoria de los ganglios, aumentaba la detección ganglionar y el compromiso metastásico. Además, toma en consideración que utilizar este estudio es menos invasivo, lo que significa menores, y casi nulos efectos en la salud de la mujer (Piccolo Johanning & Brenes Leñero, 2015).

Acerca de la contribución de la innovación tecnológica en medicina nuclear para la salud de la mujer, se destacó la relevancia que tiene para las mujeres con cáncer de mama, tumor maligno más frecuente en mujeres. Señaló además la importancia de la información fisiológica y anatómica del SPECT-CT (que estaba pronto a adquirirse en el país) en el diagnóstico, estadificación, tratamiento, respuesta al tratamiento y pronóstico que permite la toma de decisiones en la atención que cada mujer necesita y en la priorización de la oferta de servicios. Además, analiza la relevancia de dicha información pues la mayoría de las pacientes operadas no

tienen compromiso ganglionar, eso significa que pueden ahorrarse un vaciamiento axilar y su morbilidad asociada (Moreno Carvajal, 2016).

La evaluación de calidad desde el punto de vista de la población usuaria fue estudiada en un SMN. Midieron la oportunidad de la atención como el tiempo que pasa desde la solicitud de una cita hasta el momento en que se hace efectiva la atención. Sus resultados pretenden ser un insumo que permita tomar mejores decisiones gerenciales a futuro para formular mejoras sostenibles en la atención al público en los servicios de medicina nuclear del país (Jiménez Alpízar, 2017).

En junio de 2016 el equipo híbrido SPECT-CT Symbia Intevo entra en funcionamiento en el SMN del HSJD. El objetivo de las autoridades gerenciales es la mejora en la atención en salud a la población, valor público perseguido por el sistema de salud con cada innovación tecnológica, sin embargo, para efectos de este documento, este dispositivo es protagonista innovador de las técnicas y tecnologías que ya existían por su participación en la salud de la mujer con cáncer de mama. Este nuevo dispositivo además se unió a las dos gamacámaras de uso general que ya existían, entre otros equipos, lo cual aumenta la capacidad operativa y la oferta del servicio en beneficio de un mayor número de personas (Caja Costarricense de Seguro Social, 2017).

La puesta en marcha del SPECT-CT significó tanto innovación tecnológica como técnica en la atención de las mujeres con cáncer de mama pues propició la incorporación de un nuevo protocolo en el Manual de Procedimientos, SPECT-CT de GC. Este hecho es fundamental ya que las mujeres dejan de ser sometidas a la

linfogamagrafía convencional que se realizaba en una gamacámara para realizarse el estudio de SPECT-CT que como se ha sustentado tendría una exactitud anatómica sin precedentes. Las implicaciones y los resultados en la salud de la mujer estarían por ser documentados (SMN, 2019).

La presente investigación se concentra en el SMN del HSJD y específicamente, en uno de los servicios que se brinda a las mujeres; el SPECT-CT de GC de mama. Pretende describir algunos resultados de la incorporación de esta innovación tecnológica en la atención a la salud de la mujer.

#### **1.4 Contextualización**

La CCSS es una institución autónoma pública que lidera la prestación de servicios de salud en el sistema nacional de salud de Costa Rica mediante redes de servicios establecidas geográficamente; con sus propias áreas y establecimientos de salud. Entre dichos establecimientos se encuentra el HSJD dentro de la Red Sur (Caja Costarricense de Seguro Social, 2017; Sáenz, Acosta, Muiser, & Bermúdez, 2011).

El HSJD es un hospital de alta complejidad ubicado en el centro de San José y encargado del tercer nivel de atención de la población ubicada en la red sur de servicios de salud y sus 19 áreas de atención de dicha red (Caja Costarricense de Seguro Social, 2017). Fundado en 1845, funciona según las regulaciones del Reglamento General de Hospitales Nacionales (Gobierno de Costa Rica, 1973). Se organiza mediante una Dirección General y dos grandes áreas, la médica y la administrativa. El área médica incluye los servicios de apoyo al diagnóstico y tratamiento, entre ellos el SMN (Nájera Quiel, 2009).

El SMN es un espacio físico con una capacidad instalada definida por el equipamiento, suministros y recurso humano para realizar procedimientos de diagnóstico y tratamiento. Sus componentes esenciales son: radiofarmacia, sala para administrar radiofármacos al paciente, sala de exploraciones de medicina nuclear con gamacámaras, oficinas administrativas, sala de reportes e interpretación, bodega general, bodega de decaimiento radiactivo y recepción. El personal profesional requerido incluye tanto especialistas médicos nucleares, como profesionales en imagenología, radiofarmacia, enfermería y física médica (Fonseca Zamora et al., 2007).

El SMN del HSJD se caracteriza por ser el más grande y avanzado del país con cinco gamacámaras incluido el SPECT-CT, dos sondas de captación y tres sondas de cirugía radioguiada; todo este equipamiento dedicado a procedimientos diagnósticos para estudiar alteraciones metabólicas en todos los sistemas del organismo, y terapéuticos principalmente por cáncer e hipertiroidismo. Para ello cuenta de manera regular con tres especialistas médicos nucleares, 10 imagenólogos (as), 2 físicos médicos, un radiofarmaceuta, una enfermera, dos auxiliares de enfermería, dos asistentes de pacientes, dos asistentes de limpieza, una recepcionista, dos secretarias y una asistente administrativa. El mayor volumen de producción es de estudios oncológicos, óseos, cardíacos y renales. Entre estos atiende a las mujeres con cáncer de mama en el SPECT-CT para GC.

El proceso de SPECT-CT de GC inicia con la llegada de la paciente o su representante a la recepción con la solicitud de procedimiento, se programa la cita y se instruye oralmente y por escrito sobre los requisitos de preparación, se

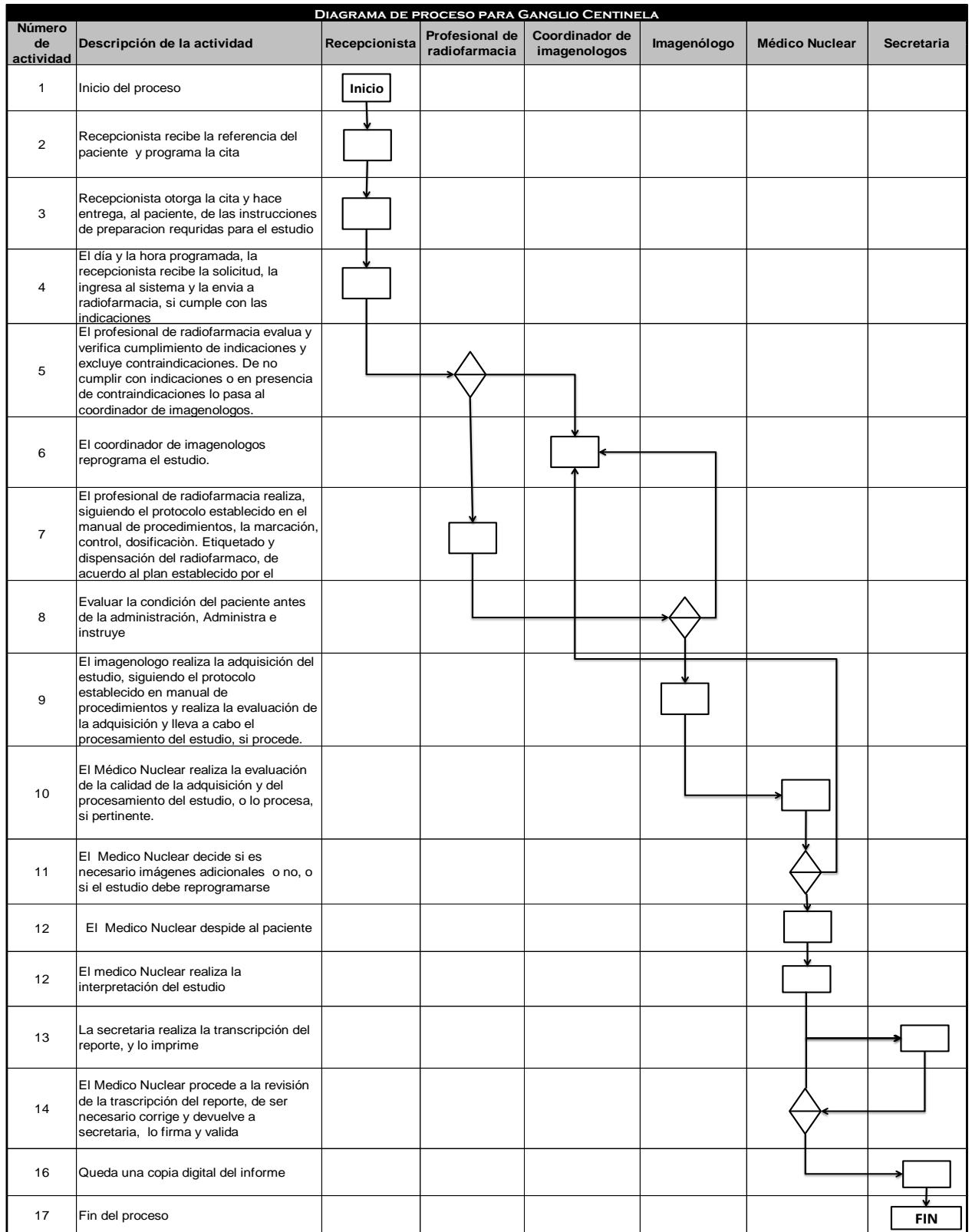
entregan los documentos de la cita. La paciente se presenta a la hora programada con sus documentos de cita en la recepción y se ubica en sala de espera, la recepcionista ingresa la información de la usuaria y envía la solicitud a radiofarmacia. El radiofarmaceuta verifica el cumplimiento de criterios para dispensar y dosificar el radiofármaco. Si no cumple los requisitos entrega los documentos a la coordinación de imagenología para que el procedimiento se re programe.

Si se han cumplido los requisitos para la dosificación, en radiofarmacia se prepara y dispensa el radiofármaco. La paciente es dirigida a la sala correspondiente. En este punto un imagenólogo (a) realiza una evaluación de las condiciones requeridas para la adquisición de las imágenes, si detecta alguna contraindicación se deriva a la coordinación de imagenología para la reprogramación del estudio. Si se cumplen las condiciones necesarias, instruye a la paciente sobre el procedimiento y se administra el radiofármaco en piel sobre el tumor. Luego de 2 horas de espera se realiza la adquisición, procesamiento y evaluación de calidad de las imágenes y se presentan las imágenes con la detección y ubicación del o los ganglios centinela. La paciente se retira dirigida por el personal de enfermería.

Corresponde a los y las médicos nucleares analizar, interpretar y reportar las imágenes, y pueden extraer fotografías que sirven de guía en la cirugía y para el expediente, se envían los documentos al personal de oficina quienes transcriben el informe médico. Este informe se revisa, se aprueba mediante la validación médica en el sistema informático y se firma. Ahora los resultados pueden ser consultados en el sistema y expediente.

Este procedimiento se estableció desde la puesta en funcionamiento del servicio SPECT-CT en junio de 2016 y debe ser solicitado y referido desde la especialidad médica a cargo del tratamiento, generalmente, oncología y ginecología; para decidir la estrategia quirúrgica para la mujer y que incidirá en la evolución de su estado de enfermedad y la morbilidad asociada al tipo de cirugía. El proceso de atención descrito se resume en el Diagrama de Flujo del Manual de Procedimientos del Servicio que representa el recorrido de cada paciente para recibir atención.

Ilustración 7. Diagrama de proceso para ganglio centinela, Servicio de Medicina Nuclear, Hospital San Juan de Dios



## CAPÍTULO II MARCO CONCEPTUAL

### 2.1 Gamagrafía convencional

La medicina nuclear es una rama de las ciencias de la salud que utiliza átomos con exceso de energía llamados isótopos radiactivos en combinación con técnicas y tecnologías para el diagnóstico, terapia, prevención e investigación médica. Esta especialidad se ha desarrollado en el mundo a partir del descubrimiento de los rayos x en 1895 por Roentgen, la radiactividad en 1896 por Becquerel y el radio en 1898 por Curie.

Seguidamente las investigaciones permitieron descubrir y experimentar con isótopos a partir de Soddy en 1913, su uso en exploraciones biológicas iniciado por Hevesy en 1923 y el equipo detector de radiación que principiaron Geiger y Müller en 1927. Esta es la base de la especialidad hasta hoy (Cherry, Sorenson, & Phelps, 2003).

Los equipos detectores de radiaciones son dispositivos que describen el comportamiento de los isótopos radiactivos, la gamacámara es uno de estos equipos, detecta radiación electromagnética originada en los núcleos de los radioisótopos llamada radiación gama. Por lo general, la gamacámara produce imágenes conocidas como gamagrafías.

La primer gamacámara con la que se produjo la primer gamagrafía fue el proyecto de Reed y Libby en 1951. En 1963 Anger construyó un modelo a basado en cristales de centelleo, su sistema es el tipo de gamacámara que se conoce hoy; detecta

radiación mediante emisión de luz que es analizada por electrónica para formar una imagen (Cherry et al., 2003; Thie, 2012).

Las gamagrafías son estudios diagnósticos que describen procesos metabólicos en el organismo; primero un isótopo radiactivo o radioisótopo se une a un fármaco capaz de seguir la ruta metabólica de un órgano, sistema o tejido de interés. Juntos se denominan radiofármaco, el cual se incorpora a una persona quien a su vez es ubicada en tiempo y espacio programados en una gamacámara. Finalmente, las imágenes adquiridas y procesadas por la gamacámara pueden ser descritas según su significado diagnóstico (Thie, 2012).

En Costa Rica se realizan gamagrafías desde 1969 cuando se adquirió la primer gamacámara llamada Gamógrafo Rectilíneo, esta fue una innovación tecnológica a la medicina nuclear local que se desarrollaba desde 1960 y se produjo precisamente en el HSJD.

La capacidad de realización de gamagrafías en sus diferentes aplicaciones dependen de la innovación tecnológica que a su vez abarca, no solo los dispositivos sino también conocimiento científico e implementación de técnicas por parte de profesionales especialistas en medicina nuclear, por eso el proceso constante de innovación en el país ha permitido aumentar tanto la oferta de estudios gamagráficos como la calidad y complejidad de los mismos (Fonseca Zamora et al., 2007).

Los diferentes tipos de gamagrafías convencionales referidas en este documento y que se pueden realizar son las conocidas como planares en 2 dimensiones, pueden

ser estáticas o dinámicas; SPECT en 3 dimensiones o tomografías nucleares; cuerpo entero o rastreo; y tipo “pin hole” de estudios focalizados. Un estudio de gamagrafía para una persona puede requerir la combinación de dos o más tipos de los mencionados.

Por su parte las aplicaciones abarcan prácticamente todo el organismo; sobresalen las gamagrafías de sistemas óseo, renal y urinario, cardiovascular, neurológico, respiratorio; oncológicas en las que destaca el GC por cáncer de mama entre otras; hepáticas y biliares, gastrointestinales, tiroideas; y exploraciones por hemorragias, infecciones y fístulas (International Atomic Energy Agency, 2015; Neubauer G, 2013).

La realización de todos los estudios de gamagrafías, en el SMN del HSJD se hace posible gracias a la gestión de la innovación tecnológica a través de décadas. Luego de la primera gamacámara se obtuvo la Cromo Scan en 1972, la gamacámara Magnascanner 500D en 1976, la Biogamma en 1977, la Maxicámara II en 1981, y las gamacámaras SPECT a partir de 1997 y en adelante. Este proceso aumentó la oferta y capacidad del SMN para atender con calidad y efectividad las necesidades en salud pública (Fonseca Zamora et al., 2007; Terán Rosero et al., 2019)

En salud de la mujer se ha puntualizado en las mujeres con cáncer de mama, para lo cual las gamagrafías tienen protagonismo en el procedimiento de GC, que procura evitar la linfadenectomía radical al detectar los ganglios centinela para que no se extirpen los demás, dicho procedimiento se realiza desde 1993 en Estados Unidos y en el SMN desde 1999 mediante la gamagrafía convencional. Cuando es

efectivo permite una cirugía más conservadora lo que mejora las condiciones de salud de las mujeres y de paso disminuye la carga por cirugías al sistema de salud (Bernet et al., 2014; Fonseca Zamora et al., 2007; Krag, Weaver, Alex, & Fairbank, 1993).

La gammagrafía convencional de GC de mama se realiza primero con una inyección del radiofármaco en piel peritumoral, Sulfuro Coloidal – Tecnecio 99, seguido de un tiempo de espera de 2 horas, se adquieren las imágenes gammagráficas convencionales y se marca con tinta la ubicación aproximada del GC en piel, al final se procesan y reportan las imágenes. Este protocolo evoluciona a partir de 2016 en el SMN con la innovación de SPECT-CT (Bernet et al., 2014; Chain & Illanes, 2015; Servicio de Medicina Nuclear, 2019).

## **2.2 SPECT-CT**

Este apartado se refiere al SPECT-CT como procedimiento diagnóstico de innovación tecnológica a las gammagrafías convencionales.

La integración de imágenes tomográficas provenientes de una gamacámara con tomografías de rayos x produjeron los primeros estudios SPECT-CT reportados sin necesidad de haberse construido el primer dispositivo tal y como se conoce hoy. Desde la década de 1980 se experimentaba con estudios cerebrales en donde se adquirirían gammagrafías y tomografías de rayos x por separado y se intentaban fusionar, obteniendo el primer estudio con valor diagnóstico en 1992. A partir de allí se entendió que se requería un único equipo híbrido que realizara el procedimiento completo con la calidad requerida (Bombardieri, 2012; Buck et al., 2008).

La innovación esperada vino con el primer sistema SPECT-CT desarrollado por Hasegawa en 1999 y comercializado por General Electric Healthcare. Es un sistema híbrido en cuanto a arquitectura, funcionamiento, operación; compuesto por una gamacámara SPECT y un CT. Produce imágenes fisiológicas y funcionales procedentes de la gamacámara con información anatómica y morfológica exacta procedente del CT.

Los estudios SPECT-CT solucionan dificultades previas del diagnóstico por imágenes; la limitación anatómica de los estudios fisiológicos, la limitación fisiológica de los estudios anatómicos, y los artefactos de movimiento y posicionamiento que afectan la calidad de las imágenes al realizar estudios SPECT y CT por separado (IAEA., 2016; Perera Pintado et al., 2017).

Los procedimientos diagnósticos SPECT-CT iniciaron en el SMN del HSJD en 2016 con la incorporación del sistema SPECT-CT en busca de mayor eficiencia, capacidad, exactitud y precisión diagnósticas. Sus principales aplicaciones son el diagnóstico, estadiaje, valoración del riesgo, planeamiento, seguimiento y respuesta al tratamiento de las enfermedades oncológicas como el cáncer de mama, neurológicas, paratiroides, cardíacas y el tromboembolismo pulmonar (Caja Costarricense de Seguro Social, 2017; IAEA, 2008).

En salud de la mujer específicamente, el SPECT-CT de GC para cáncer de mama también procura facilitar la elección al tratamiento de una cirugía más conservadora y evitar tanto la linfadenectomía radical como una cirugía adicional. La meta es la misma que en gammagrafía, la diferencia debería presentarse en la exactitud con que

detecta y localiza el GC y la guía que da al equipo profesional encargado de las cirugías. La mayor precisión del SPECT-CT al establecer anatómicamente la posición exacta del GC debería derivar en la elección de un mayor número de cirugías conservadoras, las cuales deberían tomar menos tiempo del equipo quirúrgico y ser más sencillas para lograr la extracción del GC (Vidal-Sicart et al., 2011).

Los primeros SPECT-CT de GC de mama fueron reportados en Países Bajos por van der Ploeg y cols. en 2008 siguiendo la ruta trazada desde Kretschmer y cols. en 2003 para GC en cáncer de próstata (Kretschmer et al., 2003; van der Ploeg, Valdés Olmos, Kroon, & Nieweg, 2008). En Costa Rica se realizan desde 2016 en el SMN siguiendo la técnica más empleada y estudiada en el mundo que consiste en la inyección del radiofármaco en piel peritumoral, Sulfuro Coloidal – Tecnecio 99, seguido de una espera de 2 horas, adquisición de las imágenes SPECT-CT, procesamiento y reporte (Bernet et al., 2014; Servicio de Medicina Nuclear, 2019).

### **2.3 Gestión de la innovación tecnológica: Gamagrafía convencional – SPECT-CT**

La CCSS ha contado con el SMN del HSJD desde 1964 y desde entonces ha liderado el desarrollo de la medicina nuclear en Costa Rica donde es protagonista como el centro más grande y especializado que apoya la atención a la salud pública que da la institución, en parte, mediante el proceso constante de gestión de la innovación tecnológica con cada vez más y mejores equipos que aumentan la oferta y la capacidad para atender las necesidades de la población (Caja Costarricense de Seguro Social, 2017; Fonseca Zamora et al., 2007)

La llegada de las gamacámaras y su mejoramiento tecnológico a partir de la innovación a través de los años ha permitido la numerosa oferta de procedimientos diagnósticos que abarcan prácticamente todas las regiones y sistemas del cuerpo humano. Resulta sobresaliente la atención que se puede dar a enfermedades de alto impacto en la salud pública como el cáncer de mama que ocupa el primer lugar en incidencia y mortalidad para la mujer tanto en Costa Rica como en el mundo. Las gamagrafías de GC tienen su lugar en esta lucha desde 1999 en el país. (Ministerio de Salud, 2016; Moreno Carvajal, 2016; World Health Organisation, 2018).

Si bien fue una innovación en ese momento, en 2016 la incorporación del SPECT-CT permitió mejorar la técnica haciéndola más exacta, más precisa para identificar los ganglios. Con la gamagrafía se obtiene una localización aproximada, con el SPECT-CT exacta. Ambos procedimientos favorecen las cirugías conservadoras, facilitan la labor quirúrgica y benefician a las mujeres con tratamientos más efectivos que derivan en menores efectos colaterales, menor cantidad de cirugías, menos extensas y mayor expectativa de vida. Por tanto, ambos aportan a la salud pública, incluyendo el hecho de que el servicio asistencial simplifica la atención a un solo caso de cáncer de mama. Sin embargo, el SPECT-CT supone un mayor beneficio, promete resultados más amplios (Hindié et al., 2011; Vázquez et al., 2013).

La salud de la mujer es claramente amenazada por el cáncer de mama, la gamagrafía de GC permitió mejorar las posibilidades de obtener tratamientos más conservadores y disminuir los efectos secundarios a las cirugías. La innovación del SPECT-CT pretende aumentar esos beneficios; dar a mayor cantidad de mujeres la elección de cirugía conservadora que con gamagrafía. Esto es conseguir que más

mujeres tratadas con cáncer de mama tengan mejor calidad de vida mediante mayor exactitud diagnóstica y precisión terapéutica (Mucientes Rasilla et al., 2008; Vidal-Sicart et al., 2011) Son los resultados que esperaba la gestión de la innovación tecnológica de la institución al adquirir el SPECT-CT (Caja Costarricense de Seguro Social, 2017).

## **CAPÍTULO III PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN**

### **3.1. Desarrollo de la Pregunta de la investigación**

La CCSS ha buscado satisfacer las necesidades evolutivas de la salud pública durante décadas mediante la innovación tecnológica. En medicina nuclear ha optado por la adquisición de dispositivos tecnológicos como las gamacámaras y más recientemente el SPECT-CT en 2016 con un proyecto cuya intención gerencial era dar mayor precisión diagnóstica que favoreciera los tratamientos a la población (Caja Costarricense de Seguro Social, 2017; Fonseca Zamora et al., 2007).

En cuanto a la salud de la mujer, la gamacámara primero y actualmente el SPECT-CT se ha utilizado, entre otros, para detección de GC por cáncer de mama, enfermedad oncológica de mayor incidencia en la mujer. Los servicios de oncología refieren la solicitud para dicho procedimiento al SMN con el fin decidir sobre el tratamiento quirúrgico siguiente y para el estadiaje y reestadiaje de la enfermedad. La detección del GC se desarrolla como parte de los procedimientos de diagnóstico temprano y de tratamientos quirúrgicos conservadores para cáncer de mama, mejorando las condiciones epidemiológicas de la mujer en cuanto a mortalidad y morbilidad al evitar la disección innecesaria de ganglios linfáticos sanos a partir de la correcta identificación y análisis del GC (Mucientes Rasilla et al., 2008; Vázquez et al., 2013).

Previo a la incorporación del SPECT-CT el estudio de GC se realizaba mediante la gamagrafía planar en una gamacámara convencional que aporta información valiosa sobre los ganglios, pero no tiene exactitud anatómica en la detección para

dirigir con precisión al personal de cirugía. Este trabajo pretende observar el favorecimiento que debería estar dando a la salud de la mujer la gestión de la innovación del SPECT-CT con respecto a la gamacámara como parte de la salud pública y que en términos gerenciales resulte para la CCSS un avance y mejora tecnológica.

Si el procedimiento de GC antes del SPECT-CT ha ofrecido ventajas diagnósticas que mejoran la elección del tratamiento de las mujeres con cáncer de mama, la innovación del SPECT-CT en el HSJD debe ampliar dichos beneficios que puedan observarse en cirugías aún más conservadoras o con menor número de linfadenectomías radicales, es decir, menor daño y mejores expectativas en cuanto a calidad de vida de las mujeres. No se ha encontrado una fuente que haya demostrado que estos propósitos se estén cumpliendo y por ello se contestará la siguiente pregunta de investigación; ***¿Cómo beneficia a la salud de la mujer con cáncer de mama la gestión de la innovación respecto al SPECT-CT comparado con la gamacámara al determinar ganglios centinela para elección de tratamiento quirúrgico?***

### **3.2 Justificación**

En Costa Rica y el mundo la salud pública ha estado está marcada y comprometida por el cáncer, el cual ocupa los primeros lugares en incidencia y mortalidad. En Costa Rica el cáncer de mama ocupa el primer puesto en incidencia y como causa de muerte entre las mujeres. (Ministerio de Salud, 2016; World Health Organisation, 2018).

Sin embargo, se observa que a partir del abordaje que se dé a esta enfermedad, las estadísticas en cuanto a mortalidad y morbilidad pueden mejorar, principalmente mediante estrategias de diagnóstico temprano y tratamientos conservadores oportunos (Merino Bonilla, Torres Tabanera, & Ros Mendoza, 2017).

Investigaciones sobre salud de la mujer y el cáncer de mama se concentran en la importancia del diagnóstico precoz y el tratamiento del cáncer. Para ello se gestiona la innovación tecnológica con protagonismo y revolución en el manejo de la enfermedad. Entre lo más destacado, se incorporan dispositivos y técnicas para detección, estadiaje y tratamiento quirúrgico cada vez menos invasivo.

En este sentido, la participación de la medicina nuclear ha traído aportes fundamentales en la detección, localización y diseminación de la enfermedad. La localización del GC como producto final de este proceso ha demostrado un valor especial para la salud de la mujer (Vázquez et al., 2013; Vidal-Sicart et al., 2011).

En Costa Rica, el HSJD ha liderado la innovación tecnológica en medicina nuclear para interés de la salud pública en atención de las personas con cáncer. En salud de la mujer tiene participación especial en cáncer de mama tanto para detección y localización de GC como en seguimiento de probables diseminaciones a hueso.

La más reciente de estas innovaciones se dio con el dispositivo SPECT-CT en 2016 que tiene mayor precisión diagnóstica de importancia en la toma de decisiones en favor del tratamiento idóneo de la mujer con cáncer de mama (Bernet et al., 2014; Fonseca Zamora et al., 2007; Vázquez et al., 2013).

Este trabajo considera el aporte a la salud de la mujer producto de la gestión de la innovación tecnológica en medicina nuclear con el SPECT-CT, que ha innovado la detección de GC en cáncer de mama, más precisa en identificación y localización anatómica respecto a la gammacámara. Actualmente, cuando una paciente diagnosticada con cáncer de mama se programa para cirugía de extracción del tumor, es llevada previamente a realizarse el SPECT-CT de GC; la detección y localización exacta del GC permitirá la extracción quirúrgica precisa de dicho ganglio que será analizado posteriormente.

Si el ganglio está libre de la enfermedad, la mujer no requiere una segunda cirugía o linfadenectomía, de manera que puede conservar los demás ganglios linfáticos. Esto es posible inclusive si una mujer resulta con menos de tres ganglios positivos por cáncer y si no presentan invasión extracapsular. La salud de las mujeres se favorece porque evitan las consecuencias de la linfadenectomía o morbilidad. A su vez el sistema de salud se vuelve más efectivo cuando se reducen tanto el número de intervenciones quirúrgicas como las morbilidades de las mujeres posterior a los tratamientos (Martín et al., 2015; Mucientes Rasilla et al., 2008; Vidal-Sicart et al., 2011).

La evidencia científica consultada indica que hasta el 80% de las disecciones de ganglios en cáncer de mama no muestran enfermedad oculta, según los criterios mencionados, las cirugías conservadoras estarían indicadas para esos casos lo cual aporta mayores beneficios a la salud de la mujer tanto en expectativa como en calidad de vida.

Mediante los estudios SPECT-CT en mama que logren localizar con exactitud el GC se deberían estar evitando disecciones ganglionares innecesarias mejorando la atención y la respuesta de CCSS a las necesidades evolutivas de la salud de la población femenina, lo cual fue señalado como una de las intenciones gerenciales de esta innovación tecnológica en medicina nuclear (Caja Costarricense de Seguro Social, 2017; Kaleya et al., 2005).

Al estudiar el favorecimiento de la gestión de la innovación tecnológica con el SPECT-CT en la salud de la mujer a partir del procedimiento de GC de mama se busca encontrar o documentar un beneficio a la salud pública en la lucha contra el cáncer de mama, enfermedad de alta incidencia, mortalidad y morbilidad.

Además, los resultados de estas consideraciones procuran trascender en la gestión y toma de decisiones gerenciales (Duque et al., 2009) desde los niveles político-institucionales de la CCSS hasta el nivel clínico para los servicios implicados y por ello este trabajo tiene relevancia para el presente y futuro de los procesos de innovación tecnológica en medicina nuclear.

### **3.3. Objetivos**

#### **Objetivo General**

Determinar el aporte de la innovación tecnológica de la tomografía computarizada por emisión de fotón simple – Tomografía computarizada (SPECT-CT) respecto a la gamacámara en la salud de la mujer con cáncer de mama en la identificación del ganglio centinela para elección de tratamiento quirúrgico en el Hospital San Juan de Dios en Costa Rica.

### **Objetivos específicos**

1. Caracterizar el perfil de las mujeres diagnosticadas de cáncer de mama con acceso al estudio de ganglio centinela y la oferta que brinda el Servicio de Medicina Nuclear del Hospital San Juan de Dios (SMN).
2. Establecer la asociación entre la incorporación de nueva tecnología diagnóstica para la detección de ganglio centinela (gamacámara versus SPECT-CT) y el tipo de abordaje quirúrgico según características del cáncer de mama entre las mujeres atendidas.

### **3.4 Hipótesis**

**Hipótesis nula:** En el procedimiento de ganglio centinela para cáncer de mama con SPECT-CT comparado con la gamacámara no existe diferencia en la elección de tratamiento.

**Hipótesis alterna:** En el procedimiento de ganglio centinela para cáncer de mama con SPECT-CT comparado con la gamacámara existe diferencia en la elección del tratamiento.

### **3.5 Alcance**

La intervención pretende servir de instrumento de decisión y gestión a las autoridades de la CCSS para la generación o adaptación de proyectos, políticas, protocolos y disposiciones para ampliar los servicios y adquirir nuevas tecnologías en el campo de la medicina nuclear que beneficien a la población. Puede ser de gran utilidad en primera instancia ante la inclusión de la adquisición de otro sistema

SPECT-CT en sustitución de una gamacámara convencional desde del plan presupuesto 2020-2021 del SMN.

Los resultados serán relevantes para la salud de la mujer con el fin de mejorar su atención y la respuesta institucional a las necesidades. Representaran un punto de partida para futuras investigaciones sobre la innovación tecnológica en la salud pública, que en área de medicina nuclear es escasa y prácticamente nula acerca del SPECT-CT.

### **3.6 Viabilidad de la investigación**

Este estudio es factible de realizar gracias a que:

- Se trata de un estudio observacional que no tendrá contacto con pacientes
- Los insumos provienen de datos administrativos con que cuenta el SMN de los procedimientos de GC que se realizan
- El personal que labora en el SMN tiene interés en conocer los beneficios que el procedimiento de GC tienen en las mujeres diagnosticadas con cáncer de mama
- El servicio cuenta con espacio físico para realizar la revisión documental
- Existe el apoyo e interés de la jefatura del SMN para realizar el trabajo (se adjunta por escrito en anexos).
- El trabajo cuenta con una contraparte institucional que acompaña y supervisa la investigación como funcionaria de la CCSS que también figura como la tutora del trabajo.

## **CAPÍTULO IV MARCO METODOLÓGICO**

Esta investigación se desarrolla en el SMN del HSJD perteneciente a la CCSS entre enero de 2014 y diciembre de 2018, ya que en ese periodo se dio la innovación tecnológica en estudio para esta presentación.

Se excluye el año 2016 lo cual permite, obtener periodos iguales e inmediatos de realización de los procedimientos de GC con gamacámara convencional y con SPECT-CT. Además, el año 2016 es el periodo de adaptación las tecnologías. Para ello, se requirieron pruebas, repeticiones, ajustes de protocolo y calibraciones del nuevo equipamiento que no permitían la disponibilidad completa ni constante del equipo para el procedimiento innovador. El personal profesional a cargo también requería superar la curva de aprendizaje de la implementación donde son comunes las revaloraciones y la optimización de protocolos hasta alcanzar la calidad óptima, por eso tampoco no era seguro que después de los primeros SPECT-CT de ganglio centinela, algunas mujeres tuvieran que realizarse el protocolo de gamagrafía durante el 2016.

### **4.1 Tipo de investigación**

El presente estudio corresponde a un diseño observacional descriptivo transversal donde contempla un número de casos del periodo 2014-2018 que se realizaron el procedimiento de GC con gamacámara o SPECT-CT, tratamiento quirúrgico y otras variables de interés que se especifican en el cuadro de operacionalización de variables.

## 4.2 Marco muestral y unidad de muestreo

El marco muestral definido como un marco de referencia que permite identificar físicamente los elementos de la población de estudio (Hernández Sampieri, 2014) corresponde, a la lista de pacientes mujeres que se les realizó el procedimiento de GC en el SMN durante enero de 2014 a diciembre 2015 y enero 2017 a diciembre 2018; el total asciende a 869 pacientes femeninas diagnosticadas con cáncer de mama que fueron referidas para el procedimiento de GC en el SMN del HSJD.

Dicha lista se obtiene en formato de documento portátil (PDF por sus siglas del inglés) desde el archivo estadístico digital del SMN mediante la búsqueda en estudios realizados filtrados por fecha “del año 2014 al año 2015” y “del año 2017 al año 2018”; y por tipo de estudio “ganglio centinela de mama”.

Por su parte la unidad de muestreo son las mujeres atendidas para el procedimiento de GC por cáncer de mama en el periodo que abarca los años 2014, 2015, 2017 y 2018.

## 4.3 Selección de la muestra

Utilizando la calculadora disponible en [https://www.corporacionaem.com/tools/calc\\_muestras.php](https://www.corporacionaem.com/tools/calc_muestras.php), para aproximar un tamaño de muestra, se tomó como base los 869 casos de mujeres diagnosticados con cáncer de mama en el periodo de enero 2014 a diciembre de 2018. Con un margen de error del 5% y un nivel de confianza de 95%, el tamaño de muestra mínimamente representativo es de 267 casos. Su desglose se observa en la ilustración 2.

## Ilustración 8. Calculadora de muestra



### Calculadora de Muestras

Margen de error:  
   
 Nivel de confianza:  
   
 Tamaño de Poblacion:

**Margen: 5%**  
**Nivel de confianza: 95%**  
**Poblacion: 869**

**Tamaño de muestra: 267**

#### Ecuacion Estadistica para Proporciones poblacionales

$$n = \frac{z^2(p \cdot q)}{e^2 + \frac{z^2(p \cdot q)}{N}}$$

n= Tamaño de la muestra  
 Z= Nivel de confianza deseado  
 p= Proporción de la población con la característica deseada (éxito)  
 q= Proporción de la población sin la característica deseada (fracaso)  
 e= Nivel de error dispuesto a cometer  
 N= Tamaño de la población

Para obtener la muestra se seleccionó el muestreo aleatorio sistemático; se dividió el total de casos, 869, entre el tamaño de la muestra, 267, obteniendo una constante redondeada a 3 la cual fue el intervalo entre un caso y otro seleccionado.

Primero; la lista que fue obtenida por orden cronológico de más antiguo a más reciente se reordenó por orden alfabético en la matriz de Excel. Segundo; para elegir el primer caso de manera aleatoria, se utilizó la función de Excel “aleatorio.entre(1;869)” resultando en 721, el caso con dicho número pasó a ser el primer caso seleccionado de la muestra. Tercero; se seleccionaron el resto de los 267 casos eligiendo cada tercer caso a partir del 721, al recorrer el final de la lista se pasaba al inicio manteniendo el patrón de selección cada 3. Y cuarto; se examinaron los casos y se realizaron las sustituciones siguiendo los criterios de inclusión y exclusión; la revisión de las 35 sustituciones requirió de igual forma dos sustituciones finales.

#### **4.3.1 Criterios de inclusión:**

- Mujeres diagnosticadas de cáncer de mama atendidas en el SMN por el procedimiento de GC en el periodo abarcado en los años 2014, 2015, 2017 y 2018.
- Mujeres que ingresan con un nuevo diagnóstico de cáncer de mama para realizar el procedimiento de GC, se analizará el primer evento si ambos se presentan en el periodo de estudio.

#### **4.3.2 Criterios de exclusión:**

- Mujeres que se les realizó el procedimiento de GC por otras causas que no sean cáncer de mama
- Mujeres diagnosticadas de cáncer de mama que se realizaron el estudio de GC pero que su tratamiento y expediente no corresponde al HSJD.

#### **4.4 Variables del estudio**

Las variables y su operacionalización se encuentran descritas en la tabla 1. La variable dependiente del estudio corresponderá al tipo de tratamiento referido como tipo de cirugía ganglionar. Dentro de las variables independientes, se evaluará fecha de nacimiento (referido como edad), procedencia, oportunidad, estado vital, número de intentos (primera vez o subsecuente), localización de lesión, tipo de tecnología utilizada, tipo de cirugía ganglionar, localización de los ganglios, cantidad de ganglios extraídos, diagnóstico del estudio, tamaño de lesión, tipo histológico, grado histológico, estadio y número de ganglios detectados.

#### 4.4.1 Operacionalización de las variables

Tabla 1. Operacionalización de variables

### OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

**OBJETIVO GENERAL:** *Determinar el aporte de la innovación tecnológica de la tomografía computarizada por emisión de fotón simple – Tomografía computarizada (SPECT-CT) respecto a la gamacámara en la salud de la mujer con cáncer de mama en la identificación del ganglio centinela para elección de tratamiento quirúrgico en el Hospital San Juan de Dios en Costa Rica.*

**Pregunta de la investigación:** *¿Cómo beneficia a la salud de la mujer con cáncer de mama la gestión de la innovación respecto al SPECT-CT comparado con la gamacámara al determinar ganglios centinela para elección de tratamiento quirúrgico?*

Variable	Tipo variable	Escala de medición	Definición	Indicador	Técnica	Fuentes
<b>OBJETIVO 1: Caracterizar el perfil de las mujeres diagnosticadas de cáncer de mama con acceso al estudio de ganglio centinela y la oferta que brinda el Servicio de Medicina Nuclear del Hospital San Juan de Dios (SMN).</b>						
Edad	Cuantitativa	Continua	Número entero	Años cumplidos al momento del estudio de GC	Revisión documental	Archivo estadístico digital del SMN
Procedencia	Cualitativa	Nominal	Número de Área entre 1 y 103, Número de Provincia entre 1 y 7 y Número de Región entre 1 y 7	Área de Salud, provincia y región a la que está adscrito el usuario	Revisión documental	Archivo estadístico digital del SMN Archivo clínico
Intentos	Cuantitativa	Continua	Número entero	Número de veces que se realiza el procedimiento	Revisión documental	Archivo estadístico digital del SMN
Oportunidad	Cuantitativa	Continua	Número entero	Número de días abarcados entre el diagnóstico de cáncer y la realización del GC	Revisión documental	Archivo estadístico digital del SMN Archivo clínico
Estado vital	Cualitativa	Nominal	1. Viva 2. Fallecida	Condición vital al momento de la recolección de datos	Revisión documental	Registro civil
<b>OBJETIVO 2: Establecer la asociación entre la incorporación de nueva tecnología diagnóstica para la detección de ganglio centinela (gamacámara versus SPECT-CT) y el tipo de abordaje quirúrgico según características del cáncer de mama entre las mujeres atendidas.</b>						

Tipo de tecnología	Cualitativa	Nominal	1. SPECT-CT 2. Gammagrafía	Estudio de GC clasificado según tecnología empleada	Revisión documental	Archivo estadístico digital del SMN
Localización de nódulo mamario	Cualitativa	Nominal	1. Cuadrante superior interno 2. Cuadrante superior externo 3. Cuadrante inferior interno 4. Cuadrante inferior externo 5. Eje medio superior 6. Eje medio inferior 7. Eje medio interno 8. Eje medio externo 9. Central	Región anatómica definida previamente donde se localiza el foco de la lesión	Revisión documental	Archivo estadístico digital del SMN
Tamaño del nódulo mamario	Cuantitativa	Continua	1. 2cm o menos 2. >2 y <=5 cm 3. >5 cm 4. Cualquier tamaño con pared torácica	Medida en cm del diámetro de la lesión neoplásica en mama referida en la solicitud	Revisión documental	Archivo estadístico digital del SMN
Tipo histológico del nódulo mamario	Cualitativa	Nominal	1. Ductal 2. Lobulillar 3. Otro	Clasificación del tumor según biopsia	Revisión documental	Archivo estadístico digital del SMN
Grado histológico del nódulo mamario	Cualitativa	Ordinal	1. Grado I 2. Grado II 3. Grado III 4. Grado IV 5. Desconocido	Clasificación del tumor en grado de avance de la enfermedad según biopsia	Revisión documental	Archivo estadístico digital del SMN
Estadio del nódulo mamario	Cualitativa	Nominal	0. Etapa 0 1. Etapa 1 2. Etapa 2 3. Etapa 3 4. Etapa 4 5. Desconocido	Clasificación del tumor según el estadio de la enfermedad determinado por biopsia	Revisión documental	Archivo estadístico digital del SMN
Número de ganglios centinela	Cuantitativa	Discreta	Número entero	Número de ganglios centinelas localizados en procedimiento diagnóstico	Revisión documental	Archivo estadístico digital del SMN
Localización de los ganglios centinela	Cualitativa	Nominal	1. Axilar únicamente 2. Mamaria interna únicamente 3. Axilar y mamaria interna 4. Indeterminado	Región anatómica de drenaje linfático hacia ganglios centinela	Revisión documental	Archivo estadístico digital del SMN

Ganglios extraídos en cirugía	Cuantitativa	Discreta	Número entero	Número de ganglios centinela extraídos durante la cirugía oncológica	Revisión documental	Archivo estadístico digital del SMN
Diagnóstico GC	Cualitativa	Nominal	1. Positivos menos de tres 2. Positivos mínimo tres 3. Negativo (todos) 4. Indeterminado (ninguno de los anteriores)	Condición del o los ganglios centinela detectados respecto a enfermedad metastásica.	Revisión documental	Archivo estadístico digital del SMN
Tipo de cirugía ganglionar	Cualitativa	Nominal	1. Conservadora 2. Linfadenectomía	Abordaje quirúrgico final según resultado diagnóstico de GC	Revisión documental	Archivo estadístico digital del SMN

#### **4.5 Fuentes de los datos e Instrumento de levantado de información**

Las fuentes de información para realizar el análisis fueron de carácter secundario para el presente protocolo ya que provienen de los registros custodiados en el SMN en su mayoría, algunos datos fueron requeridos de los archivos clínicos tutelados por el HSJD cuando la primera fuente no los incluía, como el caso de la fecha del diagnóstico del cáncer. También se consultó los datos de acceso público del sitio web del registro civil.

El formulario de recolección de datos fue el principal instrumento y el proceso de llenado y de anonimización de los datos fue el siguiente.

La lista del marco muestral se obtuvo por orden cronológico de realización del estudio GC de más antiguo a menos antiguo, se introdujo al programa Excel y se asignó un código de cuatro dígitos a cada caso donde el primer número fue el 1 si el procedimiento correspondía a gamagrafía convencional o 2 si correspondía a SPECT-CT, los siguientes tres dígitos corresponden al número de consecutivo entre 001 y 869, el total del marco muestral. Después se ordenó la lista por orden alfabético según la primera letra del primer apellido de la persona, de manera que los códigos perdieron el orden consecutivo y se volvieron aleatorios.

Cada código es el dato del primer ítem del formulario. Los datos siguientes del formulario los consultó el investigador en los archivos del sistema informático del SMN, que provienen de documentos, manuales, bases de datos, archivo y estadísticas propias o de acceso del SMN. En algunas ocasiones se requirió consultar el expediente o archivo clínico de la paciente o algún dato disponible en

el registro civil. Al terminar el llenado de cada formulario los datos se volvieron anónimos y ya no se utilizaron más los nombres ni las cédulas de identidad. (Ver Anexo 2). Solo el investigador y contraparte institucional (directora del trabajo) tienen acceso a dichos datos.

#### **4.6 Procesamiento de los datos**

Los datos obtenidos al llenar los formularios fueron digitados y procesados por el propio investigador mediante el programa Excel de Microsoft Office 365 disponible en el SMN y el HSJD y el Paquete Estadístico Stata versión *stata® 14 con número de referencia: 10988-50882CR*; se incluyó cada uno de los 267 casos de la muestra por código asignado en una fila y cada ítem o dato del formulario en los encabezados de las columnas. Así, cada dato recopilado se ubicó en la fila y columna correspondientes.

#### **4.7 Plan de análisis de resultados**

**Análisis descriptivo de las variables del estudio:** En primer lugar, se realizó un análisis descriptivo de todas las variables. Las variables cualitativas se presentan con su distribución de frecuencias absolutas y relativas. Las variables cuantitativas se resumen en sus medidas de posición (mediana, cuartiles y percentiles).

**Análisis bivariado:** Se evaluó la asociación entre variables cualitativas con la prueba de chi cuadrado o prueba exacta de Fisher (en el caso de que al menos uno de los valores esperados fuese 5 o menor). Dado que las variables cuantitativas no siguen una distribución normal por ser variables de recuento y ordinales, para la

comparación de medianas de muestras independientes se utilizó la prueba de U de Mann-Whitney.

**Análisis multivariado:** Este análisis permitió determinar si existían cambios significativos en la intervención quirúrgica según la tecnología diagnóstica aplicada para determinar el ganglio centinela. Se realizaron modelos de regresión logística siendo la variable dependiente el tipo de cirugía ganglionar. Las variables independientes son las que resultan significativas en el análisis bivariado pero que no están correlacionadas entre sí. Se realiza una matriz de correlación para elegir las variables que no están correlacionadas y se emplea el modelo de regresión logística dichas variables. Los resultados se presentan con la OR, su intervalo de confianza del 95% y el nivel de significancia.

#### **4.8 Consideraciones éticas**

##### **Autonomía**

El presente estudio no pretende trabajar de manera directa con las mujeres diagnosticadas de cáncer de mama que recibieron el procedimiento de GC. La información se obtendrá de los registros del SMN. Por lo que no se verá afectada la autonomía de los casos, los datos personales serán anonimizados antes de ser procesarlos y el análisis se realizará al conjunto de datos. No se conservará, analizará ni publicará información individualizada.

##### **Justicia**

La selección de los casos inicia con la elección de una muestra al azar de la base de datos de mujeres diagnosticadas de cáncer de mama que se les ha realizado el

procedimiento de GC custodiada por el SMN, mediante la estricta aplicación de los criterios de inclusión y exclusión, sin discriminar a ninguna persona por ninguna condición de vulnerabilidad.

### **Beneficencia**

Los casos que se seleccionen en la muestra no obtendrán un beneficio directo. El presente estudio beneficiará a la colectividad, ya que provee la oportunidad para conocer más sobre aspectos como diagnóstico de mayor exactitud y tratamiento específico. Los resultados facilitaran a las autoridades de salud la toma de decisiones en cuanto a medidas de salud pública.

### **No maleficencia**

Este estudio es de riesgo mínimo, no se tendrá contacto con las mujeres, pues se analizarán los datos de un evento del pasado. Se tomarán las medidas para minimizar al máximo el potencial riesgo de pérdida de la confidencialidad y resguardar de agentes externos mediante la anonimización de los casos inmediatamente después de la recolección de datos, de manera que los datos procesados serán pertenecientes a un código asignado sin orden consecutivo. Además, se limitará el acceso a los datos a solo el investigador. De igual forma se guardará cumplimiento de la normativa vigente en cuanto a principios bioéticos para este tipo de investigaciones.

## **4.9 Cronograma y presupuesto**

Tabla 2. Cronograma

Meses 1, 2:	Revisiones de comités
Meses 3,4:	Ajustes y aplicación de recomendaciones de comités
Meses 5, 6, 7:	Levantamiento de datos
Meses 8, 9, 10,11:	Análisis de información
Meses 12, 13,14:	Redacción de capítulos 5 y 6 de resultados, conclusiones y recomendaciones
Meses 15, 16:	Revisiones y ajustes capítulos 5 y 6 de resultados, conclusiones y recomendaciones
Meses 17, 18:	Informe preliminar para lectoras del documento
Meses 19, 20, 21:	Correcciones, discusión de ajustes definitivos
Mes 22:	Documento final.

Los costos requeridos para la ejecución del presente protocolo fueron asumidos por el investigador.

#### **4.10 Limitaciones**

El presente estudio no analiza si las mujeres con cáncer de mama, atendidas con GC de mama, mediante gammagrafía convencional o SPECT-CT después de ser operadas y completar tratamiento, tuvieron reincidencia de la enfermedad. Se limita a comprobar si su estado vital era viva o fallecida a la fecha de inicio de recolección de datos, 30 de abril de 2022.

## CAPÍTULO V RESULTADOS

A continuación, se presentan los resultados producto del análisis de la información recopilada

### 5.1 Análisis descriptivo de las variables

Se realizó un análisis descriptivo de las variables del estudio, los resultados se resumen en la tabla a continuación y después se explica cada variable.

Tabla 3. Resultados del análisis descriptivo de las variables

VARIABLE	Número	Porcentaje
<b>REGION</b>		
Central norte	5	1.87
Central sur	200	74.91
Chorotega	4	1.50
Pacífico central	1	0.37
Huetar atlántica	2	0.75
Brunca	55	20.60
<b>Total</b>	<b>267</b>	<b>100</b>
<b>EDAD</b>		
< 45 años	33	12.36
45-54 años	63	23.60
55-64 años	86	32.21
65 y > años	85	31.84
<b>Total</b>	<b>267</b>	<b>100.00</b>
<b>LOCALIZACION DE LESION</b>		
Cuadrante superior interno	32	11.99
Cuadrante superior externo	114	42.70

<b>Cuadrante inferior interno</b>	21	7.87
<b>Cuadrante inferior externo</b>	27	10.11
<b>Eje medio superior</b>	28	10.49
<b>Eje medio inferior</b>	10	3.75
<b>Eje medio interno</b>	4	1.50
<b>Eje medio externo</b>	15	5.62
<b>Central</b>	16	5.99
<b>Total</b>	267	100
<b>TAMAÑO DEL NODULO</b>		
<b>2 cm o menos</b>	183	68.54
<b>Más de 2 y hasta 5 cm</b>	75	28.09
<b>Más de 5 cm</b>	9	3.37
<b>TOTAL</b>	267	100.00
<b>TIPO HISTOLOGICO</b>		
<b>Ductal</b>	229	68.54
<b>Lobulillar</b>	20	28.09
<b>Otro</b>	18	3.37
<b>Total</b>	267	100
<b>GRADO HISTOLOGICO</b>		
<b>GRADO I</b>	99	37.08
<b>GRADO II</b>	101	37.83
<b>GRADO III</b>	37	13.86
<b>DESCONOCIDO</b>	30	11.24
<b>TOTAL</b>	267	100.00
<b>ESTADIO DEL CANCER</b>		
<b>Etapa 1</b>	190	71.16
<b>Etapa 2</b>	77	28.84
<b>Etapa 3</b>	0	0.00

<b>Etapas</b>		
<b>Etapas 1 y 2</b>	267	100.00
<b>Etapas 3 y 4</b>	0	0.00
<b>Desconocido</b>	0	0.00
<b>Total</b>	267	100.00
<b>PROCEDIMIENTO</b>		
<b>Gamagrafía</b>	102	38.20
<b>SPECT-CT</b>	165	61.80
<b>Total</b>	267	100.00
<b>DETECCION DE GANGLIO CENTINELA</b>		
<b>NO</b>	5	1.87
<b>SI</b>	262	98.13
<b>Total</b>	267	100.00
<b>LOCALIZACION DE GANGLIOS</b>		
<b>Axilar únicamente</b>	259	97.00
<b>Axilar y mamaria interna</b>	2	0.75
<b>Indeterminado</b>	4	1.50
<b>Desconocido</b>	2	0.75
<b>Total</b>	267	100.00
<b>DIAGNOSTICO DE GANGLIOS</b>		
<b>Positivos, menos de 3</b>	64	23.97
<b>Positivos, 3 ó mas</b>	21	7.87
<b>Negativos (todos)</b>	179	67.04
<b>Indeterminado</b>	3	1.12
<b>Total</b>	267	100
<b>TIPO DE CIRUGIA GANGLIONAR</b>		
<b>Linfadenectomía</b>	51	19.10
<b>Conservadora</b>	216	80.90
<b>Total</b>	267	100.00
<b>ESTADO VITAL</b>		

<b>Fallecida</b>	22	8.24
<b>Viva</b>	241	90.26
<b>Desconocida</b>	4	1.50
<b>Total</b>	267	100.00

Fuente: Elaboración propia

### 5.1.1 Lugar de procedencia

El 84% de las mujeres procedían de San José y el 16% de cualquier otra provincia. La provincia que tiene menos casos atendidos es Heredia. La región Central Sur es la que más casos registra y mientras que la Pacífico Central la que menos registró. El área de salud que acumuló mayor número de atenciones fue Desamparados 2. Hubo muchas áreas de salud que no registraron ninguna atención.

### 5.1.2 Estado vital

Solo el 8% de los casos registran pacientes fallecidas, el 1.5% su condición es desconocida y el 90.5% estaban vivas al 30 de abril de 2022, cuando se inició la recopilación de los datos.

De las pacientes que fallecieron el promedio de días de sobrevida después del diagnóstico fue de 1269 días (3,4 años) y después del procedimiento de 1147 días (3.1 años), la que tuvo mayor sobrevida fue de 2288 días (6,2 años) después del diagnóstico y 2174 días (5,9 años) después de procedimiento.

Según el tipo de procedimiento diagnóstico, las pacientes vivas que fueron atendidas en la gamacámara fueron el 31.8% y las del SPECT-CT el 58.4%, las

fallecidas atendidas en gamacámara fueron el 5.6% y las del SPECT-CT el 2.6%. Si se observa el total de las fallecidas, el 68.2% se atendieron con gammagrafía convencional y el 31.8% con SPECT-CT. Del total de pacientes con vida, el 35.3% se atendió en la gamacámara convencional y el 64.7% en el SPECT-CT.

### **5.1.3 Edad**

Al momento del procedimiento de GC, el promedio de edad fue de 58 años. La mujer de mayor edad tenía 91 años y la más joven 26 años. La moda fue de 55 años, esa fue la edad más frecuente. La mediana fue 58 años, por lo que la mitad de las mujeres tenían 58 años o menos, mientras que el Percentil 75 fue 67 años lo que indica que el 75% de las mujeres tenía 67 años o menos.

La edad promedio entre las pacientes que fallecieron fue de 70 años en el momento del GC, la mayor edad fue de 91 y la menor de 45 entre las fallecidas.

### **5.1.4 Localización del tumor**

La localización más frecuente del tumor maligno de mama resultó ser el cuadrante superior externo y la menos frecuente fue el eje medio interno.

### **5.1.5 Tamaño del tumor**

El 69% de las mujeres (184 en total) tenía un tamaño de tumor menor o igual a los 2cm, el 28% (75 en total) más de 2 cm pero menos de 5 cm. Solo el 3% (7 en total) tenía tumores mayores a los 5 cm.

Del total de mujeres con tamaño tumoral menor o igual a 2cm el 84% recibieron cirugía ganglionar conservadora, el 16% linfadenectomía radical y el 8% fallecieron. De todas las mujeres con tamaño tumoral de más de 2 y menos de 5cm el 76% recibió cirugía conservadora, el 24% linfadenectomía y el 9% falleció. Del total de mujeres con tamaño tumoral mayor a 5cm el 55% recibió cirugía conservadora, el 45% linfadenectomía y ninguna falleció.

### **5.1.6 Tipo histológico**

El 86% de los tumores eran carcinomas ductales (229 en total), solo el 7% correspondió a lobulillares (20 en total) y el 6 % era de otro tipo histológico (18 en total).

Entre las mujeres con carcinomas ductales el 80% recibió cirugía conservadora ganglionar, el 20% linfadenectomía radical y falleció el 7%. Entre las que tenían lobulillar el 80% recibió cirugía conservadora, el 20% linfadenectomía y falleció el 15%. Entre las de otro tipo histológico el 94% recibió cirugía conservadora, el 6% linfadenectomía y falleció el 11%.

### **5.1.7 Grado Histológico**

El grado histológico más frecuente fue Grado 2 y el menos frecuente fue Grado 4 del cual no se encontró ni un solo caso. Entre las mujeres fallecidas el grado histológico más frecuente fue también el Grado 2.

El grado histológico 1 resultó en un porcentaje de linfadenectomía radical de 20%, el grado 2 resultó en un 22%, el 3 en un 19% y el 5 en un 10%. Mientras que las

fallecidas según grado histológico fueron un 2% entre todas las mujeres con grado 1, un 12% entre las de grado 2, un 16% entre las de grado 3 y un 7% entre las de grado 5.

### **5.1.8 Estadío**

El 71% de las mujeres atendidas resultó en un cáncer de mama en etapa 1 y el 29% en etapa 2. Entre las mujeres en estadío 1 resultaron con cirugía ganglionar conservadora el 96%, linfadenectomía radical para el 4% y falleció el 6%. Entre las mujeres con estadío 2 resultaron con cirugía ganglionar conservadora el 43%, linfadenectomía radical para el 57% y falleció el 14%.

### **5.1.9 Tipo de procedimiento**

El 38% de los casos se atendió mediante el procedimiento de gamagrafía convencional de ganglio centinela mientras al 62% se lo realizaron en SPECT-CT.

De las mujeres que se realizaron el procedimiento de gamagrafía convencional el 26.5% fue sometido a linfadenectomía radical y el 73.5% a cirugía conservadora.

De las mujeres que se realizaron el procedimiento de SPECT-CT el 14.5% fue sometido a linfadenectomía radical y el 85.5% a cirugía conservadora.

De las mujeres que se realizaron el procedimiento de gamagrafía convencional, fallecieron el 15% con una sobrevida promedio de 1293 días (3.5 años) desde el momento del diagnóstico. De las mujeres que recibieron el procedimiento de SPECT-CT, fallecieron el 4% con una sobrevida promedio de 1217 días (3.3 años) desde el momento del diagnóstico.

De las mujeres que se atendieron con gammagrafía convencional y fallecieron, el 73% estaban vivas dos años después de ser diagnosticadas con cáncer de mama. De las mujeres que se atendieron con SPECT-CT y fallecieron, el 86% estaban vivas dos años después del diagnóstico de cáncer de mama.

#### **5.1.10 Detección**

La detección de ganglios centinela fue superior al 98% del total de los casos, en menos del 2% de las mujeres no hubo detección. Específicamente no hubo detección de ganglios centinela en 5 casos del total; 3 casos de los procedimientos de SPECT-CT para un 1.8% y 2 casos de los procedimientos de gammagrafía convencional para un 2%.

#### **5.1.11 Oportunidad**

Medida como el tiempo que pasó entre el diagnóstico y el procedimiento de ganglio centinela programado el día anterior a la cirugía

El promedio fue de 104 días y la moda fue de 113 días. La mejor oportunidad vista fue de 12 días entre el diagnóstico y el procedimiento de ganglio centinela, y se observó con el procedimiento de SPECT-CT, mientras que la peor oportunidad registrada fue de 418 días, la cual se presentó con gammagrafía convencional.

El percentil 75 fue 132,5 días, por lo que el 25% de las mujeres debió esperar más de 132 días para acceder al procedimiento después de la fecha de confirmación del cáncer.

El 43% de las mujeres accedió al procedimiento 90 días o menos después de su diagnóstico, el plazo considerado de atención oportuna y de calidad (Caja Costarricense de Seguro Social, 2001) y de ellas solo el 16% debió recibir linfadenectomía radical. El 57% de las mujeres no tuvo acceso los primeros 90 días después de su diagnóstico y de ellas el 22% debió recibir linfadenectomía radical.

De las pacientes que fallecieron, la oportunidad en la atención promedio fue de 122 días, la que tuvo mejor oportunidad fue de 56 días y la peor fue de 273 días.

De las mujeres que lograron acceso al procedimiento 90 días o menos después de su diagnóstico, el 8% falleció. Mientras que, de las mujeres que tuvieron un acceso al procedimiento más de 90 días después del diagnóstico, el 9% falleció.

De las mujeres que tuvieron acceso al procedimiento 90 días o menos después de su diagnóstico y fallecieron, el 78% tuvo una sobrevida mayor a los 2 años. De las mujeres que tuvieron acceso al procedimiento más de 90 días después de su diagnóstico y fallecieron, el 77% tuvo una sobrevida mayor a los 2 años.

#### **5.1.12 Tipo de Cirugía Ganglionar**

El 81% de las mujeres recibió cirugía ganglionar conservadora y el 19% linfadenectomía radical.

De todas las mujeres que recibieron linfadenectomía radical el 53% se realizó el procedimiento de ganglio centinela con gamagrafía y el 47% con SPECT-CT.

El 85.5% de las mujeres que se realizaron el procedimiento SPECT-CT se benefició de una cirugía ganglionar conservadora y el 14.5% requirió linfadenectomía radical.

El 73.5% de las mujeres que se realizaron el procedimiento de gamagrafía convencional se benefició de una cirugía ganglionar conservadora y el 26.5% tuvo que someterse a una linfadenectomía radical.

## 5.2 Análisis bivariado

Se realizaron pruebas de chi cuadrado y prueba exacta de Fisher según su pertinencia para determinar si existe asociación entre el tipo de cirugía ganglionar (conservadora o radical) y las demás variables del estudio. Si todos los valores de la variable son superiores a 5 se utiliza chi cuadrado y si alguno de los valores es de 5 o menor se utiliza prueba exacta de Fisher (ver tabla 4).

Tabla 4. Análisis bivariado según pruebas de asociación entre las características clínicas y el tipo de cirugía ganglionar (conservadora)

Variable	n(%)	p
<b>EDAD</b>		
< 45	25/33(75,76)	
45-54	51/63(80,95)	X <sup>2</sup> = 1,548
55-64	68/86(79,07)	p= 0,671
65 y más	72/85(84,71)	
<b>REGION</b>		
Central Norte	4/5(80,00)	
Central Sur	163/200(81,50)	
Chorotega	2/4(50,00)	X <sup>2</sup> = 3,258
Pacífico Central	1(100,00)	p= 0,586*
Huetar Atlántica	2(100,00)	
Brunca	44/55(80,00)	
<b>TAMAÑO DEL NODULO</b>		
2cm o menos	154/183(84,15)	
>2 y <=5 cm	57/75(76,00)	X <sup>2</sup> = 6,158
>5 cm	05/09(55,56)	p= 0,041*
<b>ESTADIO</b>		
Etapa I	183/190(96,32)	X <sup>2</sup> = 101,337
Etapa II	33/77(42,86)	p= 0,000

<b>PROCEDIMIENTO DIAGNOSTICO</b>		
GAMA	75/102(73,53)	$X^2 = 5,801$
SPECT-CT	141/165(85,45)	$p = 0,016$
<b>DETECCION DE GANGLIO CENTINELA</b>		
SI	214/262(81,68)	$X^2 = 5,516$
NO	2/5(40,00)	$p = 0,050^*$
<b>DIAGNOSTICO DE GANGLIO</b>		
Positivo < tres	38/64(59,38)	$X^2 = 87,130$ $F = 0,000^*$
Positivo $\geq$ tres	5/21(23,81)	
Negativo (todos)	170/179(94,97)	
<b>LOCALIZACION DEL TUMOR</b>		
Cuadrante superior interno	27/32(84,38)	$X^2 = 9,164$ $p = 0,499^*$
Cuadrante superior externo	91/114(79,82)	
Cuadrante inferior interno	18/21(85,71)	
Cuadrante inferior externo	23/27(85,19)	
Eje medio superior	22/28(78,57)	
Eje medio inferior	9/10(90,00)	
Eje medio interno	4(100,00)	
Eje medio externo	13/15(86,67)	
Central	9/16(56,25)	
<b>TIPO HISTOLOGICO</b>		
Ductal	183/229(79,91)	$X^2 = 2,292$ $p = 0,351$
Lobulillar	16/20(80,00)	
Otros	17/18(94,44) <sup>1</sup>	
<b>GRADO HISTOLOGICO</b>		
I	80/99(80,81)	$X^2 = 2,079$ $p = 0,579$
II	79/101(78,22)	
III	30/37(81,08)	
<b>LOCALIZACION DE GANGLIOS</b>		
Axilar únicamente	211/259(81,47)	$X^2 = 4,233$ $p = 0,163^*$
Axilar y mamaria interno	1/2(50,00)	
<b>ESTADO VITAL</b>		
Fallecida	16/22(72,73)	$X^2 = 1,1518$ $p = 0,440^*$
Viva	197/241(81,74)	
Desconocida	3/4(75,00)	

\* El valor de p corresponde a prueba exacta de Fisher

Fuente: Elaboración propia

Resultó en que no existe asociación entre el tipo de cirugía ganglionar (conservadora o radical) y algunas variables como edad, región de procedencia, localización del tumor, tipo histológico, grado histológico, localización de los ganglios centinela y estado vital. En estos casos el valor de “p” (probabilidad) fue superior al nivel de significancia de 0,05 lo cual rechaza la hipótesis nula de la asociación entre las variables.

Por otro lado, estas mismas pruebas confirmaron que existe asociación significativa ( $p < 0.05$ ) entre el tipo de cirugía ganglionar y el tamaño de la lesión, el estadio de la enfermedad, el tipo de procedimiento (gamagrafía convencional o SPECT-CT), la detección de los ganglios centinela y el diagnóstico del ganglio. La detección de los ganglios centinela fue marginalmente significativa ( $p = 0.05$ ).

En el caso de la asociación entre el tipo de cirugía ganglionar (radical o conservadora) y el tipo de procedimiento (gamagrafía convencional o SPECT-CT), la prueba de chi cuadrado resultó con un nivel de significancia de 0.016 lo cual permite rechazar la hipótesis nula de la prueba, por lo tanto; en el procedimiento de ganglio centinela para cáncer de mama existe diferencia con SPECT-CT comparado con la gamacámara convencional en la elección del tratamiento.

Con las variables que no siguieron una distribución normal se realizó la prueba U de Mann-Whitney para comparar los grupos que obtuvieron linfadenectomía radical y cirugía conservadora. Las variables fueron número de ganglios en cirugía y número de ganglios en procedimiento diagnóstico.

Existe una diferencia significativa en el número de ganglios en cirugía entre quienes recibieron cirugía conservadora y linfadenectomía. No existe diferencia significativa del número de ganglios en el procedimiento diagnóstico entre quienes recibieron cirugía conservadora y linfadenectomía ( $p=0.49$ ).

### **5.3 Análisis multivariado**

La tecnología diagnóstica aplicada para determinar el ganglio centinela (gamagrafía convencional o SPECT-CT) resultó determinante sobre el tipo de intervención quirúrgica (conservadora o radical ganglionar). Se realizaron modelos de regresión logística, la variable dependiente fue tipo de cirugía ganglionar y las independientes fueron las que encontraron asociación en el análisis bivariado, pero que no estaban altamente correlacionadas entre sí. Las variables que encontraron asociación en el análisis bivariado fueron el tamaño de la lesión, el estadio de la enfermedad, el tipo de procedimiento (gamagrafía convencional o SPECT-CT), la detección de los ganglios centinela y el diagnóstico del ganglio.

Se realizó una matriz de correlación (ver tabla 5) que permitió elegir las variables que no estuvieran altamente correlacionadas entre sí. Además, se descartó incluir en la regresión logística la variable diagnóstico de ganglio centinela, ya que anteriormente se ha explicado que cuando existe metástasis en 3 o más ganglios centinela se indica la linfadenectomía radical, por tanto, las variables tipo de cirugía ganglionar y diagnóstico de ganglio centinela tiene una correlación conocida. Las variables independientes seleccionadas fueron el estadio de la enfermedad y el tipo de procedimiento. El intervalo de confianza fue del 95% (Ver tabla 6)

Tabla 5. Correlación entre variables del cáncer en las mujeres y el tipo de cirugía ganglionar

	Tipo de cirugía	Tamaño de lesión	Estadío	Tipo de procedimiento	Detección de ganglio	Diagnóstico de ganglio
Tipo de cirugía		0,01	0,00	0,02	0,02	0,00
Tamaño de lesión	0,02		0,00	0,13	0,53*	0,88*
Estadío	0,00	0,00		0,69*	0,66*	0,00
Tipo de procedimiento	0,02	0,13	0,69*		0,05	0,11
Detección de ganglio	0,02	0,53*	0,66*	0,05		0,36*
Diagnóstico de ganglio	0,00	0,88*	0,00	0,11	0,36*	

\* La correlación fue significativa al nivel 0.05

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6. Análisis multivariado para el tipo de cirugía ganglionar según Regresión Logística (Linfadenectomía=0, Cirugía conservadora=1)

Variable	Odds Ratio (IC 95%)	p
<b>ESTADIO DEL CANCER</b>		
I	<b>Referencia</b>	
II	0,02(0,01-0,05)	<b>Menor a 0,001</b>
<b>PROCEDIMIENTO</b>		
GAMMA	<b>Referencia</b>	
SPECT-CT	4,3(1,7-10,7)	<b>0,001</b>

Fuente: Elaboración propia

Los valores de Odds Ratio (OR) mostraron la probabilidad de obtener cirugía ganglionar conservadora o linfadenectomía según las variables ingresadas al modelo. Para estadío de la enfermedad, el OR de estadío II fue de 0,02; indicando que existe un 98% menos de probabilidad de obtener cirugía conservadora para pacientes en estadío II en comparación con las pacientes en estadío I. El tipo de

procedimiento (gamagrafía convencional o SPECT-CT) tiene un OR de 4.3 para el SPECT-CT; este resultado expresa que las pacientes que se realicen el procedimiento de ganglio centinela con SPECT-CT tienen 4,3 veces más probabilidad de obtener cirugía conservadora que las que se realizan gamagrafía convencional. En este último caso el Intervalo de confianza es bastante amplio de 1.7 a 10.7; probablemente la amplitud de este intervalo de confianza esté asociado a que el tamaño de la muestra fue más pequeño de lo esperado.

## **CAPÍTULO VI DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **6.1 Discusión de resultados**

La asociación entre el tipo de cirugía ganglionar (radical o conservadora) y el tipo de procedimiento (gamagrafía convencional o SPECT-CT), permite rechazar la hipótesis nula de esta investigación, por lo tanto; en el procedimiento de ganglio centinela para cáncer de mama existe diferencia en el SPECT-CT comparado con la gamacámara convencional para la elección del tratamiento. Además, se encontraron probabilidades superiores de obtener cirugías conservadoras cuando se realiza en procedimiento de ganglio centinela con SPECT-CT respecto a la gamacámara convencional.

Además las pruebas de asociación demostraron que el tipo de cirugía ganglionar estaba relacionado tanto con el tipo de procedimiento (gamagrafía convencional o SPECT-CT) como con la detección de GC que proviene del procediendo, ambas tecnologías resultaron en porcentajes de detección cercanas al 100%.

El servicio de SPECT-CT del HSJD fue una innovación tecnológica que cuyo objetivo era favorecer la salud del país, de manera que debía funcionar como centro de referencia nacional (Caja Costarricense de Seguro Social, 2017). Sin embargo, se observó un acceso limitado a la provincia de San José y a la región de atracción del HSJD Central Sur.

En cuanto a los criterios de exclusión tanto el protocolo del SMN como las guías citadas en capítulo I indicaban los 5 cm como máximo tamaño tumoral como criterio

de inclusión del protocolo (Bernet et al., 2014; Hindié et al., 2011; SMN, 2019; Tang, Xu, Tao, Qian, & Toi, 2011). Se encontró un pequeño porcentaje de mujeres que se les realizó el procedimiento con un tamaño tumoral superior a 5cm, este grupo además tuvo un alto porcentaje de linfadenectomías radicales de casi el 50%, lo cual podría justificar el criterio técnico de los protocolos de no realizar GC cuando se sobrepasan estas dimensiones del tumor.

Distintos autores consultados destacan que las mujeres atendidas en etapas tempranas de su enfermedad obtienen resultados más favorables en cuanto al estado vital y la posibilidad de tener menores efectos secundarios mediante cirugías más conservadoras; por eso subrayan la importancia del diagnóstico temprano (Noguchi et al., 2011; Vázquez et al., 2013; Vidal-Sicart et al., 2011). Esto es compatible con los resultados presentes, todas las mujeres se encontraban en estadios 1 y 2 y se observó amplia diferencia en cuanto a las cirugías conservadoras a favor del estadio 1, así como una menor mortalidad comparada con el estadio 2.

Sobre estado vital, Vázquez y colaboradores enfatizaron que existe una tendencia hacia la disminución de la mortalidad en las mujeres que tienen acceso a los procedimientos de medicina nuclear y ganglio centinela como parte del abordaje al cáncer de mama (Vázquez et al., 2013;). En este trabajo se observó un bajo porcentaje de mujeres que fallecieron que es compatible esta referencia.

Algunos estudios referenciados indicaban que al menos el 80 % de los ganglios centinela estaban libres de enfermedad y estas mujeres no requerían linfadenectomía radical y podían optar una cirugía ganglionar conservadora (Martín

et al., 2015; Mucientes Rasilla et al., 2008; Vidal-Sicart et al., 2011). Esto coincide con los hallazgos de este trabajo en porcentajes similares donde la mayoría de mujeres obtuvieron cirugías conservadoras a nivel ganglionar y por tanto una mejor calidad de vida. En otros casos se determinó que se requería la linfadenectomía para evitar o limitar el avance de la enfermedad priorizando la vida.

La oportunidad en la atención para el procedimiento de GC obtuvo una leve mejora desde la llegada del SPECT-CT, que corresponde con una mayor disponibilidad y oferta de equipos en el SMN para realizar los estudios. La diferencia en la oportunidad promedio entre la gamacámara y el SPECT-CT fue de 7 días. Debe mencionarse que dicha oportunidad es dependiente, principalmente, de la capacidad y oferta de las consultas oncológicas y quirúrgicas. Sin embargo, se observaron algunos casos en los que fue posible una oportunidad excepcional, por ejemplo, en tres ocasiones se realizó el procedimiento menos de 20 días después del diagnóstico; todas estas se registraron con SPECT-CT.

Sobre el tema de la oportunidad en la atención, las referencias indican que se consiguen mejores resultados en el tratamiento entre más oportuno sea, ya que la enfermedad avanza constantemente y el retraso en la atención puede hacer la diferencia entre una etapa y otra, y por tanto incide en el tratamiento, la vida y la calidad de vida de las mujeres después del tratamiento (Hasegawa et al., 2002; Gayed et al., 2005; Noguchi et al., 2011). Este trabajo encontró que más de la mitad de las mujeres fueron atendidas hasta después de 90 días del diagnóstico. El conjunto de mujeres atendidas en menos de 90 días tras el diagnóstico obtuvo un mayor porcentaje de cirugías ganglionares conservadoras.

En cuanto al tipo de procedimiento de GC, hubo una diferencia del 24% más en favor del SPECT-CT sobre la gamagrafía convencional en periodos iguales de tiempo, lo que demostró una mejora en la producción del SMN que implica que más mujeres se favorecen de la innovación tecnológica lo cual también justifica la inversión y sus objetivos (Caja Costarricense de Seguro Social, 2017).

Al comparar el tipo de tecnología de GC entre las mujeres, la diferencia porcentual de cirugías conservadoras fue de 12% a favor del SPECT-CT respecto a la gamagrafía, lo cual evidencia que más mujeres con cáncer de mama podrían beneficiarse de un tratamiento conservador a nivel ganglionar con menores complicaciones o morbilidades cuando tienen acceso al SPECT-CT que cuando solo existe la oferta de la gamacámara convencional.

Al analizar los resultados del estado vital se observó una diferencia del 10% de las mujeres que estaban vivas a favor del SPECT-CT respecto a las que fueron atendidas con gamagrafía convencional. Las gamagrafías se realizaron con mayor antigüedad que los SPECT-CT, pero pudo conocerse que un 13% más de mujeres estaban vivas dos años después del procedimiento con SPECT-CT respecto a las atendidas con gamagrafía.

## **6.2 Conclusiones**

Se confirma la hipótesis alterna de esta investigación; en el procedimiento de ganglio centinela para cáncer de mama existe diferencia en el SPECT-CT comparado con la gamacámara convencional para la elección del tratamiento. Las

probabilidades de obtener cirugía conservadora fueron superiores cuando se realiza en procedimiento con SPECT-CT.

La detección de GC tanto con gammagrafía convencional como con SPECT-CT fue muy cercana al 100% y se demostró que existe relación entre tipo de cirugía y tipo de procedimiento tecnológico (gammagrafía convencional o SPECT-CT). También tiene relación el tipo de cirugía con la detección del GC que se obtiene mediante el procedimiento.

El favorecimiento de la innovación tecnológica en la salud de la mujer se hizo evidente en el estado vital de las mujeres que recibieron un estudio de GC. Se encontró una diferencia significativa en el estado vital entre las mujeres que se realizaron gammagrafía convencional y SPECT-CT (ver anexo 3).

Este trabajo realizado en el tercer nivel de atención a la salud ha permitido mostrar el beneficio a la salud pública de la innovación tecnológica y concluye que las mujeres que padecen cáncer de mama se favorecen del procedimiento de GC de medicina nuclear. Obtienen una mayor ventaja cuando tienen acceso al SPECT-CT porque aumenta la posibilidad de recibir tratamientos quirúrgicos más conservadores que a su vez derivan en mejores condiciones de vida y menores morbilidades.

### **6.3 Recomendaciones**

Se recomienda investigar la causa de que el acceso al servicio de GC esté limitado a la provincia de San José y a la región Central Sur.

Se hace un llamado a mantener el apego al protocolo actualizado de GC del SMN y las guías internacionales sobre los criterios de inclusión de la técnica de GC.

Desde el punto de vista de la gestión en salud pública, la oportunidad en la atención está precisada dentro de un protocolo, se recomienda revisar cuál es el tiempo para dar atención a una mujer con cáncer de mama.

En función de las necesidades de la población, existe una brecha entre la demanda y la oferta (equipamiento), se recomienda valorar y ajustar dicha brecha.

Se recomienda que los hallazgos sobre el estado vital sirvan como punto de partida para establecer alguna relación entre el estado vital de las mujeres y otros aspectos como por ejemplo la edad.

Se recomienda priorizar el uso de la técnica de GC en SPEC-CT sobre la gamagrafía convencional en mujeres con cáncer de mama, ya que este estudio arroja que existe un beneficio adicional; y utilizar gamagrafía convencional cuando no haya disponibilidad de SPECT-CT.

También se recomienda generar estudios que puedan explicar los efectos en la vida de las mujeres que obtienen cirugías conservadoras en cuanto a incapacidades y linfadenopatías.

Finalmente, se recomienda aprovechar los resultados expuestos en este documento como referencia para justificar los procesos de innovación tecnológica en la CCSS que incluyan la capacitación y educación tanto para profesionales de medicina

nuclear como otros especialistas médicos, funcionarios de gestión de servicios hospitalarios y de dirección estratégica institucional.

## REFERENCIAS

- Aqueveque A, C., González E, P., Gutiérrez B, D., Jaimovich F, R., Díaz P, J. C., Csendes G, P., ... Araya L, S. (2007). Utilidad clínica de la fusión SPECT/CT con marcadores externos en patología oncológica. *Revista médica de Chile*, 135(6), 725–734. <https://doi.org/10.4067/S0034-98872007000600006>
- Asesoría Económica y Marketing. (sf). Calculadora de muestras. [https://www.corporacionaem.com/tools/calc\\_muestras.php](https://www.corporacionaem.com/tools/calc_muestras.php),
- Azofeifa, A., & Flores, M. (2007). Rendimiento de los radiofármacos en el Servicio de Medicina Nuclear del Hospital México durante el periodo de junio de 2005 a diciembre 2006. Universidad Estatal a Distancia.
- Beretta, M. (2012). *Avances en cardiología nuclear: fusión de imágenes. SPECT/TC, PET/TC. Revista Uruguaya de Cardiología* (Vol. 27). Sociedad Uruguaya de Cardiología. [https://doi.org/http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1688-04202012000100009&lng=es&nrm=iso&tlng=es](https://doi.org/http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1688-04202012000100009&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
- Bernet, L., Piñero, A., Vidal-Sicart, S., Peg, V., Giménez, J., Algara, M., ... Martínez Agulló, A. (2014). Consenso sobre la biopsia selectiva del ganglio centinela en el cáncer de mama. Revisión 2013 de la Sociedad Española de Senología y Patología Mamaria. *Revista de Senología y Patología Mamaria*, 27(1), 43–53. <https://doi.org/10.1016/j.senol.2013.11.003>
- Bombardieri, E. (2012). *Atlas of SPECT-CT* (Vol. 39). <https://doi.org/10.1007/s00259-012-2084-1>
- Buck, A. K., Herrmann, K., Stargardt, T., Dechow, T., Krause, B. J., & Schreyögg, J. (2010). Economic Evaluation of PET and PET/CT in Oncology: Evidence and Methodologic Approaches. *Journal of Nuclear Medicine*, 51(3), 401–412. <https://doi.org/10.2967/JNUMED.108.059584>
- Buck, A. K., Nekolla, S., Ziegler, S., Beer, A., Krause, B. J., Herrmann, K., ... Drzezga, A. (2008). SPECT/CT. *JNM*, 47(1), 74–82. <https://doi.org/10.2967/jnumed.107.050195>
- Caja Costarricense de Seguro Social. (2017). *Memoria Institucional 2016*. San José: CCSS. Recuperado de <https://www.ideice.gob.do/cgid/publicaciones.html>
- Carnota-Lauzán, O. (2013). Hacia una conceptualización de la gerencia en salud a partir de las particularidades. *Revista Cubana de Salud Pública*, 39(3), 501–523. Recuperado de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0864-34662013000300008&lng=es&nrm=iso&tlng=](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-34662013000300008&lng=es&nrm=iso&tlng=)
- Chain, C. Y., & Illanes, L. (2015). *Radiofármacos en medicina nuclear*. Editorial de la Universidad Nacional de La Plata (EDULP). Recuperado de <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/46740>
- Chen, L., Luo, Q.-Y., Shen, Y., Yu, Y., Yuan, Z., Lu, H., & Zhu, R. (2008). Incremental Value of (131)I SPECT/CT in the Management of Patients with Differentiated Thyroid Carcinoma. *Journal of nuclear medicine : official publication, Society of Nuclear Medicine*, 49, 1952–1957. <https://doi.org/10.2967/jnumed.108.052399>

- Cherry, Simon; Sorenson, James; Phelps, M. (2012). Tomographic reconstruction in Nuclear Medicine. En *Physics in Nuclear Medicine*. Philadelphia.
- Cherry, S., Sorenson, J. A., & Phelps, M. (2003). Physics in Nuclear Medicine. En *Medical Physics - MED PHYS* (Vol. 31, p. 523). <https://doi.org/10.1118/1.1776595>
- Defelitto, J. R., & Cariello, A. H. (2016). *Cirugía. Bases clínicas y terapéuticas*. Facultad de Ciencias Médicas (UNLP). Recuperado de <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/56230>
- Díaz-Rubio, E., & García-Conde, J. (2000). *Oncología Clínica Básica*. Madrid.
- Dirección de Planificación Institucional-CCSS. (2001). Plan para la Atención Oportuna de las Personas.
- Duque, M., Gómez, L., & Osorio, J. (2009). Análisis de los Sistemas de Costos Utilizados en el Sector Salud en Colombia y su utilidad para la Toma de Decisiones. *Revista del Instituto Internacional de Costos*, 8(5), 495–525. <https://doi.org/ISSN:1646-6896>
- Elgazzar, A. H. (2011). *A Concise Guide to Nuclear Medicine*. Berlin, Alemania: Springer.
- Fairbairn, N., Munson, C., Khan, Z. A., & Butterworth, M. (2013). The role of hybrid SPECT/CT for lymphatic mapping in patients with melanoma. *Journal of Plastic, Reconstructive & Aesthetic Surgery*, 66(9), 1248–1255. <https://doi.org/10.1016/J.BJPS.2013.04.062>
- Fernández Llana, M. B. (2017). *Rendimiento diagnóstico del SPECT/CT CON 99mTc-Tektroyd: comparación con otros métodos diagnósticos en los tumores neuroendocrinos*. Universidad de Oviedo, España.
- Ferro-Flores, G., & de Murphy, C. A. (2007). Estado actual y futuro de la gammagrafía SPECT/CT con radiofármacos de 99mTc. *Revista de Investigacion Clinica*, 59(5), 373–381.
- Fonseca Zamora, C., Gómez Ávila, A., Hernández Vargas, M., Méndez Morales, E., & Parada Bonilla, N. (2007). Análisis de la situación de la Medicina Nuclear en la CCSS. Propuesta para el fortalecimiento de la red de servicios. Caja Costarricense de Seguro Social. Recuperado de <http://www.ccss.sa.cr/noticias/index/14-hospitales/1085-consultas-por-telemedicina-benefician-a-pacientes-del-max-peralta>
- Fontal, B. (2005). *El Espectro Electromagnético y sus Aplicaciones* (Escuela Ve). Mérida, Venezuela. <https://doi.org/10.1093/qjmed>
- Frenk, J. (1993). *La salud de la población: Hacia una nueva Salud Pública*. México: Fondo de Cultura Económica.
- García-Porrero, J. A., Hurlé, J. M., & Benítez Padilla, G. (2013). *Anatomía humana*. Madrid, SPAIN: McGraw-Hill España. Recuperado de <http://ebookcentral.proquest.com/lib/sibdilibrosp/detail.action?docID=3228954>
- García Vicente, A. M., Soriano Castrejón, A., Martínez Delgado, C., Pobleto García, V. M., Ruiz Solís, S., Cortés Romera, M., ... Palomar Muñoz, M. A. (2007). La satisfacción del usuario como indicador de calidad en un servicio de Medicina Nuclear. *Revista Española de Medicina Nuclear*, 26(3), 146–152. <https://doi.org/10.1157/13102484>
- Gayed, I. W., Kim, E. E., Broussard, W. F., Evans, D., Lee, J., Broemeling, L. D., ...

- Podoloff, D. A. (2005). The Value of 99mTc-Sestamibi SPECT/CT over Conventional SPECT in the Evaluation of Parathyroid Adenomas or Hyperplasia. *Journal of Nuclear Medicine*, 46(2), 248–252. Recuperado de <http://jnm.snmjournals.org/cgi/content/short/46/2/248>
- Gobierno de Costa Rica. Reglamento General de Hospitales, Pub. L. No. 1743 (1973). Costa Rica. [https://doi.org/http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm\\_texto\\_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=12713&nValor3=13656&strTipM=TC](https://doi.org/http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=12713&nValor3=13656&strTipM=TC)
- Han, J., Köstler, H., Bennewitz, C., Kuwert, T., & Hornegger, J. (2008). Computer-aided evaluation of anatomical accuracy of image fusion between X-ray CT and SPECT. *RAD Magazine*, 32(5), 388–395. <https://doi.org/10.1016/J.COMPAMEDIMAG.2008.03.002>
- Hasegawa, B. H., Wong, K. H., Iwata, K., Barber, W. C., Hwang, A. B., Sakdinawat, A. E., ... Hawkins, R. A. (2002). Dual-modality imaging of cancer with SPECT/CT. *Technology in Cancer Research and Treatment*, 1(6), 449–458. <https://doi.org/10.1177/153303460200100605>
- Hernández-Girón, C., Orozco-Núñez, E., & Arredondo-López, A. (2012). Public health conceptual models and paradigms. *Revista de Salud Pública*, 14(2), 315–324. Recuperado de [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0124-00642012000200012&lng=en&nrm=iso&tlng=](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0124-00642012000200012&lng=en&nrm=iso&tlng=)
- Hernández, D., Riverón, L., Marrero, O., & Lozano, L. (2012). Empleo de la medicina nuclear y las técnicas de imágenes en las afecciones del sistema óseo Use of nuclear medicine and imaging techniques in disorders of the bone system Emploi de la médecine nucléaire et des techniques par image dans les affections du s. *Revista Cubana de Ortopedia y Traumatología*, 26(2), 190–212. Recuperado de <http://scielo.sld.cu190>
- Hernández Sampieri, R. (2014). *Metodología de la Investigación*. México.
- Hindié, E., Groheux, D., Brenot-Rossi, I., Rubello, D., Moretti, J.-L., & Espié, M. (2011). The sentinel node procedure in breast cancer: nuclear medicine as the starting point. *Journal of nuclear medicine : official publication, Society of Nuclear Medicine*, 52(3), 405–414. <https://doi.org/10.2967/jnumed.110.081711>
- IAEA. (2008). *Clinical applications of SPECT/CT : new hybrid nuclear medicine imaging system*. International Atomic Energy Agency.
- International Atomic Energy Agency. (2015). *Nuclear Medicine Physics : a Handbook for Teachers and Students*. IAEA.
- International Atomic Energy Agency. (2018). *Medical physics staffing needs in diagnostic imaging and radionuclide therapy : an activity based approach*.
- Jodar, S., Alcaraz, M., Martínez-Beneyto, Y., Pérez, L., Velasco, E., & López, M. (2005). Manejo de las radiaciones ionizantes en instalaciones dentales españolas: intraorales y panorámicos. *Avances en Odontología*, 21(1), 361–370. Recuperado de [http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0213-12852005000100005&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0213-12852005000100005&lng=es&nrm=iso&tlng=es)

- Kaleya, R. N., Heckman, J. T., Most, M., & Zager, J. S. (2005). Lymphatic mapping and sentinel node biopsy: A surgical perspective. *Seminars in Nuclear Medicine*, 35(2), 129–134. <https://doi.org/10.1053/J.SEMNUCLMED.2004.11.004>
- Kisiel González, N. (2013). Rendimiento diagnóstico de la spect-tc post terapéutica en la estadificación inicial del cáncer diferenciado de tiroides. Recuperado de <https://ddd.uab.cat/record/114734>
- Krag, D. N., Weaver, D. L., Alex, J. C., & Fairbank, J. T. (1993). Surgical resection and radiolocalization of the sentinel lymph node in breast cancer using a gamma probe. *Surgical Oncology*, 2(6), 335–340. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0960-7404\(93\)90064-6](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0960-7404(93)90064-6)
- Kretschmer, L., Altenvoerde, G., Meller, J., Zutt, M., Funke, M., Neumann, C., & Becker, W. (2003). Dynamic lymphoscintigraphy and image fusion of SPECT and pelvic CT-scans allow mapping of aberrant pelvic sentinel lymph nodes in malignant melanoma. *European Journal of Cancer*, 39(2), 175–183. [https://doi.org/10.1016/S0959-8049\(02\)00534-8](https://doi.org/10.1016/S0959-8049(02)00534-8)
- Laines Medina, N. J. (2018). *Correlación entre los estudios SPECT y SPECT-CT en la evaluación de tumores neuroendocrinos con Tc99m - OCTREOTIDA. Centro Avanzado de Medicina Nuclear. Marzo 2015 – Mayo 2017. Universidad Nacional Mayor de San Marcos*. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Recuperado de <http://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/243583#.XCPhpqDhi6E.mendeley>
- Lorenzetti, J., Trindade, L. de L., de Pires, D. E. P., & Ramos, F. R. S. (2012). Tecnologia, inovação tecnológica e saúde: Uma reflexão necessária. *Texto e Contexto Enfermagem*, 21(2), 432–439. <https://doi.org/10.1590/S0104-07072012000200023>
- Losada Otálora, M., & Rodríguez Orejuela, A. (2007). Calidad del servicio de salud: una revisión a la literatura desde la perspectiva del marketing. *Cuadernos de Administración*, 20(34), 237–258. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=20503411>
- Martín, M., Herrero, A., & Echavarría, I. (2015). El cáncer de mama ; Breast cancer. *ARBOR Ciencia, Pensamiento y Cultura*, 191(773), 3. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.3989/arbor.2015.773n3004>
- Martínez Cruz, D. I. (2018). *Desarrollo de una herramienta computacional para la fusión de imágenes SPECT-TC en MATLAB del área de Medicina Nuclear Convencional del Hospital Carlos Andrade Marín*. Universidad en Riobamba, Ecuador. <https://doi.org/10.1111/j.1440-1738.1994.tb00129.x>
- Merino Bonilla, J. A., Torres Tabanera, M., & Ros Mendoza, L. H. (2017). El cáncer de mama en el siglo XXI: de la detección precoz a los nuevos tratamientos. *Radiología*, 59(5), 368–379. <https://doi.org/10.1016/J.RX.2017.06.003>
- Milá, M., Bechini, J., Vázquez, A., Vallejos, V., Tenesa, M., ... Monreal, M. (2017). Acute pulmonary embolism detection with ventilation/perfusion SPECT combined with full dose CT: What is the best option? *Revista Española de Medicina Nuclear e Imagen Molecular*, 36(3), 139–145. <https://doi.org/10.1016/J.REMN.2016.11.001>
- Ministerio de Salud. (2016). *MORTALIDAD POR TUMORES MALIGNOS MAS FRECUENTES EN LA POBLACION FEMENINA SEGÚN PROVINCIA Y CANTON*.

- Moreno Carvajal, A. (2016). Aplicaciones de la Medicina Nuclear en el Cáncer de Mama. *Revista Médica de Costa Rica*, LXXIII(620), 453–458. <https://doi.org/10.4067/S0717-93082002000200004>
- Mucientes Rasilla, J., Farge Balbín, L., Cardona Arboniés, J., Moreno Elola-Olaso, A., Delgado-Bolton, R., Izarduy Pereyra, L., ... Carreras Delgado, J. L. (2008). SPECT-TAC: una nueva herramienta para la localización del ganglio centinela en pacientes con cáncer de mama. *Revista Española de Medicina Nuclear*, 27(3), 183–190. <https://doi.org/10.1157/13121028>
- Nájera Quiel, L. (2009). *Estudio de prefactibilidad para integrar La Clínica de Hemodinamia y Terapia Endovascular en el Hospital San Juan de Dios*. Instituto Centroamericano de Administración Pública. <https://doi.org/10.2174/138920312803582960>
- Navalón, H., Cepa, F., Repetto, A., Samplo, C., Oporto, M., Orta, N., ... Peña, C. (2018). Valoración de la gammagrafía con análogos de la somatostatina en el diagnóstico de paragangliomas frente a las técnicas de radiología convencional. *Rev Esp Med Nucl Imagen Mol*, 37(Supl 1), 50. <https://doi.org/ISSN: 2253-654X>
- Neubauer G, S. (2013). Medicina nuclear e imágenes moleculares. *Revista Médica Clínica Las Condes*, 24(1), 157–168. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0716-8640\(13\)70141-X](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0716-8640(13)70141-X)
- Noguchi, A., Onoguchi, M., Ohnishi, T., Hashizume, T., Kajita, A., Funauchi, M., ... Motomura, K. (2011). Predicting sentinel lymph node metastasis in breast cancer with lymphoscintigraphy. *Annals of Nuclear Medicine*, 25(3), 221–226. <https://doi.org/10.1007/s12149-010-0459-6>
- Osorio, J., & Gómez, J. J. O. (2009). Oferta y demanda de profesionales en el sector salud, un problema de mercado. *CES Medicina*, 18(2), 69–79. Recuperado de <http://revistas.ces.edu.co/index.php/medicina/article/view/479>
- Papp, L., Zuhayra, M., Henze, E., & Luetzen, U. (2009). Extended Normalized Mutual Information for Lung SPECT - CT Registration. En *2009 3rd International Conference on Bioinformatics and Biomedical Engineering* (pp. 1–3). <https://doi.org/10.1109/ICBBE.2009.5162839>
- Pata, G., Casella, C., Magri, G. C., Lucchini, S., Panarotto, M. B., Crea, N., ... Salerni, B. (2011). Financial and Clinical Implications of Low-Energy CT Combined with 99mTechnetium-Sestamibi SPECT for Primary Hyperparathyroidism. *Annals of Surgical Oncology*, 18(9), 2555–2563. <https://doi.org/10.1245/s10434-011-1641-3>
- Peix González, A. (2011). La cardiología nuclear en Cuba. *Núcleo*, (56), 21–26. Recuperado de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0864-084X2014000200003&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-084X2014000200003&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
- Perera Pintado, A., Torres Aroche, L. A., Vergara Gil, A., Batista Cuéllar, J. F., & Prats Capote, A. (2017). SPECT/CT: principales aplicaciones en la medicina nuclear. *Núcleo*, (62), 2–9. Recuperado de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0864-084X2017000200002&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-084X2017000200002&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
- Pérez Sánchez, A., Paredes Esponda, E., León Rodríguez, A., & Pérez de Hoz, G. (2017). Impacto de la innovación tecnológica en el desarrollo de la salud cubana. *Revista de*

*Información científica para la Dirección en Salud. INFODIR; Número 24 (2017): INFODIR, (24).* Recuperado de <http://revinfodir.sld.cu/index.php/infodir/article/view/397/514>

- Piccolo Johanning, L., & Brenes Leñero, E. (2015). Actualidades del ganglio centinela en el melanoma cutáneo. *Medicina Legal de Costa Rica*, 32(2), 109–119. Recuperado de [http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1409-00152015000200012&lng=en&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1409-00152015000200012&lng=en&nrm=iso&tlng=es)
- Ramírez-Morera, A., Tristan-López M., Landaverde-Recinos D., A.-L. C. (2012). *Guía de Práctica Clínica para el Tratamiento de Cáncer de Mama. Departamento de Salud Pública de California*. San José: CCSS.
- Robbins, S. p. (San D. S. U. y C. M. (Southwest M. S. U. (2005). *Administración Octava edición*. México. [https://doi.org/ISBN: 970-26-0555-5](https://doi.org/ISBN:970-26-0555-5)
- Rodríguez, M., & Vidal, C. (2007). Conceptos básicos de economía de la salud para el médico general. *Revista Médica del Instituto Mexicano del Seguro Social*, 45, 523–532. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=457745529015>
- Sabaté Fernández, M. (2013). *Biopsia selectiva del ganglio centinela en el cáncer diferenciado de tiroides: rendimiento diagnóstico y validación clínica. TDX (Tesis Doctorals en Xarxa)*. Universitat Autònoma de Barcelona. Recuperado de <http://www.tdx.cat/handle/10803/129386>
- Sáenz, M., Acosta, M., Muiser, J., & Bermúdez, J. (2011). *Sistema de salud de Costa rica. Salud Pública de México (Vol. 53)*. San José: [Secretaría de Salubridad y Asistencia]. Recuperado de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0036-36342011000800011&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0036-36342011000800011&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
- Sainz, A., de Luis, D., Olmos, R., & González, M. (2013). *Anales de la Real Academia de Medicina y Cirugía de Valladolid. Anales de la Real Academia de Medicina y Cirugía de Valladolid*. Real Academia de Medicina y Cirugía de Valladolid. Recuperado de <http://uvadoc.uva.es/handle/10324/23852>
- Santoro Lamelas, V. (2016). La salud pública en el continuo salud-enfermedad: un análisis desde la mirada profesional. *Revista de Salud Pública*, 18(4), 530. <https://doi.org/10.15446/rsap.v18n4.47854>
- Santos-Padrón, H., Martínez-Calvo, S., Martínez-López, M. C., & Álvarez-Malpica, I. L. (2011). La demanda potencial y la oferta de servicios de salud para las enfermedades catastróficas en México. *Revista Gerencia y Políticas de Salud*, 10(21), 33–47. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=54522293003>
- Sanz, V., Fernández, L., & Illanes, L. (2017). Radioprotección en medicina nuclear. Recuperado de <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/62068>
- Servicio de Medicina Nuclear. (2019). Manual de Procedimientos del Servicio de Medicina Nuclear del Hospital San Juan de Dios.
- Shah, J., Mann, S., & Tornai, M. (2012). Investigating the Dependence of 2D and 3D Scatter-To-Primary Ratios on Breast Density in Clinical Breast CT. *Medical Physics*, 39(6Part4), 3624–3625. <https://doi.org/10.1118/1.4734715>
- Tang, Y., Xu, F., Tao, K., Qian, N., & Toi, M. (2011). Clinical Applications of Sentinel Lymph Node Biopsy in Ductal Carcinoma in situ of the Breast : A Dilemma, 1–5.

<https://doi.org/10.1620/tjem.224.1>

- Terán Rosero, G., Mora Chuquer, E., Gutiérrez Villarrea, M., Maldonado Tapia, S., Delgado Campaña, W., & Fernández Lorenzo, A. (2019). LA GESTIÓN DE LA INNOVACIÓN EN LOS SERVICIOS DE SALUD PÚBLICA. *Revista Cubana de Investigaciones Biomédicas*, 36(3). Recuperado de <http://www.revibiomedica.sld.cu/index.php/ibi/article/view/81/74#.XxHoDWGw8Jw.mendeley>
- Thie, J. A. (2012). *Nuclear Medicine Imaging: An Encyclopedic Dictionary*. Berlin, Alemania: Springer.
- Valdés Olmos, R. A., Rietbergen, D. D. D., & Vidal-Sicart, S. (2014). SPECT/CT and sentinel node lymphoscintigraphy. *Clinical and Translational Imaging*, 2(6), 491–504. <https://doi.org/10.1007/s40336-014-0087-6>
- van der Ploeg, I. M. C., Valdés Olmos, R. A., Kroon, B. B. R., & Nieweg, O. E. (2008). The Hybrid SPECT/CT as an additional lymphatic mapping tool in patients with breast cancer. *World Journal of Surgery*, 32(9), 1930–1934. <https://doi.org/10.1007/s00268-008-9618-5>
- Vázquez, C., Gómez, J., Coronado, P., Colás, J., & Poch, J. (2013). “INNOVACIÓN TECNOLÓGICA EN Salud de la Mujer”. Madrid: Real Academia Nacional de Medicina.
- Vergara Gil, A., Coca Pérez, M. A., Aroche, L. A. T., & Pacilio, M. (2015). MCID: Herramienta para calcular las dosis absorbidas tridimensionales en la terapia con radionucleidos utilizando el método Monte Carlo. *Revista Latinoamericana de Física Médica*, 1(1).
- Vidal-Sicart, S., Roberto Brouwer, O., & Valdés-Olmos, R. A. (2011). Valoración del ganglio centinela combinando SPECT/TAC con la imagen planar y su importancia para el acto quirúrgico. *Revista Española de Medicina Nuclear*, 30(5), 331–337. <https://doi.org/10.1016/j.remna.2011.05.009>
- Vilar, J., Hitateguy, R., Moreira, E., Sánchez, A. Battagazzore, A., Bayardo, K., Silveira, A., ... Ferrando, R. (2011). Impacto diagnóstico del SPECT-CT con 99mTc-octreotide en pacientes con tumores neuroendócrinos. *Alasbimn Journal Year*, 14(54). <https://doi.org/ISSN:0717-4055>
- Winslow, Terese. 2010. Biopsy, Sentinel Lymph Node, Breast (3-Panel)(Ilustración). Terese Winslow LLC. <https://www.teresewinslow.com/#/breast/>
- Winslow, Terese. 2019. Anatomy of the Female Breast (Ilustración). Terese Winslow LLC. <https://www.teresewinslow.com/#/breast/>
- World Cancer Research Fund. (2018). *Diet, nutrition, physical activity and breast cancer. Continuous Update Project Expert Report 2018*. <https://doi.org/10.1007/s12082-007-0105-4>
- World Health Organisation. (2018). Latest global cancer data. *International Agency for Research on cancer*, (September), 13–15. Recuperado de <http://gco.iarc.fr/>,
- Zender, C., Guo, T., Weng, C., Faulhaber, P., & Rezaee, R. (2013). Utility of SPECT/CT for periparotid sentinel lymph node mapping in the surgical management of head and neck melanoma. *American Journal of Otolaryngology*, 35(1), 12–18.

<https://doi.org/10.1016/J.AMJOTO.2013.08.004>

Zevallos, L., Pastor, R., & Moscoso, B. (2011). Oferta y demanda de médicos especialistas en los establecimientos de salud del Ministerio de Salud: brechas a nivel nacional, por regiones y tipo de especialidad. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, 28(2), 177–185. <https://doi.org/10.1590/S1726-46342011000200003>

## ANEXOS

Anexo 1.

Ilustración 9. Carta de apoyo del Servicio de Medicina Nuclear

Abril 2021

A quien interese;

Sirva la presente para informar que la jefatura del Servicio de Medicina Nuclear apoya el trabajo que realiza el estudiante de la Escuela de Salud Pública de la Universidad de Costa Rica, Dany Alvarado García, sobre la aportación a la salud pública que ha tenido la innovación tecnológica de este servicio, concentrándose en el SPECT-CT y la gamacámara convencional para el procedimiento de ganglio centinela en cáncer de mama.

Según nos comunica es un estudio observacional que no tendrá contacto con pacientes y los datos utilizados provienen de los archivos administrativos con que cuenta el Servicio sobre los procedimientos de ganglio centinela que se realizaron y está vinculado a su Trabajo Final de Investigación Aplicada.

Atentamente,



---

Dr. Ulises Gonzáles Solano  
Jefe del Servicio de Medicina Nuclear  
Hospital San Juan de Dios

## Anexo 2.

Tabla 7. Formulario de recolección de información

## FORMULARIO DE RECOLECCION DE INFORMACION

Caja Costarricense de Seguro Social

Servicio de Medicina Nuclear HSJD

Gestión de innovación al servicio de la salud de la mujer

	Formulario N° 001		
	Fecha levantado información: __/__/____		
1	Código paciente:		
2	Fecha de nacimiento __/__/____		
3	Fecha diagnóstico del cáncer de mama: __/__/____		
4	Fecha del procedimiento GC: __/__/____		
5	Fecha de diagnóstico de GC __/__/____		
6	Fecha de tratamiento __/__/____		
7	<b>Procedencia por Área de Salud</b> <input type="checkbox"/> 1. Acosta <input type="checkbox"/> 26. Pavas <input type="checkbox"/> 52. San Rafael <input type="checkbox"/> 78. Upala <input type="checkbox"/> 2. Alajuelita <input type="checkbox"/> 27. Puriscal-Turruabares <input type="checkbox"/> 53. San Ramón <input type="checkbox"/> 79. Aguirre <input type="checkbox"/> 3. Aserrí <input type="checkbox"/> 28. San Francisco-San Antonio <input type="checkbox"/> 54. Santa Bárbara <input type="checkbox"/> 80. Barranca <input type="checkbox"/> 4. Cartago <input type="checkbox"/> 29. San Sebastián-Paso Ancho <input type="checkbox"/> 55. Santo Domingo <input type="checkbox"/> 81. Chacarita <input type="checkbox"/> 5. Catedral Noreste <input type="checkbox"/> 30. Santa Ana <input type="checkbox"/> 56. Área de Salud Tibás <input type="checkbox"/> 82. Chomes-Monteverde <input type="checkbox"/> 6. Concepción-San Diego <input type="checkbox"/> 31. Turrialba-Jiménez <input type="checkbox"/> 57. Tibás-Uruca-Merced <input type="checkbox"/> 83. Esparza <input type="checkbox"/> 7. Coronado <input type="checkbox"/> 32. Zapote-Catedral <input type="checkbox"/> 58. Valverde Vega <input type="checkbox"/> 84. Garabito <input type="checkbox"/> 8. Corralillo <input type="checkbox"/> 33. Alajuela Central <input type="checkbox"/> 59. Aguas Zarcas <input type="checkbox"/> 85. Montes De Oro <input type="checkbox"/> 9. Curridabat <input type="checkbox"/> 34. Alajuela Norte <input type="checkbox"/> 60. Ciudad Quesada <input type="checkbox"/> 86. Orotina-San Mateo <input type="checkbox"/> 10. Desamparados 1 <input type="checkbox"/> 35. Alajuela Oeste <input type="checkbox"/> 61. Fortuna <input type="checkbox"/> 87. Parrita <input type="checkbox"/> 11. Desamparados 2 <input type="checkbox"/> 36. Alajuela Sur <input type="checkbox"/> 62. Guatuso <input type="checkbox"/> 88. Peninsular <input type="checkbox"/> 12. Desamparados 3 <input type="checkbox"/> 37. Alfaro Ruiz <input type="checkbox"/> 63. Los Chiles <input type="checkbox"/> 89. San Rafael <input type="checkbox"/> 13. El Guarco <input type="checkbox"/> 38. Atenas <input type="checkbox"/> 64. Pital <input type="checkbox"/> 90. Buenos Aires <input type="checkbox"/> 14. Escazú <input type="checkbox"/> 39. Salud Barva <input type="checkbox"/> 65. Santa Rosa <input type="checkbox"/> 91. Corredores <input type="checkbox"/> 15. Goicoechea 1 <input type="checkbox"/> 40. Belén-Flores <input type="checkbox"/> 66. Abangares <input type="checkbox"/> 92. Coto Brus <input type="checkbox"/> 16. Goicoechea 2 <input type="checkbox"/> 41. Grecia <input type="checkbox"/> 67. Bagaces <input type="checkbox"/> 93. Golfito <input type="checkbox"/> 17. Hatillo <input type="checkbox"/> 42. Heredia-Cubujuquí <input type="checkbox"/> 68. Cañas <input type="checkbox"/> 94. Salud Osa <input type="checkbox"/> 18. La Unión <input type="checkbox"/> 43. Heredia-Virilla <input type="checkbox"/> 69. Carrillo <input type="checkbox"/> 95. Pérez Zeledón <input type="checkbox"/> 19. Los Santos <input type="checkbox"/> 44. Horquetas-Río Frío <input type="checkbox"/> 70. Colorado <input type="checkbox"/> 96. Cariari <input type="checkbox"/> 20. Mata Redonda-Hospital <input type="checkbox"/> 45. La Carpio-León XIII <input type="checkbox"/> 71. Hojancha <input type="checkbox"/> 97. Guácimo <input type="checkbox"/> 21. Montes De Oca <input type="checkbox"/> 46. Naranjo <input type="checkbox"/> 72. La Cruz <input type="checkbox"/> 98. Guápiles <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 47. Palmares <input type="checkbox"/> 73. Liberia <input type="checkbox"/> 99. Limón		

	<input type="checkbox"/> 22. Mora-Palmichal <input type="checkbox"/> 48. Poás <input type="checkbox"/> 74. Nandayure <input type="checkbox"/> 100. Matina <input type="checkbox"/> 23. Moravia <input type="checkbox"/> 49. Puerto Viejo-Sarapiquí <input type="checkbox"/> 75. Nicoya <input type="checkbox"/> 101. Siquirres <input type="checkbox"/> 24. Oreamuno-Pacayas <input type="checkbox"/> 50. San Isidro <input type="checkbox"/> 76. Santa Cruz <input type="checkbox"/> 102. Talamanca <input type="checkbox"/> 25. Paraíso-Cervantes <input type="checkbox"/> 51. San Pablo <input type="checkbox"/> 77. Tilarán <input type="checkbox"/> 103. Valle La Estrella
	<b>Procedencia por Provincia</b> <input type="checkbox"/> 1. San José <input type="checkbox"/> 3. Cartago <input type="checkbox"/> 5. Guanacaste <input type="checkbox"/> 7. Limón <input type="checkbox"/> 2. Alajuela <input type="checkbox"/> 4. Heredia <input type="checkbox"/> 6. Puntarenas
	<b>Procedencia por Región</b> <input type="checkbox"/> 1. Central Norte <input type="checkbox"/> 3. Huetar Norte <input type="checkbox"/> 5. Pacífico Central <input type="checkbox"/> 7. Brunca <input type="checkbox"/> 2. Central Sur <input type="checkbox"/> 4. Chorotega <input type="checkbox"/> 6. Huetar Atlántica
8	<b>Localización del tumor</b> <input type="checkbox"/> 1. Cuadrante superior interno <input type="checkbox"/> 5. Eje medio superior <input type="checkbox"/> 2. Cuadrante superior externo <input type="checkbox"/> 6. Eje medio inferior <input type="checkbox"/> 3. Cuadrante inferior interno <input type="checkbox"/> 7. Eje medio interno <input type="checkbox"/> 4. Cuadrante inferior externo <input type="checkbox"/> 8. Eje medio externo
9	<b>Tipo de tecnología utilizada</b> <input type="checkbox"/> 1. Gamagrafía convencional <input type="checkbox"/> 2. SPECT-CT
10	<b>Tipo de cirugía ganglionar:</b> <input type="checkbox"/> 1. Conservadora <input type="checkbox"/> 2. Linfadenectomía radical
11	<b>Localización de ganglios:</b> <input type="checkbox"/> 1. Axilar únicamente <input type="checkbox"/> 2. Mamaria interna únicamente <input type="checkbox"/> 3. Axilar y mamaria interna <input type="checkbox"/> 4. Desconocido
12	<b>N° de ganglios extraídos: _____</b>
13	<b>Diagnóstico GC:</b> <input type="checkbox"/> 1. Positivos, menos de tres <input type="checkbox"/> 2. Positivos, mínimo tres <input type="checkbox"/> 3. Negativo (Todos) <input type="checkbox"/> 4. Desconocido
14	<b>Tamaño de la lesión:</b> <input type="checkbox"/> 1. 2cm <input type="checkbox"/> 2. >2 y <=5 cm <input type="checkbox"/> 3. >5 cm <input type="checkbox"/> 4. Cualquier tamaño con pared torácica
15	<b>Tipo histológico:</b> <input type="checkbox"/> 1. Ductal <input type="checkbox"/> 2. Lobulillar <input type="checkbox"/> 3. Otro _____
16	<b>Grado histológico:</b> <input type="checkbox"/> 1. Grado I <input type="checkbox"/> 2. Grado II <input type="checkbox"/> 3. Grado III <input type="checkbox"/> 4. Grado IV <input type="checkbox"/> 5. Desconocido

17	<b>Estadío:</b> <input type="checkbox"/> 0. Etapa 0 <input type="checkbox"/> 1. Etapa 1 <input type="checkbox"/> 2. Etapa 2 <input type="checkbox"/> 3. Etapa 3 <input type="checkbox"/> 4. Etapa 4 <input type="checkbox"/> 5. Desconocido
21	<b>Estado vital</b> <input type="checkbox"/> 1. Viva <input type="checkbox"/> 2. Muerta <input type="checkbox"/> 3. Desconocido
22	Fecha de muerte: __/__/__

### Anexo 3

Tabla 8. Pruebas de asociación entre el estado vital y el tipo procedimiento (SPECT-CT)

Variable	n(%)	p
<b>EDAD</b>		
Fallecida	7/22(31,82)	
Viva	156/241(64,73)	$\chi^2 = 9,4892$
Desconocida	2/4(50)	$p = 0,005^*$

\* Prueba exacta de Fisher



UNIVERSIDAD DE  
COSTA RICA

SEP Sistema de  
Estudios de Posgrado

**Autorización para digitalización y comunicación pública de Trabajos Finales de Graduación del Sistema de Estudios de Posgrado en el Repositorio Institucional de la Universidad de Costa Rica.**

Yo, Dany Alvarado García con cédula de identidad 206000770, en mi condición de autor del TFG titulado Gestión de la innovación tecnológica en ganglio centinela al servicio de la salud de la mujer en el Hospital San Juan de Dios, 2014-2018.

Autorizo a la Universidad de Costa Rica para digitalizar y hacer divulgación pública de forma gratuita de dicho TFG a través del Repositorio Institucional u otro medio electrónico, para ser puesto a disposición del público según lo que establezca el Sistema de Estudios de Posgrado. SI  NO\*

\*En caso de la negativa favor indicar el tiempo de restricción: NA año (s).

Este Trabajo Final de Graduación será publicado en formato PDF, o en el formato que en el momento se establezca, de tal forma que el acceso al mismo sea libre, con el fin de permitir la consulta e impresión, pero no su modificación.

Manifiesto que mi Trabajo Final de Graduación fue debidamente subido al sistema digital Kerwá y su contenido corresponde al documento original que sirvió para la obtención de mi título, y que su información no infringe ni violenta ningún derecho a terceros. El TFG además cuenta con el visto bueno de mi Tutor (a) y cumplió con lo establecido en la revisión del Formato por parte del Sistema de Estudios de Posgrado.

**INFORMACIÓN DEL ESTUDIANTE:**

Nombre Completo: Dany Alvarado García.

Número de Carné: A20211 Número de cédula: 206000770.

Correo Electrónico: dgalvarado@ccss.sa.cr.

Fecha: 13-06-2024. Número de teléfono: 25478000 ext250.

Nombre del Director (a) de Tesis o Tutor (a): Amada Aparicio Llanos.

**FIRMA ESTUDIANTE**

Nota: El presente documento constituye una declaración jurada, cuyos alcances aseguran a la Universidad, que su contenido sea tomado como cierto. Su importancia radica en que permite abreviar procedimientos administrativos, y al mismo tiempo genera una responsabilidad legal para que quien declare contrario a la verdad de lo que manifiesta, puede como consecuencia, enfrentar un proceso penal por delito de perjurio, tipificado en el artículo 318 de nuestro Código Penal. Lo anterior implica que el estudiante se vea forzado a realizar su mayor esfuerzo para que no sólo incluya información veraz en la Licencia de Publicación, sino que también realice diligentemente la gestión de subir el documento correcto en la plataforma digital Kerwá