



CARTA DE AUTORIZACIÓN

CÓDIGO

AP-BIB-FO-06

VERSIÓN

1

VIGENCIA

2014

PÁGINA

1 de 2

Neiva, 27 /02 /2023

Señores

CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA

Ciudad

El (Los) suscrito(s):

Lina Alejandra Sepulveda Torres, con C.C. No. 1.007.194.234,

Adriana Lucía Gualy Vargas, con C.C. No. 1.082.160.407,

\_\_\_\_\_, con C.C. No. \_\_\_\_\_,

\_\_\_\_\_, con C.C. No. \_\_\_\_\_,

Autor(es) de la tesis y/o trabajo de grado o \_\_\_\_\_

titulado ESTIMACIÓN DE LA PROPORCIÓN DE DESARROLLAR CÁNCER DE PIEL EN TRABAJADORES DE OBRAS CIVILES EN NEIVA. Presentado y aprobado en el año 2023 como requisito para optar al título de MATEMATICO;

Autorizo (amos) al CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN de la Universidad Surcolombiana para que, con fines académicos, muestre al país y el exterior la producción intelectual de la Universidad Surcolombiana, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera:

- Los usuarios puedan consultar el contenido de este trabajo de grado en los sitios web que administra la Universidad, en bases de datos, repositorio digital, catálogos y en otros sitios web, redes y sistemas de información nacionales e internacionales “open access” y en las redes de información con las cuales tenga convenio la Institución.
- Permita la consulta, la reproducción y préstamo a los usuarios interesados en el contenido de este trabajo, para todos los usos que tengan finalidad académica, ya sea en formato Cd-Rom o digital desde internet, intranet, etc., y en general para cualquier formato conocido o por conocer, dentro de los términos establecidos en la Ley 23 de 1982, Ley 44 de 1993, Decisión Andina 351 de 1993, Decreto 460 de 1995 y demás normas generales sobre la materia.
- Continúo conservando los correspondientes derechos sin modificación o restricción alguna; puesto que, de acuerdo con la legislación colombiana aplicable, el presente es un acuerdo jurídico que en ningún caso conlleva la enajenación del derecho de autor y sus conexos.

De conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, “Los derechos morales sobre el trabajo son propiedad de los autores”, los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables.

Vigilada Mineducación

La versión vigente y controlada de este documento, solo podrá ser consultada a través del sitio web Institucional [www.usco.edu.co](http://www.usco.edu.co), link Sistema Gestión de Calidad. La copia o impresión diferente a la publicada, será considerada como documento no controlado y su uso indebido no es de responsabilidad de la Universidad Surcolombiana.



CARTA DE AUTORIZACIÓN

CÓDIGO

AP-BIB-FO-06

VERSIÓN

1

VIGENCIA

2014

PÁGINA

2 de 2

EL AUTOR/ESTUDIANTE:

Firma: Alejandra Sepulveda

Cc: 1.007.194.234 de Neiva

EL AUTOR/ESTUDIANTE:

Firma: Adriana Lucia Gualy Vargas

Cc: 1.082.160.407 del Pital (H)



**TÍTULO COMPLETO DEL TRABAJO:** ESTIMACIÓN DE LA PROPORCIÓN DE DESARROLLAR CÁNCER DE PIEL EN TRABAJADORES DE OBRAS CIVILES EN NEIVA

**AUTOR O AUTORES:**

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
SEPULVEDA TORRES GUALY VARGAS	LINA ALEJANDRA ADRIANA LUCIA

**DIRECTOR Y CODIRECTOR TESIS:**

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre

**ASESOR (ES):**

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
CANGREJO ESQUIVEL	ALVARO JAVIER

**PARA OPTAR AL TÍTULO DE:** MATEMATICO

**FACULTAD:** CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES

**PROGRAMA O POSGRADO:** MATEMATICA APLICADA

**CIUDAD:** NEIVA      **AÑO DE PRESENTACIÓN:** 2023      **NÚMERO DE PÁGINAS:** 52

**TIPO DE ILUSTRACIONES (Marcar con una X):**

Diagramas\_\_\_ Fotografías\_\_\_ Grabaciones en discos  Ilustraciones en general\_\_\_ Grabados\_\_\_ Láminas\_\_\_  
Litografías\_\_\_ Mapas\_\_\_ Música impresa\_\_\_ Planos\_\_\_ Retratos\_\_\_ Sin ilustraciones\_\_\_ Tablas o  
Cuadros\_\_\_

Vigilada Mineducación

La versión vigente y controlada de este documento, solo podrá ser consultada a través del sitio web Institucional [www.usco.edu.co](http://www.usco.edu.co), link Sistema Gestión de Calidad. La copia o impresión diferente a la publicada, será considerada como documento no controlado y su uso indebido no es de responsabilidad de la Universidad Surcolombiana.



**SOFTWARE** requerido y/o especializado para la lectura del documento: PDF

**MATERIAL ANEXO:**

**PREMIO O DISTINCIÓN** (En caso de ser LAUREADAS o Meritoria): Ninguno

**PALABRAS CLAVES EN ESPAÑOL E INGLÉS:**

<u>Español</u>	<u>Inglés</u>	<u>Español</u>	<u>Inglés</u>
1. <u>Cáncer de piel</u>	<u>skin Cáncer</u>	6. <u>Estadística Bayesiana</u>	<u>Bayesian statistics</u>
2. <u>Melanomas</u>	<u>Melanomas</u>	7. <u>Métodos clásicos</u>	<u>Classical methods</u>
3. <u>Distribución apriori</u>	<u>Prior distribution</u>	8. <u>Software R</u>	<u>R-Software</u>
4. <u>Distribución posterior</u>	<u>Rear distribution</u>		
5. <u>Máxima verosimilitud</u>	<u>Máximum likelihood</u>		

**RESUMEN DEL CONTENIDO:** (Máximo 250 palabras)

Teniendo en cuenta que el departamento del Huila ocupa el puesto número 9 al nivel nacional en temas de incidencias de cáncer de piel; la siguiente propuesta de investigación busca darle una mirada integra al problema, para ello realizamos la estimación de la proporción de desarrollar cáncer de piel, se utilizaron métodos propios de la estadística como lo es el enfoque clásico y Bayesiano. Para la construcción de la base de datos se realizó una encuesta donde se tomó una muestra de los trabajadores en la constructora Berdez de la ciudad de Neiva, teniendo en cuenta que estas son las personas que están expuestas al sol constantemente. Con la ayuda de estadística Bayesiana y los métodos clásicos, se utilizó el software R para determinar el comportamiento del modelo. El melanoma es una forma de cáncer de piel que comienza en las células (melanocitos) que controlan el pigmento de la piel. Por lo tanto, Para evaluar el rendimiento de las estimaciones bajo los escenarios propuestos el cual en este caso fue la estadística bayesiana, se obtuvo un nivel de confiabilidad más alto con respecto al método clásico, obteniendo así una probabilidad predictiva del 76 %, con unas regiones de credibilidad entre [0.67, 0.83]. Los resultados permiten identificar que los factores que más se atribuyen a padecer cáncer de piel es la exposición al sol, tipo de color de piel, antecedentes familiares.



**ABSTRACT:** (Máximo 250 palabras)

Taking into account that the department of Huila is ranked number 9 nationally in terms of incidence of skin cancer, the following research proposal seeks to take a comprehensive look at the problem, for this purpose the proportion of developing skin cancer is estimated, using statistical methods such as the classical and Bayesian approach. For the construction of the database, a survey was conducted where a sample of workers of the construction company Berdez in the city of Neiva was taken, taking into account that they are the people who are constantly exposed to the sun. With the help of Bayesian statistics and classical methods, R software was used to determine the behavior of the model. Melanoma is a form of skin cancer that begins in the cells (melanocytes) that control skin pigment. Therefore, to evaluate the performance of the estimates under the proposed scenarios which in this case it was Bayesian statistics, a higher level of reliability was obtained with respect to the classical method, thus obtaining a predictive probability of 100 %, with credibility regions between [0.67 , 0.83]. The results allow us to identify that the Factors that are most attributed to skin cancer are sun exposure, skin color type, family history.

### APROBACION DE LA TESIS

Nombre presidente Jurado:

Firma:

Nombre Jurado: Leonardo Fabio Medina Ortiz

Firma: LEONARDO MEDINA

Nombre Jurado: Jaime Polania Perdomo

Firma:



UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA - USCO  
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES  
PROGRAMA MATEMÁTICA APLICADA

Estimación de la proporción de desarrollar cáncer de piel en  
trabajadores de obras civiles en Neiva.

Estudiantes:

Lina Alejandra Sepúlveda Torres

Adriana Lucia Gualy Vargas

Neiva - Huila  
2022

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA - USCO  
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES  
PROGRAMA MATEMÁTICA APLICADA

Estudiantes:

Lina Alejandra Sepúlveda Torres

Adriana Lucia Gualy Vargas

Asesor: Alvaro Javier Cangrejo Esquivel

Estimación de la proporción de desarrollar cáncer de piel en  
trabajadores de obras civiles en Neiva.

Trabajo de grado presentado al Programa de Pregrado en Matemática Aplicada - Departamento de matemáticas y estadística - Universidad Surcolombiana, como requisito parcial para la obtención del título de Matemático.

Neiva - Huila  
2022

# Resumen

Teniendo en cuenta que el departamento del Huila ocupa el puesto número 9 al nivel nacional en temas de incidencias de cáncer de piel; la siguiente propuesta de investigación busca darle una mirada integral al problema, para ello realizamos la estimación de la proporción de desarrollar cáncer de piel, se utilizaron métodos propios de la estadística como lo es el enfoque clásico y Bayesiano. Para la construcción de la base de datos se realizó una encuesta donde se tomó una muestra de los trabajadores en la constructora Berdez de la ciudad de Neiva, teniendo en cuenta que estas son las personas que están expuestas al sol constantemente. Con la ayuda de estadística Bayesiana y los métodos clásicos, se utilizó el software R para determinar el comportamiento del modelo. El melanoma es una forma de cáncer de piel que comienza en las células (melanocitos) que controlan el pigmento de la piel. Por lo tanto, Para evaluar el rendimiento de las estimaciones bajo los escenarios propuestos el cual en este caso fue la estadística bayesiana, se obtuvo un nivel de confiabilidad más alto con respecto al método clásico, obteniendo así una probabilidad predictiva del 76 %, con unas regiones de credibilidad entre  $[0.67, 0.83]$ . Los resultados permiten identificar que los factores que más se atribuyen a padecer cáncer de piel es la exposición al sol, tipo de color de piel, antecedentes familiares.

**Palabras claves:** Cáncer de piel, Melanomas, Distribución apriori, Distribución posterior, Máxima verosimilitud, estadística Bayesiana, métodos clásicos, software R.



# Abstract

Taking into account that the department of Huila is ranked number 9 nationally in terms of incidence of skin cancer, the following research proposal seeks to take a comprehensive look at the problem, for this purpose the proportion of developing skin cancer is estimated, using statistical methods such as the classical and Bayesian approach. For the construction of the database, a survey was conducted where a sample of workers of the construction company Berdez in the city of Neiva was taken, taking into account that they are the people who are constantly exposed to the sun. With the help of Bayesian statistics and classical methods, R software was used to determine the behavior of the model. Melanoma is a form of skin cancer that begins in the cells (melanocytes) that control skin pigment. Therefore, to evaluate the performance of the estimates under the proposed scenarios which in this case it was Bayesian statistics, a higher level of reliability was obtained with respect to the classical method, thus obtaining a predictive probability of 100%, with credibility regions between  $[0.67, 0.83]$ . The results allow us to identify that the Factors that are most attributed to skin cancer are sun exposure, skin color type, family history.

**Keywords:** Skin cancer, Melanomas, A priori distribution, Posterior distribution, Maximum likelihood, Bayesian statistics, Classical methods, R software.

# Índice general

<b>1. Introducción</b>	<b>7</b>
<b>2. Planteamiento del problema</b>	<b>9</b>
2.1. Planteamiento contextual:	9
2.2. Planteamiento estadístico matemático:	10
2.3. Pregunta de investigación	10
<b>3. Justificación</b>	<b>11</b>
3.1. Justificación contextual:	11
3.2. Justificación estadístico matemático	11
<b>4. Objetivos</b>	<b>12</b>
4.1. Objetivo general	12
4.2. Objetivos específicos	12
<b>5. Antecedentes</b>	<b>13</b>
<b>6. Marco teórico</b>	<b>21</b>
6.1. Marco contextual:	21
6.2. Cáncer:	21
6.3. Cáncer de piel:	21
6.3.1. Cáncer de piel células basales (carcinoma de células basales):	21
6.3.2. Cánceres de piel de células escamosas (carcinomas de células esca-	
mosas):	22
6.3.3. Melanomas en la piel:	23
6.4. Marco teórico estadístico matemático	23
6.4.1. Los estimadores:	23
6.4.2. Concepto estimador:	24
6.4.3. Propiedades de los estimadores:	24
6.4.4. Aproximación por una distribución normal:	26
6.4.5. Regiones de confianza:	27
6.4.6. Regiones de credibilidad:	27
6.4.7. Distribución muestral:	27
6.4.8. Probabilidad:	27
6.4.9. Axiomas de probabilidad:	28
6.4.10. Teorema de bayes:	28
6.4.11. Variable aleatoria discreta:	28
6.4.12. Variable aleatoria continua:	28
6.4.13. Distribución de probabilidad a priori:	28

6.4.14. Distribución a priori no informativa:	29
6.4.15. Distribución de probabilidad a posteriori:	29
6.4.16. Distribución posterior:	29
6.4.17. Distribución predictiva:	29
6.4.18. Prueba chi-cuadrado:	30
6.4.19. Distribución de la prueba estadística:	30
6.4.20. Limitaciones:	30
6.4.21. Prueba exacta de fisher:	30
6.4.22. Regla de jeffreys:	31
6.4.23. Principio de laplace:	31
6.4.24. Estudios de prevalencia:	31
<b>7. Metodología</b>	<b>32</b>
7.1. Archivo de datos:	32
7.1.1. Criterio de inclusión	33
7.1.2. Consolidación del archivo de datos:	33
7.1.3. Definición de las variables:	33
7.2. Análisis exploratorio	34
7.3. Planteamiento del modelo	38
7.3.1. Experimento estadístico matemático:	38
7.3.2. Modelo estadístico matemático:	38
7.4. Aproximación Bayesiana	39
7.4.1. Principios de Laplace:	39
7.4.2. A priori de Jeffrey	39
7.5. Probabilidades predictivas de Bayes como indicador de riesgo	40
<b>8. Resultados</b>	<b>41</b>
8.1. Aproximación Bayesiana	41
<b>9. Conclusiones y recomendaciones</b>	<b>43</b>
9.1. Conclusiones	43
9.2. Recomendaciones	44
<b>10. Anexo 1: Cuestionario</b>	<b>45</b>
<b>11. Anexo 2: Carta de solicitud con radicado</b>	<b>46</b>
<b>12. Anexo 3: Estimación de prevalencia</b>	<b>47</b>
<b>13. Anexo 4: Código</b>	<b>48</b>

# Índice de figuras

6.1. Carcinoma en piel blanco.	22
6.2. Carcinoma en piel morena.	22
6.3. Carcinoma de células escamosas.	22
6.4. Melanoma.	23
6.5. Tipos de melanoma.	23
8.1. Indicador de riesgo con probabilidades predictivas de Bayes para $n = 10$ .	42
10.1. Cuestionario.	45
11.1. Carta de solicitud con radicado.	46
12.1. Estimación de prevalencia.	47

# Índice de tablas

7.1. Trabajadores	35
7.2. Descripción de trabajadores	35
7.3. Estado civil	36
7.4. Horas de exposición al sol	36
7.5. Años de exposición al sol	37
7.6. Tiempo que ha vivido ahí	37
7.7. Horas que juega / semana	38
7.8. Ha tenido cáncer de piel	38
8.1. Estimación de prevalencia	41
8.2. Probabilidades Predictivas como indicador de riesgo.	41

# Capítulo 1

## Introducción

El cáncer de piel es un problema de primer orden a nivel mundial, siendo la neoplasia maligna más frecuente. La exposición solar es principal causa evitable de cáncer de piel y hasta un 80% de todos los cánceres de piel podrían ser evitables si se adoptaran comportamientos preventivos adecuados. [1]

El documento está organizado de la siguiente manera:

En el capítulo 2 se expone el planteamiento del problema, es decir, planteamiento contextual y estadístico matemático en este capítulo se explica de manera directa el modelo estadístico que se utilizó para llevar a cabo el estudio.

Seguidamente en el capítulo 3 se puede encontrar el porqué de este estudio, es decir la justificación contextual y estadístico matemático; en el contextual se evidencia que existen diferentes cifras alarmantes sobre la incidencia del cáncer de piel lo cual es de suma importancia hacer un estudio ya que Neiva es una ciudad que ha registrado temperaturas muy altas y esto es un factor de riesgo, en el estadístico matemático se utilizó el campo Bayesiano ya que el método clásico no permitió hacer un análisis favorable a la investigación.

Ya en el capítulo 4 se puede observar los objetivos generales y específicos, para el capítulo 5 y 6 nos enfocamos en los antecedentes y marco teórico se muestran diferentes estudios ya realizados; uno de ellos es: “Cáncer de piel en Colombia: cifras del Instituto Nacional de Cancerología”, sus autores son Flavia Carolina Pozzobon; Álvaro Enrique Acosta; Juan Sebastián Castillo; este estudio se realizó en la ciudad de Bogotá D.C. cuyo objetivo fue obtener información de diagnósticos nuevos de cáncer de piel correspondientes al periodo 1996 - 2010 en el Instituto Nacional de Cancerología, esta investigación se realizó mediante los registros institucionales de cáncer que ofrecen información sobre la frecuencia y la distribución en instituciones de referencia. En el marco teórico se puede evidenciar que es el cáncer, tipos de cáncer de piel, introducimos el análisis de estimación de la volatilidad tanto en el enfoque clásico como bayesiano, el estadístico matemático, los estimadores, la aproximación por una distribución normal, regiones de confianza y credibilidad, tipos de distribuciones, etc.

En el capítulo 7 presentamos la metodología, esta se dividió en 3 partes:

- Consolidación del archivo de datos y la definición de las variables.
- Análisis exploratorio de los datos y construcción de tablas de contingencias e identificación de la asociación de las variables.
- Planteamiento de los modelos estadísticos asociados a cada uno de los objetivos y por último, se realiza la metodología Bayesiana y métodos clásicos y se plantea el indicador de riesgo utilizando probabilidades predictivas de Bayes.

Así damos paso a los dos últimos capítulos donde se expone los resultados y conclusiones.

# Capítulo 2

## Planteamiento del problema

### 2.1. Planteamiento contextual:

“Teniendo en cuenta el estudio más reciente del Instituto Nacional de Cancerología (INC), donde publicó la última versión de su anuario estadístico, correspondiente a 2017. En él se evidencia que el cáncer de piel continúa siendo la patología tumoral maligna con el mayor número de diagnósticos nuevos en esta institución, sumando 712 casos para el año reportado. De acuerdo con la información poblacional disponible para Colombia, se estima que la incidencia actual de este cáncer puede estar alrededor de 102 casos nuevos por 100.000” . [2].

Se puede observar la problemática y la gravedad que tiene dicha enfermedad ya que, al no dar con un estudio claro a nivel local se puede notar que en Neiva, la principal causa para que las personas desarrollen cáncer de piel recae en la exposición continua y de manera directa a los rayos ultravioleta, dando como consecuencia un aumento exagerado de personas que pueden contraer esta enfermedad. Medios de comunicación como Opa noticias a través de sus redes sociales nos comentan que, ”Teniendo en cuenta la geografía y el clima de la ciudad de Neiva se recomienda por parte de la Secretaria de Salud Municipal, la utilización de elementos protectores para la exposición solar como son el uso de gorros, sombreros, camisas manga larga o protector solar el cual se recomienda aplicarse cada 4 horas” [3].

Tanto el ministerio de salud y la secretaria de salud municipal de Neiva, han brindado a los Neivanos las pertinentes recomendaciones para la prevención del Melanoma (Cáncer de piel), estas medidas no ha sido efectivas, ya que se ha evidenciado un aumento de personas con este tipo de cáncer.

Encontramos factores de riesgo los cuales son modificables y no modificables. Estos mismos factores influyen para que las personas adquieran cáncer de piel. Los factores no modificables son: la edad, antecedentes familiares, tipo de piel, exposición solar acumulada, Portar VIH o estar en tratamientos inmunosupresores. Encontramos algunos factores modificables como: Exposición inadecuada y sin protección a la luz solar, uso de cámaras de bronceado y Consumo de tabaco.



## **2.2. Planteamiento estadístico matemático:**

Teniendo en cuenta que no se encuentra estudios anteriores acerca del tema y además se cuenta con un tamaño de muestra de ( $n = 121$ ), y no es posible encontrar información que nos permita realizar un estudio más completo de los datos. Para analizar el cáncer de piel es necesario plantear dos modelos estadísticos que aporten información, de esta manera establecer los posibles factores asociados a la presencia de dicho cáncer, es necesario encontrar la relación que puede existir entre las condiciones del trabajador. Sin embargo, el número de trabajadores tomados para desarrollar el estudio es muy pequeño, si utilizamos el método de aproximación clásica no brindaría resultados favorables, por esta razón se recurre a una aproximación Bayesiana ya que puede ser de mayor utilidad.

## **2.3. Pregunta de investigación**

¿Cuál es la proporción de trabajadores en la constructora a desarrollar cáncer de piel en la ciudad de Neiva?

# Capítulo 3

## Justificación

### 3.1. Justificación contextual:

Conociendo las cifras alarmantes de incidencias en los casos de cáncer, según el sistema integral de información de la protección social SISPRO (2018) “se diagnosticaron un total de 231 casos con algún tipo de cáncer de piel, de la cual 105 son mujeres y 124 hombres [4]; cabe resaltar que esta problemática no ha sido visualizada aún por las entidades estatales de salud con la pertinencia e importancia que merece, sumando a este fenómeno un factor de riesgo primordial como es el cambio climático que estamos enfrentando no solo a nivel local sino también a nivel mundial.

Por otro lado, se realizó este estudio debido a la falta de información sobre el comportamiento de este tipo de cáncer actualmente en nuestra ciudad, la exposición solar es la principal causa evitable para el desarrollo de cáncer de piel, hasta un 80% de todos los tipos de cáncer de piel. Podrían ser evitables si se adoptaran comportamientos preventivos de manera adecuada. Dando así una modificación al cuestionario, teniendo en cuenta los parámetros para poder contraer dicha enfermedad (color de piel, tiempo de exposición solar y antecedentes) para poder llegar al cumplimiento de la investigación.

Finalmente este proyecto busca informar a los Neivanos (especialmente a los trabajadores de la constructora Berdez), acerca de las consecuencias que trae la exposición continua y prolongada a los rayos UV ya que se desea conocer la proporción de desarrollar cáncer de piel.

### 3.2. Justificación estadístico matemático

Teniendo en cuenta que la cantidad de trabajadores analizados en el estudio es poca, dado que no existen investigaciones previas sobre el cáncer de piel, la estadística Bayesiana resulta útil para resolver el problema de investigación. La implementación la estadística tanto desde el enfoque clásico como Bayesiano resulta útil, en este trabajo nos muestra que se puede utilizar el campo Bayesiano ya que el método clásico no permite hacer un análisis favorable a la investigación.

# Capítulo 4

## Objetivos

### 4.1. Objetivo general

Estimar la proporción de desarrollar cáncer de piel en un grupo de trabajadores de las constructoras de la ciudad de Neiva.

### 4.2. Objetivos específicos

- Identificar los factores que influyen en el desarrollo de cáncer de piel.
- Determinar la proporción de desarrollar cáncer de piel a través de métodos clásico y Bayesianos.
- Evaluar el rendimiento de las estimaciones bajo los escenarios propuestos.

# Capítulo 5

## Antecedentes

**Guillermo Sánchez; John Nova; Fernando de la Hozb y Carlos Castañeda; Universidad Nacional de Colombia, Bogotá,** realizaron una investigación titulada “Incidencia de cáncer de piel en Colombia, años 2003 - 2007” cuyo objetivo fue: establecer la incidencia de cáncer de piel en Colombia en el periodo 2003 - 2007. La investigación fue realizada mediante un estudio ecológico a partir del análisis de la base de datos de consultas por Registros Individuales de Prestación de Servicios del Ministerio de la Protección Social 2003 - 2007, también de la Encuesta Nacional de Demografía y Salud 2005, y de las proyecciones poblacionales para Colombia del Departamento Administrativo Nacional de Estadística. [5].

Como resultados y conclusiones se tiene:r

1. “La tasa estimada de cáncer de piel en Colombia pasó de 23 casos/100.000 habitantes en 2003 a 41 casos/100.000 habitantes en 2007. La razón varones: mujeres fue de 1,2:1. La tasa por franjas de edad se duplicó por encima de los 60 años. Los departamentos con la incidencia más alta fueron Bogotá D.C., Antioquia, Cundinamarca y Boyacá. La incidencia esperada de cáncer de piel en Colombia para el año 2020 es de aproximadamente 102 casos/100.000 habitantes” [5].
2. “La incidencia de cáncer de piel en Colombia, al igual que en otras partes del mundo, es un fenómeno creciente que requiere medidas preventivas que conduzcan al control de la enfermedad en nuestro medio” [5].

**Flavia Carolina Pozzobon; Álvaro Enrique Acosta; Juan Sebastián Castillo; Bogotá D.C.** realizaron una investigación titulada: “Cáncer de piel en Colombia: cifras del Instituto Nacional de Cancerología” cuyo objetivo: obtener información de diagnósticos nuevos de cáncer de piel correspondientes al período 1996 - 2010 en el Instituto Nacional de Cancerología. La investigación se realizó mediante los registros institucionales de cáncer que ofrecen información sobre la frecuencia y la distribución en instituciones de referencia. [6].

Como resultados y conclusiones obtuvieron:

1. En el Instituto Nacional de Cancerología, centro de referencia en cáncer a nivel nacional, se evidencia un aumento progresivo de la frecuencia de casos nuevos, acompañado de una mayor frecuencia en los mayores de 75 años.
2. “Entre los subtipos histológicos, predominan el carcinoma basocelular (52,7%), el escamo celular (22,6%) y el melanoma (16,1%). La incidencia estimada del melano-

ma maligno en Colombia corresponde a 4,6 por 100.000 en mujeres y 4,4 por 100.000 en hombres” [6].

3. “La importancia del cáncer de piel como prioridad en salud pública, se evidencia en su frecuencia relativa en relación con otros cánceres y en su aparición en todas las etapas de la vida” [6].

**P. Aceituno - Madera; A. Buendia - Eisman; S. Arias - Santiago; S. Serrano - Ortega:** Realizaron una investigación titulada: “Evolución de la incidencia del cáncer de piel en el período 1978–2002” cuyo objetivo fue: “Analizar la tendencia temporal en la incidencia del cáncer de piel a nivel mundial, europeo y español durante el período comprendido entre 1978 – 2002”. Esta investigación se realizó mediante estudios para determinar la incidencia y la tendencia del cáncer de piel en el período 1978 – 2002 a través de la publicación *Cancer Incidence in Five Continents*. [7].

Como resultados se tiene:

“La incidencia del melanoma cutáneo aumentó de forma continua durante todo el período, con tasas más elevadas en mujeres. Las incidencias máximas se registraron en Australia. En España, las tasas estandarizadas de melanoma llegaron a triplicarse en ambos sexos al final del período de estudio. La incidencia del cáncer cutáneo no melanoma (CCNM) aumentó durante el período de estudio (1978 – 2002), con tasas más elevadas en varones. Las incidencias máximas se registraron en Australia, Brasil y en la población europea de Zimbabue. En España, las tasas estandarizadas de CCNM llegaron a duplicarse o triplicarse en ambos sexos al final del período” [7].

Como conclusión se tiene:

“El aumento de la incidencia del cáncer de piel nos hace pensar que las medidas de prevención primaria están fallando, son insuficientes o que aún no ha llegado el momento de evaluar su eficacia. Como limitaciones a nuestro estudio, cabe señalar que no se ha podido analizar el período más actual 2003 – 2007 y el hecho de que no todas las poblaciones tienen un registro de cáncer” [7].

**Mark S. Nestor, MD, PhD y Matthew B. Zarraga:** Realizaron una investigación titulada: “La incidencia de los cánceres de piel no melanoma y las queratosis actínicas en el sur de Florida” cuyo objetivo fue “Determinar la incidencia de cáncer de piel no melanoma y queratosis actínica en dos poblaciones del sur de la Florida mediante la medición de los tratamientos realizados por dermatólogos en poblaciones guardianas de organizaciones de mantenimiento de la salud”. esta investigación se realizó mediante la evaluación del número de cánceres de piel no melanoma y queratosis actínica tratados por dermatólogos (Análisis de código de terminología procesal actual [CPT]) en dos poblaciones de organizaciones de mantenimiento de la salud; “comercial” (edad 0 – 65, media 27) y “Medicare” (edad 65+, media 68) en el año calendario 1996. [8].

Como resultados se tiene:

“La incidencia del tratamiento del cáncer de piel no melanoma fue de 466,5 por 100.000 personas por año en la “comercial” (edad 0 a 65) población y 10,689.8 por 100.000 personas por año en la población en edad de Medicare. La incidencia de queratosis actínicas

tratadas fue de 4.464,6 por 100.000 personas por año y 110.450,3 en cada población respectivamente” [8].

como conclusión se tiene:

“Las poblaciones estudiadas en el sur de Florida parecen tener algunas de las tasas de incidencia de cáncer de piel no melanoma más altas del mundo y tasas extremadamente altas de queratosis actínica. Los hallazgos sugieren que existe una epidemia de cáncer de piel no melanoma en la comunidad del sur de Florida, lo que tiene implicaciones significativas para las necesidades médicas futuras de las poblaciones comerciales en edad de recibir Medicare” [8]

**Grapas margaret, Marcos Elwood, Roberto C Burton, jodie l williams, robin marcas, Graham Giles:** Realizaron un investigación titulada: “Cáncer de piel no melanoma en Australia: Encuesta nacional de 2002 y tendencias desde 1985”: Cuyo objetivo es “Medir la incidencia de cáncer de piel no melanoma (CPNM) tratado en Australia en 2002 e investigar las tendencias desde 1985 por tipo histológico, sexo, grupo de edad, latitud y tipo de piel”. Esta investigación se realizó una encuesta cara a cara entre el 1 de enero y el 31 de diciembre de 2002 utilizando un muestreo estratificado de hogares para identificar a las personas tratadas por cáncer de piel en los 12 meses anteriores. Los diagnósticos auto informados se confirmaron con los proveedores de tratamiento. Se utilizaron datos de encuestas similares realizadas en 1985, 1990 y 1995 para evaluar las tendencias [9].

Como resultados se obtuvieron:

“Se confirmó que 817 personas tenían al menos un cáncer de piel tratado en el último año. La tasa estandarizada por edad por 100.000 habitantes para NMSC fue 1170, para carcinoma de células basales (BCC) 884 y para carcinoma de células escamosas (SCC) 387. El número estimado de casos de NMSC en Australia para 2002 fue de 374 000. Riesgos acumulativos para edad de 70 años de tener al menos un CPNM fueron 70 % para hombres y 58 % para mujeres. Las tasas de BCC y SCC han aumentado desde 1985, y los aumentos son mayores para las personas de 60 años o más; las tasas para los menores de 60 años se han estabilizado” [9].

Como conclusiones se tiene:

“La incidencia de NMSC tratado en Australia en 2002 fue más de cinco veces la incidencia de todos los demás cánceres combinados. Aunque las tasas generales de NMSC han aumentado desde 1985, la estabilización de las tasas para personas menores de 60 años que estuvieron expuestas a programas de prevención del cáncer de piel en su juventud destaca la importancia de mantener y fortalecer estos programas” [9].

**John Nova - Villanueva, Guillermo Sánchez - Vanegas y Luisa Porras de Quintana:** Realizaron una investigación titulada: “Cuyo objetivo fue: Definir el perfil epidemiológico y la incidencia por tipo tumoral de cáncer de piel entre los años 2003 - 2005 en el Centro Dermatológico Federico Lleras Acosta, Bogotá Colombia”. Esta investigación se llevó a cabo un estudio descriptivo, basado en los registros del Sistema de Información Integral (SII) del CDFLLA. Fue revisada la información de los años 2003 al 2005, con el fin de establecer el número de diagnósticos nuevos correspondientes a patología tumoral

maligna. Se realizaron análisis descriptivos utilizando medidas de tendencia central, dispersión y proporciones para la variable edad, asociada con tipo tumoral y sexo. Los datos de tasa de incidencia fueron obtenidos a partir del número de diagnósticos nuevos por año utilizando como denominador 1 000 diagnósticos confirmados nuevos por año. Para el caso de melanoma y linfomas, las tasas fueron calculadas utilizando como denominador 10 000 diagnósticos confirmados nuevos por año [10].

Como resultados se tiene:

Durante los años 2003 a 2005, se registraron en el CDFLLA un total de 168.659 pacientes con diagnóstico confirmado nuevo, de los cuales 2.184 correspondieron a casos de patología tumoral maligna de piel para este período.

1. El volumen total de pacientes con diagnóstico de cáncer ha tenido un incremento de 6 casos de cáncer de piel por 1.000 pacientes con diagnóstico confirmado nuevo por año, en el 2003, a 17 casos por 1.000 pacientes con diagnóstico confirmado nuevo por año, en el 2005 [10].
2. El carcinoma basocelular es responsable de más del 60 % de todos los tipos de cáncer de piel y su comportamiento es estable en el tiempo, de igual forma el carcinoma escamocelular, siempre conserva su segundo lugar en frecuencia con un porcentaje que oscila alrededor del 20 % del total de los casos [10].
3. El promedio de edad de los pacientes con patología tumoral maligna de piel fue de 64 años y osciló entre los 10 a los 105 años. Los pacientes con diagnóstico de linfoma se localizaron en todos los grupos de edad, el carcinoma basocelular y escamocelular se concentraron alrededor de los 65 y 70 años respectivamente [10].
4. Los casos de CBC pasaron de 4 casos por 1.000 pacientes con diagnóstico confirmado nuevo por año, en el 2003, a 11 casos por 1.000 pacientes con diagnóstico confirmado nuevo por año, en el 2.005 (Tabla 2). El tipo más frecuente fue el CBC Nodular, comportamiento que se mantuvo estable durante los tres años evaluados, con un porcentaje del total de casos de 54 % en el 2003, 50 % en el 2004 y 56 % en el 2.005. [10].
5. El CEC es el segundo tipo tumoral en frecuencia e importancia en la Institución, con tasas que se han incrementado de 1 caso por 1.000 pacientes con diagnóstico confirmado nuevo por año, en el 2003, a 3 casos por 1.000 pacientes con diagnóstico confirmado nuevo por año, en el 2005 [10].
6. Un total de 137 melanomas fueron diagnosticados en este periodo, con un incremento de 2,7 casos por 10.000 pacientes con diagnóstico confirmado nuevo por año, en el 2003, a 13 casos por 10.000 pacientes con diagnóstico confirmado nuevo por año, en el 2005 [10].
7. Las micosis fungoides correspondieron al 80 % de los casos de linfomas diagnosticados en este periodo. La tasa estimada de pacientes con diagnóstico de linfomas, atendidos en este periodo en el Centro mostró marcada variabilidad pasando de 6,1 casos por 10.000 pacientes con diagnóstico confirmado nuevo en el 2003, a 13,6 casos por 10.000 pacientes con diagnóstico confirmado nuevo en el 2004 [10].

**Instituto nacional de seguridad e higiene en el trabajo:** Realizaron una investigación titulada: “Incremento de peligros naturales en la construcción: radiación solar”: Esta investigación fue realizada teniendo en cuenta que la radiación solar representa el agente carcinógeno al que más están expuestos los trabajadores, según la Fundación para el Cáncer de Piel, el sol es la primera causa de cáncer de piel, y los trabajadores de construcción presentan un grupo de alto riesgo de padecer esta enfermedad. Sin embargo, debido a que el riesgo de sufrir un accidente o daño en el trabajo no sólo es mayor, sino también más inmediato, el riesgo de exposición a las radiaciones solares no ha sido convenientemente considerado teniendo en cuenta la importancia que puede tener sobre la salud de los trabajadores del sector, en este estudio se muestran los principales resultados de los estudios revisados sobre el riesgo de exposición de los trabajadores de la construcción a la radiación UV solar, analizando los distintos factores que pueden influir para estimar la magnitud del riesgo, es decir, la intensidad de la radiación UV solar, el nivel de exposición de los trabajadores del sector y las consecuencias que esta exposición puede conllevar. [11].

### **Aspectos generales de la radiación solar (UV):**

Se conoce por radiación solar al conjunto de radiaciones electromagnéticas emitidas por el Sol. La radiación solar que llega a la parte exterior de la atmósfera lo hace en forma de radiación UV (150 - 400 nm de longitud de onda aproximadamente), radiación visible (400 - 700 nm) y radiación infrarroja (700 nm - 1 mm) (12). La radiación UV, a su vez, está compuesta por radiaciones clasificadas como UVC (150 - 280 nm), UVB (280 - 315 nm) y UVA (315 - 400 nm). De la radiación solar que incide en la Tierra, el infrarrojo representa el 52 %, el rango visible el 40 % y la radiación UV, el 8 %. Tras atravesar la atmósfera, la radiación solar alcanza la superficie de la Tierra en forma de radiación directa y difusa, siendo la radiación directa la que procede directamente del disco solar sin haber sufrido ningún proceso de dispersión atmosférica. La radiación difusa es la que llega a la superficie tras ser dispersada en la atmósfera por las nubes, partículas en suspensión y moléculas que forman los gases atmosféricos, y constituye un promedio, en condiciones de cielo despejado, de entre el 15 % y el 20 % de la radiación total incidente en superficie o radiación global. [11].

### **Nivel de exposición: intensidad de las radiaciones y tiempo de exposición:**

- Hora del día: La radiación UV es más fuerte al mediodía, cuando el Sol se encuentra en su punto más alto.
- Latitud: La radiación UV es mayor en el Ecuador, donde los rayos inciden más perpendicularmente; en latitudes altas el Sol se encuentra más bajo, por lo que la radiación es menor.
- Altitud: La intensidad de la radiación aumenta con la altitud.
- Condiciones climáticas: Las nubes pueden reducir la radiación UV, aunque un importante porcentaje puede atravesarlas y alcanzar la superficie terrestre.
- Reflexión: Dependiendo de la superficie (nieve, agua, arena, etc.), la radiación UV puede ser reflejada en porcentajes que van desde el 1 % al 90 %. Esto significa que, en superficies con mucha reflexión, los trabajadores ven incrementada la radiación



a la que están expuestos, puesto que a la radiación directa habría que sumar la radiación reflejada. Además, los trabajadores que no están expuestos directamente al sol pueden recibir este tipo de radiación reflejada.

- Ozono: Como se ha mencionado, el ozono absorbe gran parte de la radiación UV que podría alcanzar la superficie terrestre y su concentración en la atmósfera también varía según la zona y a lo largo del año e incluso del día.

### **Consecuencias sobre la salud de los trabajadores:**

Los efectos cutáneos derivados de la exposición a la radiación UV solar más conocidos son las quemaduras solares (eritema), el envejecimiento de la piel y el cáncer de piel. Esta última es una enfermedad producida por el desarrollo de células cancerosas en cualquiera de las capas de la piel. En el año 1992, la International Agency for Research on Cancer (IARC) concluyó que había suficiente evidencia en humanos sobre la carcinogenicidad de la radiación solar, clasificando las radiaciones UV como carcinogénico del grupo 1 (carcinógeno para humanos). Existen dos tipos de cáncer de piel: el cáncer no melanoma y el melanoma maligno. El cáncer de piel no melanoma, que raramente resulta mortal, comprende el carcinoma de células basales y el carcinoma de células escamosas. Son más frecuentes en las partes del cuerpo expuestas normalmente al sol, por lo que la exposición a largo plazo de forma repetida a la radiación UV es un importante factor causal de este tipo de cáncer. El melanoma maligno es menos común y más grave que el anterior, siendo la principal causa de muerte por cáncer de piel [11].

**Notificación de los riesgos de cáncer de piel en la industria de la construcción de viviendas: enfoques alternativos para el análisis de datos categóricos:** La creciente incidencia del cáncer de piel preocupa a la salud pública. Los trabajadores de la construcción, que trabajan principalmente al aire libre, corren un mayor riesgo de sufrir quemaduras solares y ciertas formas de cáncer de piel. El objetivo de este trabajo era explorar estas preocupaciones mediante el uso de enfoques alternativos al análisis de datos categóricos, considerando la relación entre el tamaño de las empresas de construcción de viviendas, el uso de evaluaciones de riesgo y el sistema de notificación de quemaduras solares.

El cuestionario obtuvo una tasa de respuesta del 31 % (n = 94). La asociación significativa identificada en un estudio bidireccional de los mecanismos de notificación de las quemaduras solares también apareció en los subniveles introducidos por la inclusión de un tercer método de categorización. Por último, se utilizó el análisis de correspondencia para presentar una visión gráfica del estudio. [12].

**el cáncer de piel relacionado con el trabajo entre los trabajadores de la construcción se duplicará en 2060:** Los casos de cáncer de piel no melanoma relacionados con el trabajo entre los trabajadores de la construcción en Ontario están en camino de duplicarse para 2060 a menos que se tomen medidas de protección adicionales, según una nueva investigación realizada por el Instituto para el Trabajo y la Salud (IWH).

“El cáncer de piel no melanoma derivado de la exposición laboral en el sector de la construcción puede evitarse con sencillas medidas de prevención de la RUV solar, como el uso de ropa protectora y de estructuras de sombra”, explicó Mofidi.

El estudio es la continuación de un análisis anterior en el que los investigadores calcularon la carga económica del cáncer de piel profesional y no melanoma en todo Canadá. La nueva investigación se basa en esos resultados para estimar la relación coste-beneficio de la utilización de medidas de protección que están al alcance de la mayoría de los lugares de trabajo. [13].

**Carga futura del cáncer en la construcción:** Este estudio fue una extensión de la metodología utilizada en el Estudio de la Carga Actual del Cáncer Profesional. El sector de la construcción es una industria de alto riesgo. Los trabajadores de la construcción corren un mayor riesgo de sufrir lesiones, así como cáncer y otras enfermedades crónicas. Los resultados de este estudio nos ayudarán a comprender mejor el impacto para los trabajadores si no se reduce la exposición a los carcinógenos, así como los beneficios de aplicar medidas de prevención específicas. [14].

**Un estudio revela que la exposición a los rayos uv es el carcinógeno más común en la industria de la construcción australiana:** Un informe elaborado por Safe Work Australia, que mide la exposición a carcinógenos en el lugar de trabajo, muestra que la radiación solar ultravioleta (UV) es el carcinógeno más común al que se exponen los trabajadores de la construcción, y aunque la gran mayoría se expone a los rayos UV a diario, sólo unos pocos utilizan métodos adecuados de prevención del cáncer de piel.

El Estudio Australiano de Exposición Laboral (AWES)\*, evaluó las tareas realizadas y los controles (es decir, las medidas de seguridad) utilizados durante las actividades laborales típicas por 459 trabajadores de la construcción, estimando su exposición a 38 carcinógenos conocidos o sospechosos. La mayoría de los trabajadores de la construcción eran técnicos y trabajadores de oficios (63 %) mientras que los obreros (19 %) y los operadores y conductores de máquinas (10 %) constituían el resto.

Los carcinógenos (agentes o sustancias cancerígenas) más comunes a los que los trabajadores estaban probablemente expuestos eran la radiación UV solar (86 %), seguida del humo de tabaco ambiental (59 %), la sílice cristalina (38 %), los gases de escape de motores diesel (37 %), el polvo de madera (36 %) y el plomo (24 %). De las personas expuestas a la radiación UV, se consideró que una proporción significativa (64 %) tenía un alto nivel de exposición por trabajar al aire libre. [15].

**cáncer de piel en trabajadores rurales: fotoexposición y orientación sobre los factores de riesgo:** El estudio busca determinar el perfil epidemiológico de los trabajadores rurales que viven en el noroeste del estado de Rio Grande do Sul y verificar su conocimiento sobre la protección y los factores de riesgo para el desarrollo del cáncer de piel. Se trata de un estudio descriptivo, exploratorio y cuantitativo, realizado con trabajadores rurales del municipio de Horizontina. Muchos de los encuestados tienen algún tipo de información y orientación sobre el cáncer de piel y su prevención, sin embargo, la mayoría no utiliza medidas de protección como ropa adecuada y protección solar y se expone al sol en momentos inadecuados. Además, tienen antecedentes de cáncer de piel en la familia, un factor influyente para el desarrollo del mismo. Cabe destacar que la mayoría tiene una propiedad pequeña y el servicio es manual, lo que les lleva a una mayor exposición a otros factores.

Se observa que la exposición al sol es perjudicial para la población, principalmente debido a la exposición acumulativa y a la falta de concienciación sobre el riesgo de desarrollar cáncer de piel. Además, esta población sigue estando muy afectada por la falta de accesibilidad a la educación, como los grupos de promoción y prevención de la salud. En este sentido, nos damos cuenta de la necesidad de orientación, reforzando la importancia de la prevención del cáncer de piel. [16].

**Cáncer de piel: conocimiento de los trabajadores rurales de cariri ceará:** El cáncer de piel se caracteriza por un crecimiento anormal y desordenado de las células que componen la epidermis de la piel. Existen tres tipos principales de cáncer de piel: el carcinoma de células basales (CCB), el carcinoma de células escamosas (CCE), que se incluyen en el grupo de cáncer de piel no melanoma, y el melanoma cutáneo (MC). Se exponían al sol por la mañana y por la tarde 20 (62,5%); 14 (44%) se exponían al sol durante 7 horas al día; 26 (81%) utilizaban camisas con mangas para protegerse del sol; 13 (41%) utilizaban protector solar; 17 (53%) se hacían autoexploraciones de la piel; 17 (53%) tenían poco conocimiento de la enfermedad; 32 (100%) decían no tener ningún caso de cáncer de piel en la familia; 30 (94%) utilizaban la televisión como medio de comunicación para adquirir conocimientos y 19 (59%) decían que no había acciones preventivas por parte de la asociación.

Conclusión:

Se concluye que en relación con el cáncer de piel y sus medidas de prevención y protección, existe un gran déficit de conocimiento por parte de estos trabajadores, generando una desprotección a la hora de exponerse al sol, consecuencia no sólo de la falta de conocimiento, sino también de la baja condición económica. [17]

# Capítulo 6

## Marco teórico

### 6.1. Marco contextual:

El marco teórico de este trabajo define en primer lugar los conceptos a tener en cuenta para comprender los términos de padecer cáncer de piel y del cuestionario utilizado para recolectar la información de los trabajadores en las constructoras de la ciudad de Neiva. Luego se exponen las definiciones a los métodos estadísticos necesarios para realizar la metodología del estudio.

### 6.2. Cáncer:

El cáncer se puede originar en cualquier parte del cuerpo. Comienza cuando las células crecen descontroladamente sobrepasando a las células normales, lo cual dificulta que el cuerpo funcione de la manera que debería. Para muchas personas, el cáncer puede tratarse muy eficazmente; de hecho, ahora más que nunca hay un mayor número de personas que tienen una vida plena después de haber recibido su tratamiento contra el cáncer [18].

### 6.3. Cáncer de piel:

“El cáncer de piel se origina en las células de la piel. Algunos otros tipos de cáncer se originan en otras partes del cuerpo y pueden propagarse a la piel, aunque estos no son cánceres de piel” [19].

Existen tres tipos principales de cáncer de piel:

#### 6.3.1. Cáncer de piel células basales (carcinoma de células basales):

El carcinoma basocelular comienza en las células basales, un tipo de células que se encuentran en la piel y que producen las células cutáneas nuevas a medida que las viejas mueren.

El carcinoma basocelular suele aparecer en la forma de un bulto ligeramente transparente en la piel, aunque puede tomar otras formas. El carcinoma basocelular ocurre con mayor frecuencia en zonas de la piel que están expuestas al sol, como la cabeza y el cuello [19].

Figura 6.1: Carcinoma en piel blanco.



Fuente: Mayo Clinic (2020)

Figura 6.2: Carcinoma en piel morena.



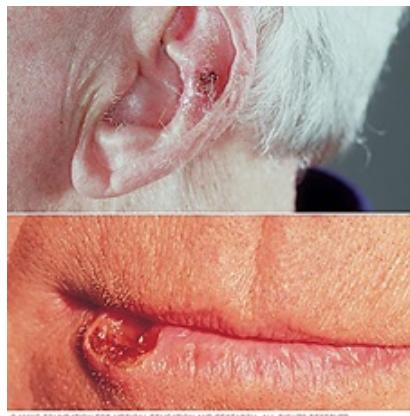
Fuente: Mayo Clinic (2020))

### 6.3.2. Cánceres de piel de células escamosas (carcinomas de células escamosas):

La mayoría de los carcinomas de células escamosas de la piel son el resultado de la exposición prolongada a la radiación ultravioleta (UV), ya sea de la luz solar, de las camas solares o de las lámparas de bronceado. Las células escamosas se encuentran en muchos lugares del cuerpo.

El carcinoma de células escamosas de la piel sin tratar puede crecer o diseminarse a otras partes del cuerpo, y esto puede causar complicaciones graves [19].

Figura 6.3: Carcinoma de células escamosas.



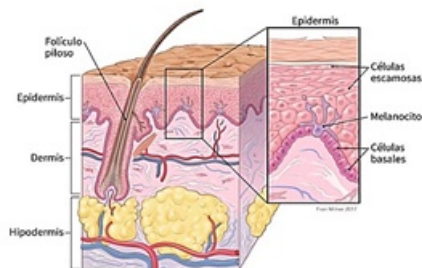
Fuente: Mayo Clinic (2020)

### 6.3.3. Melanomas en la piel:

El melanoma es un tipo de cáncer de piel que se origina cuando los melanocitos (las células que dan a la piel su color bronceado o marrón) comienzan a crecer fuera de control. Las células de casi cualquier parte del cuerpo pueden convertirse en cáncer y pueden entonces extenderse a otras áreas del cuerpo.

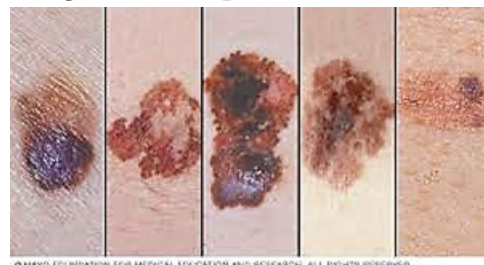
El melanoma es mucho menos frecuente que otros tipos de cánceres de piel. Pero el melanoma es más peligroso porque es mucho más probable que se propague a otras partes del cuerpo si no se descubre y se trata a tiempo [18].

Figura 6.4: Melanoma.



Fuente: American Cancer Society

Figura 6.5: Tipos de melanoma.



Fuente: American Cancer Society

## 6.4. Marco teórico estadístico matemático

### 6.4.1. Los estimadores:

En estadística, un estimador es un estadístico (esto es, una función de la muestra) usado para estimar un parámetro desconocido de la población. Por ejemplo, si se desea conocer el precio medio de un artículo (el parámetro desconocido) se recogerán observaciones del precio de dicho artículo en diversos establecimientos (la muestra) y la media aritmética de las observaciones puede utilizarse como estimador del precio medio.

El valor de un estimador proporciona lo que se denomina en estadística una estimación puntual del valor del parámetro en estudio. En general, se suele preferir realizar una estimación mediante un intervalo, esto es, obtener un intervalo  $[a, b]$  dentro del cual se espera esté el valor real del parámetro con un cierto nivel de confianza. Utilizar un intervalo resulta más informativo, al proporcionar información sobre el posible error de estimación, asociado con la amplitud de dicho intervalo. El nivel de confianza es la probabilidad de que a priori el verdadero valor del parámetro quede contenido en el intervalo.

En la práctica, los intervalos suelen indicarse dando el valor del estimador puntual utilizado como centro del intervalo y un valor que debe sumarse y restarse para obtener el límite superior e inferior [20].

### 6.4.2. Concepto estimador:

- Objetivo de la Inferencia Estadística: Obtención de un valor que pueda asignarse a un parámetro desconocido.
- Estimador es una función de los variables muestrales, valores experimentales. Un estimador es una fórmula para generar estimaciones. Por ejemplo, la media de la muestra como estimador de la media de la población.
- Estimación puntual es un valor que toma como resultado de la aplicación de una función a una muestra concreta.
- Estimaciones son aproximaciones del parámetro desconocido.
- Error cuadrático medio del estimador. Es una medida que da una idea de que tan cerca o lejos está el estimador del parámetro.
- Otro procedimiento es generar un estimador desarrollando una fórmula que satisfaga ciertas condiciones y asegurando así que se cumplan al menos algunas de las propiedades que resultan deseables [21].

### 6.4.3. Propiedades de los estimadores:

**Sesgo:** Se denomina sesgo de un estimador a la diferencia entre la esperanza (o valor esperado) del estimador y el verdadero valor del parámetro a estimar. Es deseable que un estimador sea insesgado o centrado, es decir, que su sesgo sea nulo por ser su esperanza igual al parámetro que se desea estimar.

Por ejemplo, si se desea estimar la media de una población, la media aritmética de la muestra es un estimador insesgado de la misma, ya que su esperanza (valor esperado) es igual a la media de la población [20].

$$sesgo(\hat{\theta}) = E(\hat{\theta} - \theta), \quad [21]$$

**Eficiencia:** Diremos que un estimador es más eficiente o más preciso que otro estimador, si la varianza del primero es menor que la del segundo.

La eficiencia de los estimadores está limitada por las características de la distribución de probabilidad de la muestra de la que proceden [20].

La propiedad de eficiencia puede ser absoluta o relativa. Un estimador es eficiente en sentido absoluto cuando la varianza del estimador es mínima. No debemos confundir varianza de un estimador con estimador de varianza.

Un estimador es más eficiente que otro si tiene menor varianza siendo ambos insesgados.

$$Var(\hat{\theta}_1) < Var(\hat{\theta}_2)$$

**Eficiencia relativa:**

$$Ef(\hat{\theta}_1, \hat{\theta}_2) = \frac{ECM(\hat{\theta}_1)}{ECM(\hat{\theta}_2)}$$

Si son estimadores insesgados:

$$Ef(\hat{\theta}_1, \hat{\theta}_2) = \frac{Var(\hat{\theta}_1)}{Var(\hat{\theta}_2)}$$



- La eficiencia relativa es siempre mayor que cero, pues o son los errores cuadráticos medios.
- La eficiencia relativa es siempre mayor que cero, pues o son los errores cuadráticos medios.
- La eficiencia relativa es siempre mayor que cero, pues o son los errores cuadráticos medios.

Es menor que uno si  $ECM(\hat{\theta}_1) < EMC(\hat{\theta}_2)$ , debemos elegir el estimador 1 frente al 2 [21].

**Consistencia:** Si no es posible emplear estimadores de mínima varianza, el requisito mínimo deseable para un estimador es que a medida que el tamaño de la muestra crece, el valor del estimador tiende a ser el valor del parámetro, propiedad que se denomina consistencia. Existen diversas definiciones de consistencia, más o menos restrictivas, pero la más utilizada es la denominada consistencia en media cuadrática [20].

Un estimador es consistente si converge en probabilidad al parámetro que intenta estimar:

$$\begin{aligned}\lim_{n \rightarrow \infty} E(\hat{\theta}) &= \theta \\ \lim_{n \rightarrow \infty} V(\hat{\theta}) &= 0\end{aligned}$$

Si el sesgo y varianza del estimador tienen a cero cuando el tamaño muestral es infinito el estimador es consistente [21].

**Robustez:** El estimador “ $\theta$ ” será un estimador robusto del parámetro  $\theta$  si la violación de los supuestos de partida en los que se basa la estimación (normalmente, atribuir a la población un determinado tipo de función de distribución que, en realidad, no es la correcta), no altera de manera significativa los resultados que éste proporciona [20].

**Suficiencia:** Se dice que un estimador es suficiente cuando resume toda la información relevante contenida en la muestra, de forma que ningún otro estimador pueda proporcionar información adicional sobre el parámetro desconocido de la población [20].

**Invarianza:** Se dice que un estimador es invariante cuando el estimador de la función del parámetro coincide con la función del estimador del parámetro.

**Ejemplo:** Si para estimar la varianza poblacional utilizamos la varianza muestral, entonces para estimar la desviación típica poblacional será razonable utilizar la desviación típica muestral [20].

**Método clásico (estimación de la proporción):**

- Estimación puntual: [22]

El estimador puntual más empleado es el de máxima verosimilitud. Dada una muestra multinomial  $x = [x_1, \dots, x_k]$ , siendo  $n = x_1 + \dots + x_k$ , la verosimilitud de los



parámetros tiene la siguiente expresión:

$$\mathcal{L}[p_1, \dots, p_k | X_1 = x_1, \dots, x_k = x_k] = \frac{n!}{x_1! \dots x_k!} p_1^{x_1} \dots p_k^{x_k}$$

Los valores de  $p_1, \dots, p_k$  que maximizan el valor de esta función y por tanto los estimadores de máxima verosimilitud  $\hat{p}_1, \dots, \hat{p}_k$  de las probabilidades multinomiales son:

$$\hat{p}_i = \frac{x_i}{n}, \quad i = 1, \dots, k$$

- Estimación por intervalos:

Si  $X = [x_1, \dots, X_k] \sim M(p_1, \dots, p_k : n)$ , la distribución marginal de cada componente  $X_i$  es una binomial de parámetro  $p_i$ , es decir  $X_i \sim Bin(p_i, n)$ . Dada una muestra multinomial  $X = [x_1, \dots, x_k]$  con  $x_1 + \dots + x_k = n$ , el objetivo consiste en obtener intervalos de confianza  $I_1, \dots, I_k$  para cada uno de los parámetros de la distribución multinomial. El método de EIN de proporciones más utilizado es el que se obtiene mediante la aproximación por una distribución normal [22].

#### 6.4.4. Aproximación por una distribución normal:

La distribución de probabilidad de  $p_i$  condicionada al valor  $X_i = x_i$  es:

$$f[p_i | X_i = x_i, n] = \binom{n}{x_i} p_i^{x_i} (1 - p_i)^{n - x_i}, \quad 0 < p_i < 1$$

El valor esperado y la varianza de  $p_i$  son:

$$\mu = p_i; \quad \sigma_2 = \frac{p_i(1 - p_i)}{n}$$

Como el valor de  $p_i$  no es conocido, la media y la varianza se aproximan reemplazando pi por su estimador de máxima verosimilitud  $\hat{p}_i = \frac{x_i}{n}$ .

$$\hat{\mu} = \hat{p}_i, \quad \sigma b_2 = \frac{\hat{\sigma}^2 (1 - \hat{p}_i)}{n}$$

Se supone que el estadístico  $\frac{p_i - \hat{\mu}}{\hat{\sigma}}$  sigue una distribución normal estándar, es decir:

$$\frac{p_i - \hat{p}_i}{\sqrt{\frac{\hat{p}_i(1 - \hat{p}_i)}{n}}} \sim N(0, 1)$$

Lo que permite finalmente establecer el intervalo de confianza como:

$$\hat{p}_i \pm z_{\alpha/2} \sqrt{\frac{\hat{p}_i(1 - \hat{p}_i)}{n}}$$

Donde  $\alpha/2$  es el percentil  $100(1 - \frac{\alpha}{2})$  de la distribución normal  $N(0, 1)$  [22].

### 6.4.5. Regiones de confianza:

A diferencia de las estimaciones por intervalo, en las que se pretende construir un intervalo de confianza para cada una de las proporciones  $p_1, \dots, p_k$  por separado, las regiones de confianza pretenden establecer un dominio conjunto  $S$  para todos los parámetros. Como en general los parámetros no tienen por qué ser independientes, la región de confianza no puede construirse como el producto cartesiano de los intervalos de confianza  $I_1, \dots, I_k$  asociados a cada parámetro; es decir,  $S \neq I_1 \times \dots \times I_k$ . [22]

Cuando el número total de experimentos  $n$  es suficientemente grande, la variable:

$$X^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(x_i - np_i)^2}{np_i}$$

### 6.4.6. Regiones de credibilidad:

Se define por una evaluación simple de las distribuciones a posterior de los parámetros. Entonces, si  $\theta \in \Theta$  es una cantidad desconocida,  $C \subset \Theta$  es una región  $100(1 - \alpha)\%$  de credibilidad para  $\theta$  y si  $P(\theta \in C - x) \geq 1 - \alpha$ . En este caso,  $1 - \alpha$  es llamado el nivel de credibilidad [23].

$$RC_{(1-\alpha)\%} = \int_{t_1}^{t_2} f(x|\theta)d\theta = (1 - \alpha)$$

### 6.4.7. Distribución muestral:

Sea  $X$  una variable binomial de parámetros  $n$  y  $p$  (una variable binomial es el número de éxitos en  $n$  ensayos; en cada ensayo la probabilidad de éxito ( $p$ ) es la misma. media  $np$  y varianza  $npq$  (siendo  $q = 1 - p$ ) y se puede usar el estadístico [24]:

$$\hat{p} = \frac{X}{n}$$

(Proporción muestral), que es también aproximadamente normal, con error típico dado por:

$$\sqrt{\frac{pq}{n}}$$

En consecuencia, un  $IC$  para  $p$  al  $100(1 - \alpha)\%$  será:

$$\hat{p} \pm z_{\alpha/2} \sqrt{\frac{pq}{n}}$$

### 6.4.8. Probabilidad:

El objetivo a continuación es asignar a cada evento  $E$  un número real no negativo que indique el “chance” que tiene  $E$  de ocurrir. Supóngase que se realice un experimento  $n$  veces y que las condiciones en que éste se ejecuta, se mantienen más o menos constantes [25].

### 6.4.9. Axiomas de probabilidad:

G. Bohlmann él define la probabilidad de un evento  $E$  como un número no negativo  $p(E)$  para el cual se satisface:

- i) Si  $E$  es un evento seguro entonces  $p(E) = 1$ .
- ii) Si  $E_1$  y  $E_2$  son dos eventos, tales que ellos ocurren simultáneamente con probabilidad cero, entonces la probabilidad de que  $E_1$  o  $E_2$  ocurran es igual a  $p(E_1) + p(E_2)$  [25].

### 6.4.10. Teorema de bayes:

Sea  $\{A_1, A_2, \dots, A_i, \dots, A_n\}$  un conjunto de sucesos mutuamente excluyentes y exhaustivos tales que la probabilidad de cada uno de ellos es distinta de cero ( $P[A_i] \neq 0$  para  $i = 1, 2, \dots, n$ ). Si  $B$  es un suceso cualquiera del que se conocen las probabilidades condicionales  $P(B|A_i)$  entonces la probabilidad  $P(A_i|B)$  [26].

$$P(A_i|B) = \frac{P(B|A_i)P(A_i)}{P(B)}$$

Donde:

- $P(A_i)$  son las probabilidades a priori.
- $P(A_i|B)$  es la probabilidad a posteriori.
- $P(B|A_i)$  es la probabilidad de B en la hipótesis  $A_i$ .
- $P(B)$  probabilidad total.

### 6.4.11. Variable aleatoria discreta:

Una variable aleatoria es discreta si su conjunto de variables posibles es un conjunto discreto toma un número finito de variable numerables [26].

### 6.4.12. Variable aleatoria continua:

Variable que toma un valor infinito de valores no numerables. Una variable aleatoria es continua si su conjunto de posibles valores es todo un intervalo de números; esto es, si para algún  $a < b$ , cualquier número  $x$  entre  $a$  y  $b$  es posible  $|a \leq x \leq b|$  [26].

### 6.4.13. Distribución de probabilidad a priori:

En los problemas de toma de decisiones la probabilidad a priori se obtiene de toda la información disponible, apoyada en el juicio y la experiencia del tomador de decisiones.

Las probabilidades a priori se asignan antes de cualquier recopilación muestral, estas probabilidades muestran la posibilidad de ocurrencia de cada uno de los eventos relacionados con el problema de toma de decisión.

En el análisis bayesiano de decisiones a estas probabilidades se les denomina subjetivas, porque la mayoría de las veces se basa en los juicios personales, aunque no se descarta utilizar datos históricos [27].

#### 6.4.14. Distribución a priori no informativa:

La distribución a priori mide el grado de conocimiento inicial que se tiene de los parámetros que se quiere estudiar. Tal como lo indica [28], cuando no se tiene suficiente información previa de una cierta situación a resolver o esta es muy mínima, se utiliza la distribución previa no informativa que se ajusta de buena manera al no depender de los parámetros  $\theta$ .

#### 6.4.15. Distribución de probabilidad a posteriori:

Esta distribución de probabilidad hace uso de información muestral, la información adicional de la muestra permite ajustar las probabilidades iniciales de los eventos (probabilidades a priori). A esta probabilidad condicional ajustada le llamamos probabilidades a posteriori.

El teorema de Bayes es aplicado para modificar la probabilidad a priori, actualizarla o ajustarla, el resultado obtenido es una probabilidad a posteriori [27].

#### 6.4.16. Distribucion posterior:

Definida como  $\pi(\theta|x)$ , la distribución posterior representa el conocimiento previo que se tiene acerca del parámetro  $\theta$  después de haber observado la muestra  $x$  tal como lo indica [28] y viene dada de la siguiente forma:

$$\pi(\theta|x) = \frac{\pi(\theta)f(\theta|x)}{\int_{\omega} \pi(\theta) f(\theta|x) d\theta}$$

Donde indica que la distribución posterior es calculada con la combinación entre el conocimiento a priori sobre  $\theta(\pi(\theta))$  y la información de  $\theta$  contenida en la muestra  $x$  para tener como resultado entonces una creencia o conocimiento final sobre el parámetro  $\theta$ .

#### 6.4.17. Distribución predictiva:

Tal como lo indica [29], la distribución predictiva es aquella que hace inferencia sobre algún valor futuro de la variable  $X$ . Suponiendo que  $x$ , tiene una distribución  $f(x|\theta)$ , y este representa el valor futuro de la variable aleatoria  $X$ , entonces bajo el supuesto de independencia entre los datos, la distribución predictiva posterior viene dada por:

$$f(x|X) = \int f(x|\theta)\pi f(\theta|X)d(\theta)$$

Donde  $\pi(\theta - x)$  es la distribución a priori de la variable aleatoria  $X$ .

### 6.4.18. Prueba chi-cuadrado:

La prueba Chi-cuadrado o Ji- cuadrado es una prueba no paramétrica que se usa para determinar asociaciones entre variables dentro de una tabla de contingencia como indican [30]. Además, su estadístico de prueba mide la que mide la diferencia entre una distribución de frecuencias esperadas ( $E_i$ ) y una observada ( $O_i$ ) y viene dado por:

$$x^2 = \sum_{i=1}^k \left[ \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} \right]$$

Donde:

$O_i$ : Valor observado.

$E_i$ : Valor esperado.

El contraste de hipótesis que se emplea se define de la siguiente manera:

$H_0$ : No existe asociación entre las variables. (Las variables son independientes).

$H_1$ : Si existe asociación entre las variables. (Las variables no son independientes).

### 6.4.19. Distribución de la prueba estadística:

Cuando  $H_0$  es verdadera, sigue una distribución  $X^2$  con  $(r - 1)(c - 1)$  grados de libertad. ( $r$ : número de filas y  $c$ : número de columnas en la tabla de contingencia).

### 6.4.20. Limitaciones:

La muestra debe ser lo suficientemente grande. Si menos del 20% de las celdas de la tabla de contingencia, presentan valores esperados  $\leq 5$  no se recomienda aplicar la prueba  $X^2$  y optar por la alternativa del test exacto de Fisher (4).

### 6.4.21. Prueba exacta de fisher:

Esta prueba estadística fue propuesta por Fisher en 1934. Se caracteriza por realizar inferencia utilizando distribuciones exactas cuando se tienen pocas observaciones siguiendo la definición de [31]. Es análoga a la prueba Chi- cuadrado y es utilizada cuando más del 20% de las celdas en unas tablas tienen un valor esperado  $\leq 5$  [30].

Tal como lo indica [31], los conteos de cada una de las celdas de la tabla siguen una distribución hipergeométrica, donde esta expresa las probabilidades para los recuentos de los cuatros celdas en términos de una sola  $n_{11}$ . Cuando  $\theta = 1$ , la probabilidad de un valor particular de  $n_{11}$  es:

$$P(n_{11}) = \frac{\binom{n_1+}{n_{11}} \binom{n_2+}{n+1-n_{11}}}{\binom{n}{n+1}}$$

Igual que la prueba Chi-cuadrado, las hipótesis están definidas así:

$H_0$ : No existe asociación entre las variables.

$H_1$ : Si existe asociación entre las variables.

#### 6.4.22. Regla de jeffreys:

Siguiendo la definición de [28], es el método más utilizado en lo que corresponde a distribuciones a priori no informativas y viene expresado de la siguiente forma:

$$\pi(\theta) = [I(\theta)]^{\frac{1}{2}}$$

Donde  $I(\theta)$  está definida por la Información de Fisher definida así:

$$I(\theta) = -E(\theta) \left[ \frac{\partial \log f(X|\theta)}{\partial \theta^2} \right]$$

#### 6.4.23. Principio de laplace:

Este principio también conocido como “Principio de Bayes - Laplace” o “Principio de razón insuficiente” también es utilizado cuando no se conoce de antemano cómo se comporta el parámetro de  $\theta$ . Por lo tanto, este método asume que la distribución a priori  $\pi(\theta)$  se distribuya Uniforme, obteniendo así que todos los resultados posibles de  $\theta$  tengan la misma probabilidad y por consiguiente limita a que los valores del parámetro  $\theta$  estén acotados en un rango.

#### 6.4.24. Estudios de prevalencia:

Los estudios de prevalencia son estudios transversales descriptivos y por tanto observacionales. Estos estudios permiten estimar la prevalencia de una enfermedad en una población determinada, La prevalencia de una enfermedad se define como la proporción de individuos de una población que tiene la enfermedad [32].

La característica principal de este tipo de estudios es la falta de secuencia temporal. Este brinda información entre dos o más variables de sujetos sin considerar a una de ellas como dependiente de la otra (sin considerar causa - efecto), estimar simultáneamente la frecuencia de la enfermedad y de la exposición o la probabilidad de que un sujeto presente o no la enfermedad y pueden estudiarse múltiples enfermedades simultáneamente, y finalmente como no requieren de un seguimiento, el estudio es más corto y bajo en costos [33].

# Capítulo 7

## Metodología

El enfoque de la investigación es predominantemente mixto, el estudio se realizó con 121 obreros (18-72 años) de la constructora Berdez de la ciudad de Neiva. haremos uso de algunas medidas estadísticas para la descripción de la información, en especial utilizaremos la metodología Bayesiana y métodos clásicos y se plantea el indicador de riesgo utilizando probabilidades predictivas de Bayes. Para determinar la solución de los objetivos propuestos, en este capítulo exponemos la metodología utilizada, la cual se divide en tres partes:

1. Consolidación del archivo de datos y la definición de las variables.
2. Análisis exploratorio de los datos y construcción de tablas de contingencias e identificación de la asociación de las variables.
3. Planteamiento de los modelos estadísticos asociados a cada uno de los objetivos y por último, se realiza la metodología Bayesiana y métodos clásicos y se plantea el indicador de riesgo utilizando probabilidades predictivas de Bayes.

### 7.1. Archivo de datos:

Los datos fueron obtenidos a partir de un cuestionario llamado “factores de riesgo para cáncer de piel”, tomado del artículo “Validación de un cuestionario para cuantificar el riesgo de cáncer de piel” escrito por Martha Alejandra Morales, -Sánchez, María Luisa Peralta-Pedrero y María Antonieta Domínguez-Gómez en el año 2014 (8.1), la recolección de la información se realizó de la siguiente forma se envió una carta dirigida al gerente de la Constructora Berdez de la ciudad de Neiva el día 9 de marzo del año 2022, solicitándoles un permiso para realizar las encuestas con los trabajadores de esta constructora (11.1), posterior a la aprobación por parte de la Constructora Berdez de la ciudad de Neiva, se procedió a solicitar la base de datos de los trabajadores de dicha constructora. Durante el proceso de selección, se escogieron todos los trabajadores a los cuales se le aplicó el cuestionario donde se recolectó información de los datos de identificación, datos generales de salud, datos sobre las horas que se expone al sol durante el día, datos sobre ocupación laboral y otros factores de riesgo relacionados a la enfermedad cáncer de piel.

### **7.1.1. Criterio de inclusión**

Se realizó 121 encuestas a los trabajadores de la Constructora Berdez de la ciudad de Neiva, teniendo en cuenta las siguientes variables (sexo, edad, estado civil, escolaridad, ocupación, color de piel, color de cabello de hace 20 años, color de ojos, si la piel se enrojece cuando esta expuesta al sol, antecedentes familiares, si ha tenido cáncer de piel, si ha tenido un trabajo al aire libre, cuanto tiempo han estado expuestos al sol, si practica un deporte al aire libre, si ha consumido agua de pozo) se realizó un estudio experimental a las variables mencionadas anteriormente.

### **7.1.2. Consolidación del archivo de datos:**

Para facilitar el análisis de los datos, se realizó la recopilación de los datos exportados a una base de datos diseñada en Microsoft Excel, proceso en el cual se tuvo en cuenta guardar la confidencialidad de la información de todos los individuos a través de la asignación de un número aleatorio de identificación única.

### **7.1.3. Definición de las variables:**

Las variables que se utilizaron para dar cumplimiento a los objetivos y para responder ¿Cuál es la proporción de trabajadores de las constructoras a desarrollar cáncer de piel en la ciudad de Neiva? asumiendo las clasificaciones a respuestas hechas anteriormente se exponen en la siguiente tabla:



TABLA 7.2	
VARIABLE	DEFINICIÓN
SEXO	Femenino o Masculino
EDAD	Años cumplidos
OCUPACION	Cargo que desempeña en la constructora
ESTADO CIVIL	Soltero, casado, unión libre o separado
ESCOLARIDAD	Primaria, secundaria, técnico o pregrado/postgrado
COLOR DE PIEL	Muy blanca, blanca, moreno claro o moreno oscuro
COLOR NATURAL DEL CABELLO	Rojo, rubio, café claro o castaño, café oscuro o negro
COLOR DE OJOS	Azul, verdes, cafés claros, café oscuros o negros
PIEL ENROJECIDA POR EXPONERSE MUCHO TIEMPO AL SOL	Si o no
FAMILIARES CON CÁNCER DE PIEL	Si o no
HA TENIDO CÁNCER DE PIEL	Si o no
TRABAJA AL AIRE LIBRE	Si o no, en caso afirmativo escribir cuantas horas se expone al sol durante el día y durante cuantos años
VIVIR EN ZONA DE SOL INTENSO	Si o no, en caso afirmativo escribir en qué lugar y durante cuantos años
PRACTICA DEPORTE	Si o no, en caso afirmativo escribir cual deporte y durante cuantos años
TRATAMIENTO DE RADIOTERAPIA	Si o no
CONSUMIR AGUA DE UN POZO DURANTE UN LARGO TIEMPO	Si o no

## 7.2. Análisis exploratorio

Con el análisis exploratorio de las respuestas obtenidas con el cuestionario factores de riesgo para cáncer de piel, aplicado a cada uno de los trabajadores de la constructora Berdez se obtuvo una aproximación de los datos realizados, para conocer así los factores de riesgos, con la información relacionada con la edad, la ocupación, color de piel, color de cabello, antecedentes familiares, color de ojos, la práctica de algún deporte al aire libre, tratamientos de radio terapia, así también caracterizando las respuestas relacionadas.

La muestra consta de 121 trabajadores registrados; cómo podemos observar (7.1) 15 son mujeres y 106 son hombres, donde el 37 % son obreros, el 6 % son de aseo, soldador 3 %, pintores 4 %, el 1 % son auxiliares operativos, el 2 % trabaja en obra blanca, el 2 % son

ingenieros, ingenieros de obra solo el 1 %, el 2 % trabaja como llavera, auxiliar de entrega el 1 %, el 5 % son herreros, vigilante el 2 %, el 2 % administradoras, como armador el 2 %, el 12 % son eléctricos, auxiliar eléctrico el 1 %, demolidor el 2 %, el 10 % son auxiliares de obra, lateros el 6 % y técnicos industriales el 1 % (7.2)

SEXO	CANTIDAD	PORCENTAJE
0 (F)	15	12 %
1 (M)	106	88 %
TOAL	121	100 %

Tabla 7.1: Trabajadores

OCUPACIÓN	CANTIDAD	PORCENTAJES
OBREIRO (1)	45	37 %
ASEO (2)	7	6 %
SOLDADOR (3)	4	3 %
PINTOR (4)	5	4 %
AUXI OPERATIVO (5)	1	1 %
OBRA BLANCA (6)	2	2 %
INGENIERO (7)	2	2 %
INSPECTOR OBRA (8)	1	1 %
LLAVERA (9)	2	2 %
AUXI ENTREGA (10)	1	1 %
HERRERO (11)	6	5 %
VIGILANTE (12)	3	2 %
ADMINISTRADORA (13)	2	2 %
ARMADOR (14)	3	2 %
ELECTRICO (15)	14	12 %
AUX ELECTRICO (16)	1	1 %
DEMOLEDOR (17)	2	2 %
AUXI OBRA (18)	12	10 %
LATERO (19)	7	6 %
TECNICO INDUSTRIAL (20)	1	1 %
TOTAL:	121	100 %

Tabla 7.2: Descripción de trabajadores

Donde el promedio de edad es de 33 años, el estado civil de los trabajadores lo podemos apreciar en (7.3), En esta tabla tenemos 4 categorías de las cuales el 49 % son solteros, el 1 % casados, el 46 % viven en unión libre y el 4 % restante son separados.

ESTADO CIVIL	CANTIDAD	PORCENTAJES
SOLTERO	59	49 %
CASADO	1	1 %
UNIÓN LIBRE	56	46 %
SEPARADO	5	4 %
TOTAL:	121	100 %

Tabla 7.3: Estado civil

Su escolaridad: El 24 % tienen primaria, el 46 % secundaria, el 25 % son técnicos y el 5 % posgrado o pregrado. Su color de piel el 42 % tienen piel morena clara, el 16 % morena oscura, el 35 % piel blanca, el 2 % su piel es muy blanca y el 5 % tienen piel negra.

Su color de cabello: El 2 % tienen color de cabello rubio, el 30 % su color de cabello es café claro o castaño, el 16 % cabello café oscuro, el 52 % tiene cabello como negro y del color rojo no hay ningún trabajador.

Enrojecimiento de la piel al estar expuesto al sol: El 77 % de los trabajadores dice que, si presenta enrojecimiento, en cambio el 23 % no presenta ningún cambio.

Tan solo el 3 % dice que en su familia han tenido cáncer de piel, mientras que el 97 % asegura que ningún miembro cercano de su familia ha presentado este tipo de cáncer.

Para la pregunta trabaja al aire libre el 99 % dijeron que si están expuestos y tan solo el 1 % dijo que no, decidimos hacer un análisis de las horas promedio que están expuestos al sol y durante cuantos años lo han estado entonces en 8 intervalos de magnitud 1 podemos observar las horas de exposición al sol (7.4); de igual manera podemos apreciar en un intervalo de 8 con amplitud 5 los años de exposición al sol (7.5) donde encontramos que en el intervalo [1 - 6] han estado expuestos el 57 % de los trabajadores, en el intervalo [7 - 11] han estado expuestos el 22 %, en el intervalo [12 - 16] el 10 %, en el intervalo [17- 21] el 4 %, en el intervalo [27 - 31] el 5 % y en los intervalos [22 - 26] y [37- 41] solo el 1 % en cambio en el intervalo [32- 36] no existió ninguna persona que se expusiera durante esas horas.

INTERVALOS	FRECUENCIA	PORCENTAJE
3	13	6 %
4	12	8 %
5	13	10 %
6	18	12 %
7	7	13 %
8	48	15 %
9	9	17 %
10	1	19 %
TOTAL:	121	100 %

Tabla 7.4: Horas de exposición al sol

INTERVALOS	FRECUENCIA	PORCENTAJE
6	68	57 %
11	28	22 %
16	12	10 %
21	5	4 %
26	1	1 %
31	6	5 %
36	0	0 %
41	1	1 %
TOTAL:	121	100 %

Tabla 7.5: Años de exposición al sol

En la pregunta de zona geográfica de alta intensidad de sol el 69 % dicen que no han vivido en zonas donde el sol es intenso en cambio el 31 % dicen que sí, han vivido en zonas como Aipe, Barranquilla, Buenaventura, Cartagena, Costa San Carlos, Guape, Maracaibo, Margarita, Neiva, Santa Marta, Venezuela y Villa Vieja, sabemos que la exposición frecuente y prolongada a los rayos ultravioleta durante muchos años es la principal causa de cáncer en la piel, lo que no debe tomarse a la ligera, en la tabla tiempo que ha vivido ahí (7.6) se muestra en un intervalo de 8 con amplitud de 8 el tiempo en años en que los diferentes trabajadores han vivido donde el sol es intenso.

INTERVALOS	FRECUENCIA	PORCENTAJE
7	96	79 %
15	5	4 %
23	10	8 %
31	7	6 %
39	1	1 %
47	1	1 %
55	0	0 %
63	1	1 %
TOTAL:	121	100 %

Tabla 7.6: Tiempo que ha vivido ahí

En la pregunta de practica o ha practicado algún deporte el 65 % dicen que han practicado algún deporte al aire libre, en cambio el 35 % dicen que no, los deportes que han practicado son Fútbol, Ciclismo, Skatebuars, Voleibol, Micro, Natación, Judo y Trotar, en la tabla Horas que juega / semana (7.7) se muestra el tiempo en horas/ semana en que los diferentes trabajadores practican o practicaron algún deporte.

Como se muestra en la tabla (7.8) podemos ver que el 74 % de los trabajadores tienen cáncer de piel y el 26 % no han contraído este tipo de cáncer.

INTERVALOS	FRECUENCIA	PORCENTAJE
1 HORAS	55	45 %
2 HORAS	38	31 %
3 HORAS	18	15 %
4 HORAS	8	7 %
5 HORAS	2	2 %
TOTAL:	121	100 %

Tabla 7.7: Horas que juega / semana

HA TENIDO CÁNCER DE PIEL	CANTIDAD	PORCENTAJE
SI	89	74 %
NO	32	26 %
TOTAL:	121	100 %

Tabla 7.8: Ha tenido cáncer de piel

### 7.3. Planteamiento del modelo

Con el fin de estimar la proporción de desarrollar cáncer de piel en trabajadores de obras civiles en Neiva, considerando las variables que podrían influir en su comportamiento como lo es la cantidad de horas expuestos al sol, antecedentes familiares, color de ojos, color de cabello, si practican deportes al aire libre, la edad, entre otras mencionadas anteriormente. Se plantean los siguientes modelos estadísticos, se espera que modelen mejor el comportamiento de dichas variables.

#### 7.3.1. Experimento estadístico matemático:

Tomar el cuestionario y observar si el trabajador cumple con las condiciones de interés.

#### 7.3.2. Modelo estadístico matemático:

Eventos de interés:

$$A = \text{Ha tenido cáncer de piel}$$

Sea la variable aleatoria  $Z$  que define el evento  $A$  tal que:

$$Z = \begin{cases} 1 & \text{si ocurre } A \\ 0 & \text{si no ocurre } A \end{cases}$$

Donde  $Z \sim \text{Bernoulli}(\theta)$  y  $\theta = P(Z = 1)$  es la probabilidad de que el trabajador presente cáncer de piel.

Ahora sea  $X$  la variable aleatoria que identifica la cantidad de trabajadores con cáncer de piel.

$$X = \sum_{i=1}^{121} Z_i \sim \text{Binomial}(121, \theta)$$

La función de masa de probabilidad asociada esta dada por:

$$p(X = r|\theta) = \binom{121}{r} \theta^r (1 - \theta)^{1-r}$$

Donde  $X \in [0, 121]$  y  $\theta \in (0, 1)$

## 7.4. Aproximación Bayesiana

### 7.4.1. Principios de Laplace:

Como no se cuenta con información acerca del comportamiento de la prevalencia de  $\theta_j$  en los trabajadores de la constructora, se hará uso de una distribución a priori no informativa de Laplace, donde se asume una distribución a priori  $\pi(\theta) = \text{uniforme}(0, 1) = \text{Beta}(1, 1)$ . En este caso la a priori viene dada por:

$$\hat{\theta}_B|r \sim \text{Beta}(t + 1, n - t + 1)$$

Y la distribución posteriori asociada a la variable  $r$  es:

$$\hat{\theta}_B|r \sim \text{Beta}(121, 2)$$

### 7.4.2. A priori de Jeffrey

Obtendremos la distribución a priori de Jeffreys para la verosimilitud de la distribución binomial. Se describe el  $\log$  como la verosimilitud:

$$\log(L(\theta|r, n)) = r \log(\theta) + (n - r) \log(1 - \theta) + \text{constante}$$

La segunda derivada de el  $\log$  la verosimilitud es

$$\frac{\partial^2 \log(L(\theta|r, n))}{\partial \theta^2} = -\frac{r}{\theta^2} - \frac{n-r}{(1-\theta)^2}$$

Tomamos la esperanza con respecto a  $r$  es sencillo porque aparece linealmente. Podemos sustituir  $E(r|\theta)$  por  $r$ . Si  $r \sim \text{Binomial}(n, \theta)$ , entonces  $E(r|\theta) = n\theta$ , obteniendo la expresión para la información de Fisher esperada:

$$J(\theta|r) = E\left[\frac{\partial^2 \log(L(\theta|r, n))}{\partial \theta^2}\right] = \frac{n}{\theta(1-\theta)}$$

Si tomamos la raíz cuadrada y quitamos la constante  $n$ , obtenemos:

$$f(\theta) \propto \theta^{-\frac{1}{2}}(1 - \theta)^{-\frac{1}{2}}, 0 < \theta < 1$$

Esta función de densidad corresponde a una distribución beta,  $B\left(\frac{1}{2}, \frac{1}{2}\right)$ . Por tanto, en el caso de la verosimilitud de una binomial, la distribución a priori de Jeffreys es miembro de la familia conjugada.

**Distribución previa:**

$$f_{\theta}(\theta) \propto \sqrt{J_{\theta}(\theta)}$$

$$f_{\theta}(\theta) \propto \sqrt{E \left[ \frac{\partial^2 \log(L(\theta|r,n))}{\partial \theta^2} \right]}$$

$$\propto \sqrt{\frac{n}{\theta(1-\theta)}}$$

**Obtención de la distribución a posteriori:**

$$\pi(\theta|\vec{y}) = \frac{\binom{n}{r} \theta^r (1-\theta)^{1-r} \sqrt{\frac{n}{\theta(1-\theta)}}}{\int_{\theta} \binom{n}{r} \theta^r (1-\theta)^{1-r} \sqrt{\frac{n}{\theta(1-\theta)}} d\theta}$$

$$\propto \binom{n}{r} \theta^r (1-\theta)^{1-r} \sqrt{\frac{n}{\theta(1-\theta)}}$$

La distribución posterior es una binomial.

## 7.5. Probabilidades predictivas de Bayes como indicador de riesgo

Es de interés predecir la probabilidad de riesgo de cáncer de piel ya que, en caso de repetir el experimento en igualdad de condiciones, se hará uso de probabilidades predictivas de Bayes.

**Probabilidad predictiva:**

$$P(T \geq t) = \int_0^1 B - Binomial \quad d\theta$$

$$\approx Binomial(n, \hat{\theta}_B)$$

$$P(X = r^*) = \int_0^1 \binom{n}{r^*} \theta^{r^*} (1 - \theta_B)^{n-r^*} k \theta^{a+r-1} (1 - \theta)^{n+b-r-1} d\theta$$

$$P(X = r^*) = \binom{n}{r^*} k \int_0^1 \theta^{a+r-1} (1 - \theta_B)^{2n+b-r^*-r-1} d\theta$$

**Indicador de riesgo:**

$$P(\text{usted ha tenido cáncer de piel}) = \frac{P(\text{usted ha tenido cáncer de piel})}{P(N_o \text{ de trabajadores})}$$

$$P(X = r|u, \hat{\theta}_{eB}) \approx \binom{n}{r} \theta_{eB}^r (1 - \theta_{eB})^{n-r}$$

# Capítulo 8

## Resultados

En esta sección se expone de manera detallada los resultados obtenidos a la metodología descrita anteriormente. Por lo que esta conformada en tres partes; en la primera parte se realiza un análisis exploratorio de los datos, en la segunda parte se presentan las pruebas realizadas entre las variables y como ultima parte se mostraran las estimaciones obtenidas con los modelos clásico y Bayesianos.

### 8.1. Aproximación Bayesiana

Para obtener la estimación de la prevalencia, de un trabajador de la constructora presente cáncer de piel, se tomó un conjunto de datos de la encuesta realizada, con una distribución Beta de los hiperparametros obtenidos en la aproximación de Laplace. Obteniendo la prevalencia de los trabajadores en la constructora presenten cáncer de piel es de 76 %.

$\theta$	REGIÓN DE CREDIBILIDAD
0.76	[ 0.67 , 0.83]

Tabla 8.1: Estimación de prevalencia

Se observa en la tabla (8.2) la predicción de riesgo que se tiene es así que el 100 % de repeticiones de la muestras de tamaño 10 de la constructora pueden presentar cáncer de piel.

Pro	$P(X = 6)$	$P(X = 7)$	$P(X = 8)$	$P(X = 9)$	$P(X = 10)$
General	0.20	0.44	0.73	0.93	1.0

Tabla 8.2: Probabilidades Predictivas como indicador de riesgo.



En la figura 8.1 se muestran las probabilidades predictivas para todos los valores que puede tomar  $X$ . Donde se observa que el riesgo aumenta en general.

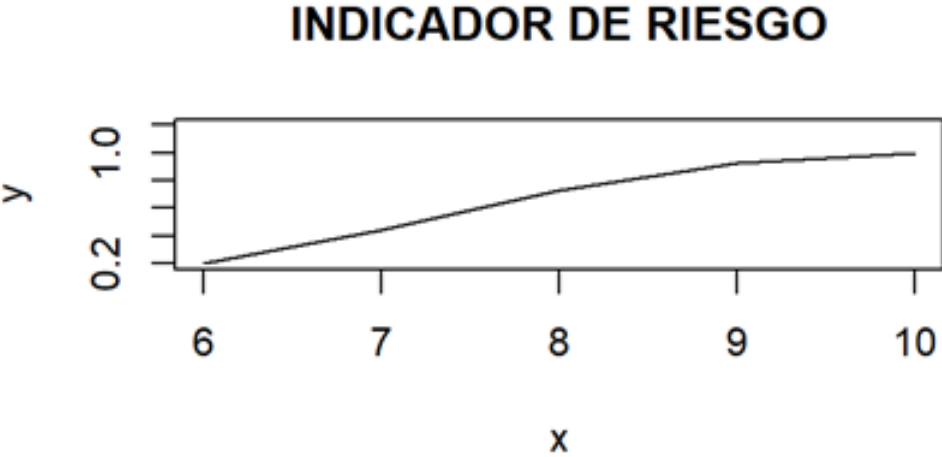


Figura 8.1: Indicador de riesgo con probabilidades predictivas de Bayes para  $n = 10$

# Capítulo 9

## Conclusiones y recomendaciones

### 9.1. Conclusiones

El cáncer de piel al ser uno de los carcinomas más frecuentes a nivel mundial y con una tasa de incidencia en aumento en Colombia nuestro estudio toma importancia. Se hizo este estudio debido a la falta de información sobre el comportamiento de este tipo de cáncer actualmente en nuestra ciudad, se justifica la realización de este estudio donde se puede establecer que el 57% de los obreros están expuestos al sol de 1 a 6 horas durante el día, encontrando la edad promedio de 33 años y mayor prevalencia en hombres.

La investigación, nos ayudó a saber más sobre la enfermedad del melanoma o cáncer de piel, sus causas, sus síntomas y/o sus características principales para su detección; de esta manera podemos comentar que este estudio se realizó de forma exitosa y teniendo en cuenta nuestros objetivos:

Con respecto al primer objetivo basado identificar los factores que influyen en el desarrollo de cáncer de piel se puede concluir que la población mayor de 40 años, de piel blanca, con mayor cantidad de lunares y antecedentes familiares son más probables de desarrollar cáncer de piel.

En cual al objetivo donde se propone determinar la proporción de desarrollar cáncer de piel a través de métodos clásico, para este objetivo no funciona ya que se encontró una dispersión de datos por lo tanto nuestra probabilidad no sería precisa ya que tenemos un 62% de probabilidad lo cual no es viable.

Para evaluar el rendimiento de las estimaciones bajo los escenarios propuestos el cual en este caso fue la estadística bayesiana, se obtuvo un nivel de confiabilidad mas alto con respecto al método clásico, obteniendo así una probabilidad predictiva del 76%, con unas regiones de credibilidad entre  $[0.67, 0.83]$ , con un indicador de riesgo que va aumentando desde 0.20 hasta 1.0.

## 9.2. Recomendaciones

Con base en el trabajo de investigación cuyo principal objetivo era estimar la proporción de desarrollar cáncer de piel en un grupo de trabajadores de las constructoras de la ciudad de Neiva se recomienda realizar nuevos estudios enfocados en incidencia de los distintos tipos de cáncer de piel a nivel regional y nacional, de igual forma difundir la información obtenida con el propósito de aumentar la realización de otras investigaciones en las personas que ejercen su labor expuestas a la radiación solar para comprobar o refutar los datos encontrados en el estudio.

A lo largo de este proyecto se evidencia el desconocimiento acerca de esta enfermedad, lo ideal es informar a los trabajadores de las constructoras sobre dicha enfermedad.

Teniendo en cuenta que las personas mas propensas a desarrollar dicha enfermedad se encuentran después de los 40 años, lo ideal es que estas mismas presenten un mayor cuidado y mayor atención cuando estén expuestas a la radiación solar.

# Capítulo 10

## Anexo 1: Cuestionario

**Cuestionario: Factores de riesgo para cáncer de piel**

---

**Sexo:** Femenino  Masculino       **Edad:** \_\_\_\_\_ años      **Ocupación:** \_\_\_\_\_

**Estado civil:** Soltero(a)  Casado(a) o unión libre  Viudo(a)  Separado(a) o divorciado(a)

**Escolaridad:** Primaria  Secundaria  Preparatoria, bachillerato o técnico  Licenciatura  Posgrado

**1. ¿Cuál es el color de su piel?**

Muy blanca, color blanco lechoso     Blanca     Morena clara     Morena oscura     Negra

**2. ¿Cuál es el color natural de su cabello, el que tenía a los 20 años de edad?**

Rojo     Rubio     Café claro o castaño     Café oscuro     Negro

**3. ¿Cuál es su color de ojos?**

Azul     Verde     Café claro     Café oscuro     Negro

**4. ¿Su piel se enrojece después de exponerse al sol sin protección alguna?**     Sí     No

**5. ¿Algún familiar cercano (padre, madre, hermanos) tiene o ha tenido cáncer de piel?**     Sí     No

**6. ¿Usted ha tenido cáncer de piel?**     Sí     No

**7. Hasta el momento, ¿ha tenido algún trabajo al aire libre?**     Sí     No

En caso afirmativo, ¿cuántas horas al día estaba expuesto al sol? \_\_\_\_ h.  
¿Durante cuánto tiempo? \_\_\_\_\_ años, \_\_\_\_\_ meses.

**8. ¿Ha vivido o vive usted en una zona geográfica de sol intenso, como playa, desierto o montaña?**    • Sí    • No

Si la respuesta es afirmativa, especifique:  
Lugar: \_\_\_\_\_ Cuántos años vivió o ha vivido en ese lugar? \_\_\_\_\_ años

**9. ¿Practica o ha practicado alguna actividad recreativa o deportiva al aire libre?**    • Sí    • No

En caso afirmativo, especifique:  
Actividad: \_\_\_\_\_ Horas por semana: \_\_\_\_\_ Tiempo: \_\_\_\_\_ Años: \_\_\_\_\_ Meses: \_\_\_\_\_

**10. ¿Ha recibido algún tratamiento de radioterapia por cáncer?**    • Sí    • No

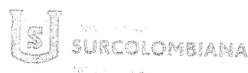
**11. ¿Usted ha consumido agua de pozo durante 10 años o más?**    • Sí    • No

---

Figura 10.1: Cuestionario

# Capítulo 11

## Anexo 2: Carta de solicitud con radicado



ACREDITADA DE  
ALTA CALIDAD

Neiva, 09 de Marzo del 2022

SEÑOR  
GERENTE  
CONSTRUCTORA BERDEZ  
NEIVA – HUILA

Rad: 863  
**BERDEZ S.A.S.**  
Nit. 900.577.381 - 2  
Correspondencia Recibida  
Fecha: 09/03/2022 Hora: 2:23 pm  
Recibe: Jennifer Varela H  
Cédula: \_\_\_\_\_ Tel: \_\_\_\_\_  
Notificación: Honor / correo  
Nombre: Adriana Lucia Gualy  
Correo: \_\_\_\_\_  
**SUJETO A VERIFICACIÓN**

Cordial saludo,

Deseamos informar que somos Investigadoras de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Programa Matemática aplicada, Universidad Surcolombiana, y estamos bajo la supervisión del M.G. Álvaro Javier Cangrejo Esquivel, profesor.

Nuestro tema de investigación es "Estimación de la proporción de desarrollar cáncer de piel en trabajadores de obras civiles en Neiva".

En este sentido, estamos realizando encuestas para la recopilación de datos entre las constructoras de la ciudad de Neiva, el objetivo principal de esta investigación es estimar la proporción de desarrollar cáncer de piel en un grupo de trabajadores de las constructoras de la ciudad de Neiva.

Por lo tanto, solicitamos que tenga la amabilidad de otorgar permiso para realizar encuestas entre el grupo de trabajadores de la constructora.

La información proporcionada por su constructora, se mantendrá confidencial y se utilizará únicamente con fines académicos.

Agradeciéndole,

Atentamente

Adriana Lucia Gualy V.  
ADRIANA LUCIA GUALY VARGAS  
Estudiante: Matemática Aplicada  
Celular: 3227593361  
Correo: U20182150645@uscc.edu.co

Alejandra Sepúlveda  
LINA ALEJANDRA SEPÚLVEDA TORRES  
Estudiante: Matemática Aplicada  
Celular: 3232332283  
Correo: U201821801058@uscc.edu.co

Figura 11.1: Carta de solicitud con radicado

# Capítulo 12

## Anexo 3: Estimación de prevalencia

	True positive	True negative
Test positive	89	3
Test negative	28	1

Estimates and exact confidence limits for assay sensitivity and specificity.

	Estimate	Lower 95% limit	Lower 97.5% limit
Sensitivity	0.7606838	0.68691293	0.673022265
Specificity	0.2500000	0.01274146	0.006309463

Upper 97.5% limit

Sensitivity	0.8347079
Specificity	0.8058796

Estimates and asymptotic confidence limits for predictive values. The prevalence is assumed to be 0.76.

	Estimate	Lower 95% limit	Lower 97.5% limit
NPV	0.2480565	0.07182021	0.05536496
PPV	0.7625705	0.66471908	0.64381824

Upper 97.5% limit

NPV	0.6499553
PPV	0.8508994

Figura 12.1: Estimación de prevalencia.

# Capítulo 13

## Anexo 4: Código

```
library(bdpv)
preval.CancerP <- prop.table(table(ENCUESTAS P10))
ENCUESTAS DSC <- ifelse(ENCUESTAS P10=='SI',1,0)
ENCUESTASDSC <- ordered(ENCUESTAS DSC, levels=c(1,0),
                        labels=c("SI","NO"))
table(ENCUESTAS DSC)
tdd <- with(ENCUESTAS,table(DSC,DM))
tdd
round(prop.table(tdd,1),2)
class(tdd)
BDtest(tdd, pr=0.76, conf.level = 0.95)

mydata <- data.frame(x=6:10)
attach(mydata)
pbinom(x,10,.76)
plot(x, y, type = "l",
      xlim = c(6, 10),
      ylim = c(0.10, 1.0))
title("INDICADOR DE RIESGO")
```

# Bibliografía

- [1] José Carlos Luque Martín Paulino López Campos Marina Villalta López, Trinidad López Cappa y Nuria Moreno Bergera. «Hábitos de exposición y medida de protección solar en bañistas y deportistas de Barrancabermeja». En: ().
- [2] Paola Velasquez. «Cáncer de piel ¿cómo está Colombia en esta materia?» En: *CONSULTORSALUD* (2020).
- [3] Camilo Puentes. «Neivanos, mucho cuidado con el cáncer de piel». En: *Opa Noticias* (2019).
- [4] Nuestra noticias. «Si sale a disfrutar del San Pedro ojo con el sol». En: *Nuestra noticias* (2019).
- [5] Guillermo Sánchez y col. «Incidencia de cáncer de piel en Colombia, años 2003-2007». En: *Piel* 26.4 (2011), págs. 171-177.
- [6] Flavia C. Pozzobon, Álvaro E. Acosta y Juan S. Castillo. «Cáncer de piel en Colombia: cifras del Instituto Nacional de Cancerología». En: *Revista de la Asociación Colombiana de Dermatología y Cirugía Dermatológica* 26.1 (2018), págs. 12-17.
- [7] P Aceituno-Madera y col. «Evolución de la incidencia del cáncer de piel en el período 1978–2002». En: *Actas Dermo-Sifiliográficas* 101.1 (2010), págs. 39-46.
- [8] Mark S Nestor y Matthew B Zarraga. «The incidence of nonmelanoma skin cancers and actinic keratoses in South Florida». En: *The Journal of clinical and aesthetic dermatology* 5.4 (2012), pág. 20.
- [9] Margaret P Staples y col. «Non-melanoma skin cancer in Australia: the 2002 national survey and trends since 1985». En: *Medical Journal of Australia* 184.1 (2006), págs. 6-10.
- [10] John Nova-Villanueva, Guillermo Sánchez-Vanegas y Luisa Porras de Quintana. «Cáncer de piel: perfil epidemiológico de un centro de referencia en Colombia 2003-2005». En: *Revista de Salud Pública* 9 (2007), págs. 595-601.
- [11] Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. «CAPÍTULO 5: INCREMENTO DE PELIGROS NATURALES EN LA CONSTRUCCIÓN: RADIACIÓN SOLAR». En: *Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo* ().
- [12] P. B. Dixon C. Pritchard. «Reporting of skin cancer risks in the house-building industry: alternative approaches to the analysis of categorical data». En: *National Library of Medicine* (2008).
- [13] Grant Cameron. «Work-related skin cancer among construction workers set to double by 2060». En: *Daily Commercial News* (2021).
- [14] Occupational Cancer Research Centre. «FUTURE BURDEN OF CANCER IN CONSTRUCTION». En: *Occupational Cancer Research Centre* (2017).



- [15] SunSmart. «Study reveals UV exposure as the most common carcinogen in the Australian construction industry». En: *SunSmart* (2019).
- [16] Mainara Meller Dalcin y col. «Câncer de pele em trabalhadores rurais: fotoexposição e orientação quanto a fatores de risco». En: *Research, Society and Development* 10.1 (2021), e15110111594-e15110111594.
- [17] Ana Cecilia Benicio Santos y col. «CÂNCER DE PELE: CONHECIMENTO DOS TRABALHADORES RURAIS DO CARIRI CEARENSE». En: *Interdisciplinar em Saúde* (2015).
- [18] Copyright American Cancer Society. «¿QUE ES EL CANCER? UNA GUIA PARA PACIENTES Y SUS FAMILIAS». En: *American Cancer Society* (2016).
- [19] MAYO CLINIC. «Cancer de piel». En: *MAYO CLINIC* (2020).
- [20] ALEJANDRO E. POLANCO. «UNIDAD III: PROPIEDADES DE LOS ESTIMULADORES». En: ().
- [21] Universidad de Buenos Aires. «Propiedad de los estimadores». En: *StuDocu* (2021).
- [22] Gisbert Martín de Hijas. «CAPITULO 3: METODOS CLASICOS DE INFERENCIA SOBRE PROPORCIONES». En: (2005).
- [23] Helio S Migon, Dani Gamerman y Francisco Louzada. *Statistical inference: an integrated approach*. CRC press, 2014.
- [24] Hospital Universitario Ramón y Cajal. «Estimación de proporciones». En: *SALUD MADRID* ().
- [25] Liliana Blanco Castañeda. *Probabilidad*. Univ. Nacional de Colombia, 2004.
- [26] Alberto Boada. «Teorema Bayes Ejemplo». En: (2016).
- [27] GC.SCALAHED. *UNIDAD 4: ANÁLISIS BAYESIANO DE DECISIÓN: INFORMACIÓN DE LA MUESTRA*.
- [28] O Berger James. «Statistical decision theory and Bayesian analysis». En: *Springer Series in Statistics, ISBN-10: 0-387-96098-8 and-13* (1985), págs. 978-0387.
- [29] H Gutiérrez Pulido y P Gutiérrez González. «Fundamentos y aplicaciones de la estadística Bayesiana». En: *México: Universidad de Guadalajara* (2013).
- [30] Fredy Mendivelso y Milena Rodríguez. «Prueba Chi-Cuadrado de independencia aplicada a tablas 2xN». En: *Revista Médica Sanitas* 21.2 (2018), págs. 92-95.
- [31] Alan Agresti. *An introduction to categorical data analysis*. John Wiley & Sons, 2018.
- [32] Piédrola Gil. «Estudios descriptivos: Estudios para evaluar pruebas diagnósticas». En: *Piédrola Gil* (2001).
- [33] José H Donis. «Tipos de diseños de los estudios clínicos y epidemiológicos». En: *Avances en biomedicina* 2.2 (2013), págs. 76-99.