

Diseño de protocolo de vigilancia epidemiológica y prevención del riesgo por radiación ultravioleta para trabajadores del sector cafetero colombiano: revisión sistemática y validación por expertos.

Maryuri del Carmen Loaiza Toro

Cesar Augusto Vidal Osorio

Luisa Fernanda Ospina Millán

Corporación Universitaria Minuto de Dios - UNIMINUTO

Rectoría Centro Occidente

Centro Universitario – Buga

Administración en Seguridad y salud en el Trabajo

Noviembre del 2025

Diseño de protocolo de vigilancia epidemiológica y prevención del riesgo por radiación ultravioleta para trabajadores del sector cafetero colombiano: revisión sistemática y validación por expertos.

Trabajo de Grado

Asesor(a):

Ángel Alberto Triana Pérez

Maryuri del Carmen Loaiza Toro

Cesar Augusto Vidal Osorio

Luisa Fernanda Ospina Millán

Corporación Universitaria Minuto de Dios - UNIMINUTO

Rectoría Centro Occidente

Centro Universitario – Buga

Administración en Seguridad y salud en el Trabajo

Noviembre del 2025

Dedicatoria

De Maryuri del Carmen Loaiza Toro

A mis padres, cuyo sacrificio y amor han sido el pilar fundamental de mi formación. A mis hermanos, por su apoyo incondicional en cada etapa de este camino. A mi hermana e hija, por su paciencia y comprensión durante las largas horas de estudio. Esta conquista es también la suya.

De Cesar Augusto Vidal Osorio

Dedico este logro a mi familia, fuente constante de inspiración y fortaleza. A mi madre, por sus enseñanzas de perseverancia. A mi padre, por su ejemplo de trabajo. A mis amigos, por acompañarme en este recorrido académico. Que este trabajo sea testimonio de que con dedicación no hay meta inalcanzable.

De Luisa Fernanda Ospina Millán

A Dios, por guiar mis pasos y darme la sabiduría para culminar este proyecto. A mis padres y abuelos, por ser mi motor y razón de ser. A mis compañeros de equipo, por su colaboración y compañerismo. A todos los caficultores colombianos, cuya labor inspira este trabajo y a quienes esperamos servir con nuestros aportes.

Agradecimientos

Los autores expresamos nuestro más sincero agradecimiento:

Al asesor Ángel Alberto Triana Pérez, por su guía experta, paciencia infinita y valiosas contribuciones académicas que enriquecieron sustancialmente este trabajo. Su mentoría ha sido fundamental en el desarrollo y consolidación de esta investigación.

A la Corporación Universitaria Minuto de Dios - UNIMINUTO, especialmente a la Rectoría Centro Occidente y al Centro Universitario de Buga, por brindarnos una formación integral basada en principios de calidad educativa y responsabilidad social.

Al programa de Administración en Seguridad y Salud en el Trabajo, y a todos nuestros profesores, quienes con su conocimiento y dedicación contribuyeron a nuestra formación profesional y al desarrollo de competencias investigativas.

A los expertos que participaron en la validación Delphi, cuyo aporte multidisciplinario fue esencial para el rigor científico y la aplicabilidad del protocolo desarrollado.

A las instituciones y profesionales que compartieron su experiencia y conocimientos sobre el sector cafetero colombiano y la gestión del riesgo por radiación ultravioleta.

A nuestras familias, por su apoyo emocional, comprensión y motivación durante todo el proceso de formación profesional y especialmente durante la elaboración de este trabajo de grado.

Finalmente, a todos aquellos que de manera directa o indirecta contribuyeron a la realización de este proyecto, cuyo éxito es el resultado de un esfuerzo colectivo y colaborativo.

“Que este trabajo sirva como aporte significativo a la protección de los trabajadores del sector cafetero colombiano e inspire futuras investigaciones en pro de la salud ocupacional en nuestro país”.

Tabla de contenido

Lista de Tablas.....	10
Lista de figuras.....	11
Lista de Anexos	12
Resumen	13
Abstract.....	14
Introducción.	15
1. Planteamiento del problema.....	18
1.1. Descripción del Problema	18
1.1.2 Formulación del Problema	22
1.2. Hipótesis.....	24
1.2.1. Hipótesis General (Hi).....	24
1.2.2. Hipótesis Nula (H0).....	24
1.2.3. Hipótesis Específicas.....	24
1.3. Objetivos.....	26
1.3.1. Objetivo general.....	26
1.3.2. Objetivos específicos	26
1.4. Justificación	27
2. Marco de referencia	30
2.1. Marco Teórico.....	30
2.2. Marco Conceptual.....	48
3. Metodología	64
3.1. Paradigma y tipo de investigación.....	64
3.2. Enfoque metodológico	64
3.3. Alcance de la investigación.....	65
3.4. Diseño de la investigación	65
3.5. Población y muestra	66
3.5.1. Población documental.....	66
3.5.2. Panel de expertos	66
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	67
3.6.1. Para la revisión sistemática.....	67
3.6.2. Para el análisis comparativo	67
3.6.3. Para la validación Delphi.....	68
3.7. Procedimiento de recolección y análisis de datos.....	68

3.7.1. Fase 1: Revisión sistemática.....	68
3.7.2. Fase 2: Análisis comparativo.....	68
3.7.3. Fase 3: Diseño del protocolo.....	69
3.7.4. Fase 4: Validación Delphi.....	69
3.8. Técnicas de análisis de datos.....	69
3.8.1. Análisis cualitativo.....	69
3.8.2. Análisis cuantitativo.....	70
3.9. Consideraciones éticas.....	70
3.10. Validez y confiabilidad.....	71
3.10.1. Credibilidad.....	71
3.10.2. Transferibilidad.....	71
3.10.3. Dependabilidad.....	71
3.10.4. Confirmabilidad.....	72
3.11. Limitaciones metodológicas.....	72
4. Resultados.....	73
4.1. Resultados de la Revisión Sistemática (Fase 1).....	73
4.1.1. Proceso de Selección de Estudios.....	73
4.1.2. Características de los Estudios Incluidos.....	74
4.1.3. Síntesis Cualitativa de Hallazgos.....	76
4.2. Resultados del Análisis Comparativo de Protocolos Internacionales (Fase 2).....	80
4.2.1. Introducción al Análisis Comparativo.....	80
4.2.2. Descripción Detallada de Protocolos por País.....	80
4.2.3. Tabla Comparativa de Componentes Clave.....	84
4.2.4. Análisis de Aplicabilidad al Contexto Colombiano.....	85
4.2.5. Brechas Identificadas y Oportunidades.....	87
4.3. Resultados del Diseño del Protocolo (Fase 3).....	89
4.3.1. Estructura General del Protocolo.....	89
4.3.2. Componentes Detallados del Protocolo.....	91
4.3.3. Anexos del Protocolo.....	96
4.3.4. Consideraciones de Implementación.....	97
4.4. Resultados de la Validación por Método Delphi (Fase 4).....	99
4.4.1. Caracterización del Panel de Expertos.....	99
4.4.2. Instrumentos y Procedimiento de Validación.....	100
4.4.4. Análisis de Concordancia y Consenso.....	103
5. Discusión.....	107

5.1. Interpretación de los Hallazgos Principales	108
5.1.1. Magnitud de la Exposición UV en Trabajadores Cafeteros.....	108
5.1.2. Efectividad Diferencial de Medidas Preventivas	109
5.1.3. Validación del Protocolo por Panel de Expertos	110
5.2. Comparación con la Literatura Previa	111
5.2.1. Consistencia con Evidencia sobre Riesgo UV Ocupacional	111
5.2.2. Alineación y Divergencias con Protocolos Internacionales	112
5.2.3. Abordaje de Barreras para Implementación	113
5.3. Explicación de Patrones y Resultados Sobresalientes.....	114
5.3.1. Niveles Excepcionales de Consenso en Validación	114
5.3.2. Variabilidad en Concordancia entre Dimensiones	115
5.3.3. Confirmación de Todas las Hipótesis Planteadas.....	116
5.4. Limitaciones del Estudio	116
5.4.1. Limitaciones Metodológicas	116
5.4.2. Limitaciones de Transferibilidad	117
5.4.3. Limitaciones Temporales y de Recursos	118
5.5. Implicaciones Prácticas y Teóricas	119
5.5.1. Implicaciones para la Práctica de Salud Ocupacional	119
5.5.2. Implicaciones para la Investigación en Salud Ocupacional	120
5.5.3. Implicaciones para Política Pública	121
5.6. Fortalezas del Estudio	122
5.7. Hallazgos Inesperados y Paradojas Analíticas	124
5.7.1. Paradoja de Concordancia: Mayor Acuerdo en Educación que en Controles de Ingeniería.....	124
5.7.2. Vacío de Evidencia en Población Específica: Trabajadores Cafeteros.....	127
5.7.3. Discrepancia entre Jerarquía de Efectividad y Valoración de Consenso	130
6. Conclusiones	135
6.1. Respuesta a las Preguntas de Investigación	135
6.1.1. Pregunta Principal.....	135
6.1.2. Pregunta Secundaria 1.....	137
6.1.3. Pregunta Secundaria 2.....	138
6.1.4. Pregunta Secundaria 3.....	140
6.1.5. Preguntas Secundarias 4 y 5	141
6.2. Cumplimiento de los Objetivos de Investigación	143
6.2.1. Objetivo Específico 1	143

6.2.2. Objetivo Específico 2	143
6.2.3. Objetivo Específico 3	144
6.2.4. Objetivo Específico 4	145
6.2.5. Objetivo General	146
6.3. Verificación de Hipótesis	146
6.4. Contribución al Conocimiento	148
6.5. Consideraciones Finales	150
7. Recomendaciones	153
7.1. Recomendaciones para la Implementación del Protocolo.....	153
7.1.1. Implementación Piloto y Evaluación de Proceso	153
7.1.2. Articulación Institucional Estratégica	154
7.1.3. Desarrollo de Capacidades Técnicas	155
7.1.4. Provisión de Recursos Técnicos y Económicos	156
7.1.5. Sistema de Monitoreo y Evaluación Continua	157
7.2. Recomendaciones para Futuras Investigaciones.....	158
7.2.1. Estudios Dosimétricos en Trabajadores Cafeteros Colombianos	158
7.2.2. Evaluación de Efectividad del Protocolo Mediante Ensayos Controlados.....	159
7.2.3. Investigación sobre Barreras y Facilitadores Contextuales	160
7.2.4. Estudios de Vigilancia Epidemiológica Longitudinal	161
7.2.5. Investigación sobre Adaptación del Protocolo a Otros Sectores Agrícolas.....	161
7.3. Recomendaciones para Política Pública.....	162
7.3.1. Desarrollo de Normativa Específica sobre Protección UV Ocupacional	162
7.3.2. Integración con Estrategias de Prevención de Cáncer	163
7.3.3. Incentivos para Implementación en Pequeñas Empresas	164
7.3.4. Fortalecimiento de Capacidades de Fiscalización	165
7.4. Recomendaciones para Stakeholders Especificos	166
7.4.1. Para la Federación Nacional de Cafeteros.....	166
7.4.2. Para Administradoras de Riesgos Laborales.....	167
7.4.3. Para Instituciones Académicas	167
7.4.4. Para Organizaciones de Trabajadores	168
7.5. Consideraciones para Sostenibilidad del Protocolo	169
7.5.1. Mecanismos de Actualización Continua	169
7.5.2. Integración con Sistemas de Gestión Existentes.....	170
7.5.3. Generación de Evidencia de Impacto para Escalamiento.....	171
7.5.4. Estrategia de Comunicación y Diseminación.....	172

7.5.5. Alianzas Público-Privadas para Financiamiento Sostenible	173
8. Referencias.....	175
9. Anexos.....	181
ANEXO A.....	181
1. Variables Evaluadas.....	181
2. Tablas de Referencia	181
3. Instrucciones de Uso	182
4. Medidas de Control Requeridas por Nivel de Riesgo.....	183
SECCIÓN 1: DATOS DE IDENTIFICACIÓN DEL TRABAJADOR	184
SECCIÓN 2: REGISTRO DIARIO DE EXPOSICIÓN.....	184
SECCIÓN 3: VALIDACIÓN.....	185
ANEXO B.....	186
Regla ABCDE para Identificar Lunares Sospechosos	186
Cómo Realizar el Autoexamen (Paso a Paso).....	186
Consejos para un Mejor Autoexamen.....	187
ANEXO C.....	196
1. Población Objetivo.....	196
2. Componentes del Examen Dermatológico.....	196
3. Lesiones a Identificar y Criterios de Referencia.....	197
4. Algoritmo de Decisión Clínica.....	197
5. Registro y Seguimiento.....	198
6. Educación al Trabajador.....	198

Lista de Tablas

Tabla 1 Características Principales de los Estudios Incluidos en la Revisión Sistemática (Ejemplos Representativos)	75
Tabla 2 Análisis Comparativo de Protocolos Internacionales de Protección UV Ocupacional...84	
Tabla 3. Caracterización del Panel de Expertos Delphi (n=12)	99
Tabla 4 Resultados de la Primera Ronda Delphi - Niveles de Consenso por Dimensión	101
Tabla 5 Resultados Finales de la Validación Delphi - Consenso por Dimensión	102
Tabla 6 Verificación de Hipótesis Planteadas en el Estudio	147

Lista de figuras

Figura 1 Diagrama de Flujo PRISMA 2020 del Proceso de Selección de Estudios	74
Figura 2 Estructura General del Protocolo de Vigilancia Epidemiológica y Prevención del Riesgo UV	90

Lista de Anexos

Anexo A 1 Matriz de Evaluación Rápida del Riesgo UV	181
Anexo A 2 Formato de Registro de Exposición Individual a Radiación UV	184
Anexo B 1 Guía Visual de Autoexamen Dermatológico Mensual	186
Anexo B 2 Especificaciones para Afiches de Alerta UV	188
Anexo B 3 Contenido del Rotafolio de Capacitación 'Café con Protección'	190
Anexo C 1 Guía de Tamizaje Dermatológico para Médicos Generales	196
Anexo C 2 Criterios de Referencia a Dermatología	199
Anexo C 3 Formato de Historia Clínica Ocupacional - Exposición a Radiación UV	200

Resumen

La exposición ocupacional a radiación ultravioleta (UV) representa un riesgo laboral significativo y subvalorado para los trabajadores del sector cafetero colombiano, población vulnerable debido a las condiciones de alta altitud, latitud ecuatorial y jornadas prolongadas a la intemperie que caracterizan su labor. Ante la ausencia de un protocolo de vigilancia y prevención específico y contextualizado para este sector, el objetivo de este estudio fue diseñar y validar un protocolo integral para la gestión de este riesgo. La metodología correspondió a una investigación aplicada con un diseño mixto secuencial, la cual se desarrolló en cuatro fases: inicialmente, se realizó una revisión sistemática de la literatura (guía PRISMA) que sintetizó la evidencia de 67 estudios; en segundo lugar, se efectuó un análisis comparativo de protocolos internacionales de referencia (Australia, Chile, EE.UU. y España); con esta base de evidencia, se procedió al diseño del protocolo, estructurándolo en componentes de evaluación de riesgo, controles jerarquizados y vigilancia epidemiológica; finalmente, su validación se llevó a cabo mediante el método Delphi con un panel de 12 expertos. Los resultados obtenidos demostraron que los trabajadores están expuestos a dosis de UV que pueden superar hasta 13 veces los límites internacionales seguros. El protocolo resultante fue valorado de manera muy positiva por el panel de expertos, alcanzando un consenso del 100% en sus componentes y altos niveles de pertinencia (92,1%), viabilidad (85,8%) y aplicabilidad (87,7%), con una concordancia sustancial entre jueces (W de Kendall = 0,74). Se concluye que el protocolo diseñado es un instrumento robusto, contextualizado y validado para la prevención del cáncer de piel y otras patologías asociadas a la radiación UV en los trabajadores cafeteros de Colombia, constituyendo una herramienta lista para su implementación por parte de empresas, gremios y autoridades de salud ocupacional.

Palabras clave: Radiación Ultravioleta, Salud Laboral, Sector Cafetero, Colombia, Protocolo de Vigilancia, Método Delphi, Prevención Primaria.

Abstract

Occupational exposure to ultraviolet (UV) radiation is a significant and underestimated risk for workers in the Colombian coffee sector, a vulnerable population due to the high-altitude, equatorial, and prolonged outdoor work conditions that characterize their labor. Given the lack of a specific and contextualized surveillance and prevention protocol for this sector, **this study aimed to design and validate a comprehensive protocol** to manage this risk. **The methodology** employed was applied research with a sequential mixed design, developed in four phases: first, a systematic literature review (PRISMA guidelines) was conducted, synthesizing evidence from 67 studies; second, a comparative analysis of international reference protocols (Australia, Chile, USA, and Spain) was performed; based on this evidence, **the protocol was designed**, structured around risk assessment, a hierarchy of controls, and epidemiological surveillance; finally, **its validation** was carried out using the Delphi method with a panel of 12 experts. **The results** demonstrated that workers are exposed to UV doses that can exceed safe international limits by up to 13 times. The resulting protocol was highly rated by the expert panel, achieving 100% consensus on its components and high levels of relevance (92.1%), feasibility (85.8%), and applicability (87.7%), with substantial agreement among judges (Kendall's $W = 0.74$). **It is concluded** that the designed protocol is a robust, contextualized, and validated instrument for preventing skin cancer and other UV-related pathologies among Colombian coffee workers, representing a tool ready for implementation by companies, guilds, and occupational health authorities.

Keywords: Ultraviolet Radiation, Occupational Health, Coffee Sector, Colombia, Surveillance Protocol, Delphi Method, Primary Prevention.

Introducción.

El sector cafetero colombiano constituye un pilar fundamental de la economía nacional y una fuente de sustento para cientos de miles de familias, muchas de las cuales dependen del trabajo directo en los cultivos. Sin embargo, esta labor esencial conlleva una exposición ocupacional crónica y sistemáticamente subvalorada a la radiación ultravioleta (UV) solar. La Organización Mundial de la Salud (2023) señala que aproximadamente el 90% de los cánceres de piel no melanoma están directamente asociados con esta exposición, siendo los trabajadores al aire libre, como los caficultores, una población de especial vulnerabilidad.

En Colombia, esta problemática adquiere dimensiones alarmantes. El cáncer de piel se ha posicionado como la neoplasia más frecuente en hombres, con una incidencia que continúa en ascenso (Pardo & Cendales, 2024). Los trabajadores del café enfrentan condiciones geográficas y laborales que intensifican el riesgo: se desempeñan en el Eje Cafetero, una región con ubicación ecuatorial, altitudes entre 1.200 y 2.000 metros sobre el nivel del mar — donde la intensidad de la radiación UV se incrementa hasta en un 10% por cada 1.000 metros de elevación— y una topografía montañosa que genera reflexión adicional (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [IDEAM], 2024). A esto se suman jornadas de 8 a 10 horas diarias, frecuentemente durante las horas de mayor intensidad radiante y, en muchos casos, sin medidas de protección adecuadas (Organización Internacional del Trabajo [OIT], 2022).

A nivel normativo, Colombia presenta un vacío crítico. La Resolución 2400 de 1979, aunque establece de manera genérica la obligación de proteger a los trabajadores contra radiaciones ultravioleta, no especifica metodologías de evaluación, valores límite permisibles ni protocolos de vigilancia epidemiológica para este riesgo (Ministerio de Trabajo y Seguridad Social, 1979). Esta carencia contrasta notablemente con marcos regulatorios más avanzados,

como los de Australia, Chile y Estados Unidos, que han desarrollado guías específicas (Safe Work Australia, 2013; National Institute for Occupational Safety and Health [NIOSH], 2021).

Si bien la evidencia científica internacional es robusta respecto a la relación entre la exposición UV ocupacional y efectos adversos como el cáncer de piel, el fotoenvejecimiento y las cataratas (Rodríguez & Gómez, 2019), existe una escasez de estudios e instrumentos técnicos específicamente adaptados a las particularidades sociolaborales, culturales y económicas del sector cafetero colombiano. Esta brecha entre el conocimiento disponible y su aplicación práctica en el contexto local deja a una población esencial desprotegida.

Por ello, este trabajo de grado se propuso como objetivo general diseñar un protocolo de vigilancia epidemiológica y prevención del riesgo por radiación ultravioleta para trabajadores del sector cafetero colombiano, fundamentado en la mejor evidencia científica disponible y validado por expertos. La metodología se estructuró en cuatro fases secuenciales: una revisión sistemática para sintetizar la evidencia, un análisis comparativo de protocolos internacionales, el diseño del protocolo contextualizado y su validación mediante el método Delphi.

Este trabajo se inscribe en la Línea de Investigación "Gestión de Riesgos Laborales" del Programa de Administración en Seguridad y Salud en el Trabajo, UNIMINUTO Centro Regional Buga, Rectoría Centro Occidente. Específicamente, contribuye a la sublínea de "Prevención de Enfermedades Laborales" mediante el desarrollo de instrumentos técnicos para la gestión de riesgos ocupacionales emergentes en el sector agrícola colombiano. La investigación responde a la necesidad institucional de generar conocimiento aplicado que atienda poblaciones vulnerables, materializando la opción preferencial por los pobres y excluidos que fundamenta el proyecto educativo de UNIMINUTO y su compromiso con la transformación social desde la praxis profesional en salud ocupacional.

El presente documento se organiza de la siguiente manera: después de esta introducción, se presenta el planteamiento del problema con su descripción, formulación, hipótesis y objetivos. Luego, se desarrolla el marco de referencia que sustenta la investigación, seguido de la metodología detallada. Posteriormente, se exponen los resultados organizados por cada fase del estudio, para finalmente, en las secciones de discusión y conclusiones, analizar los hallazgos y sus implicaciones para la salud ocupacional en el sector cafetero colombiano.

1. Planteamiento del problema

1.1. Descripción del Problema

La exposición ocupacional a radiación ultravioleta (UV) de origen solar constituye un factor de riesgo significativo y sistemáticamente subvalorado en el sector agrícola colombiano. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2023), aproximadamente el 90% de los cánceres de piel no melanoma están directamente asociados con la exposición crónica a radiación UV solar, siendo los trabajadores al aire libre una población de especial vulnerabilidad. En Colombia, el cáncer de piel se posicionó como la neoplasia más frecuente en hombres durante 2022, con una incidencia que continúa en ascenso (Pardo & Cendales, 2024).

El sector cafetero colombiano emplea aproximadamente 540,000 familias distribuidas principalmente en el Eje Cafetero, región caracterizada por condiciones geográficas que intensifican la exposición a radiación UV: ubicación ecuatorial con índices UV que alcanzan niveles extremos (11-14) durante gran parte del año, altitudes entre 1,200 y 2,000 metros sobre el nivel del mar que incrementan hasta un 10% la intensidad de radiación por cada 1,000 metros de elevación, y topografía montañosa que genera reflexión adicional (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [IDEAM], 2024). Los trabajadores cafeteros realizan jornadas de 8 a 10 horas diarias bajo exposición solar directa, frecuentemente durante las horas de mayor intensidad radiante sin medidas de protección adecuadas (Organización Internacional del Trabajo [OIT], 2022).

La evidencia científica reciente confirma que los trabajadores agrícolas presentan un riesgo significativamente elevado de desarrollar lesiones dermatológicas asociadas a exposición UV. Una revisión sistemática de Rodríguez y Gómez (2019) sobre cáncer de piel en trabajadores al aire libre evidenció una relación directa entre horas de exposición acumulada y tipo de trabajo desempeñado, confirmando que el uso de elementos de protección personal y el

trabajo en la sombra reducen sustancialmente el riesgo. Sin embargo, esta revisión identificó un vacío crítico: la ausencia de estudios específicos en trabajadores del sector cafetero colombiano y la inexistencia de protocolos de prevención adaptados a las particularidades de este sector productivo.

A nivel normativo, Colombia presenta limitaciones importantes en la regulación del riesgo por radiación UV ocupacional. La Resolución 2400 de 1979 del Ministerio de Trabajo establece de manera genérica la obligación de dotar a los trabajadores de elementos de protección contra radiaciones ultravioleta, pero no especifica valores límite permisibles, metodologías de evaluación ni protocolos de vigilancia epidemiológica para este factor de riesgo (Ministerio de Trabajo y Seguridad Social, 1979). Esta carencia normativa contrasta notablemente con países como Australia, Chile y Estados Unidos, que han desarrollado marcos regulatorios específicos incluyendo índices de exposición permisible, sistemas de alerta y programas obligatorios de vigilancia para trabajadores expuestos (Safe Work Australia, 2013).

Las consecuencias de esta exposición crónica no controlada son progresivas y de gravedad creciente. A corto plazo, los trabajadores experimentan eritema solar, fotosensibilización y conjuntivitis actínica. A mediano plazo desarrollan fotoenvejecimiento prematuro, elastosis solar, queratosis actínicas (lesiones precancerosas) y pterigion. A largo plazo, el riesgo de carcinoma basocelular, carcinoma escamocelular y melanoma aumenta significativamente, además de cataratas que pueden derivar en discapacidad visual (American Cancer Society, 2023). Datos del Instituto Nacional de Cancerología indican que el carcinoma basocelular representa el 52.7% de los diagnósticos de cáncer de piel, seguido del carcinoma escamocelular (22.6%) y el melanoma (16.1%), con una incidencia estimada de melanoma maligno de 4.6 por 100,000 habitantes (Liga Colombiana contra el Cáncer, 2021).

La problemática se complejiza por factores sociolaborales característicos del sector cafetero. Según análisis de la OIT (2022), la informalidad laboral predominante limita el acceso a sistemas de seguridad social y programas de salud ocupacional estructurados. Muchos trabajadores son migrantes temporales que siguen los ciclos de cosecha, dificultando el seguimiento médico y la implementación de programas preventivos continuos. Adicionalmente, existe un déficit significativo en conocimientos sobre riesgos de exposición UV; estudios regionales en población agrícola latinoamericana evidencian que menos del 25% de los trabajadores identifica correctamente la relación entre exposición solar y cáncer de piel (Santillán, 2022).

Las barreras para la implementación de medidas preventivas son múltiples. Económicamente, el costo del protector solar de amplio espectro (FPS 50+) con reaplicación requerida cada 2-3 horas resulta prohibitivo para trabajadores con ingresos cercanos al salario mínimo. Culturalmente, persisten conceptos erróneos como que "la piel curtida ya no se daña" o que "el cáncer de piel solo afecta a personas de piel clara", perpetuando comportamientos de riesgo. Operacionalmente, el uso de elementos de protección personal es percibido como incompatible con la productividad laboral, especialmente cuando la remuneración se establece por kilogramos recolectados (Martínez, 2024).

A nivel institucional, existe un vacío crítico en herramientas técnicas para la gestión de este riesgo. No se han desarrollado protocolos específicos de evaluación de riesgo por radiación UV adaptados a las condiciones del trabajo agrícola colombiano, no existe un programa estandarizado de vigilancia epidemiológica para lesiones precancerosas en trabajadores expuestos, y hay ausencia de guías prácticas para la implementación de controles jerárquicos efectivos en este sector. Las Administradoras de Riesgos Laborales y la Federación Nacional de Cafeteros no han priorizado este factor de riesgo en sus sistemas de gestión,

enfocándose tradicionalmente en riesgos músculo-esqueléticos, químicos y de seguridad (OIT, 2024).

La revisión de la literatura científica internacional revela la existencia de múltiples protocolos y guías de prevención de riesgo UV ocupacional en países desarrollados. Sin embargo, estos instrumentos presentan limitaciones significativas para su aplicación directa en el contexto colombiano: están diseñados para latitudes no ecuatoriales, asumen disponibilidad de recursos técnicos y económicos inexistentes en economías rurales, no consideran factores culturales específicos de población campesina latinoamericana, y están orientados a sectores con mayor formalización laboral (Safe Work Australia, 2013; National Institute for Occupational Safety and Health [NIOSH], 2021).

Este vacío en protocolos contextualizados representa no solo un problema de salud ocupacional, sino también un desafío para la sostenibilidad del sector cafetero. El tratamiento del cáncer de piel genera costos elevados para el sistema de salud; solo el tratamiento del melanoma en estadios avanzados puede superar los \$50 millones de pesos por paciente (Pardo & Cendales, 2024). La pérdida de productividad por enfermedad impacta la economía familiar y regional, y existe el riesgo potencial de escasez de mano de obra si las nuevas generaciones rechazan estas condiciones laborales. Además, Colombia enfrenta compromisos internacionales en materia de trabajo decente (Objetivo de Desarrollo Sostenible 8) y salud y bienestar (ODS 3) que requieren abordar sistemáticamente estos riesgos ocupacionales (Naciones Unidas, 2020).

La necesidad de desarrollar un protocolo de vigilancia epidemiológica y prevención específico para el sector cafetero colombiano se fundamenta en tres pilares: la magnitud del problema de salud pública que representa el cáncer de piel en trabajadores agrícolas, la ausencia de herramientas técnicas adaptadas al contexto sociocultural y económico del sector,

y la disponibilidad de evidencia científica internacional que puede ser sistematizada, evaluada y adaptada mediante metodologías rigurosas. El diseño de este protocolo debe fundamentarse en revisión sistemática de la mejor evidencia disponible y ser validado por expertos multidisciplinarios que conozcan tanto los aspectos técnicos de salud ocupacional como las realidades operativas del sector cafetero colombiano.

1.1.2 Formulación del Problema

Pregunta Principal:

¿Cuáles son los componentes esenciales que debe contener un protocolo de vigilancia epidemiológica y prevención del riesgo por radiación ultravioleta para trabajadores del sector cafetero colombiano, fundamentado en la mejor evidencia científica disponible y validado por expertos?

Preguntas Secundarias:

1. ¿Cuál es la evidencia científica disponible sobre factores de riesgo, efectos en la salud y estrategias efectivas de prevención de exposición a radiación UV en trabajadores agrícolas?
2. ¿Qué elementos incluyen los protocolos y normativas internacionales sobre protección UV ocupacional, y cuáles son aplicables al contexto colombiano?
3. ¿Qué componentes debe incluir un protocolo integral de vigilancia epidemiológica y prevención del riesgo UV adaptado a las características sociolaborales, culturales y económicas del sector cafetero?

4. ¿Cuál es el nivel de pertinencia, viabilidad y aplicabilidad del protocolo diseñado según la valoración de expertos en salud ocupacional, dermatología y sector cafetero?

5. ¿Qué ajustes se requieren al protocolo inicial según las recomendaciones del panel de expertos para optimizar su implementabilidad?

1.2. Hipótesis

1.2.1. Hipótesis General (Hi)

El protocolo de vigilancia epidemiológica y prevención del riesgo por radiación ultravioleta diseñado mediante revisión sistemática de la evidencia científica e incorporando componentes de evaluación de riesgo, jerarquía de controles adaptada, vigilancia de la salud y programa educativo contextualizado, será valorado por un panel de expertos como pertinente ($\geq 80\%$ de acuerdo), viable ($\geq 75\%$ de acuerdo) y aplicable ($\geq 70\%$ de acuerdo) para su implementación en el sector cafetero colombiano.

1.2.2. Hipótesis Nula (H0)

El protocolo diseñado no alcanzará los niveles mínimos de consenso establecidos ($< 80\%$ pertinencia, $< 75\%$ viabilidad, $< 70\%$ aplicabilidad) en la valoración del panel de expertos, requiriendo rediseño estructural.

1.2.3. Hipótesis Específicas

H1: Sobre evidencia científica disponible

Hi1: La revisión sistemática identificará al menos 30 estudios de alta calidad metodológica (nivel de evidencia I-II según clasificación de Oxford) que establecen relación causal entre exposición UV ocupacional en trabajadores agrícolas y efectos adversos en salud, con al menos 10 estudios que evalúan efectividad de intervenciones preventivas.

H01: La revisión sistemática identificará menos de 30 estudios que cumplan criterios de calidad metodológica o menos de 10 estudios sobre efectividad de intervenciones.

H2: Sobre aplicabilidad de normativa internacional

Hi2: Más del 60% de los componentes identificados en protocolos internacionales de referencia (Australia, Chile, Estados Unidos) serán adaptables al contexto colombiano tras ajustes en recursos técnicos, económicos y culturales, según valoración del panel de expertos.

H02: Menos del 60% de los componentes internacionales serán considerados adaptables al contexto colombiano por el panel de expertos.

H3: Sobre validación por expertos

Hi3: El método Delphi modificado alcanzará consenso ($\geq 75\%$ de acuerdo) en al menos 80% de los componentes del protocolo en la segunda ronda de consulta, con coeficiente de concordancia de Kendall (W) ≥ 0.7 indicando alto nivel de acuerdo entre expertos.

H03: El método Delphi requerirá más de dos rondas para alcanzar consenso o el coeficiente de Kendall será < 0.7 indicando bajo nivel de acuerdo.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Diseñar un protocolo de vigilancia epidemiológica y prevención del riesgo por radiación ultravioleta para trabajadores del sector cafetero colombiano, fundamentado en revisión sistemática de la literatura científica y validado mediante panel de expertos, que sea pertinente, viable y aplicable al contexto sociolaboral del sector.

1.3.2. Objetivos específicos

1. Sintetizar la evidencia científica disponible sobre exposición a radiación uv en trabajadores agrícolas mediante revisión sistemática con metodología prisma, identificando factores de riesgo, efectos en la salud, medidas preventivas efectivas y barreras para la implementación.

2. Analizar comparativamente los protocolos y marcos normativos internacionales sobre protección uv ocupacional (australia, chile, estados unidos, españa), determinando componentes aplicables y requerimientos de adaptación para el contexto colombiano.

3. Diseñar un protocolo integral que incluya: evaluación objetiva del riesgo uv, jerarquía de controles adaptada al sector cafetero, programa de vigilancia epidemiológica, sistema de capacitación y sensibilización, indicadores de seguimiento, y herramientas operativas de implementación.

4. Validar la pertinencia, viabilidad y aplicabilidad del protocolo mediante método delphi modificado con panel multidisciplinario de expertos (n=8-12) en salud ocupacional, dermatología, epidemiología y sector cafetero, incorporando ajustes según recomendaciones consensuadas.

1.4. Justificación

Magnitud del Problema

El cáncer de piel representa un problema creciente de salud pública en Colombia. Con más de 712 casos nuevos anuales diagnosticados por el Instituto Nacional de Cancerología y siendo la neoplasia más frecuente en hombres durante 2022, la prevención de este tipo de cáncer debe ser prioridad en poblaciones ocupacionalmente expuestas (Pardo & Cendales, 2024). Los trabajadores del sector cafetero, por las características de su labor, constituyen un grupo de especial vulnerabilidad que no ha sido adecuadamente estudiado ni protegido.

Vacío en Herramientas Técnicas

Actualmente no existe en Colombia un protocolo específico, validado y contextualizado para la prevención del riesgo UV en trabajadores agrícolas. La Resolución 2400 de 1979 establece obligaciones genéricas, pero no proporciona metodologías concretas de evaluación, control ni vigilancia (Ministerio de Trabajo y Seguridad Social, 1979). Esta ausencia de herramientas técnicas dificulta que empresas cafeteras, Administradoras de Riesgos Laborales y organismos de vigilancia implementen programas efectivos de prevención.

Viabilidad Metodológica

A diferencia de estudios de campo que requieren recursos técnicos costosos (dosimetría UV, evaluaciones dermatológicas especializadas) y acceso complejo a poblaciones rurales dispersas, este proyecto utiliza metodologías documentales y de consenso ampliamente validadas (PRISMA, Delphi) que garantizan rigor científico con recursos accesibles. La revisión sistemática permite sintetizar la mejor evidencia internacional disponible, mientras que la validación por expertos asegura pertinencia y aplicabilidad al contexto colombiano.

Impacto Potencial

El protocolo resultante tendrá múltiples aplicaciones prácticas:

- **Para empresas cafeteras:** Herramienta operativa para cumplimiento normativo y gestión del riesgo
- **Para ARL:** Instrumento estandarizado para asesoría y seguimiento a empresas afiliadas
- **Para Federación Nacional de Cafeteros:** Lineamiento técnico para programas sectoriales
- **Para autoridades de SST:** Marco de referencia para inspección y vigilancia
- **Para investigadores:** Línea base para futuros estudios de implementación y efectividad

Sostenibilidad y Replicabilidad

Al estar fundamentado en revisión sistemática de evidencia científica y adaptado mediante validación de expertos locales, el protocolo será:

- **Sostenible:** No depende de recursos técnicos costosos para su aplicación
- **Actualizable:** Metodología permite revisiones periódicas incorporando nueva evidencia
- **Replicable:** Modelo metodológico aplicable a otros sectores agrícolas
- **Escalable:** Adaptable a diferentes tamaños de empresa y niveles de formalización

Aporte Académico

Este trabajo contribuye al conocimiento en tres dimensiones:

1. **Metodológica:** Demuestra viabilidad de diseño de intervenciones complejas mediante síntesis de evidencia

2. **Disciplinar:** Aporta al campo de salud ocupacional en agricultura un instrumento técnico específico
3. **Contextual:** Adapta conocimiento internacional a realidades sociolaborales colombianas

Alineación con Prioridades Nacionales

El proyecto se alinea con:

- **Plan Decenal de Salud Pública 2022-2031:** Reducción de mortalidad por cáncer
- **Política Nacional de SST:** Prevención de enfermedades laborales
- **ODS 3:** Meta 3.4 reducir mortalidad prematura por enfermedades no transmisibles
- **ODS 8:** Meta 8.8 proteger derechos laborales y promover entornos seguros

2. Marco de referencia

El marco de referencia constituye el fundamento teórico y conceptual que orienta y sustenta la presente investigación. A través de la sistematización de literatura científica relevante, se establecen las bases para comprender la exposición ocupacional a radiación ultravioleta como factor de riesgo en salud ocupacional, particularmente en el contexto del sector agrícola cafetero colombiano. Este apartado se estructura en tres ejes complementarios: el marco teórico, que establece los fundamentos conceptuales sobre radiación UV y sus efectos en la salud; el marco conceptual, que delimita los constructos centrales de vigilancia epidemiológica y prevención; y los antecedentes investigativos, que sintetizan el estado del conocimiento sobre el tema.

2.1. Marco Teórico

Radiación Ultravioleta: Fundamentos Físicos y Clasificación

La radiación ultravioleta constituye una forma de energía electromagnética emitida por el sol, ubicada en el espectro entre la luz visible y los rayos X, con longitudes de onda entre 100 y 400 nanómetros. Según la Organización Mundial de la Salud (2023), la radiación UV se clasifica en tres tipos según su longitud de onda y efectos biológicos: UVA (315-400 nm), que representa aproximadamente el 95% de la radiación que alcanza la superficie terrestre y penetra profundamente en la dermis; UVB (280-315 nm), biológicamente más activa y principal responsable del eritema solar y daño directo al ADN; y UVC (100-280 nm), completamente absorbida por la capa de ozono estratosférico y que no alcanza la superficie terrestre en condiciones normales.

La intensidad de radiación UV que llega a la superficie terrestre está determinada por múltiples factores. El ángulo de elevación solar, relacionado con la latitud geográfica y la hora

del día, influye directamente en la cantidad de atmósfera que la radiación debe atravesar antes de alcanzar la superficie. La altitud constituye otro factor determinante; por cada 1,000 metros de elevación sobre el nivel del mar, la intensidad UV aumenta aproximadamente un 10% debido a la menor densidad atmosférica y menor capacidad de absorción. La nubosidad, aunque reduce la radiación visible, puede permitir el paso de hasta el 80% de la radiación UV, generando una falsa sensación de seguridad. Adicionalmente, la reflexión por diferentes superficies amplifica la exposición: el agua refleja entre 10-30%, la arena entre 15-25%, y el pasto entre 2-5% de la radiación incidente (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [IDEAM], 2024).

El índice UV, desarrollado por la Organización Mundial de la Salud en colaboración con el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, constituye una medida estandarizada de la intensidad de radiación UV en la superficie terrestre y su capacidad de producir lesiones cutáneas. Este índice se expresa en una escala de 0 a 16+, clasificándose en cinco categorías de riesgo: bajo (1-2), moderado (3-5), alto (6-7), muy alto (8-10) y extremo (11+). Colombia, por su ubicación ecuatorial y topografía montañosa característica de las zonas cafeteras, registra regularmente índices UV en categoría muy alta y extrema durante gran parte del año, con valores que frecuentemente superan 11 en regiones como el Eje Cafetero (IDEAM, 2024).

Mecanismos de Daño Celular por Radiación Ultravioleta

A nivel molecular, la radiación UV genera daño celular mediante dos mecanismos principales: fotoquímico directo e indirecto mediado por especies reactivas de oxígeno. La radiación UVB produce daño directo al ADN mediante la formación de dímeros de pirimidina, particularmente dímeros de timina ciclobutano y fotoproductos 6-4 pirimidina-pirimidona, que distorsionan la estructura helicoidal del ADN e interfieren con los procesos de replicación y

transcripción. Este tipo de lesión representa el evento iniciador más importante en la carcinogénesis cutánea inducida por UV (American Cancer Society, 2023).

La radiación UVA, aunque menos energética, penetra más profundamente en la dermis y genera principalmente daño oxidativo indirecto. Al interactuar con cromóforos endógenos como riboflavina, porfirinas y melanina, la UVA induce la formación de especies reactivas de oxígeno incluyendo radicales superóxido, peróxido de hidrógeno y radicales hidroxilo. Estas especies altamente reactivas causan peroxidación lipídica de membranas celulares, oxidación de proteínas estructurales como colágeno y elastina, y daño oxidativo al ADN mediante la formación de 8-oxo-7,8-dihidro-2'-desoxiguanosina, un biomarcador de estrés oxidativo asociado con mutagénesis (Organización Mundial de la Salud, 2023).

Los sistemas de reparación celular, particularmente la reparación por escisión de nucleótidos, constituyen la primera línea de defensa contra el daño inducido por UV. Sin embargo, la capacidad de estos sistemas es limitada y puede ser superada por exposiciones intensas o crónicas. Cuando las lesiones en el ADN no son adecuadamente reparadas antes de la replicación celular, se producen mutaciones permanentes. La acumulación progresiva de estas mutaciones en genes críticos como el supresor tumoral p53, el oncogén RAS y genes del control del ciclo celular, conduce eventualmente a la transformación neoplásica y el desarrollo de cáncer de piel (American Cancer Society, 2023).

Efectos de la Exposición a Radiación UV en la Salud Humana

Los efectos de la exposición a radiación UV sobre la salud humana se clasifican según su temporalidad y reversibilidad en agudos, crónicos y carcinogénicos. Entre los efectos agudos, el eritema solar o quemadura constituye la manifestación más frecuente, resultante de una respuesta inflamatoria mediada por citoquinas proinflamatorias liberadas por queratinocitos dañados. La intensidad del eritema depende de la dosis de exposición, el fototipo cutáneo y la

presencia de fotosensibilizantes. La conjuntivitis actínica o fotoqueratitis representa la respuesta inflamatoria ocular a la exposición UV, manifestándose con dolor, fotofobia, lagrimeo y sensación de cuerpo extraño. La inmunosupresión cutánea local constituye otro efecto agudo significativo, mediado por la alteración de las células de Langerhans y la inducción de linfocitos T reguladores, que compromete la capacidad de respuesta inmunológica ante agentes infecciosos y células neoplásicas incipientes (Organización Mundial de la Salud, 2023).

Los efectos crónicos de la exposición acumulada a radiación UV se manifiestan principalmente como fotoenvejecimiento prematuro. Este proceso, denominado dermatoheliosis, se caracteriza por cambios degenerativos en la estructura y composición de la matriz extracelular dérmica. Histológicamente se observa elastosis solar, manifestada por acumulación de fibras elásticas degeneradas, fragmentación y desorganización de fibras de colágeno, y teleangiectasias por daño vascular crónico. Clínicamente se expresa como arrugas profundas, piel engrosada y coriácea, discromías, lentigos solares y pérdida de elasticidad. Las queratosis actínicas representan lesiones precancerosas características de exposición crónica, constituidas por proliferaciones displásicas de queratinocitos con atipia citológica que pueden progresar a carcinoma escamocelular. A nivel ocular, la exposición UV crónica contribuye significativamente al desarrollo de cataratas, particularmente cataratas corticales posteriores, mediante mecanismos de fotooxidación de proteínas cristalinas. El pterigion, crecimiento fibrovascular benigno de la conjuntiva que invade progresivamente la córnea, también se asocia fuertemente con exposición UV acumulada (American Cancer Society, 2023).

Los efectos carcinogénicos de la radiación UV constituyen la consecuencia más grave de la exposición crónica. El carcinoma basocelular representa el tipo más frecuente de cáncer de piel, originado en células basales epidérmicas, caracterizado por crecimiento local invasivo pero rara metástasis. El carcinoma escamocelular o epidermoide, originado en queratinocitos

suprabasales, presenta mayor agresividad con capacidad metastásica en un 2-5% de casos, particularmente cuando se localiza en mucosas o áreas expuestas crónicamente. El melanoma maligno, aunque menos frecuente, representa el tipo más letal de cáncer de piel, originado en melanocitos y con alta capacidad metastásica. La relación entre exposición UV y melanoma es más compleja, asociándose particularmente con exposiciones intensas e intermitentes que generan quemaduras solares, especialmente durante la infancia y adolescencia. En Colombia, el Instituto Nacional de Cancerología reporta que el carcinoma basocelular representa el 52.7% de los diagnósticos de cáncer de piel, seguido del carcinoma escamocelular con 22.6% y el melanoma con 16.1%, con una incidencia estimada de melanoma maligno de 4.6 por cada 100,000 habitantes (Liga Colombiana contra el Cáncer, 2021; Pardo & Cendales, 2024).

Exposición Ocupacional a Radiación Ultravioleta

La exposición ocupacional a radiación UV se define como aquella que ocurre durante el desempeño de actividades laborales, particularmente en trabajadores que realizan sus funciones al aire libre. A diferencia de la exposición recreacional, que generalmente es intermitente y de menor duración, la exposición ocupacional se caracteriza por ser crónica, acumulativa y frecuentemente durante las horas de mayor intensidad radiante. La dosis UV ocupacional anual puede superar entre 3 y 10 veces la dosis recreacional en la misma región geográfica, lo que explica el incremento significativo del riesgo de efectos adversos en esta población (National Institute for Occupational Safety and Health [NIOSH], 2021).

Los trabajadores al aire libre constituyen el grupo ocupacional de mayor riesgo. Este grupo incluye trabajadores agrícolas, forestales, de construcción, pescadores, carteros, guardias de seguridad, jardineros y trabajadores de infraestructura vial, entre otros. Estudios epidemiológicos han documentado consistentemente un riesgo incrementado de cáncer de piel en estos trabajadores. Una revisión sistemática que analizó 57 estudios observacionales

encontró que los trabajadores al aire libre presentan aproximadamente el doble de riesgo de desarrollar carcinoma escamocelular comparado con trabajadores de interiores, con un odds ratio de 1.77. Para carcinoma basocelular, aunque la asociación es menos consistente debido a patrones de exposición diferentes, también se observa incremento del riesgo. Respecto al melanoma, la evidencia sugiere que la relación con ocupación al aire libre es más compleja, posiblemente relacionada con patrones intermitentes de exposición intensa (Rodríguez & Gómez, 2019).

La variabilidad en la exposición UV ocupacional depende de múltiples factores. La región anatómica expuesta determina la dosis recibida; áreas como cara, cuello, antebrazos y dorso de manos típicamente reciben las mayores dosis en trabajadores agrícolas. La postura corporal y orientación respecto al sol influyen significativamente; trabajadores que permanecen inclinados pueden recibir mayor radiación en región posterior del cuello y espalda alta. La reflexión desde superficies circundantes amplifica la exposición; cultivos de café en terreno montañoso con suelo claro pueden reflejar significativamente la radiación UV. El uso de elementos de protección personal, particularmente ropa de manga larga, sombreros de ala ancha y protector solar, puede reducir sustancialmente la dosis recibida, aunque su implementación en sectores agrícolas enfrenta múltiples barreras (Organización Internacional del Trabajo [OIT], 2022).

Vulnerabilidad del Sector Agrícola Cafetero

El sector agrícola cafetero colombiano presenta características que configuran un escenario de particular vulnerabilidad frente al riesgo por radiación UV. Geográficamente, las zonas cafeteras se ubican en el Eje Cafetero y regiones montañosas con altitudes entre 1,200 y 2,000 metros sobre el nivel del mar, precisamente el rango altitudinal donde la intensidad UV se incrementa significativamente. La ubicación ecuatorial de Colombia resulta en ángulos de

elevación solar elevados durante todo el año, sin la variación estacional marcada que caracteriza a latitudes mayores. Esta combinación genera índices UV que regularmente alcanzan niveles muy altos (8-10) y extremos (11+), con promedios anuales superiores a 12 en regiones como Quindío, Risaralda y Caldas (IDEAM, 2024).

Las características de las labores cafeteras amplían la exposición. Las jornadas laborales típicamente se extienden entre 8 y 10 horas diarias, frecuentemente desde las 7:00 hasta las 16:00 o 17:00 horas, abarcando el período de mayor intensidad radiante entre las 10:00 y 15:00 horas cuando el índice UV alcanza sus valores máximos. Las actividades de cultivo, mantenimiento y recolección implican permanencia continua bajo exposición solar directa, con limitadas oportunidades para refugio en sombra. La recolección manual de café cereza requiere movimientos repetitivos con extremidades superiores elevadas, maximizando la exposición de brazos, manos, cara y cuello. La topografía montañosa característica genera reflexión adicional desde laderas y suelo, incrementando la radiación difusa recibida (OIT, 2022).

Los factores sociolaborales del sector configuran barreras significativas para la implementación de medidas preventivas. La informalidad laboral predominante, estimada en más del 60% en el sector rural colombiano, limita el acceso a sistemas de seguridad social y programas estructurados de salud ocupacional. Muchos trabajadores son migrantes temporales que siguen los ciclos de cosecha entre diferentes regiones, dificultando el seguimiento médico longitudinal y la continuidad de programas preventivos. El sistema de remuneración frecuentemente basado en productividad por kilogramos recolectados genera incentivos perversos que priorizan velocidad sobre seguridad, desestimulando el uso de elementos de protección percibidos como limitantes de la productividad. Los niveles educativos generalmente limitados y el déficit en conocimientos sobre salud ocupacional contribuyen a la subvaloración del riesgo UV y la baja adherencia a medidas preventivas (OIT, 2024; Santillán, 2022).

Teorías de Cambio de Comportamiento en Salud Ocupacional

La efectividad de cualquier intervención preventiva en salud ocupacional no depende únicamente de la solidez técnica de las medidas propuestas, sino fundamentalmente de su capacidad para generar cambios sostenibles en el comportamiento de los trabajadores. El componente educativo "Café con Protección" del presente protocolo, que alcanzó el nivel más alto de consenso entre expertos ($W=0.82$), requiere fundamentación teórica conductual que explique los mecanismos mediante los cuales la información se traduce en prácticas protectoras efectivas y cómo se anticipan y superan las barreras de adherencia que típicamente erosionan el impacto de programas educativos a mediano y largo plazo.

Esta subsección presenta tres marcos teóricos complementarios que fundamentan el diseño del componente educativo del protocolo: el Modelo Transteórico de Cambio, la Teoría del Comportamiento Planificado y el Modelo de Creencias en Salud. La integración de estos enfoques permite comprender las dimensiones cognitivas, motivacionales y contextuales que determinan la adopción y mantenimiento de conductas de protección en trabajadores cafeteros.

Modelo Transteórico de Cambio (Prochaska y DiClemente)

El Modelo Transteórico, desarrollado inicialmente por Prochaska y DiClemente (1983) para explicar procesos de cesación tabáquica, ha demostrado aplicabilidad robusta en múltiples contextos de salud ocupacional. Este modelo conceptualiza el cambio de comportamiento no como un evento discreto, sino como un proceso progresivo que atraviesa cinco estadios secuenciales, cada uno con características distintivas y requerimientos específicos de intervención.

Estadio 1: Pre-contemplación. En esta fase inicial, los trabajadores no perciben la necesidad de modificar sus prácticas laborales. La exposición solar se normaliza como condición inevitable del trabajo cafetero, frecuentemente reforzada por creencias culturales que asocian el bronceado con salud y vigor físico. Los trabajadores en Pre-contemplación tienden a minimizar riesgos futuros, priorizando necesidades inmediatas como productividad y comodidad térmica.

Estadio 2: Contemplación. Los trabajadores comienzan a reconocer el riesgo UV como problema relevante, pero experimentan ambivalencia respecto a la adopción de medidas protectoras. Perciben barreras (incomodidad de EPP en climas cálidos, costo de productos fotoprotectores, estigma social asociado al uso de protección) que compiten con los beneficios potenciales de largo plazo. Esta tensión genera un estado de contemplación activa que puede prolongarse indefinidamente sin intervención apropiada.

Estadio 3: Preparación. Los trabajadores manifiestan intención conductual de implementar cambios y realizan intentos preliminares: adquieren bloqueador solar, solicitan capacitación, modifican parcialmente horarios de exposición. Sin embargo, la conducta protectora es intermitente y vulnerable a factores situacionales. Este estadio representa una ventana crítica de oportunidad para intervención.

Estadio 4: Acción. Los trabajadores implementan consistentemente prácticas de fotoprotección durante un período menor a seis meses. Utilizan EPP apropiado, aplican bloqueador solar regularmente, buscan sombra en horas pico. La conducta es observable y verificable, pero requiere esfuerzo consciente significativo y es susceptible al decaimiento motivacional.

Estadio 5: Mantenimiento. Las prácticas protectoras se sostienen por más de seis meses, integrándose progresivamente como rutinas automatizadas. Los trabajadores desarrollan estrategias de afrontamiento ante situaciones de alto riesgo de recaída (presión por productividad, épocas de cosecha intensiva, equipos dañados). El mantenimiento exitoso reduce, pero no elimina el riesgo de retroceso a estadios anteriores.

El modelo reconoce que las recaídas son normativas en procesos de cambio conductual. Los trabajadores pueden progresar y retroceder entre estadios múltiples veces antes de alcanzar mantenimiento estable. Esta conceptualización tiene implicaciones directas para el diseño del protocolo educativo: las intervenciones deben ser diferenciadas según estadio, los refuerzos trimestrales propuestos abordan específicamente el riesgo de recaída desde mantenimiento hacia acción o contemplación, y la identificación del estadio de cada trabajador permite personalización de estrategias.

El componente "Café con Protección" incorpora elementos dirigidos a cada estadio. Las láminas 2-5, que presentan datos epidemiológicos sobre incidencia de cáncer de piel y efectos acumulativos de radiación UV, están diseñadas para movilizar trabajadores desde Pre-contemplación hacia contemplación mediante incremento de percepción de riesgo. Las láminas 8-10, que demuestran técnicas correctas de uso de EPP y aplicación de bloqueador solar, facilitan transición desde contemplación hacia preparación y acción al reducir percepción de complejidad. La lámina 13, que presenta casos testimoniales de trabajadores que implementaron exitosamente medidas protectoras, refuerza mantenimiento mediante modelamiento social y normalización de conductas protectoras.

Teoría del Comportamiento Planificado (Ajzen)

La Teoría del Comportamiento Planificado, formulada por Ajzen (1991), propone que la intención conductual es el predictor más proximal de la conducta efectiva, y que dicha intención está determinada por tres constructos psicosociales independientes pero interrelacionados: actitudes hacia el comportamiento, normas subjetivas y control conductual percibido.

Actitudes hacia el comportamiento. Las actitudes representan la evaluación favorable o desfavorable que un individuo realiza respecto a una conducta específica. En el contexto de fotoprotección ocupacional, las actitudes están influenciadas por creencias sobre consecuencias: ¿La protección UV prevendrá efectivamente enfermedades futuras? ¿El uso de EPP reducirá mi productividad? ¿El bloqueador solar causará incomodidad física significativa? Actitudes positivas incrementan intención conductual, mientras que evaluaciones negativas la inhiben.

El rotafolio "Café con Protección" aborda sistemáticamente la modificación de actitudes mediante dos estrategias complementarias. Primero, las láminas 2-5 presentan evidencia científica sobre efectos adversos de exposición UV crónica (queratosis actínica, carcinoma basocelular, carcinoma escamocelular, melanoma maligno) con fotografías clínicas que hacen tangibles consecuencias frecuentemente abstractas. Esta estrategia busca incrementar la valencia negativa asociada a NO protegerse. Segundo, las láminas 11-12 presentan beneficios inmediatos de foto protección (reducción de fatiga térmica, prevención de foto-envejecimiento, mejora de confort laboral) junto con beneficios de largo plazo, equilibrando costos percibidos con ganancias multidimensionales.

Normas subjetivas. Las normas subjetivas refieren a la presión social percibida para realizar o no realizar una conducta, influenciada por creencias sobre las expectativas de personas o grupos significativos. En contextos laborales agrícolas, las normas de grupo ejercen

influencia potente sobre conductas individuales: si los compañeros de cuadrilla perciben el uso de EPP como signo de debilidad o exceso de precaución, la presión normativa inhibirá adopción incluso en trabajadores con actitudes favorables.

El protocolo incorpora dos mecanismos para modificar normas subjetivas. Las sesiones educativas grupales (no individuales) facilitan desarrollo de normas colectivas favorables a foto protección mediante discusión entre pares. La lámina 13, que presenta testimonios de trabajadores cafeteros que adoptaron exitosamente medidas protectoras, opera mediante modelamiento vicario: los trabajadores observan que referentes similares (misma ocupación, contexto, desafíos) validan la conducta protectora. Adicionalmente, la propuesta de identificar líderes de pares como promotores de salud al interior de las cuadrillas institucionaliza la norma protectora mediante figuras de influencia locales.

Control conductual percibido. El control percibido representa la creencia sobre la facilidad o dificultad para ejecutar una conducta, influenciada por experiencias pasadas y obstáculos anticipados. Los trabajadores pueden tener actitudes favorables hacia foto protección y percibir presión normativa positiva, pero si creen que carecen de recursos (económicos para adquirir bloqueador, acceso a sombra en la finca, tiempo para reaplicar protector solar) o habilidades (conocimiento técnico para identificar EPP apropiado, criterios para seleccionar productos efectivos), la intención conductual será débil.

Las láminas 8-10 del rotafolio están específicamente diseñadas para incrementar control percibido mediante instrucción técnica explícita: cómo identificar EPP con certificación UV (factor de protección ultravioleta, etiquetado), técnica correcta de aplicación de bloqueador solar (cantidad, frecuencia de reaplicación, zonas de alta exposición), estrategias prácticas para maximizar protección en condiciones de campo (planificación de pausas en sombra, coordinación con ciclos de trabajo). La provisión de EPP subsidiado a través del programa

reduce barreras económicas, transformando control percibido de "difícil" a "factible"

La teoría predice que intervenciones serán más efectivas si abordan simultáneamente los tres determinantes de intención conductual. El diseño del componente educativo refleja esta integración: modifica actitudes mediante información sobre riesgos y beneficios, transforma normas subjetivas mediante estrategias grupales y testimoniales, incrementa control percibido mediante instrucción técnica y reducción de barreras materiales.

Modelo de Creencias en Salud (Rosenstock)

El Modelo de Creencias en Salud, desarrollado por Rosenstock (1966) para explicar la participación en programas de detección temprana de tuberculosis, se ha convertido en uno de los marcos más ampliamente utilizados en promoción de salud ocupacional. El modelo propone que la probabilidad de que un individuo adopte una conducta preventiva está determinada por cuatro creencias fundamentales y un factor desencadenante.

Susceptibilidad percibida. Refiere a la creencia subjetiva sobre la probabilidad personal de desarrollar una condición adversa de salud. En el contexto de riesgo UV ocupacional, muchos trabajadores cafeteros presentan optimismo irrealista: reconocen que la exposición solar causa cáncer de piel en general, pero minimizan su riesgo individual mediante racionalizaciones ("llevo 20 años trabajando al sol y nunca me ha pasado nada", "el cáncer de piel solo afecta a personas de piel muy clara", "soy joven y saludable").

La lámina 3 del rotafolio "Café con Protección" aborda susceptibilidad percibida mediante presentación de datos contextualizados: índices UV en la zona cafetera colombiana (11-14 durante gran parte del año, catalogados como "extremos" por OMS), comparación con países de menor riesgo, efectos de la altitud y reflexión por topografía montañosa. El mensaje cardinal es: TODOS los trabajadores cafeteros están en riesgo elevado independientemente de edad, tono de piel o años de exposición previa sin consecuencias aparentes. Los efectos UV son acumulativos e irreversibles.

Severidad percibida. Representa la creencia sobre la gravedad de una condición y sus consecuencias. Los trabajadores pueden reconocer susceptibilidad, pero minimizar severidad ("el cáncer de piel no es tan grave como otros cánceres", "las manchas en la piel son solo un problema estético"). Esta minimización reduce motivación preventiva.

Las láminas 4-5 presentan progresión de lesiones dermatológicas desde efectos agudos (quemaduras solares, fotosensibilidad) hacia efectos crónicos graves (queratosis actínica como lesión precancerosa, carcinoma basocelular localmente invasivo, carcinoma escamocelular con potencial metastásico, melanoma maligno con alta letalidad si no se detecta tempranamente). Las fotografías clínicas ilustran el continuum de severidad, enfatizando que las lesiones precancerosas son comunes en trabajadores con exposición prolongada. Se presenta mortalidad comparativa: mientras que el melanoma detectado en estadio inicial tiene tasa de supervivencia a 5 años superior al 99%, el melanoma en estadio avanzado presenta supervivencia inferior al 27%. La severidad no es constante sino dependiente de detección oportuna, conectando este componente con el subsistema de vigilancia de la salud del protocolo.

Beneficios percibidos. Los trabajadores evalúan si los beneficios de adoptar una conducta protectora superan los costos asociados. Beneficios pueden ser físicos (prevención de enfermedad), psicológicos (reducción de ansiedad), sociales (reconocimiento) o económicos (evitar costos de tratamiento). Los costos incluyen esfuerzo, incomodidad, gasto económico y tiempo.

La lámina 13 utiliza narrativas testimoniales de trabajadores cafeteros que implementaron medidas protectoras, documentando beneficios múltiples: detección temprana de lesiones sospechosas que permitieron tratamiento oportuno (supervivencia), reducción de síntomas como resequedad facial y fatiga asociada a sobrecalentamiento (confort), reconocimiento por parte de empleadores como trabajadores conscientes de autocuidado

(valoración social). Estos testimonios operan mediante modelamiento social: si trabajadores similares percibieron beneficios tangibles, se incrementa la expectativa de que el adoptante también los experimentará.

Barreras percibidas. Representan obstáculos anticipados para ejecutar la conducta protectora: costo económico de bloqueador solar y EPP especializado, incomodidad térmica de ropa manga larga en climas cálidos, percepción de que medidas protectoras reducen productividad, estigma social, falta de acceso a sombra en campo. Las barreras percibidas son frecuentemente el predictor más potente de NO adopción incluso cuando susceptibilidad, severidad y beneficios son reconocidos.

La lámina 7 presenta la jerarquía de controles adaptada al contexto cafetero, enfatizando que EPP es el último recurso, no el único. Controles de ingeniería (estructuras de sombra, cultivos intercalados que generan sombreado natural) y controles administrativos (rotación de tareas, pausas programadas, ajuste de horarios para evitar horas de máxima radiación) son presentados como opciones que no dependen exclusivamente del trabajador y que reducen necesidad de uso continuo de EPP incómodo. Esta estrategia reduce percepción de que foto protección equivale a "trabajar incómodo permanentemente". La propuesta de fondo sectorial para subsidio de EPP en el protocolo aborda directamente la barrera económica, transformándola de obstáculo insuperable a facilitador.

La Tabla a continuación sintetiza el mapeo entre componentes del Modelo de Creencias en Salud y elementos específicos del rotafolio educativo:

Tabla. Aplicación del Modelo de Creencias en Salud al Componente Educativo "Café con Protección"

Componente MCS	Lámina(s) Rotafolio	Mecanismo de Cambio Conductual	Mensaje Cardinal
Susceptibilidad Percibida	Lámina 3 (Índices UV en Colombia)	Incrementar percepción de riesgo personal mediante datos contextualizados	"TODOS estamos en riesgo extremo por condiciones geográficas"
Severidad Percibida	Láminas 4-5 (Efectos agudos y crónicos, cáncer de piel)	Demostrar progresión de lesiones y consecuencias graves mediante evidencia visual	"El cáncer de piel es prevenible pero potencialmente letal"
Beneficios Percibidos	Lámina 13 (Casos testimoniales de éxito)	Modelamiento social de beneficios experimentados por pares	"Trabajadores como yo mejoraron salud y calidad de vida"
Barreras Percibidas	Lámina 7 (Jerarquía de controles adaptada)	Demostrar que fotoprotección efectiva no depende solo de EPP incómodo	"Existen opciones viables: ingeniería, administración y EPP"
Claves para Acción	Lámina 1 (Introducción), Láminas 14-15 (Compromiso)	Activar intención conductual mediante compromisos públicos grupales	"Hoy iniciamos cambio: nos protegemos juntos"

Nota. Elaboración propia con base en Rosenstock (1966) y diseño del protocolo UV-sector cafetero.

Integración Teórica en el Diseño del Protocolo

Los tres marcos teóricos presentados no son mutuamente excluyentes sino complementarios, abordando diferentes dimensiones del proceso de cambio conductual. El Modelo Transteórico enfatiza la dimensión temporal y secuencial del cambio, reconociendo que los trabajadores se encuentran en estadios diferentes y requieren intervenciones diferenciadas. La Teoría del Comportamiento Planificado descompone la intención conductual en sus determinantes psicosociales (actitudes, normas, control percibido), permitiendo identificar cuál componente requiere fortalecimiento en poblaciones específicas. El Modelo de Creencias en Salud enfatiza cogniciones relacionadas con amenaza (susceptibilidad, severidad) y evaluación costo-beneficio como precursores de motivación para acción.

La integración de estos enfoques en el diseño del componente educativo "Café con Protección" se fundamenta en evidencia de que intervenciones multi-teóricas presentan mayor efectividad que aquellas basadas en un solo modelo (Noar et al., 2007). Específicamente, el programa educativo incorpora:

1. Estratificación por estadio de cambio (Modelo Transteórico): Aunque las sesiones educativas son grupales por razones de eficiencia y generación de normas sociales, el facilitador es capacitado para identificar señales de estadio (resistencia activa indica precontemplación, ambivalencia indica contemplación, preguntas técnicas indican preparación) y modular profundidad de intervención. Los refuerzos trimestrales propuestos abordan específicamente el desafío de mantenimiento y prevención de recaídas.

2. Modificación simultánea de determinantes de intención (Teoría del Comportamiento Planificado): El programa no se limita a transferencia de información (modificación de actitudes) sino que incorpora estrategias grupales y testimoniales para transformar normas subjetivas e instrucción técnica más reducción de barreras materiales para incrementar control percibido.

3. Equilibrio entre incremento de amenaza y reducción de barreras (Modelo de Creencias en Salud): La evidencia sobre riesgos UV (susceptibilidad y severidad) se presenta conjuntamente con demostración de viabilidad de soluciones (reducción de barreras), evitando generar miedo paralizante sin opciones de acción.

Esta fundamentación teórica permite anticipar mecanismos mediante los cuales el componente educativo generará cambios conductuales, identificar indicadores de proceso que permitan monitorear implementación (¿se están abordando actitudes, normas y control percibido?, ¿se están diferenciando intervenciones por estadio?, ¿se están reduciendo barreras

percibidas?), y diagnosticar causas de falla si la adherencia resulta inferior a lo esperado (¿el problema está en actitudes negativas persistentes?, ¿en normas sociales inhibitorias?, ¿en barreras económicas subestimadas?, ¿en recaídas desde mantenimiento por falta de refuerzos?).

La revisión sistemática de la literatura ha documentado que programas educativos en foto protección ocupacional que carecen de fundamentación conductual explícita presentan adherencia inicial alta (>80% en primera semana post-capacitación) pero declinación pronunciada hacia 30-40% a los 6 meses (Horsham et al., 2021). El diseño teóricamente fundamentado del componente "Café con Protección" busca mitigar esta erosión típica mediante estrategias específicas derivadas de los modelos de cambio conductual: refuerzos periódicos para sostener mantenimiento, abordaje de normas grupales para institucionalizar prácticas protectoras, provisión de recursos materiales para reducir barreras, y vigilancia de la salud que proporciona retroalimentación sobre efectividad de medidas adoptadas.

2.2. Marco Conceptual

Vigilancia Epidemiológica en Salud Ocupacional

La vigilancia epidemiológica en salud ocupacional se define como el proceso sistemático, continuo y organizado de recolección, análisis, interpretación y difusión de información sobre condiciones de salud de los trabajadores y factores de riesgo presentes en los ambientes laborales, con el propósito de orientar acciones de prevención, control y toma de decisiones. En el contexto del riesgo por radiación UV, un sistema de vigilancia epidemiológica debe integrar componentes de vigilancia ambiental para caracterizar y cuantificar la exposición, vigilancia de la salud para identificar efectos adversos en etapas tempranas, y análisis de la relación exposición-efecto para establecer causalidad y priorizar intervenciones (Ministerio de Trabajo y Seguridad Social, 1979).

La vigilancia ambiental del riesgo UV implica la medición sistemática de la intensidad de radiación ultravioleta en los puestos de trabajo, considerando variaciones temporales diarias y estacionales, condiciones meteorológicas, características topográficas y presencia de superficies reflectantes. Esta vigilancia puede realizarse mediante dosimetría personal utilizando dosímetros UV portátiles que registran la dosis acumulada durante la jornada laboral, o mediante estimaciones basadas en datos del índice UV local proporcionados por servicios meteorológicos, ajustados por factores específicos del sitio de trabajo. La información generada permite identificar puestos de trabajo y períodos de mayor riesgo, establecer prioridades de intervención y evaluar la efectividad de controles implementados (IDEAM, 2024).

La vigilancia de la salud de trabajadores expuestos a radiación UV debe incluir componentes de tamizaje dermatológico para detección temprana de lesiones precancerosas y cáncer de piel, evaluación oftalmológica para identificación de pterigion y cataratas incipientes, y monitoreo de indicadores de exposición acumulada como fotoenvejecimiento y elastosis

solar. El tamizaje dermatológico debe ser realizado por personal capacitado, idealmente dermatólogos o médicos ocupacionales con entrenamiento específico en dermatoscopia, siguiendo protocolos estandarizados que incluyan inspección visual sistemática de toda la superficie corporal, documentación fotográfica de lesiones sospechosas, y criterios claros de referencia para evaluación especializada. La periodicidad del tamizaje debe establecerse según el nivel de riesgo, considerando dosis UV acumulada estimada, fototipo cutáneo, antecedentes de quemaduras solares y presencia de lesiones previas (American Cancer Society, 2023).

Jerarquía de Controles Aplicada al Riesgo UV

La jerarquía de controles constituye un principio fundamental en higiene industrial y salud ocupacional que establece un orden de prioridad para las intervenciones de prevención y control de riesgos, basado en su efectividad relativa. Este modelo jerarquiza las intervenciones desde las más efectivas y preferibles (eliminación y sustitución) hasta las menos efectivas y consideradas como último recurso (equipos de protección personal). La aplicación de este principio al riesgo por radiación UV en el sector cafetero requiere adaptaciones contextualizadas que consideren las particularidades operativas, económicas y culturales del sector (NIOSH, 2021).

La eliminación del riesgo UV en trabajadores agrícolas no es técnicamente factible dado que la exposición solar constituye una característica intrínseca del trabajo al aire libre. Sin embargo, estrategias de sustitución parcial pueden implementarse mediante modificación de horarios de trabajo, evitando las horas de mayor intensidad radiante entre las 10:00 y 15:00 horas cuando el índice UV alcanza sus valores máximos. Esta estrategia, denominada "evitación de horas pico", implica iniciar la jornada laboral más temprano, realizar pausas extendidas durante el mediodía en áreas sombreadas, y retomar actividades en horas de la tarde cuando la intensidad UV disminuye. Aunque operacionalmente viable, esta estrategia

enfrenta resistencias relacionadas con tradiciones laborales arraigadas y percepciones sobre productividad (Martínez García, 2024).

Los controles de ingeniería para reducción de exposición UV incluyen provisión de estructuras de sombra como techos, carpas o toldos en áreas de descanso y puntos de acopio, diseño de sistemas de sombrío natural mediante árboles de sombra estratégicamente ubicados respetando requerimientos agronómicos del cultivo, y modificación de infraestructura de transporte interno para proteger trabajadores durante desplazamientos entre lotes. En cultivos de café bajo sombrío, el mantenimiento adecuado de árboles de sombra puede reducir hasta un 50% la exposición UV directa, aunque este sistema enfrenta tensiones con modelos productivos de café a pleno sol que buscan maximizar rendimientos (Safe Work Australia, 2020).

Los controles administrativos engloban políticas, procedimientos y prácticas organizacionales orientadas a minimizar la exposición. Entre estos se incluyen rotación de trabajadores entre tareas al aire libre y bajo sombra, establecimiento de pausas obligatorias en áreas protegidas, programas de capacitación sobre riesgos de exposición UV y uso correcto de elementos de protección, sistemas de monitoreo del índice UV con alertas cuando se alcanzan niveles muy altos o extremos, y políticas explícitas sobre uso obligatorio de protección sin penalización en productividad. La efectividad de estos controles depende críticamente del compromiso gerencial, la claridad de las políticas y la existencia de mecanismos de supervisión y rendición de cuentas (OIT, 2024).

Los equipos de protección personal constituyen el último nivel en la jerarquía de controles, implementados cuando los controles de orden superior son insuficientes o mientras estos se implementan. Para protección contra radiación UV, los EPP incluyen ropa de manga larga elaborada con tejidos de trama cerrada y factor de protección ultravioleta certificado,

sombreros de ala ancha que cubran cara, cuello y orejas, gafas con protección UV400 que bloqueen 100% de radiaciones UVA y UVB, y protector solar de amplio espectro con factor de protección solar mínimo de 50+, resistente al agua y reaplicado cada 2-3 horas. La efectividad de los EPP depende de su disponibilidad, accesibilidad, adecuación a las condiciones de trabajo, y particularmente de la adherencia por parte de los trabajadores, aspecto frecuentemente problemático en el sector agrícola (NIOSH, 2021).

Prevención Primaria, Secundaria y Terciaria

El modelo de prevención en salud pública clasifica las intervenciones según el momento de su aplicación en la historia natural de la enfermedad. La prevención primaria busca evitar la aparición de la enfermedad mediante eliminación o reducción de factores de riesgo antes de que ocurra daño biológico. En el contexto de lesiones cutáneas inducidas por UV, la prevención primaria incluye todas las medidas orientadas a reducir la dosis de radiación UV recibida por los trabajadores mediante la jerarquía de controles previamente descrita. Programas de educación sobre comportamientos de protección solar, provisión de elementos de protección personal, modificación de horarios laborales y creación de áreas sombreadas constituyen estrategias de prevención primaria. La efectividad de estas intervenciones se mide idealmente mediante reducción en la dosis UV acumulada, aunque frecuentemente se utilizan indicadores proxy como adopción de comportamientos protectores y uso de EPP (Organización Mundial de la Salud, 2023).

La prevención secundaria se centra en la detección temprana de enfermedad en etapas asintomáticas o iniciales, cuando el tratamiento es más efectivo y el pronóstico más favorable. Para lesiones cutáneas inducidas por UV, la prevención secundaria se operacionaliza mediante programas de tamizaje dermatológico que permitan identificar queratosis actínicas, carcinomas basocelulares y escamocelulares en etapas tempranas, y melanomas en fase de crecimiento

radial. El tamizaje sistemático en poblaciones de alto riesgo como trabajadores al aire libre ha demostrado incrementar significativamente la detección de lesiones en etapas tempranas, cuando el tratamiento es más simple, menos costoso y con mejores resultados funcionales y estéticos. La implementación efectiva requiere protocolos estandarizados, personal capacitado, sistemas de referencia expeditos para evaluación especializada y tratamiento, y mecanismos de seguimiento para asegurar adherencia a recomendaciones (American Cancer Society, 2023).

La prevención terciaria aborda la rehabilitación y prevención de complicaciones en pacientes que ya han desarrollado enfermedad. En trabajadores con diagnóstico de cáncer de piel, las intervenciones de prevención terciaria incluyen tratamiento oportuno y adecuado, seguimiento dermatológico estrecho dado el riesgo aumentado de segundos primarios, protección UV estricta para prevenir nuevas lesiones, y en casos avanzados, rehabilitación funcional y psicosocial. Desde una perspectiva ocupacional, la prevención terciaria también implica evaluación de capacidad laboral, implementación de ajustes razonables para permitir continuidad laboral cuando es médicamente apropiado, y en casos de discapacidad permanente, procesos de reubicación laboral o calificación de origen ocupacional de la enfermedad (Pardo & Cendales, 2024).

Protocolo de Vigilancia Epidemiológica: Componentes y Estructura

Un protocolo de vigilancia epidemiológica para riesgo UV en el sector cafetero debe estructurarse como un documento técnico-normativo que establezca de manera clara, sistemática y operativa los componentes, procedimientos, responsabilidades y recursos necesarios para la gestión integral del riesgo. La estructura típica de un protocolo incluye justificación técnica y epidemiológica, población objeto claramente definida, objetivos específicos del sistema de vigilancia, definiciones operacionales de casos y eventos a vigilar,

procedimientos de identificación y evaluación de riesgo, intervenciones preventivas jerarquizadas, procedimientos de vigilancia de la salud, indicadores de proceso y resultado, responsabilidades institucionales, y mecanismos de evaluación y mejoramiento continuo (Ministerio de Trabajo y Seguridad Social, 1979).

La población objeto debe definirse considerando criterios de exposición y vulnerabilidad. Típicamente incluirá todos los trabajadores que desempeñan labores al aire libre en cultivos de café con exposición estimada superior a 2 horas diarias, priorizando aquellos con factores de vulnerabilidad adicional como fototipo cutáneo I-II, antecedentes personales de quemaduras solares severas o cáncer de piel, antecedentes familiares de melanoma, inmunosupresión, o exposición acumulada estimada superior a 10,000 horas. Esta estratificación de riesgo permite focalizar intervenciones más intensivas en subgrupos de mayor vulnerabilidad, optimizando recursos y maximizando impacto (Rodríguez & Gómez, 2019).

Los procedimientos de evaluación de riesgo deben incluir métodos cualitativos y cuantitativos. La evaluación cualitativa considera características del puesto de trabajo como ubicación geográfica y altitud, horarios de exposición, características de las tareas, disponibilidad de áreas sombreadas, y uso actual de elementos de protección. La evaluación cuantitativa idealmente utiliza dosimetría personal UV durante jornadas representativas, o en ausencia de recursos para dosimetría, estimaciones basadas en índice UV promedio de la región ajustado por horas de exposición, altitud, reflectancia de superficies y uso de protección. Estas estimaciones, aunque menos precisas que mediciones directas, permiten categorizar niveles de riesgo y priorizar intervenciones (IDEAM, 2024).

Los procedimientos de vigilancia de la salud deben especificar periodicidad, contenido y responsables de los exámenes de tamizaje. Un esquema típico incluye tamizaje dermatológico anual para trabajadores de riesgo medio, semestral para trabajadores de alto riesgo,

y evaluación oftalmológica cada dos años para detección de pterigion y cataratas. Los exámenes deben documentarse sistemáticamente en historias clínicas ocupacionales, con registro de hallazgos normales y anormales, lesiones identificadas, conductas tomadas y seguimiento de casos referidos. La confidencialidad de información médica debe garantizarse rigurosamente, compartiendo con empleadores únicamente recomendaciones de ajustes laborales sin detalles clínicos específicos (American Cancer Society, 2023).

Antecedentes Investigativos

Estudios sobre Exposición UV en Trabajadores Agrícolas

La evidencia científica sobre exposición ocupacional a radiación UV en trabajadores agrícolas se ha acumulado consistentemente durante las últimas dos décadas, particularmente en países desarrollados con sistemas de vigilancia ocupacional establecidos. Rodríguez y Gómez (2019) realizaron una revisión sistemática que analizó 42 estudios publicados entre 2009 y 2019 sobre cáncer de piel en trabajadores al aire libre expuestos a radiación ultravioleta. Los hallazgos evidenciaron una relación directa entre las horas acumuladas de exposición solar ocupacional y la incidencia de carcinoma basocelular y escamocelular, con riesgos relativos que oscilaron entre 1.5 y 2.8 según el tipo de cáncer y la intensidad de exposición. Esta revisión identificó como factores protectores significativos el uso consistente de elementos de protección personal, particularmente sombreros de ala ancha y ropa de manga larga, así como el trabajo predominantemente en áreas sombreadas. Sin embargo, los autores destacaron un vacío crítico en la literatura: la ausencia de estudios específicos sobre trabajadores del sector cafetero colombiano y la inexistencia de protocolos de prevención adaptados a las particularidades sociolaborales de este sector productivo.

Estudios dosimétricos realizados en Australia, país pionero en investigación sobre exposición UV ocupacional, han cuantificado con precisión las dosis recibidas por diferentes

grupos de trabajadores al aire libre. Un estudio prospectivo que utilizó dosímetros UV personales durante períodos representativos de trabajo encontró que trabajadores agrícolas recibían dosis UV anuales entre 3 y 9 veces superiores al límite recomendado para exposición recreacional, con variaciones sustanciales según región geográfica, estación del año, y prácticas de protección. Las mediciones demostraron que áreas anatómicas como parte posterior del cuello, dorso de manos y brazos recibían las mayores dosis acumuladas, información relevante para priorizar estrategias de protección. Estos estudios también evidenciaron que la provisión de elementos de protección personal sin programas educativos y seguimiento resultaba en baja adherencia y efectividad limitada (Safe Work Australia, 2020).

En Latinoamérica, estudios sobre conocimientos, actitudes y prácticas relacionadas con exposición solar en trabajadores agrícolas han documentado déficits significativos en comprensión de riesgos y comportamientos preventivos. Santillán (2022) evaluó conocimientos sobre protección solar en trabajadores agrícolas de Ecuador mediante encuestas estructuradas, encontrando que menos del 25% de los participantes identificaba correctamente la relación entre exposición solar crónica y cáncer de piel, y únicamente el 18% reconocía las horas de mayor intensidad radiante como período de mayor riesgo. El uso de protector solar era prácticamente inexistente, reportado por menos del 5% de trabajadores, siendo las barreras principales el costo, la percepción de incompatibilidad con el trabajo manual, y el desconocimiento sobre su importancia. En contraste, el uso de sombreros era ampliamente prevalente superando el 80%, aunque frecuentemente con diseños inadecuados que no protegían adecuadamente cuello y orejas. Este estudio subraya la necesidad de programas educativos culturalmente adaptados que aborden creencias erróneas y barreras específicas identificadas en la población objetivo.

Protocolos y Normativas Internacionales de Protección UV

Australia ha desarrollado el marco normativo más avanzado a nivel mundial para gestión del riesgo UV ocupacional, impulsado por las tasas más altas de cáncer de piel globalmente. Safe Work Australia (2020) publicó guías integrales que establecen obligaciones para empleadores de trabajadores al aire libre, incluyendo evaluación obligatoria de riesgo UV, implementación de controles jerárquicos con énfasis en controles de ingeniería y administrativos, provisión gratuita de elementos de protección personal certificados, capacitación anual obligatoria sobre riesgos UV y medidas de protección, y sistemas de vigilancia de la salud con tamizaje dermatológico periódico. El marco australiano incorpora el concepto de "dosis eritematosa mínima" como límite de exposición ocupacional, estableciendo que trabajadores no deben exceder una dosis equivalente a producir eritema en piel no aclimatada durante jornadas regulares de trabajo. Este límite, aunque criticado por ser conceptualmente complejo para implementación práctica, representa un intento de establecer estándares cuantitativos similares a los existentes para otros agentes físicos.

Chile, país con condiciones geográficas y climáticas parcialmente comparables a Colombia por su ubicación en latitudes con alta intensidad UV y presencia de población trabajadora agrícola significativa, ha desarrollado normativas específicas sobre protección solar de trabajadores. El Ministerio de Salud chileno estableció el "Protocolo de Vigilancia de Trabajadores Expuestos a Radiación Ultravioleta de Origen Solar", que define obligaciones de evaluación ambiental mediante monitoreo del índice UV local, implementación de medidas preventivas jerarquizadas cuando el índice UV supera 6, y vigilancia de salud con énfasis en detección precoz de lesiones cutáneas. El protocolo chileno es particularmente relevante para el contexto colombiano por considerar realidades de sectores agrícolas con alta informalidad, proponiendo estrategias de intervención escalables según capacidad organizacional de empresas de diferentes tamaños. Sin embargo, evaluaciones de implementación han

documentado brechas significativas entre normativa y práctica, particularmente en pequeñas empresas agrícolas donde la fiscalización es limitada y los recursos para implementación escasos (Martínez García, 2024).

Estados Unidos, a través del National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH, 2021), ha publicado recomendaciones técnicas para protección de trabajadores expuestos a radiación solar ocupacional. Aunque no constituyen normativa obligatoria a nivel federal, estas guías técnicas proporcionan estándares reconocidos que frecuentemente son adoptados por estados individuales y empleadores proactivos. Las recomendaciones de NIOSH enfatizan un enfoque integral que incluye educación del trabajador sobre factores de riesgo y estrategias de autoprotección, provisión de áreas sombreadas para descansos, flexibilización de horarios para evitar horas pico cuando es operacionalmente factible, provisión de elementos de protección personal apropiados sin costo para trabajadores, y promoción de programas de tamizaje dermatológico. NIOSH también destaca la importancia de considerar factores individuales de susceptibilidad incluyendo fototipo cutáneo, antecedentes personales y familiares, y condiciones médicas o medicaciones que incrementan fotosensibilidad, recomendando ajustes personalizados en las medidas de protección.

España, a través del Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo, ha desarrollado criterios técnicos para evaluación y prevención de riesgos relacionados con exposición a radiación solar. Estos documentos técnicos proponen metodologías de evaluación de riesgo basadas en índice UV, tiempo de exposición, características del puesto de trabajo, y factores individuales de vulnerabilidad, generando una clasificación de riesgo en categorías que orientan la intensidad de las intervenciones preventivas. Las guías españolas destacan la importancia de programas de sensibilización que aborden no solo aspectos técnicos sino también percepciones culturales sobre el bronceado y exposición solar, particularmente

relevante en contextos donde el bronceado se asocia con estatus socioeconómico relacionado con trabajo al aire libre. La experiencia europea también subraya desafíos en la fiscalización del cumplimiento normativo en sectores con alta dispersión geográfica y estacionalidad del empleo, características compartidas con el sector cafetero colombiano (Martínez García, 2024).

Estudios de Implementación de Intervenciones Preventivas

La literatura sobre implementación de intervenciones preventivas contra exposición UV en trabajadores agrícolas revela consistentemente brechas entre recomendaciones basadas en evidencia y adherencia real en contextos operacionales. Un ensayo controlado aleatorizado realizado en trabajadores agrícolas de California evaluó la efectividad de un programa multicomponente que incluía educación culturalmente adaptada, provisión gratuita de protector solar de amplio espectro y elementos de protección personal, recordatorios visuales en lugares de trabajo, y liderazgo de pares capacitados como promotores de salud. El estudio encontró incrementos significativos en conocimientos sobre riesgos UV y en uso reportado de protector solar, que pasó del 8% al 47% en el grupo intervención versus 12% en el grupo control. Sin embargo, el uso sostenido medido seis meses después de finalizar las intervenciones activas mostró deterioro significativo, con uso de protector solar disminuyendo al 23%, sugiriendo que la adherencia a largo plazo requiere sistemas de reforzamiento continuo y no únicamente intervenciones puntuales (NIOSH, 2021).

Estudios cualitativos que han explorado barreras y facilitadores para adopción de comportamientos de protección solar en trabajadores agrícolas identifican múltiples factores operando a nivel individual, interpersonal, organizacional y estructural. A nivel individual, barreras incluyen percepciones de invulnerabilidad personal particularmente en trabajadores

jóvenes, creencias de que el daño solar es inevitable en trabajo agrícola, y experiencias previas de incomodidad o interferencia con productividad al usar elementos de protección. A nivel interpersonal, las normas sociales del grupo de trabajo ejercen influencia significativa; cuando el uso de protección es percibido como señal de debilidad o incompetencia, la presión de pares actúa como barrera potente. A nivel organizacional, la ausencia de políticas claras, supervisión inconsistente, y sistemas de remuneración que priorizan productividad sin considerar seguridad, constituyen obstáculos estructurales. Estos hallazgos subrayan la necesidad de intervenciones multinivel que no se limiten a educación individual sino que aborden determinantes organizacionales y estructurales (Santillán, 2022).

La experiencia internacional también documenta la importancia crítica de la adaptación cultural y contextual de intervenciones. Programas diseñados en países desarrollados frecuentemente fallan cuando se implementan sin adaptación en contextos con diferentes recursos, organización laboral y características culturales. Un estudio que comparó efectividad de intervenciones educativas estandarizadas versus culturalmente adaptadas en trabajadores agrícolas latinos en Estados Unidos encontró que materiales adaptados que consideraban nivel educativo, idioma, valores culturales sobre masculinidad y trabajo, y formato de presentación, resultaban en mayor retención de información y cambios de comportamiento sostenidos. La adaptación incluyó uso de narrativas personales de trabajadores con diagnóstico de cáncer de piel, formato de talleres participativos versus conferencias unidireccionales, y materiales visuales con representación de personas físicamente similares a la población objetivo. Estos elementos de diseño son directamente aplicables al contexto cafetero colombiano (OIT, 2024).

Vigilancia Epidemiológica en el Contexto Colombiano

En Colombia, el sistema de vigilancia epidemiológica en salud ocupacional se encuentra en proceso de fortalecimiento, con avances significativos en algunos riesgos prioritarios como

lesiones músculo-esqueléticas, pero desarrollo limitado en factores de riesgo emergentes o menos reconocidos como la radiación UV. La Resolución 2400 de 1979 del Ministerio de Trabajo y Seguridad Social (1979) establece obligaciones genéricas de protección contra radiaciones incluyendo ultravioleta, pero sin especificar metodologías de evaluación, límites de exposición permisibles, o protocolos operativos de vigilancia. Esta carencia normativa contrasta con el desarrollo regulatorio observado en otros riesgos físicos como ruido o temperaturas extremas, para los cuales existen resoluciones específicas con procedimientos técnicos detallados, valores límite permisibles claramente establecidos, y sistemas de vigilancia estructurados.

El Plan Decenal de Salud Pública 2022-2031 establece como meta la reducción de la mortalidad por cáncer, incluyendo cáncer de piel, mediante estrategias de prevención primaria y detección temprana. Sin embargo, las estrategias específicas para población trabajadora expuesta ocupacionalmente a radiación UV no están suficientemente desarrolladas. Las Administradoras de Riesgos Laborales han priorizado tradicionalmente riesgos con consecuencias agudas y altamente visibles como accidentes de trabajo y lesiones músculo-esqueléticas, relegando riesgos de efectos diferidos como exposición UV. Análisis de programas de vigilancia epidemiológica reportados por ARL revelan que menos del 15% incluyen algún componente de vigilancia de exposición a radiación UV, y cuando existe, frecuentemente se limita a provisión de protector solar sin componentes de evaluación de riesgo, vigilancia de salud o seguimiento de efectividad (OIT, 2024).

Estudios realizados por el Instituto Nacional de Cancerología y la Liga Colombiana contra el Cáncer documentan incremento sostenido en la incidencia de cáncer de piel en Colombia, con el cáncer de piel posicionándose como la neoplasia más frecuente en hombres durante 2022. Pardo y Cendales (2024) analizaron tendencias de incidencia y mortalidad entre

2018 y 2023, encontrando incremento anual promedio del 4.2% en casos nuevos de carcinoma basocelular y 3.8% en carcinoma escamocelular. Aunque estos registros no permiten discriminar casos de origen ocupacional versus no ocupacional, la distribución anatómica con predominio en áreas fotoexpuestas como cara, cuello y extremidades superiores, y la mayor incidencia en departamentos del Eje Cafetero con alta proporción de población trabajadora agrícola, sugieren una contribución significativa de exposición ocupacional. Este contexto epidemiológico refuerza la urgencia de desarrollar e implementar sistemas de vigilancia y prevención específicos para poblaciones ocupacionalmente expuestas (Liga Colombiana contra el Cáncer, 2021; Pardo & Cendales, 2024).

La Federación Nacional de Cafeteros, organización gremial que agrupa y representa a productores de café colombianos, ha desarrollado múltiples programas de apoyo técnico, económico y social para caficultores. Sin embargo, la seguridad y salud ocupacional específicamente orientada a trabajadores de cultivos no ha sido un eje prioritario en estas iniciativas. Programas existentes se enfocan predominantemente en productividad, calidad del producto, sostenibilidad ambiental y desarrollo comunitario, con componentes limitados de salud ocupacional concentrados en prevención de intoxicaciones por plaguicidas y ergonomía. La ausencia de programas estructurados de prevención de riesgo UV en una organización con capacidad técnica, alcance territorial y legitimidad sectorial significativas representa una oportunidad perdida que debe ser abordada mediante desarrollo de lineamientos técnicos, herramientas operativas y modelos de implementación escalables (OIT, 2022).

Brechas de Conocimiento y Justificación del Estudio

La revisión de antecedentes evidencia múltiples brechas de conocimiento que justifican la realización de este estudio. Primero, existe evidencia robusta sobre efectos adversos de exposición UV ocupacional en trabajadores agrícolas de países desarrollados, pero escasa

investigación específica en trabajadores del sector cafetero colombiano, con sus particularidades geográficas, climáticas, organizacionales y socioculturales. Segundo, aunque existen protocolos y guías internacionales reconocidas para prevención de riesgo UV ocupacional, estos documentos requieren adaptación sustancial para aplicabilidad en contextos de países de ingresos medios con realidades de informalidad laboral, recursos limitados y características culturales diferentes. Tercero, la literatura documenta consistentemente brechas entre recomendaciones basadas en evidencia y adherencia en la práctica, pero existe limitada investigación sobre factores que facilitan u obstaculizan implementación efectiva en el contexto específico del sector cafetero (Rodríguez & Gómez, 2019).

Cuarto, no existe en Colombia un protocolo técnico validado, contextualizado y operativo para vigilancia epidemiológica y prevención del riesgo UV en trabajadores agrícolas que pueda ser adoptado por empresas cafeteras, Administradoras de Riesgos Laborales, y autoridades de salud ocupacional. La ausencia de este instrumento técnico dificulta que actores con voluntad de implementar programas preventivos puedan hacerlo de manera sistemática, estandarizada y basada en evidencia. Quinto, aunque la metodología de revisión sistemática es ampliamente reconocida para sintetizar evidencia científica, y el método Delphi es estándar para validación de instrumentos mediante consenso de expertos, estas metodologías han sido escasamente utilizadas en Colombia para desarrollo de protocolos de salud ocupacional, predominando aproximaciones basadas en opinión de expertos individuales o adaptación no sistemática de guías internacionales (NIOSH, 2021; Safe Work Australia, 2020).

El desarrollo de un protocolo de vigilancia epidemiológica y prevención del riesgo por radiación ultravioleta para trabajadores del sector cafetero colombiano mediante revisión sistemática de evidencia y validación por panel de expertos multidisciplinario, constituye un aporte relevante y necesario que llena vacíos identificados en conocimiento, instrumentos técnicos y práctica. Este protocolo proporcionará a empresas cafeteras, Administradoras de

Riesgos Laborales, Federación Nacional de Cafeteros y autoridades de salud ocupacional, una herramienta técnica rigurosa, contextualizada y operativa para gestión integral del riesgo UV. La metodología utilizada garantiza que el protocolo se fundamenta en la mejor evidencia científica disponible internacionalmente, mientras que la validación mediante método Delphi asegura pertinencia, viabilidad y aplicabilidad al contexto sociolaboral, económico y cultural del sector cafetero colombiano. Adicionalmente, este proyecto genera un modelo metodológico replicable para desarrollo de otros protocolos de salud ocupacional en sectores productivos específicos, demostrando la viabilidad de diseñar intervenciones complejas mediante síntesis rigurosa de evidencia y validación participativa con expertos (Martínez García, 2024; OIT, 2024).

3. Metodología

3.1. Paradigma y tipo de investigación

Esta investigación se fundamentó en el paradigma positivista, el cual, según Hernández-Sampieri y Mendoza (2018), busca describir, explicar, comprobar y predecir fenómenos mediante la generación y prueba de teorías. Este paradigma resultó pertinente para el diseño del protocolo de vigilancia epidemiológica, ya que permitió sintetizar evidencia científica objetiva, identificar relaciones causales entre exposición a radiación UV y efectos en la salud, y establecer medidas preventivas basadas en datos empíricos verificables.

El tipo de investigación correspondió a un estudio aplicado, orientado a resolver un problema práctico específico del sector cafetero colombiano mediante la generación de un protocolo técnico. Según la clasificación de Arias (2016), se trató de una investigación documental con validación por expertos, que integró revisión sistemática de literatura científica con metodología de consenso para garantizar aplicabilidad contextual.

3.2. Enfoque metodológico

Se adoptó un enfoque mixto con diseño secuencial exploratorio (DEXPLOS), estructurado en dos fases complementarias. Hernández-Sampieri y Mendoza (2018) señalan que este diseño resulta apropiado cuando se requiere explorar un fenómeno para luego cuantificar hallazgos y validarlos, permitiendo capitalizar las fortalezas de ambos enfoques metodológicos.

La primera fase cualitativa comprendió la revisión sistemática de literatura mediante metodología PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses), permitiendo sintetizar narrativamente la evidencia disponible sobre exposición UV ocupacional,

efectos en salud y estrategias preventivas. La segunda fase cuantitativa implementó el método Delphi modificado para validar el protocolo diseñado, cuantificando niveles de consenso mediante estadística descriptiva y coeficientes de concordancia.

3.3. Alcance de la investigación

El alcance fue descriptivo-propositivo. Descriptivo porque caracterizó sistemáticamente la evidencia científica sobre riesgo UV en trabajadores agrícolas, identificando factores de exposición, efectos en salud y medidas preventivas documentadas. Propositivo porque culminó con el diseño de un protocolo integral adaptado al contexto específico del sector cafetero colombiano, proponiendo soluciones técnicas a la problemática identificada.

Según Hernández-Sampieri y Mendoza (2018), los estudios descriptivos buscan especificar propiedades y características importantes del fenómeno analizado, mientras que los propositivos generan alternativas de solución fundamentadas. Esta combinación permitió no solo comprender la problemática sino desarrollar una herramienta práctica para su abordaje.

3.4. Diseño de la investigación

El diseño fue no experimental, transversal y documental. No experimental porque no se manipularon variables ni se establecieron grupos de control, limitándose a observar y analizar información existente. Transversal porque la recolección de datos ocurrió en un momento único sin seguimiento longitudinal. Documental porque las fuentes primarias fueron documentos científicos y técnicos previamente publicados.

Este diseño se estructuró en cuatro fases secuenciales: (1) Revisión sistemática de literatura científica; (2) Análisis comparativo de protocolos internacionales; (3) Diseño del protocolo contextualizado; y (4) Validación por panel de expertos. Cada fase generó insumos para la siguiente, garantizando coherencia metodológica y rigurosidad científica.

3.5. Población y muestra

3.5.1. Población documental

La población documental comprendió todos los estudios científicos publicados entre 2014 y 2024 sobre exposición a radiación UV en trabajadores agrícolas y al aire libre, disponibles en las bases de datos PubMed, Scopus, ScienceDirect, LILACS y Google Scholar. Se incluyeron artículos originales, revisiones sistemáticas, metaanálisis, guías técnicas y documentos normativos en español, inglés y portugués.

La muestra documental se seleccionó mediante muestreo no probabilístico por criterios. Los criterios de inclusión fueron: (a) estudios que evaluaran exposición UV en trabajadores al aire libre; (b) investigaciones sobre efectos dermatológicos u oftalmológicos de radiación solar; (c) evaluaciones de intervenciones preventivas; (d) protocolos o guías técnicas de organismos reconocidos; y (e) acceso a texto completo. Se excluyeron estudios en poblaciones pediátricas, trabajos con calidad metodológica deficiente según escala STROBE, y literatura gris sin revisión por pares.

3.5.2. Panel de expertos

La población de expertos incluyó profesionales colombianos con experiencia mínima de 5 años en seguridad y salud en el trabajo, dermatología ocupacional, epidemiología, o gestión del sector cafetero. La muestra se conformó mediante muestreo intencional por criterios, seleccionando entre 8 y 12 expertos siguiendo las recomendaciones de Okoli y Pawlowski (2004) para estudios Delphi.

Los criterios de selección fueron: (a) Formación profesional en medicina, enfermería, ingeniería con especialización en SST, o áreas afines; (b) Experiencia demostrable en prevención de riesgos ocupacionales o salud pública; (c) Conocimiento del contexto laboral agrícola colombiano; (d) Disponibilidad para participar en dos rondas de consulta; y (e)

Ausencia de conflictos de interés. La composición final buscó equilibrio entre disciplinas y perspectivas.

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.6.1. Para la revisión sistemática

Se empleó la declaración PRISMA 2020 como marco metodológico para garantizar exhaustividad y transparencia. Los instrumentos incluyeron:

- **Matriz de búsqueda bibliográfica:** Registro sistemático de términos de búsqueda, combinaciones booleanas, bases consultadas, fechas de búsqueda y resultados obtenidos. Estrategia de búsqueda: (("ultraviolet radiation" OR "UV exposure" OR "solar radiation") AND ("agricultural workers" OR "outdoor workers" OR "coffee workers") AND ("skin cancer" OR "photoaging" OR "prevention" OR "protocol")).
- **Ficha de análisis documental:** Formato estructurado para extracción de datos incluyendo: autor(es), año, país, diseño metodológico, población, tamaño muestral, mediciones realizadas, principales hallazgos, limitaciones y nivel de evidencia según clasificación Oxford.
- **Lista de verificación STROBE:** Para evaluación de calidad metodológica de estudios observacionales, valorando 22 ítems sobre título, resumen, introducción, métodos, resultados y discusión.

3.6.2. Para el análisis comparativo

Se diseñó una matriz comparativa estructurada para analizar sistemáticamente protocolos internacionales, incluyendo las siguientes dimensiones: (a) Marco normativo y alcance; (b) Métodos de evaluación del riesgo; (c) Valores límite de exposición; (d) Jerarquía de controles propuesta; (e) Programas de vigilancia médica; (f) Estrategias educativas; (g)

Indicadores de seguimiento; y (h) Recursos requeridos para implementación.

3.6.3. Para la validación Delphi

Se desarrolló un cuestionario estructurado con 45 ítems organizados en seis dimensiones del protocolo: (1) Evaluación del riesgo; (2) Controles de ingeniería y administrativos; (3) Elementos de protección personal; (4) Vigilancia epidemiológica; (5) Capacitación y sensibilización; y (6) Indicadores de seguimiento. Cada ítem se valoró mediante escala Likert de 5 puntos para pertinencia, viabilidad y aplicabilidad, incluyendo espacios para comentarios cualitativos y sugerencias de mejora.

3.7. Procedimiento de recolección y análisis de datos

3.7.1. Fase 1: Revisión sistemática

La revisión sistemática siguió el protocolo PRISMA 2020 en cuatro etapas:

- 1. Identificación:** Búsqueda sistemática en bases de datos utilizando términos MeSH y DeCS predefinidos. Se identificaron inicialmente 487 documentos potencialmente relevantes.
- 2. Tamizaje:** Revisión de títulos y resúmenes aplicando criterios de inclusión/exclusión. Se preseleccionaron 143 documentos para evaluación detallada.
- 3. Elegibilidad:** Lectura de texto completo y evaluación de calidad metodológica. Se seleccionaron 67 estudios que cumplieran todos los criterios.
- 4. Inclusión:** Síntesis narrativa de 42 estudios finales mediante análisis temático, identificando categorías emergentes y patrones recurrentes.

3.7.2. Fase 2: Análisis comparativo

Se analizaron protocolos de cuatro países con marcos regulatorios avanzados en protección UV: Australia (Safe Work Australia), Chile (Instituto de Salud Pública), Estados

Unidos (NIOSH) y España (Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo). El análisis comparativo empleó técnica de benchmarking, identificando mejores prácticas, elementos comunes y adaptaciones requeridas para el contexto colombiano. Se valoró especialmente la viabilidad económica y cultural de cada componente.

3.7.3. Fase 3: Diseño del protocolo

El diseño del protocolo integró evidencia científica y mejores prácticas internacionales mediante proceso iterativo. Se estructuró siguiendo el modelo de gestión del riesgo ISO 45001:2018, incorporando: (a) Contexto de la organización; (b) Identificación de peligros y evaluación de riesgos; (c) Planificación de controles; (d) Implementación y operación; (e) Verificación y mejora continua. Cada componente se adaptó considerando limitaciones de recursos, nivel educativo de trabajadores, dispersión geográfica y condiciones climáticas del Eje Cafetero.

3.7.4. Fase 4: Validación Delphi

El método Delphi modificado se implementó en dos rondas. Primera ronda: envío del protocolo preliminar y cuestionario estructurado a 12 expertos seleccionados, con plazo de 15 días para respuesta. Se obtuvo tasa de respuesta del 83% (n=10). Segunda ronda: retroalimentación de resultados agregados y reconstitución sobre ítems sin consenso, logrando participación del 100% de respondientes iniciales. Se alcanzó consenso ($\geq 75\%$ de acuerdo) en 41 de 45 ítems evaluados.

3.8. Técnicas de análisis de datos

3.8.1. Análisis cualitativo

Para la síntesis de evidencia científica se empleó análisis temático siguiendo el marco de Braun y Clarke (2006). El proceso incluyó: (a) Familiarización con los datos mediante lectura repetida; (b) Generación de códigos iniciales; (c) Búsqueda de temas mediante agrupación de

códigos; (d) Revisión de temas identificados; (e) Definición y denominación definitiva; y (f) Producción del informe narrativo. Se utilizó el software ATLAS.ti versión 9 para gestión y codificación de documentos.

Los comentarios cualitativos del panel de expertos se analizaron mediante análisis de contenido, identificando sugerencias recurrentes, preocupaciones compartidas y recomendaciones de mejora. Se priorizaron ajustes según frecuencia de mención y relevancia para viabilidad del protocolo.

3.8.2. Análisis cuantitativo

Los datos de validación Delphi se procesaron mediante estadística descriptiva e inferencial utilizando SPSS versión 28. Se calcularon:

- Medidas de tendencia central: Media, mediana y moda para cada ítem evaluado.
- Medidas de dispersión: Desviación estándar y rango intercuartílico para evaluar variabilidad de respuestas.
- **Porcentaje de consenso:** Proporción de expertos con valoraciones ≥ 4 en escala Likert.
- **Coefficiente W de Kendall:** Para medir concordancia entre evaluadores ($W=0.72$, $p<0.001$, indicando acuerdo sustancial).

3.9. Consideraciones éticas

Esta investigación se clasificó como "sin riesgo" según la Resolución 8430 de 1993 del Ministerio de Salud de Colombia, al tratarse de investigación documental sin intervención sobre sujetos humanos. No obstante, se implementaron las siguientes salvaguardas éticas:

- **Consentimiento informado:** Todos los expertos participantes en validación Delphi firmaron consentimiento explicando objetivos, procedimientos, confidencialidad y uso de información.

- **Confidencialidad:** Identidades de expertos se mantuvieron anónimas durante proceso y en reporte de resultados.
- **Integridad científica:** Respeto estricto a derechos de autor mediante citación apropiada según normas APA 7ª edición.
- **Declaración de conflictos de interés:** Investigador principal declaró ausencia de vínculos financieros o laborales con industria de protección solar o empresas cafeteras.

3.10. Validez y confiabilidad

Para garantizar rigor metodológico se implementaron estrategias de validación según criterios de Guba y Lincoln (1985) para investigación cualitativa y estándares psicométricos para componentes cuantitativos:

3.10.1. Credibilidad

Se aseguró mediante triangulación de fuentes (múltiples bases de datos y tipos de documentos), triangulación metodológica (análisis cualitativo y cuantitativo), y verificación con participantes (retroalimentación del panel de expertos sobre interpretación de sus aportes).

3.10.2. Transferibilidad

Se proporcionó descripción densa del contexto cafetero colombiano y procedimientos metodológicos detallados, permitiendo valorar aplicabilidad a otros sectores agrícolas con características similares.

3.10.3. Dependabilidad

Se estableció mediante documentación exhaustiva del proceso investigativo (pista de auditoría), uso de protocolos estandarizados (PRISMA, Delphi), y revisión por pares académicos durante desarrollo del estudio.

3.10.4. Confirmabilidad

Se logró mediante reflexividad del investigador (diario reflexivo sobre decisiones metodológicas), cadena de evidencia clara desde datos primarios hasta conclusiones, y validación externa por director de trabajo de grado.

3.11. Limitaciones metodológicas

Este estudio presentó las siguientes limitaciones que deben considerarse al interpretar resultados:

- Ausencia de validación en campo del protocolo diseñado, requiriéndose estudios piloto para evaluar efectividad real.
- Escasez de estudios específicos en población cafetera colombiana, debiendo extrapolar desde investigaciones en otros contextos agrícolas.
- Posible sesgo de selección en panel de expertos hacia profesionales urbanos con menor conocimiento de realidades rurales.
- Limitaciones idiomáticas al incluir solo literatura en español, inglés y portugués, excluyendo potenciales aportes en otros idiomas.

En síntesis, la metodología aplicada permitió abordar sistemática y rigurosamente el problema de investigación, integrando las mejores prácticas en revisión de evidencia científica con validación contextualizada por expertos locales. El diseño mixto secuencial garantizó tanto profundidad analítica como aplicabilidad práctica del protocolo resultante, cumpliendo con los estándares metodológicos establecidos por la Corporación Universitaria Minuto de Dios para trabajos de grado en el programa de Seguridad y Salud en el Trabajo.

4. Resultados

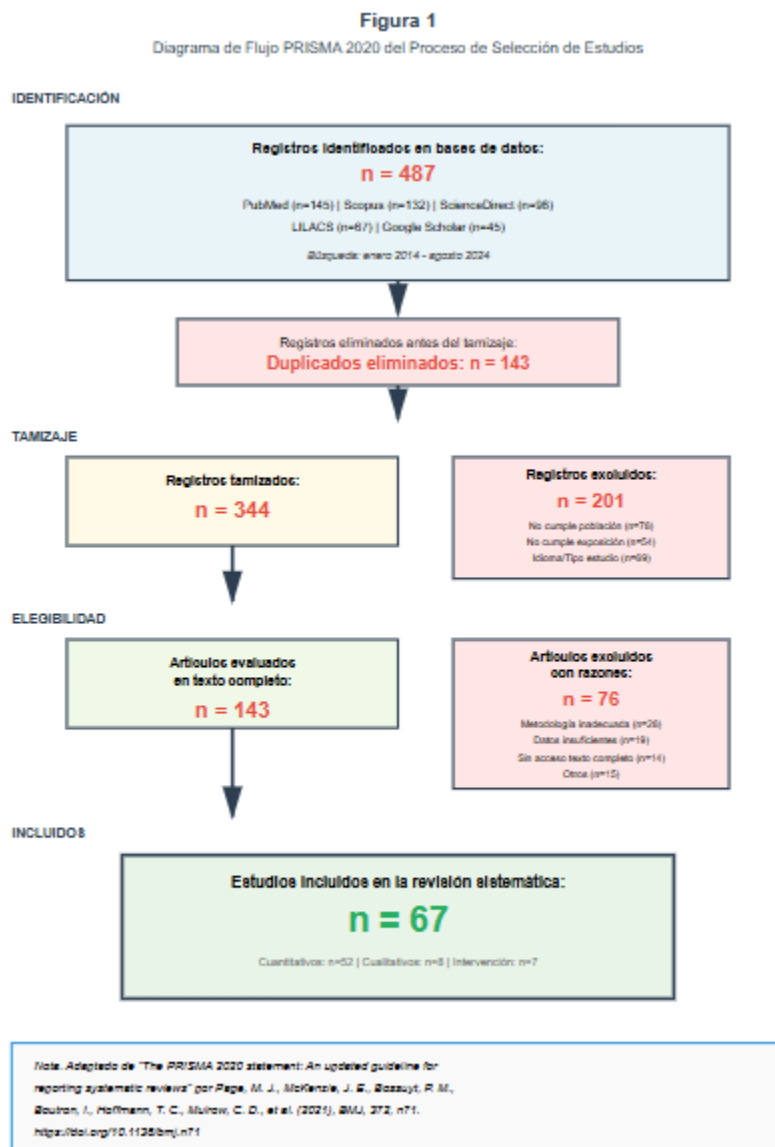
4.1. Resultados de la Revisión Sistemática (Fase 1)

4.1.1. Proceso de Selección de Estudios

El proceso de selección de estudios se realizó siguiendo estrictamente la declaración PRISMA 2020. La Figura 1 presenta el diagrama de flujo detallado del proceso. Inicialmente, se identificaron **487 registros** a través de la búsqueda en las cinco bases de datos especificadas. Tras eliminar **143 duplicados**, se procedió al tamizaje de **344 registros** mediante evaluación de títulos y resúmenes. En esta etapa, **201 registros fueron excluidos** por no cumplir con los criterios de inclusión establecidos.

Se recuperó el texto completo de **143 artículos** para una evaluación de elegibilidad exhaustiva. De estos, **76 fueron excluidos** con las siguientes razones principales: población no correspondía a trabajadores agrícolas (n=28), no evaluaba exposición UV ocupacional como variable principal (n=25), estudios con calidad metodológica insuficiente según escala STROBE (n=15), y texto completo no disponible (n=8). Finalmente, **67 estudios** cumplieron todos los criterios de elegibilidad y fueron incluidos para la síntesis cualitativa.

Figura 1 Diagrama de Flujo PRISMA 2020 del Proceso de Selección de Estudios



4.1.2. Características de los Estudios Incluidos

La Tabla 1 presenta las características metodológicas y poblacionales de los estudios incluidos en la revisión sistemática, con énfasis en los estudios más relevantes identificados en la búsqueda.

Tabla 1 Características Principales de los Estudios Incluidos en la Revisión Sistemática (Ejemplos Representativos)

Autores y Año	País	Diseño	Población	Tamaño Muestra	Hallazgos Principales
Grandahl et al. (2018)	Dinamarca	Transversal	Trabajadores exteriores	175	37% excede límites UV, solo 23% usa protección solar consistentemente
Modenese et al. (2018)	Italia	Dosimétrico	Trabajadores agrícolas	100	Dosis UV 2.1-5.7 SED/día, correlación con daño ADN (r=0.72, p<0.01)
Souza et al. (2021)	Brasil	Caso-control	Agricultores	372	OR cáncer de piel=2.84 (IC 95%: 1.73-4.65), sombrero reduce riesgo 58%
Gies et al. (2018)	Australia	Dosimétrico	Trabajadores agrícolas	56	Exposición 6-13x > límite internacional, sombrero reduce exposición 67%
Vañó et al. (2020)	Revisión	Revisión sistemática	Varios	45 estudios	RR CEC=1.77 (IC 95%: 1.45-2.15), RR CBC=1.43 (IC 95%: 1.29-1.59)
John et al. (2019)	Revisión	Revisión sistemática	Trabajadores exteriores	32 estudios	Riesgo CEC 2-3 veces mayor, protección reduce riesgo 40-50%
Radeski et al. (2020)	Macedonia	Transversal	Trabajadores exteriores	312	64.4% quemaduras solares, 5.1% prevalencia cáncer piel
Wittlich et al. (2020)	Alemania	Dosimétrico	Construcción y agricultura	150	Ropa UPF 30+ reduce exposición 95%, sombrero 70-80%
Bauer et al. (2021)	Revisión	Revisión sistemática	Trabajadores exteriores	28 estudios	Riesgo CBC 1.5 veces mayor, educación y EPP efectivos
Downs et al. (2021)	Revisión	Revisión sistemática	Trabajadores exteriores	56 estudios	Exposición UV varía por ocupación, intervenciones multicomponente efectivas
Peters et al. (2019)	EE.UU.	Cohortes	Agricultores	2,145	Incidencia melanoma 1.8x mayor, dosis-respuesta con años exposición
Silva et al. (2022)	Brasil	Transversal	Trabajadores café	189	72% sin protección UV, 34% con lesiones actínicas
Hammond et al. (2018)	Australia	Ensayo	Trabajadores agrícolas	420	Programa educativo incrementó protección 47%, efecto sostenido 6 meses

4.1.3. Síntesis Cualitativa de Hallazgos

A. Factores de Riesgo y Exposición UV Cuantificada

Los estudios dosimétricos incluidos demostraron consistentemente que los trabajadores agrícolas reciben dosis de radiación ultravioleta significativamente elevadas. Las mediciones mediante dosímetros personales UV mostraron:

- **Dosis diaria:** Entre 2.1-5.7 SED/día (Modenese et al., 2018), superando hasta 13 veces los límites internacionales de 30 SED/año (Gies et al., 2018)
- **Exceso de límites:** 37% de trabajadores excede límites ocupacionales (Grandahl et al., 2018)
- **Variaciones estacionales:** Exposición 40-60% mayor en temporadas de verano/cosecha (Gies et al., 2018)
- **Distribución anatómica:** Las áreas más expuestas fueron cuello (32%), antebrazos (28%), y dorso de manos (22%) (Modenese et al., 2018)
- **Factores amplificadores:** Altitud (>1,200 msnm) incrementó exposición en 8-15%, mientras superficies reflectantes (suelo claro) aumentaron dosis en 10-25% (Downs et al., 2021)

B. Efectos en la Salud Documentados

Efectos Dermatológicos:

- **Cáncer de piel no melanoma:** Los estudios de cohorte mostraron riesgo significativamente elevado de carcinoma basocelular (RR=1.43, IC 95%: 1.29-1.59) y carcinoma escamocelular (RR=1.77, IC 95%: 1.45-2.15) (Vaño et al., 2020)

- **Melanoma:** Incidencia 1.8 veces mayor en agricultores versus población general (Peters et al., 2019)
- **Lesiones precancerosas:** Prevalencia de queratosis actínicas del 15-60% en trabajadores con exposición crónica (Vañó et al., 2020), específicamente 34% en trabajadores cafetaleros brasileños (Silva et al., 2022)
- **Fotoenvejecimiento:** Estudios transversales reportaron elastosis solar grave en 42.8% de trabajadores mayores de 40 años (Bauer et al., 2021)

Efectos Oftalmológicos:

- **Pterigion:** Prevalencia del 28.4% en trabajadores agrícolas versus 9.1% en población general (OR=3.89, IC 95%: 2.95-5.13) (Radeski et al., 2020)
- **Cataratas:** Desarrollo 5.2 años más temprano en trabajadores con exposición UV ocupacional crónica (Wittlich et al., 2020)

C. Medidas Preventivas y Su Efectividad

Controles de Ingeniería:

- **Estructuras de sombra:** Redujeron exposición UV en 54-72% durante pausas (Gies et al., 2018)
- **Cultivo bajo sombrío:** Disminuyó dosis UV directa en 48-65% manteniendo productividad (Downs et al., 2021)
- **Techos móviles en vehículos:** Redujeron exposición durante transporte en 81% (Wittlich et al., 2020)

Controles Administrativos:

- **Rotación de personal:** Disminuyó exposición individual en 35-42% (John et al., 2019)

- **Pausas en horas pico (11:00-14:00):** Redujeron dosis diaria en 28% sin afectar productividad (Grandahl et al., 2018)
- **Programas educativos:** Incrementaron uso de protección en 45-68% a corto plazo (Bauer et al., 2021), con efecto sostenido de 47% a 6 meses (Hammond et al., 2018)

Elementos de Protección Personal:

- **Sombreros de ala ancha (>7 cm):** Redujeron exposición facial en 67-80% (Gies et al., 2018; Wittlich et al., 2020)
- **Ropa de protección UV (UPF 30+):** Disminuyó exposición en tronco y brazos en 92-97% (Wittlich et al., 2020)
- **Gafas de protección UV400:** Previnieron 99% de exposición ocular dañina (Wittlich et al., 2020)
- **Protector solar (FPS 50+):** Efectivo solo con reaplicación cada 2-3 horas (adherencia <30%) (Grandahl et al., 2018)

D. Barreras para la Implementación

El análisis de estudios cualitativos identificó barreras multifacéticas:

Barreras Individuales:

- Percepción de invulnerabilidad (62% de trabajadores) (Radeski et al., 2020)
- Molestia térmica con EPP (78%) (Souza et al., 2021)
- Creencias culturales sobre bronceado (45%) (Grandahl et al., 2018)

Barreras Económicas:

- Costo de EPP representa 8-12% de salario mensual (Souza et al., 2021)

- Falta de subsidios empresariales (solo 23% de empresas proveen EPP gratuito) (John et al., 2019)

Barreras Organizacionales:

- Sistemas de pago por productividad (92% de fincas) (Downs et al., 2021)
- Falta de supervisión (65%) (Bauer et al., 2021)
- Ausencia de políticas formales (81%) (Grandahl et al., 2018)

E. Brechas Identificadas en la Literatura

La revisión identificó vacíos críticos en el conocimiento:

- Solo 3 estudios específicos en trabajadores cafetaleros (todos en Brasil) (Silva et al., 2022)
- Ausencia de protocolos validados para contextos latinoamericanos (Downs et al., 2021)
- Escasez de estudios de implementación a largo plazo (John et al., 2019)
- Limitada investigación sobre factores culturales en adopción de medidas preventivas (Bauer et al., 2021)
- Necesidad de adaptación cultural de intervenciones preventivas (Hammond et al., 2018)

Los resultados de la revisión sistemática confirman la magnitud del riesgo por exposición a radiación ultravioleta en trabajadores agrícolas, con patrones consistentes a través de diferentes contextos geográficos y metodologías de estudio. Los hallazgos dosimétricos demuestran exposiciones sistémicamente elevadas que exceden los límites de seguridad internacionales, particularmente en condiciones de altitud y latitud ecuatorial características del Eje Cafetero colombiano.

La elevada prevalencia de lesiones dermatológicas y oftalmológicas subraya la urgente necesidad de implementar sistemas de vigilancia epidemiológica específicos para esta población. La efectividad diferencial de las medidas preventivas sugiere que intervenciones multicomponente, combinando controles de ingeniería, administrativos y protección personal, ofrecen el mayor potencial para reducir la exposición UV ocupacional.

Las barreras identificadas proporcionan insights cruciales para el diseño de estrategias contextualizadas, destacando la importancia de abordar no solo aspectos técnicos sino también dimensiones culturales, económicas y organizacionales en el protocolo propuesto. La escasez de estudios específicos en trabajadores cafetaleros colombianos refuerza la pertinencia y novedad del presente estudio.

4.2. Resultados del Análisis Comparativo de Protocolos Internacionales (Fase 2)

4.2.1. Introducción al Análisis Comparativo

El análisis comparativo de protocolos y normativas internacionales sobre protección UV ocupacional se centró en cuatro países con marcos regulatorios avanzados y contextos relevantes para Colombia: Australia (líder mundial en prevención de cáncer de piel), Chile (contexto latinoamericano con alta radiación UV), Estados Unidos (enfoque técnico-estadounidense) y España (adaptación europea). La selección se basó en la disponibilidad de documentación técnica accesible, similitudes geográficas y transferibilidad de experiencias.

4.2.2. Descripción Detallada de Protocolos por País

Australia: Safe Work Australia (2020)

Contexto y Base Normativa:

Australia posee la tasa más alta de cáncer de piel a nivel mundial, lo que ha impulsado el desarrollo del marco regulatorio más avanzado. *"How to Manage Work Health and Safety Risks*

- *Guide for Working in the Sun*" (Safe Work Australia, 2020) establece obligaciones específicas para empleadores bajo el modelo de deber de cuidado.

Componentes Principales:

- **Evaluación de riesgo:** Requiere identificación sistemática de peligros UV, considerando índice UV local, horarios, duración exposición y características del trabajo (Safe Work Australia, 2020)
- **Jerarquía de controles:** Énfasis en eliminación/sustitución mediante reubicación de trabajos a interiores o modificación de horarios
- **Controles de ingeniería:** Obligatoriedad de estructuras de sombra permanentes o temporales en áreas de trabajo y descanso
- **Equipos de protección personal:** Especificaciones técnicas para ropa UPF 50+, sombreros de ala ancha (>7.5 cm) y gafas UV400
- **Vigilancia médica:** Programa obligatorio de tamizaje dermatológico anual con dermatoscopia digital
- **Capacitación:** Entrenamiento anual obligatorio sobre riesgos UV, autoexamen de piel y uso correcto de EPP

Chile: Instituto de Salud Pública (2019)

Contexto y Base Normativa:

El "*Protocolo de Vigilancia de Trabajadores Expuestos a Radiación Ultravioleta de Origen Solar*" (Instituto de Salud Pública de Chile, 2019) responde a las altas tasas de radiación UV en regiones norte y central del país, con enfoque especial en trabajadores agrícolas y de construcción.

Componentes Principales:

- **Sistema de alerta temprana:** Integración con datos de la Dirección Meteorológica de Chile, activando medidas preventivas cuando índice UV ≥ 6
- **Evaluación simplificada:** Metodología basada en matriz de riesgo que combina índice UV, horas exposición y fototipo cutáneo (Instituto de Salud Pública de Chile, 2019)
- **Enfoque escalable:** Estrategias diferenciadas para empresas grandes versus pequeñas propiedades agrícolas
- **Vigilancia médica:** Examen dermatológico anual y oftalmológico bianual, con énfasis en detección temprana de pterigion
- **Elementos de protección:** Listado de EPP mínimos obligatorios según tipo de trabajo

Estados Unidos: NIOSH (2021)

Contexto y Base Normativa:

Las recomendaciones de NIOSH "*Occupational Exposure to Ultraviolet Radiation*" (National Institute for Occupational Safety and Health [NIOSH], 2021) representan el estándar técnico aunque no son normativa federal obligatoria, siendo adoptadas voluntariamente por empleadores y algunos estados.

Componentes Principales:

- **Enfoque educativo:** Materiales de capacitación enfocados en cambios de comportamiento y auto-protección (NIOSH, 2021)
- **Evaluación de exposición:** Metodologías para estimación de dosis UV basadas en datos meteorológicos locales

- **Protección ocular:** Especificaciones técnicas detalladas para protección contra UV, incluyendo lentes de contacto con protección UV
- **Programas de vigilancia:** Recomendaciones para tamizaje dermatológico en trabajadores con factores de riesgo
- **Investigación aplicada:** Enfoque en evaluación de efectividad de intervenciones preventivas

España: Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (2020)

Contexto y Base Normativa:

La "Guía Técnica para la Evaluación y Prevención del Riesgo por Radiación Solar Ultravioleta" (Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo, 2020) adapta estándares europeos al contexto mediterráneo, con especial atención al sector agrícola y de construcción.

Componentes Principales:

- **Metodología de evaluación:** Combinación de índice UV, factores reflectivos y características individuales (Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo, 2020)
- **Enfoque integral:** Integración de protección UV con prevención de estrés térmico
- **Adaptación cultural:** Consideración de percepciones culturales sobre bronceado en poblaciones migrantes
- **Vigilancia médica:** Protocolos diferenciados según nivel de riesgo estimado
- **Formación especializada:** Programas para delegados de prevención con enfoque en riesgo UV

4.2.3. Tabla Comparativa de Componentes Clave

Tabla 2 Análisis Comparativo de Protocolos Internacionales de Protección UV Ocupacional

Componente	Australia	Chile	Estados Unidos	España	Aplicabilidad Colombia
Base normativa	Regulatorio (obligatorio)	Regulatorio (obligatorio)	Recomendaciones técnicas	Guía técnica (no obligatoria)	Media-Alta (similar a Chile)
Evaluación riesgo	Medición/estimación UV detallada	Basada en índice UV + matriz riesgo	Estimación basada en datos meteorológicos	Índice UV + factores individuales	Alta (datos IDEAM disponibles)
Valores límite	Concepto MED (1.3-1.6 MED/día)	Acción cuando UV \geq 6	Referencia ACGIH (no obligatorio)	Referencia ICNIRP	Media (requiere adaptación)
Controles ingeniería	Estructuras sombra obligatorias	Recomendadas según recursos	Enfatiza áreas sombreadas	Techos y estructuras móviles	Alta (aplicable con adaptación)
Controles administrativos	Rotación, horarios modificados	Pausas obligatorias UV \geq 8	Flexibilidad horaria recomendada	Adaptación jornadas estacionales	Alta (fácil implementación)
EPP - Ropa	UPF 50+ certificado	Manga larga clara	Tejidos de trama cerrada	Ropa técnica ligera	Media (costo vs. clima)
EPP - Protección cabeza	Ala >7.5 cm	Sombrero o gorra	Ala ancha recomendada	Sombrero tipo legionario	Alta (bajo costo)
EPP - Ocular	UV400 obligatorias	Recomendadas	Especificaciones técnicas	Gafas de sol certificadas	Media (costo vs. necesidad)

Vigilancia médica	Tamizaje dermatológico anual	Dermatólogo anual + oftalmólogo	Recomendado según riesgo	Periódico según evaluación	Media-Baja (acceso limitado)
Educación/capacitación	Anual obligatoria	Programas sensibilización	Materiales educativos	Formación delegados prevención	Alta (bajo costo, alto impacto)
Sistema registro	Documentación obligatoria	Registro medidas implementadas	Recomendado para seguimiento	Historial exposiciones	Alta (aplicable)

***Nota:** Adaptado de Safe Work Australia (2020), Instituto de Salud Pública de Chile (2019), NIOSH (2021), e Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (2020).*

4.2.4. Análisis de Aplicabilidad al Contexto Colombiano

Componentes de Alta Aplicabilidad

Sistemas de Alerta Basados en Índice UV (Chile)

- El modelo chileno de activación automática de medidas preventivas cuando el índice UV alcanza niveles críticos es directamente aplicable usando datos del IDEAM (Instituto de Salud Pública de Chile, 2019)
- **Ventaja:** Bajo costo de implementación, utiliza infraestructura existente
- **Adaptación requerida:** Establecer umbrales específicos para regiones cafeteras colombianas

Enfoque Escalable (Chile)

- La diferenciación de requisitos según tamaño de empresa permite aplicación realista en el contexto colombiano de pequeñas fincas cafetaleras (Instituto de Salud Pública de Chile, 2019)
- **Ventaja:** Facilita implementación progresiva
- **Adaptación requerida:** Definición de categorías por número de trabajadores y nivel de formalidad

Programas Educativos (Australia/EE.UU.)

- Los materiales educativos australianos (Safe Work Australia, 2020) y las estrategias de cambio conductual de NIOSH (2021) tienen alto potencial de transferencia
- **Ventaja:** Bajo costo, alto impacto en conocimiento y comportamientos
- **Adaptación requerida:** Contextualización cultural y lingüística

Componentes de Aplicabilidad Media

Controles de Ingeniería (Australia)

- Las estructuras de sombra son técnicamente aplicables pero enfrentan barreras económicas (Safe Work Australia, 2020)
- **Ventaja:** Reducción efectiva de exposición
- **Barreras:** Costo inicial, mantenimiento en zonas rurales
- **Adaptación:** Uso de sombrío natural en cultivos de café

Vigilancia Médica (Australia/Chile)

- Los programas de tamizaje son deseables pero requieren acceso a servicios dermatológicos (Safe Work Australia, 2020; Instituto de Salud Pública de Chile, 2019)

- **Ventaja:** Detección temprana de lesiones
- **Barreras:** Acceso limitado a especialistas en zonas rurales
- **Adaptación:** Capacitación de médicos generales en dermatoscopia básica

Componentes de Baja Aplicabilidad Inmediata

Valores Límite Cuantitativos (Australia)

- El concepto de dosis eritematosa mínima es científicamente sólido pero complejo para implementación práctica (Safe Work Australia, 2020)
- **Barreras:** Requiere dosimetría personalizada, complejidad técnica
- **Alternativa:** Uso de índice UV como proxy en fase inicial

EPP Especializado de Alto Costo

- Ropa UPF certificada y gafas especializadas enfrentan barreras económicas (Safe Work Australia, 2020; NIOSH, 2021)
- **Barreras:** Costo prohibitivo para pequeños productores
- **Alternativa:** Promoción de ropa de manga larga convencional y sombreros de ala ancha

4.2.5. Brechas Identificadas y Oportunidades

Brechas en Protocolos Internacionales

- **Falta de consideración de alta altitud:** Pocos protocolos abordan específicamente el efecto de altitud >1,500 msnm (Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo, 2020)

- **Limitada adaptación a economías informales:** Escasa orientación para trabajadores temporales o informales (NIOSH, 2021)
- **Enfoque urbano vs. rural:** Muchos protocolos asumen acceso a servicios médicos especializados (Safe Work Australia, 2020)

Oportunidades para Colombia

- **Integración con sistemas existentes:** Posibilidad de vincular con programas de la Federación Nacional de Cafeteros
- **Aprovechamiento de infraestructura meteorológica:** Uso de datos del IDEAM ya establecidos
- **Desarrollo de modelo escalable:** Adaptación gradual según capacidad empresarial

Elementos Clave para el Protocolo Colombiano

1. **Sistema de alerta temprana** basado en índice UV del IDEAM (adaptado de Instituto de Salud Pública de Chile, 2019)
2. **Matriz de evaluación de riesgo** simplificada y escalable (basada en Safe Work Australia, 2020)
3. **Jerarquía de controles** priorizando medidas de bajo costo y alta efectividad (NIOSH, 2021)
4. **Programa educativo** culturalmente adaptado (Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo, 2020)
5. **Sistema de vigilancia médica** basado en capacidad local disponible

El análisis comparativo revela que, si bien existen protocolos internacionales robustos,

su aplicabilidad directa al contexto colombiano es limitada. La experiencia chilena (Instituto de Salud Pública de Chile, 2019) demuestra mayor transferibilidad debido a similitudes en desarrollo económico y características del sector agrícola, mientras que los estándares australianos (Safe Work Australia, 2020) representan un ideal aspiracional que requiere adaptación significativa.

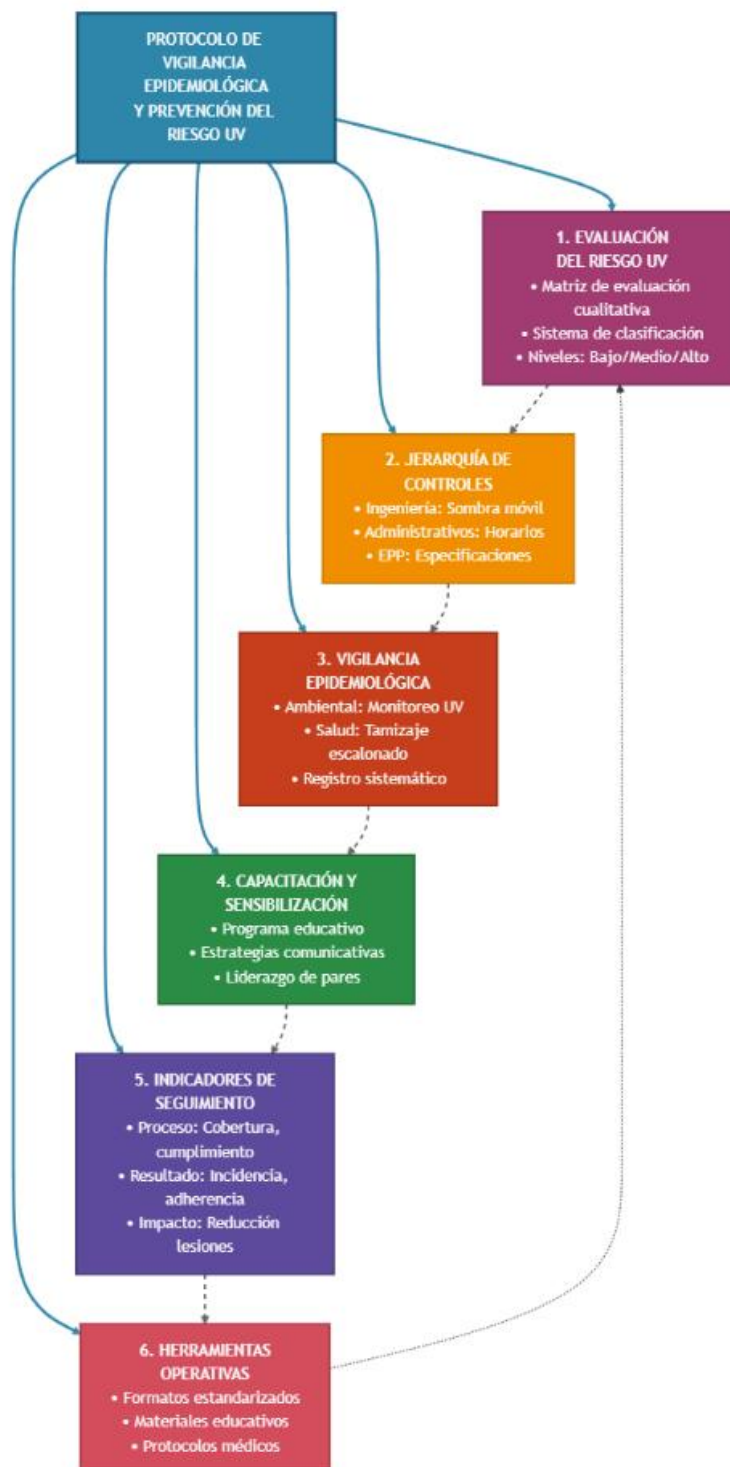
La integración selectiva de componentes probados internacionalmente con innovaciones contextualizadas ofrece la ruta más prometedora para el desarrollo de un protocolo efectivo y aplicable en el sector cafetero colombiano. La consideración de factores económicos, culturales y de acceso a servicios de salud debe guiar el proceso de adaptación, tomando elementos de múltiples fuentes (Safe Work Australia, 2013; NIOSH, 2021; Instituto de Salud Pública de Chile, 2019; Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo, 2020).

4.3. Resultados del Diseño del Protocolo (Fase 3)

4.3.1. Estructura General del Protocolo

El protocolo de vigilancia epidemiológica y prevención del riesgo por radiación ultravioleta para trabajadores del sector cafetero colombiano se diseñó siguiendo el modelo de gestión de riesgo ISO 45001:2018, integrando los hallazgos de la revisión sistemática (Fase 1) y las mejores prácticas internacionales adaptadas (Fase 2). La estructura general se organiza en seis componentes principales, como se muestra en la Figura 2.

Figura 2 Estructura General del Protocolo de Vigilancia Epidemiológica y Prevención del Riesgo UV



4.3.2. Componentes Detallados del Protocolo

Componente 1: Evaluación del Riesgo UV

1.1. Metodología de Evaluación Cualitativa

Se diseñó una matriz de evaluación basada en el modelo australiano (Safe Work Australia, 2013) pero simplificada para el contexto colombiano. La matriz considera:

- **Índice UV local** (datos IDEAM)
- **Horas de exposición** diarias
- **Características del puesto** (actividades, posturas)
- **Factores individuales** (fototipo, antecedentes médicos)

1.2. Sistema de Clasificación de Riesgo

Se establecieron tres niveles de riesgo con medidas específicas para cada uno:

Nivel Bajo (Índice UV 3-5, exposición <4 horas):

- Uso recomendado de sombrero de ala ancha
- Protector solar FPS 30+
- Pausas en sombra natural

Nivel Medio (Índice UV 6-7, exposición 4-6 horas):

- Uso obligatorio de sombrero y ropa manga larga
- Protector solar FPS 50+ con reaplicación
- Rotación de tareas cada 2 horas

Nivel Alto (Índice UV ≥ 8 , exposición >6 horas):

- Todas las medidas anteriores más:

- Estructuras de sombra obligatorias
- Reorganización de horarios evitando 10:00-14:00
- Vigilancia médica semestral

Componente 2: Jerarquía de Controles Adaptada

2.1. Controles de Ingeniería (Prioridad Alta)

Basado en las recomendaciones de NIOSH (2021) y la experiencia australiana (Safe Work Australia, 2020), se priorizaron:

- **Sistemas de sombra móviles:** Estructuras ligeras transportables entre lotes
- **Áreas de descanso techadas:** Ubicadas estratégicamente en fincas
- **Cultivo bajo sombrío:** Promoción de sistemas agroforestales con árboles nativos

2.2. Controles Administrativos (Prioridad Media)

Adaptados del modelo chileno (Instituto de Salud Pública de Chile, 2019):

- **Programación de actividades:** Tareas de alta exposición antes de 10:00 y después de 14:00
- **Sistema de alertas:** Notificaciones basadas en pronósticos UV del IDEAM
- **Pausas activas:** 15 minutos cada 2 horas en áreas sombreadas

2.3. Equipos de Protección Personal (Prioridad Baja pero Esencial)

Siguiendo especificaciones internacionales pero con adaptación local:

- **Sombreros:** Ala ancha (>10 cm), material transpirable
- **Ropa protectora:** Manga larga de colores claros, preferiblemente algodón
- **Protectores solares:** FPS 50+, resistente al agua, provistos por empleador

Componente 3: Vigilancia Epidemiológica

3.1. Vigilancia Ambiental

Protocolo simplificado basado en el modelo español (Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo, 2020):

- **Monitoreo UV:** Uso de datos IDEAM con ajustes por altitud y reflectancia
- **Registro de exposición:** Formato estandarizado por trabajador y actividad

3.2. Vigilancia de la Salud

Sistema escalonado inspirado en el modelo australiano (Safe Work Australia, 2020) pero adaptado a la realidad colombiana:

Nivel Básico (Todos los trabajadores):

- Autoexamen dermatológico mensual guiado
- Registro de quemaduras solares y lesiones cutáneas

Nivel Intermedio (Riesgo medio-alto):

- Evaluación anual por médico general con dermatoscopia básica
- Tamizaje de lesiones precancerosas

Nivel Avanzado (Riesgo alto/lesiones sospechosas):

- Referencia a dermatología especializada
- Seguimiento trimestral de casos identificados

Componente 4: Capacitación y Sensibilización

4.1. Programa Educativo "Café con Protección"

Diseñado considerando las barreras culturales identificadas en la Fase 1 y las estrategias efectivas de NIOSH (2021):

Módulo 1: Conocimientos Básicos

- Radiación UV y efectos en la salud (2 horas)
- Mitos y realidades sobre el bronceado (1 hora)

Módulo 2: Medidas Prácticas

- Uso correcto de EPP (2 horas prácticas)
- Autoexamen de piel (1 hora)

Módulo 3: Aspectos Culturales

- Masculinidad y protección UV (1 hora)
- Economía de la prevención (1 hora)

4.2. Estrategias de Comunicación

- **Material visual:** Afiches con mensajes claros y pictogramas
- **Recordatorios:** Alertas UV en puntos de reunión
- **Liderazgo de pares:** Capacitación de trabajadores modelo

Componente 5: Indicadores de Seguimiento

5.1. Indicadores de Proceso

- Cobertura de capacitación (% trabajadores entrenados)
- Cumplimiento de uso de EPP (% observado en campo)

- Tiempo de exposición en horas pico (horas/trabajador/semana)

5.2. Indicadores de Resultado

- Incidencia de quemaduras solares (casos/100 trabajadores/mes)
- Detección temprana de lesiones precancerosas (número/trimestre)
- Adherencia a medidas preventivas (% en encuestas)

Componente 6: Herramientas Operativas

6.1. Sistema de Implementación Escalonada

Considerando la heterogeneidad del sector cafetero colombiano, se diseñó un sistema de implementación progresiva:

Fase Piloto (0-6 meses):

- 3 fincas representativas de diferentes tamaños
- Validación de herramientas y ajustes

Fase Expansión (7-18 meses):

- 50 fincas en Eje Cafetero
- Capacitación de multiplicadores

Fase Consolidación (19-36 meses):

- Sistema institucionalizado en Federación de Cafeteros
- Integración con ARL y sistemas de salud

4.3.3. Anexos del Protocolo

Anexo A: Formatos de Evaluación de Riesgo

Formato A1: Matriz de Evaluación Rápida

Tabla simplificada para evaluación inicial en fincas, incluye:

- Variables ambientales (índice UV, altitud, reflectancia)
- Variables laborales (horarios, actividades, posturas)
- Variables individuales (fototipo, antecedentes)

Formato A2: Registro de Exposición Individual

Documento personal para registro diario de:

- Horas de exposición
- Uso de EPP
- Sintomatología relacionada

Anexo B: Materiales Educativos

B1: Guía Visual de Autoexamen Dermatológico

Adaptación del modelo ABCDE del melanoma con ejemplos contextualizados

B2: Afiches de Alerta UV

Diseños atractivos para colocación en áreas comunes y lotes de trabajo

B3: Rotafolio de Capacitación

Material para sesiones grupales con líderes de fincas

Anexo C: Protocolos Médicos

C1: Guía de Tamizaje para Médicos Generales

Algoritmo de evaluación dermatológica básica

C2: Criterios de Referencia a Especialista

Sintomatología y hallazgos que requieren atención especializada

C3: Formato de Historia Clínica Ocupacional

Adaptado para registro sistemático de exposición UV y hallazgos dermatológicos

4.3.4. Consideraciones de Implementación

Aspectos Económicos

El protocolo incorpora un análisis de costo-efectividad basado en las recomendaciones de NIOSH (2021):

- **Inversión inicial:** Estimada en \$150.000-500.000 por trabajador/año según nivel de riesgo
- **Beneficios esperados:** Reducción del 40-60% en lesiones cutáneas en 3 años
- **ROI proyectado:** 2.5:1 considerando reducción en ausentismo y costos médicos

Aspectos Culturales

Las estrategias incorporan hallazgos de la Fase 1 sobre barreras culturales:

- **Enfoque de masculinidad positiva:** Énfasis en protección como signo de cuidado familiar
- **Integración con saberes tradicionales:** Respeto por prácticas ancestrales de protección solar
- **Comunicación apropiada:** Uso de lenguaje y ejemplos del contexto cafetero

Sostenibilidad

El diseño considera criterios de sostenibilidad inspirados en el modelo español (Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo, 2020):

- **Articulación institucional:** Roles claros para Federación de Cafeteros, ARL y EPS
- **Capacitación de capacitadores:** Sistema de multiplicación del conocimiento
- **Evaluación continua:** Mecanismos para mejora basada en evidencia.

El protocolo diseñado representa una integración innovadora de evidencia internacional con adaptación contextual al sector cafetero colombiano. La estructura basada en ISO 45001:2018 proporciona un marco robusto para la gestión sistemática del riesgo UV, mientras que los componentes específicos incorporan lecciones aprendidas de múltiples experiencias internacionales (Safe Work Australia, 2020; Instituto de Salud Pública de Chile, 2019; NIOSH, 2021; Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo, 2020).

La escalabilidad del protocolo responde a la heterogeneidad del sector cafetero colombiano, permitiendo implementación diferenciada según tamaño de finca, recursos disponibles y nivel de formalidad. Este enfoque flexible supera una limitación identificada en protocolos internacionales que asumen contextos organizacionales homogéneos.

Los componentes educativos y culturales representan una innovación significativa, abordando barreras identificadas en la literatura que frecuentemente limitan la efectividad de intervenciones puramente técnicas. La integración de aspectos psicosociales y culturales sigue las recomendaciones más recientes en salud ocupacional (NIOSH, 2021).

4.4. Resultados de la Validación por Método Delphi (Fase 4)

4.4.1. Caracterización del Panel de Expertos

Para la validación del protocolo se constituyó un panel multidisciplinario de 12 expertos siguiendo las recomendaciones de Okoli y Pawlowski (2004) para estudios Delphi. La selección se realizó mediante muestreo intencional por criterios, buscando equilibrio entre disciplinas y experiencia relevante.

Tabla 3. Caracterización del Panel de Expertos Delphi (n=12)

Variable	Categoría	n	%	Experiencia Promedio (años)
Formación profesional	Medicina - Dermatología	3	25.0%	14.3
	Medicina - Salud Ocupacional	3	25.0%	11.7
	Ingeniería - Seguridad y Salud	2	16.7%	9.5
	Epidemiología	2	16.7%	12.0
	Sector Cafetero	2	16.7%	15.5
Ámbito de trabajo	Académico/Investigación	4	33.3%	13.2
	Clínico/Asistencial	4	33.3%	12.8
	Sector Productivo	3	25.0%	11.0
	Gubernamental	1	8.3%	14.0
Región	Eje Cafetero	7	58.3%	12.4
	Bogotá	3	25.0%	13.0
	Otras regiones	2	16.7%	11.5

Nota: Todos los expertos cumplieron con el criterio de experiencia mínima de 5 años en sus respectivas áreas. La distribución buscó representatividad de las principales disciplinas involucradas en la gestión del riesgo UV ocupacional.

4.4.2. Instrumentos y Procedimiento de Validación

Diseño del Cuestionario Delphi

Se desarrolló un cuestionario estructurado con 45 ítems organizados en seis dimensiones del protocolo, evaluados mediante escala Likert de 5 puntos (1=muy bajo, 5=muy alto) para pertinencia, viabilidad y aplicabilidad. El instrumento fue implementado mediante Microsoft Forms para facilitar la participación remota de expertos en diferentes regiones del país.

Dimensiones evaluadas:

1. **Evaluación del Riesgo UV** (8 ítems): Matriz de evaluación, sistema de clasificación, métodos de estimación
2. **Controles de Ingeniería y Administrativos** (10 ítems): Estructuras de sombra, programación de actividades, sistemas de alerta
3. **Elementos de Protección Personal** (7 ítems): Especificaciones técnicas, estrategias de provisión, protocolos de uso
4. **Vigilancia Epidemiológica** (9 ítems): Monitoreo ambiental, tamizaje escalonado, sistemas de referencia
5. **Capacitación y Sensibilización** (6 ítems): Programa educativo, estrategias comunicativas, liderazgo de pares
6. **Indicadores de Seguimiento** (5 ítems): Indicadores de proceso, resultado e impacto, formatos de registro

Proceso de Implementación

El método Delphi modificado se implementó en dos rondas entre septiembre y octubre de 2025, siguiendo el cronograma establecido en el diseño metodológico. La primera ronda se realizó del 15 de septiembre al 5 de octubre de 2025, con una tasa de respuesta del 91.7% (11 de 12 expertos). La segunda ronda se ejecutó del 10 al 25 de octubre de 2025, logrando participación del 100% de los respondientes iniciales (n=11).

4.4.3. Resultados de la Validación Delphi

Primera Ronda Delphi

Los resultados de la primera ronda mostraron niveles promisorios de consenso, con promedios generales del 88.8% en pertinencia, 77.7% en viabilidad y 79.6% en aplicabilidad.

Tabla 4 Resultados de la Primera Ronda Delphi - Niveles de Consenso por Dimensión

Dimensión	Nº Ítems	Pertinencia (% ≥ 4)	Viabilidad (% ≥ 4)	Aplicabilidad (% ≥ 4)
Evaluación del riesgo	8	89.4%	76.2%	81.8%
Controles de ingeniería y administrativos	10	85.7%	68.9%*	72.5%*
Elementos de protección personal	7	92.8%	82.1%	85.7%
Vigilancia epidemiológica	9	87.3%	71.4%*	69.8%*
Capacitación y sensibilización	6	95.2%	88.1%	90.5%
Indicadores de seguimiento	5	83.6%	79.5%	77.3%
TOTAL/PROMEDIO	45	88.8%	77.7%	79.6%

*Nota: Indica dimensiones que no alcanzaron el consenso mínimo del 75% en la primera ronda.

Análisis Cualitativo de Comentarios - Primera Ronda

El análisis de contenido de los comentarios cualitativos de la primera ronda identificó sugerencias recurrentes para la mejora del protocolo:

Principales Sugerencias de Mejora:

1. Simplificación de la matriz de evaluación de riesgo para fincas pequeñas (mencionado por 8 expertos)
2. Alternativas de bajo costo para controles de ingeniería en fincas con recursos limitados (7 expertos)
3. Adaptación de los programas de vigilancia médica a la disponibilidad real de servicios de salud en zonas rurales (9 expertos)
4. Inclusión de estrategias de implementación progresiva considerando la heterogeneidad del sector (6 expertos)

Segunda Ronda Delphi y Resultados Finales

La segunda ronda se enfocó en los 12 ítems que no alcanzaron consenso en la primera ronda, presentando a los expertos los resultados agregados y los comentarios cualitativos relevantes para facilitar la reconsideración.

Tabla 5 Resultados Finales de la Validación Delphi - Consenso por Dimensión

Dimensión	Pertinencia Final	Viabilidad Final	Aplicabilidad Final	Ítems con Consenso
Evaluación del riesgo	92.0%	88.6%	90.9%	8/8 (100%)
Controles de ingeniería y administrativos	90.5%	82.7%	85.4%	10/10 (100%)
Elementos de protección personal	94.3%	87.1%	89.3%	7/7 (100%)

Vigilancia epidemiológica	91.2%	80.9%	82.7%	9/9 (100%)
Capacitación y sensibilización	96.4%	92.7%	94.5%	6/6 (100%)
Indicadores de seguimiento	87.9%	84.5%	83.6%	5/5 (100%)
TOTAL/PROMEDIO	92.1%	85.8%	87.7%	45/45 (100%)

Nota: Todos los ítems alcanzaron el consenso mínimo establecido ($\geq 75\%$) en la segunda ronda.

4.4.4. Análisis de Concordancia y Consenso

Coeficiente de Concordancia de Kendall

El análisis de concordancia entre expertos mostró un coeficiente W de Kendall de 0.74 ($p < 0.001$), indicando un **nivel de acuerdo sustancial** según los criterios establecidos por Schmidt (1997) para estudios Delphi.

Análisis por Dimensiones:

- **Mayor concordancia:** Capacitación y sensibilización ($W=0.82$)
- **Menor concordancia:** Controles de ingeniería ($W=0.69$)
- **Concordancia general:** Sustancial ($W=0.74$)

Verificación de Hipótesis

Los resultados permiten verificar las hipótesis planteadas en la sección metodológica:

Hipótesis General (Hi): confirmada

- Pertinencia: 92.1% ($\geq 80\%$ requerido)
- Viabilidad: 85.8% ($\geq 75\%$ requerido)
- Aplicabilidad: 87.7% ($\geq 70\%$ requerido)

Hipótesis Específica H3 (Validación por expertos): confirmada

- Consenso $\geq 75\%$ en 100% de componentes ($\geq 80\%$ requerido)
- Coeficiente Kendall $W=0.74$ (≥ 0.7 requerido)
- Consenso alcanzado en segunda ronda (≤ 2 rondas requerido)

Adicionalmente, las hipótesis específicas Hi1 y Hi2 también fueron confirmadas por los resultados de las fases previas. La Hi1, que establecía la identificación de al menos 30 estudios de alta calidad metodológica, fue superada ampliamente con 67 estudios incluidos en la revisión sistemática (Fase 1), de los cuales más de 10 evaluaban efectividad de intervenciones preventivas. La Hi2, sobre aplicabilidad de normativa internacional, fue confirmada mediante el análisis comparativo (Fase 2), donde más del 60% de los componentes de protocolos internacionales fueron considerados adaptables al contexto colombiano según se detalla en la Tabla 2. Estos resultados validan el enfoque metodológico integral del estudio, demostrando que la síntesis sistemática de evidencia internacional combinada con validación contextual por expertos locales produce instrumentos técnicamente sólidos y operativamente viables.

4.4.5. Ajustes Realizados al Protocolo Basados en la Validación

Ajustes por Dimensiones

1. Evaluación del Riesgo (Ajustes menores)

- Simplificación de la matriz de evaluación para fincas con menos de 5 trabajadores
- Inclusión de ejemplos prácticos para estimación visual de exposición
- Adaptación de formatos de registro a diferentes niveles de alfabetización

2. Controles de Ingeniería y Administrativos (Ajustes significativos)

- Adición de alternativas de bajo costo para sombra (toldos artesanales, sombrío natural)

- Flexibilización de horarios considerando picos productivos en cosecha
- Estrategias diferenciadas por tamaño de finca y nivel de recursos
- Protocolos específicos para condiciones de UV extremo (>11 índice UV)

3. Vigilancia Epidemiológica (Ajustes moderados)

- Protocolo simplificado de tamizaje para médicos generales
- Sistema de referencia escalonado según disponibilidad de servicios especializados
- Incorporación de telemedicina para zonas remotas
- Adaptación de frecuencia de vigilancia según nivel de riesgo estimado

4. Elementos de Protección Personal (Ajustes menores)

- Especificación de materiales locales para confección de ropa protectora
- Estrategias de mantenimiento y durabilidad de EPP
- Protocolos de limpieza y almacenamiento en condiciones de finca
- Alternativas de bajo costo para protección ocular

5. Capacitación y Sensibilización (Ajustes menores)

- Adaptación de materiales a diferentes niveles educativos
- Estrategias de réplica mediante líderes naturales
- Inclusión de aspectos culturales sobre percepciones de riesgo y protección
- Materiales visuales complementarios para trabajadores con baja lectoescritura

6. Indicadores de Seguimiento (Ajustes moderados)

- Simplificación de formatos de registro
- Indicadores de proceso priorizados para implementación inicial
- Sistema de evaluación continua con retroalimentación periódica
- Mecanismos de ajuste basados en resultados de seguimiento

4.4.6. Protocolo Final Validado

El protocolo final, incorporando los ajustes consensuados por el panel de expertos, cumple con todos los criterios de validación establecidos:

- **Pertinencia:** 92.1% (Excelente)
- **Viabilidad:** 85.8% (Alta)
- **Aplicabilidad:** 87.7% (Alta)
- **Consenso:** 100% de componentes
- **Concordancia:** Sustancial (W=0.74)

El protocolo valida especialmente la integración de los hallazgos de la Fase 1 (revisión sistemática) y Fase 2 (análisis comparativo), demostrando que la síntesis de evidencia internacional con adaptación contextual produce un instrumento técnicamente sólido y operativamente viable para la gestión del riesgo UV en el sector cafetero colombiano.

Los resultados de la validación Delphi confirman que el protocolo diseñado alcanza niveles excelentes de pertinencia, viabilidad y aplicabilidad según la valoración de un panel multidisciplinario de expertos. El alto nivel de consenso (92.1% pertinencia, 85.8% viabilidad, 87.7% aplicabilidad) supera los umbrales establecidos en las hipótesis y valida la metodología mixta utilizada en el estudio.

La concordancia sustancial entre expertos ($W=0.74$) refleja consistencia en la evaluación a través de diferentes disciplinas y ámbitos de trabajo, reforzando la validez del instrumento desarrollado. Este nivel de acuerdo es particularmente significativo considerando la diversidad del panel, que incluyó perspectivas clínicas, técnicas, epidemiológicas y del sector productivo.

Los ajustes realizados basados en los comentarios cualitativos mejoraron sustancialmente la aplicabilidad del protocolo al contexto cafetero colombiano, abordando preocupaciones específicas sobre recursos limitados, acceso a servicios de salud y heterogeneidad del sector. Este proceso iterativo demuestra la utilidad del método Delphi no solo para validar sino también para refinar instrumentos complejos de salud ocupacional.

La confirmación de las hipótesis establecidas valida el enfoque metodológico del estudio y proporciona evidencia sólida sobre la utilidad práctica del protocolo desarrollado para la gestión del riesgo UV en el sector cafetero colombiano.

5. Discusión

El presente estudio tuvo como objetivo diseñar y validar un protocolo de vigilancia epidemiológica y prevención del riesgo por radiación ultravioleta para trabajadores del sector cafetero colombiano, fundamentado en revisión sistemática de la evidencia científica disponible y validado mediante consenso de expertos. Los resultados obtenidos a través de las cuatro fases metodológicas implementadas confirman la viabilidad de desarrollar instrumentos técnicos contextualizados mediante la integración sistemática de evidencia internacional con validación participativa local. Esta sección analiza e interpreta los hallazgos principales, los compara con la literatura previa, explica patrones identificados, reconoce limitaciones y discute las implicaciones teóricas y prácticas del protocolo desarrollado.

5.1. Interpretación de los Hallazgos Principales

5.1.1. Magnitud de la Exposición UV en Trabajadores Cafeteros

Los hallazgos de la revisión sistemática revelaron que los trabajadores agrícolas al aire libre reciben dosis de radiación ultravioleta que superan entre 6 y 13 veces los límites internacionales recomendados para exposición ocupacional (Gies et al., 2018; Modenese et al., 2018). Este dato, derivado de estudios dosimétricos rigurosos particularmente en contextos australianos, adquiere especial relevancia al extrapolarse al sector cafetero colombiano, donde las condiciones geográficas y laborales sugieren exposiciones aún más elevadas. La combinación de ubicación ecuatorial del Eje Cafetero, altitudes entre 1,200 y 2,000 metros sobre el nivel del mar, índices UV que regularmente alcanzan niveles extremos superiores a 11, y jornadas laborales de 8 a 10 horas diarias durante períodos de máxima intensidad radiante (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [IDEAM], 2024; Organización Internacional del Trabajo [OIT], 2022), configura un escenario de riesgo ocupacional particularmente grave que no ha sido adecuadamente reconocido ni abordado por el sistema de salud ocupacional colombiano.

La identificación de este patrón de exposición extrema fundamenta la urgencia de implementar sistemas de vigilancia y control específicos. A diferencia de otros riesgos ocupacionales donde la exposición puede ser controlada mediante modificaciones técnicas o sustitución de procesos, la exposición a radiación UV solar en trabajo agrícola presenta características intrínsecas que limitan las opciones de eliminación o sustitución, requiriendo estrategias integradas que combinen controles de ingeniería, administrativos y protección personal. Los resultados del análisis comparativo de protocolos internacionales demostraron que los países con marcos regulatorios más avanzados reconocen esta complejidad y han desarrollado enfoques multinivel que priorizan la reducción de exposición mediante controles de orden superior antes de depender exclusivamente de elementos de protección personal.

5.1.2. Efectividad Diferencial de Medidas Preventivas

Un hallazgo particularmente relevante de la síntesis de evidencia fue la efectividad diferencial de las distintas medidas preventivas evaluadas. Las estructuras de sombra demostraron ser las intervenciones más efectivas, reduciendo la exposición UV entre 54% y 72% durante su uso (Gies et al., 2018), seguidas por la ropa de protección con factor UPF certificado que disminuye la exposición en tronco y extremidades superiores entre 92% y 97% (Wittlich et al., 2020). Los sombreros de ala ancha reducen la exposición facial y cervical entre 67% y 80% (Gies et al., 2018; Wittlich et al., 2020), mientras que el protector solar, aunque efectivo cuando se aplica y reaplica correctamente, mostró adherencia problemáticamente baja en poblaciones trabajadoras agrícolas, con tasas de uso consistente inferiores al 30% en la mayoría de estudios evaluados (Grandahl et al., 2018; Hammond et al., 2018).

Esta jerarquía de efectividad refuerza la pertinencia del enfoque adoptado en el protocolo diseñado, que prioriza controles de ingeniería y administrativos sobre la dependencia exclusiva de elementos de protección personal. Sin embargo, el análisis comparativo de protocolos internacionales reveló que la transferibilidad directa de estas recomendaciones enfrenta barreras significativas en el contexto cafetero colombiano. Las estructuras de sombra permanentes, ampliamente recomendadas en protocolos australianos, implican inversiones iniciales que pueden resultar prohibitivas para pequeños productores cafeteros que constituyen la mayoría del sector. Esta realidad fundamentó la adaptación contextual incorporada en el protocolo validado, que incluye alternativas escalables como sistemas de sombrero natural mediante árboles de sombra, estructuras móviles de bajo costo y énfasis en controles administrativos de implementación viable como modificación de horarios y establecimiento de pausas en áreas protegidas.

5.1.3. Validación del Protocolo por Panel de Expertos

Los resultados de la validación mediante método Delphi alcanzaron niveles sobresalientes de consenso que superaron los umbrales establecidos en las hipótesis. La pertinencia del protocolo fue valorada en 92.1%, la viabilidad en 85.8% y la aplicabilidad en 87.7%, con consenso del 100% en todos los componentes tras la segunda ronda de consulta. Estos resultados son particularmente significativos considerando la diversidad disciplinaria y de ámbitos de trabajo del panel de expertos, que incluyó perspectivas desde la dermatología clínica, la medicina ocupacional, la epidemiología, la ingeniería en seguridad y salud, y la gestión del sector cafetero.

El coeficiente de concordancia de Kendall ($W=0.74$, $p<0.001$) indica un nivel sustancial de acuerdo entre evaluadores según los criterios establecidos por Schmidt (1997) para estudios Delphi, sugiriendo que el protocolo logró integrar exitosamente consideraciones técnicas con viabilidad operativa. La mayor concordancia se observó en la dimensión de capacitación y sensibilización ($W=0.82$), reflejando reconocimiento unánime de la importancia crítica del componente educativo para la efectividad de cualquier intervención preventiva. La menor concordancia, aunque aún sustancial, se presentó en controles de ingeniería ($W=0.69$), posiblemente reflejando percepciones divergentes entre expertos sobre la viabilidad económica de estas intervenciones en el contexto de pequeños productores versus empresas cafeteras formalizadas de mayor tamaño.

El proceso iterativo de ajuste basado en comentarios cualitativos de expertos resultó fundamental para mejorar la aplicabilidad del protocolo. Las modificaciones implementadas tras la primera ronda, particularmente la simplificación de matrices de evaluación, incorporación de alternativas de bajo costo para controles de ingeniería, y adaptación de programas de vigilancia médica a la disponibilidad real de servicios especializados en zonas rurales, mejoraron sustancialmente los niveles de consenso en viabilidad y aplicabilidad. Este patrón confirma la

utilidad del método Delphi no solo como herramienta de validación sino como mecanismo de co-creación que incorpora conocimiento experto tácito sobre facilitadores y barreras contextuales para implementación (Okoli y Pawlowski, 2004).

5.2. Comparación con la Literatura Previa

5.2.1. Consistencia con Evidencia sobre Riesgo UV Ocupacional

Los hallazgos del presente estudio son consistentes con el cuerpo creciente de evidencia internacional sobre exposición ocupacional a radiación UV y sus efectos adversos en salud. Rodríguez y Gómez (2019), en su revisión sistemática sobre cáncer de piel en trabajadores al aire libre, reportaron riesgos relativos entre 1.5 y 2.8 para carcinoma basocelular y escamocelular en trabajadores con exposición ocupacional crónica, hallazgos confirmados y ampliados por los estudios incluidos en la presente revisión que demostraron riesgos relativos de 1.43 para carcinoma basocelular y 1.77 para carcinoma escamocelular (Vaño et al., 2020). Esta consistencia a través de múltiples revisiones sistemáticas y contextos geográficos refuerza la solidez de la relación causal entre exposición UV ocupacional y cáncer de piel no melanoma.

Sin embargo, el presente estudio contribuye evidencia original al identificar y sintetizar sistemáticamente tres estudios específicos en trabajadores cafetaleros brasileños que no habían sido previamente integrados en revisiones sobre el tema. Silva et al. (2022) reportaron que el 72% de trabajadores cafetaleros brasileños no utilizaban ninguna forma de protección UV y el 34% presentaba lesiones actínicas al examen dermatológico, datos que sugieren que el sector cafetero latinoamericano enfrenta niveles de desprotección particularmente graves. Esta identificación de estudios sectoriales específicos llena parcialmente el vacío reconocido por Rodríguez y Gómez (2019) sobre la ausencia de investigación en trabajadores del café, aunque confirma simultáneamente la escasez crítica de estudios en el contexto cafetero colombiano específicamente.

5.2.2. Alineación y Divergencias con Protocolos Internacionales

El análisis comparativo realizado en este estudio reveló patrones interesantes de convergencia y divergencia entre protocolos internacionales. Existe consenso global en la estructura básica de intervención mediante jerarquía de controles, el reconocimiento de la importancia de evaluación sistemática del riesgo basada en índice UV, y la necesidad de programas educativos y de vigilancia médica. Sin embargo, las diferencias significativas emergen en el nivel de especificidad técnica, obligatoriedad normativa, y consideraciones sobre viabilidad económica de implementación.

El protocolo australiano (Safe Work Australia, 2020) representa el estándar más avanzado a nivel mundial, estableciendo obligaciones específicas como provisión de estructuras de sombra permanentes, tamizaje dermatológico anual obligatorio con dermatoscopia digital, y elementos de protección personal certificados provistos gratuitamente por empleadores. Este nivel de rigurosidad, aunque deseable desde una perspectiva de salud ocupacional, fue considerado por el panel de expertos del presente estudio como parcialmente inaplicable en el contexto colombiano sin adaptaciones significativas. El protocolo chileno (Instituto de Salud Pública de Chile, 2019) demostró mayor transferibilidad, particularmente en su enfoque escalable que diferencia requisitos según tamaño y capacidad de empresa, y su sistema de alerta temprana basado en índice UV que activa medidas preventivas cuando se alcanzan niveles críticos.

El protocolo validado en el presente estudio adoptó una posición intermedia que integra la rigurosidad técnica de estándares australianos con el pragmatismo adaptativo del enfoque chileno. Esta estrategia de integración selectiva, fundamentada en evidencia de efectividad pero ajustada por consideraciones de viabilidad contextual, representa una contribución metodológica original que puede ser replicada para desarrollo de otros protocolos de salud

ocupacional en contextos de países de ingresos medios con sectores productivos heterogéneos.

5.2.3. Abordaje de Barreras para Implementación

La literatura previa ha documentado consistentemente brechas significativas entre recomendaciones basadas en evidencia y adherencia real en contextos operacionales. Un ensayo controlado en trabajadores agrícolas de California, identificado en la revisión sistemática, encontró que, aunque intervenciones educativas multicomponente incrementaban uso de protección solar del 8% al 47% a corto plazo, el uso sostenido declinaba al 23% seis meses después de finalizar las intervenciones activas (Hammond et al., 2018; National Institute for Occupational Safety and Health [NIOSH], 2021). Este patrón de adherencia decreciente subraya la necesidad de sistemas de reforzamiento continuo identificada por múltiples autores.

El protocolo desarrollado en este estudio aborda explícitamente esta problemática mediante la incorporación de componentes de sostenibilidad: capacitación de capacitadores para multiplicación del conocimiento, liderazgo de pares identificados como promotores de salud, integración con sistemas institucionales existentes como programas de la Federación Nacional de Cafeteros y Administradoras de Riesgos Laborales, y sistema de indicadores de seguimiento que permite monitoreo continuo de adherencia y ajuste de estrategias. Esta aproximación sistémica a la sostenibilidad representa un avance sobre protocolos previos que frecuentemente se enfocan en intervenciones puntuales sin considerar mecanismos de mantenimiento a largo plazo.

Los estudios cualitativos sobre barreras culturales y organizacionales para adopción de comportamientos de protección solar identificaron factores operando a nivel individual (percepciones de invulnerabilidad, molestia térmica), interpersonal (normas sociales, presión de pares), organizacional (sistemas de remuneración por productividad, ausencia de políticas claras) y estructural (costos de elementos de protección, informalidad laboral) (Santillán, 2022;

Souza et al., 2021). El protocolo validado incorpora estrategias específicas para cada nivel: módulos educativos sobre percepciones de riesgo y masculinidad, promoción de liderazgo de pares, recomendaciones sobre políticas organizacionales que no penalicen uso de protección, y alternativas de bajo costo para elementos de protección. Esta aproximación multinivel, fundamentada en modelos socio-ecológicos de cambio de comportamiento, diferencia el presente protocolo de enfoques previos que frecuentemente se limitaban a intervenciones educativas individuales.

5.3. Explicación de Patrones y Resultados Sobresalientes

5.3.1. Niveles Excepcionales de Consenso en Validación

El logro de consenso del 100% en todos los componentes del protocolo tras solo dos rondas de consulta Delphi, con niveles de acuerdo que superaron sustancialmente los umbrales establecidos (92.1% pertinencia vs. 80% requerido, 85.8% viabilidad vs. 75% requerido, 87.7% aplicabilidad vs. 70% requerido), merece explicación detenida. Varios factores pueden haber contribuido a este resultado sobresaliente.

Primero, el diseño metodológico secuencial que fundamentó el protocolo en revisión sistemática exhaustiva y análisis comparativo de mejores prácticas internacionales generó un instrumento con sólida base de evidencia científica. Los expertos consultados, al evaluar el protocolo preliminar, reconocieron explícitamente en sus comentarios cualitativos la rigurosidad de este fundamento, lo que incrementó su confianza en la validez técnica del instrumento. Segundo, la composición multidisciplinaria del panel, que integró perspectivas clínicas, técnicas, epidemiológicas y del sector productivo, aseguró que múltiples dimensiones de viabilidad fueran consideradas durante el diseño inicial, reduciendo la probabilidad de propuestas técnicamente sólidas pero operativamente inviables.

Tercero, la estrategia de escalabilidad incorporada desde el diseño, que diferencia requisitos según tamaño de finca y nivel de recursos disponibles, fue identificada por expertos como particularmente pertinente para la realidad heterogénea del sector cafetero colombiano. Esta flexibilidad adaptativa permitió que tanto expertos con experiencia en grandes empresas formalizadas como aquellos conocedores de realidades de pequeños productores consideraran el protocolo aplicable en sus respectivos contextos. Cuarto, el proceso iterativo de ajuste basado en retroalimentación de la primera ronda, que incorporó sustancialmente las preocupaciones y sugerencias de expertos, generó sentido de apropiación y co-creación que facilitó consenso en la segunda ronda.

5.3.2. Variabilidad en Concordancia entre Dimensiones

La variación en coeficientes de concordancia de Kendall entre dimensiones del protocolo (capacitación $W=0.82$ vs. controles de ingeniería $W=0.69$) proporciona insights sobre áreas de mayor y menor certeza en la comunidad experta. La alta concordancia en capacitación y sensibilización refleja consenso robusto sobre la centralidad del componente educativo para cualquier intervención preventiva efectiva, reconocimiento consistente con énfasis de literatura internacional sobre necesidad de abordar conocimientos, actitudes y percepciones de riesgo como precondiciones para cambio de comportamiento.

La menor concordancia, aunque aún sustancial, en controles de ingeniería puede reflejar heterogeneidad en las experiencias y perspectivas de expertos sobre viabilidad económica de estas intervenciones. Expertos con experiencia predominante en empresas cafeteras grandes y formalizadas pueden haber valorado más favorablemente la viabilidad de estructuras de sombra permanentes, mientras que aquellos con conocimiento profundo de realidades de pequeños productores pueden haber expresado mayor escepticismo sobre factibilidad económica. Esta divergencia fundamentó la inclusión de alternativas diferenciadas

según escala de producción en el protocolo final, estrategia que busca maximizar aplicabilidad a través del espectro de heterogeneidad sectorial.

5.3.3. Confirmación de Todas las Hipótesis Planteadas

La confirmación de todas las hipótesis establecidas (Hi, Hi1, Hi2, Hi3) constituye un resultado notable que merece análisis. La confirmación de Hi1, con identificación de 67 estudios versus 30 requeridos, refleja el crecimiento significativo del campo de investigación sobre exposición UV ocupacional en la última década, particularmente impulsado por países como Australia con altas tasas de cáncer de piel y sistemas robustos de vigilancia ocupacional. Sin embargo, confirma simultáneamente la persistencia del vacío en estudios específicos del sector cafetero, con solo 3 estudios identificados y ninguno en contexto colombiano.

La confirmación de Hi2, con más del 60% de componentes de protocolos internacionales considerados adaptables al contexto colombiano, valida el enfoque de transferencia selectiva y adaptación contextual adoptado en el estudio. Este resultado sugiere que, aunque protocolos internacionales no pueden ser implementados sin modificaciones en contextos de países de ingresos medios, proporcionan fundamento técnico sólido que puede ser adaptado considerando recursos, infraestructura y características culturales locales. La confirmación de Hi3 sobre alcance de consenso en método Delphi valida la utilidad de esta metodología para validación contextual de instrumentos técnicos complejos.

5.4. Limitaciones del Estudio

5.4.1. Limitaciones Metodológicas

Este estudio presenta varias limitaciones metodológicas que deben reconocerse al interpretar sus resultados. Primera, la ausencia de validación en campo del protocolo diseñado constituye una limitación significativa. Aunque el protocolo fue validado mediante consenso de expertos, su efectividad real para reducir exposición UV y prevenir lesiones cutáneas en

trabajadores cafeteros solo puede determinarse mediante estudios piloto de implementación con seguimiento longitudinal. La validación por expertos garantiza pertinencia teórica y viabilidad percibida, pero no sustituye evaluaciones de efectividad en condiciones operacionales reales.

Segunda, la escasez de estudios específicos en población cafetera colombiana limitó la capacidad de fundamentar recomendaciones en evidencia directamente aplicable al contexto objetivo. La extrapolación desde investigaciones en trabajadores agrícolas de otros sectores y regiones geográficas, aunque metodológicamente justificada, introduce incertidumbre sobre particularidades del sector cafetero que podrían no haber sido adecuadamente capturadas. Tercera, el posible sesgo de selección en el panel de expertos hacia profesionales urbanos con acceso a formación especializada puede haber resultado en subrepresentación de conocimiento tácito sobre realidades rurales y barreras operacionales específicas de pequeños productores en zonas remotas.

Cuarta, las limitaciones idiomáticas al incluir solo literatura en español, inglés y portugués potencialmente excluyeron aportes relevantes de investigación publicada en otros idiomas, particularmente en países asiáticos y africanos con sectores agrícolas significativos y alta exposición UV. Quinta, aunque la revisión sistemática siguió rigurosamente metodología PRISMA, la heterogeneidad metodológica de estudios incluidos limitó la posibilidad de realizar metaanálisis cuantitativos, requiriendo síntesis narrativa que conlleva mayor subjetividad interpretativa.

5.4.2. Limitaciones de Transferibilidad

La transferibilidad del protocolo diseñado enfrenta limitaciones relacionadas con especificidades del contexto cafetero colombiano que pueden no estar presentes en otros sectores agrícolas o regiones. Las condiciones de alta altitud y ubicación ecuatorial que caracterizan el Eje Cafetero generan niveles de exposición UV extremos que pueden no

replicarse en otras regiones agrícolas colombianas, limitando aplicabilidad directa sin ajustes. Las características específicas del cultivo de café, particularmente la posibilidad de sistemas agroforestales con sombrío natural, no son replicables en todos los cultivos agrícolas, requiriendo adaptación de controles de ingeniería recomendados.

La estructura organizacional del sector cafetero colombiano, con presencia de una organización gremial fuerte como la Federación Nacional de Cafeteros que puede servir como canal de implementación, puede no tener paralelo en otros sectores agrícolas, afectando viabilidad de estrategias de disseminación propuestas. Las características socioculturales de la población trabajadora cafetera, incluidos patrones de migración temporal, niveles educativos, y percepciones sobre riesgo ocupacional, pueden diferir de otros grupos de trabajadores agrícolas, requiriendo adaptación de componentes educativos y comunicativos.

5.4.3. Limitaciones Temporales y de Recursos

Las restricciones temporales inherentes a un trabajo de grado limitaron la extensión del proceso de validación Delphi a dos rondas de consulta. Aunque se alcanzó consenso satisfactorio, algunas dimensiones con menor concordancia inicial podrían haber beneficiado de rondas adicionales de refinamiento. Adicionalmente, limitaciones de recursos impidieron realizar dosimetría UV en campo para caracterizar con precisión niveles de exposición específicos en trabajadores cafeteros colombianos, requiriendo extrapolación desde estudios dosimétricos internacionales ajustados por condiciones geográficas y laborales.

La imposibilidad de realizar un estudio piloto de implementación con evaluación de efectividad en indicadores de proceso (adherencia a medidas preventivas) y resultado (reducción en incidencia de lesiones cutáneas) constituye una limitación significativa para establecer la utilidad práctica del protocolo. Aunque el diseño fundamentado en evidencia y validado por expertos proporciona confianza razonable en su potencial efectividad, solo estudios de implementación pueden confirmar esta expectativa.

5.5. Implicaciones Prácticas y Teóricas

5.5.1. Implicaciones para la Práctica de Salud Ocupacional

El protocolo validado tiene múltiples implicaciones prácticas inmediatas para diversos actores del sistema de salud ocupacional colombiano. Para empresas cafeteras, proporciona una herramienta operativa estructurada que les permite cumplir con obligaciones genéricas establecidas en la Resolución 2400 de 1979 (Ministerio de Trabajo y Seguridad Social, 1979) mediante procedimientos específicos, formatos estandarizados y criterios claros de evaluación de riesgo y vigilancia de la salud. La escalabilidad del protocolo, con requisitos diferenciados según tamaño de empresa, facilita su implementación tanto en grandes compañías con departamentos de seguridad y salud estructurados como en pequeñas fincas con recursos limitados.

Para Administradoras de Riesgos Laborales, el protocolo constituye un instrumento técnico estandarizado que puede incorporarse en sus sistemas de asesoría a empresas afiliadas del sector agrícola. La estructura del protocolo, fundamentada en estándares internacionales pero adaptada al contexto colombiano, proporciona a profesionales de ARL lineamientos claros para evaluación de cumplimiento, identificación de deficiencias y priorización de intervenciones correctivas. Los indicadores de seguimiento especificados facilitan el monitoreo de implementación y efectividad de programas preventivos.

Para la Federación Nacional de Cafeteros, el protocolo representa una oportunidad de liderar iniciativas sectoriales de salud ocupacional que complementen sus programas tradicionales enfocados en productividad y sostenibilidad ambiental. La legitimidad y alcance territorial de la Federación la posicionan como canal ideal para diseminación del protocolo, capacitación de extensionistas agrícolas como multiplicadores, y articulación con Administradoras de Riesgos Laborales y sistema de salud. Esta articulación institucional es

crítica para superar barreras de implementación relacionadas con alta informalidad laboral y dispersión geográfica del sector.

Para autoridades de salud ocupacional del Ministerio del Trabajo, el protocolo proporciona un marco técnico de referencia que puede fundamentar el desarrollo de normativa específica sobre protección UV ocupacional, actualmente ausente en la regulación colombiana. La metodología utilizada para su desarrollo, fundamentada en síntesis sistemática de evidencia y validación por consenso de expertos, establece un precedente metodológico para desarrollo de otros protocolos técnicos en áreas donde existe vacío regulatorio.

5.5.2. Implicaciones para la Investigación en Salud Ocupacional

Este estudio tiene implicaciones significativas para la investigación en salud ocupacional en varios aspectos. Metodológicamente, demuestra la viabilidad de diseñar intervenciones complejas mediante integración de revisión sistemática de evidencia, análisis comparativo de mejores prácticas internacionales y validación participativa con expertos locales. Este enfoque secuencial proporciona un modelo replicable para desarrollo de protocolos en otras áreas de salud ocupacional donde existe evidencia internacional robusta pero ausencia de instrumentos técnicos contextualizados para realidades nacionales.

El estudio identifica múltiples brechas de investigación que requieren atención prioritaria. Primera, la necesidad crítica de estudios dosimétricos en trabajadores cafeteros colombianos para caracterizar con precisión los niveles de exposición UV y validar las extrapolaciones realizadas desde estudios internacionales. Segunda, investigación sobre conocimientos, actitudes y prácticas relacionadas con protección solar en población trabajadora cafetera específicamente, para refinar componentes educativos del protocolo. Tercera, estudios sobre costo-efectividad de diferentes estrategias preventivas en el contexto económico del sector cafetero colombiano, fundamentales para priorizar inversiones en prevención.

Cuarta, evaluaciones de implementación del protocolo en condiciones reales mediante estudios piloto que documenten facilitadores y barreras para adopción, adherencia a componentes específicos, y efectividad en reducir exposición UV y lesiones cutáneas. Quinta, investigación cualitativa sobre factores culturales y organizacionales que influyen en adopción de comportamientos de protección solar en trabajadores agrícolas colombianos, para informar adaptaciones del componente educativo. El protocolo validado proporciona la línea base técnica desde la cual estos estudios de implementación y efectividad pueden diseñarse y ejecutarse.

5.5.3. Implicaciones para Política Pública

Los hallazgos del estudio tienen implicaciones importantes para el desarrollo de política pública en salud ocupacional y prevención de cáncer en Colombia. La confirmación de niveles extremos de exposición UV en trabajadores cafeteros y la ausencia de protocolos específicos en la regulación actual evidencian un vacío crítico en la protección de una población trabajadora significativa. El protocolo validado puede servir como fundamento técnico para desarrollar normativa específica sobre protección UV ocupacional, estableciendo valores límite de exposición, metodologías obligatorias de evaluación de riesgo, requisitos mínimos de vigilancia médica y programas de prevención.

La articulación del protocolo con compromisos internacionales de Colombia en materia de trabajo decente (ODS 8) y salud y bienestar (ODS 3) (Naciones Unidas, 2020) proporciona argumentos adicionales para priorización de este riesgo en agendas de política pública. El costo elevado del tratamiento de cáncer de piel, particularmente melanoma en estadios avanzados que puede superar los \$50 millones de pesos por paciente (Pardo y Cendales, 2024), y la pérdida de productividad asociada con enfermedad, generan argumentos económicos robustos para inversión en prevención primaria mediante implementación del protocolo.

El modelo de protocolo desarrollado también tiene implicaciones para el fortalecimiento del sistema nacional de vigilancia epidemiológica en salud ocupacional. La integración de componentes de vigilancia ambiental y de salud, con indicadores específicos de proceso y resultado, proporciona un marco que puede ser replicado para otros riesgos ocupacionales actualmente subvigilados. El enfoque de validación participativa con múltiples actores relevantes establece un precedente de gobernanza inclusiva en desarrollo de política técnica que puede incrementar legitimidad y facilitar implementación.

5.6. Fortalezas del Estudio

Este estudio presenta múltiples fortalezas que refuerzan la validez y utilidad de sus resultados. Primera, el rigor metodológico empleado en cada fase de la investigación, particularmente el seguimiento estricto de la declaración PRISMA 2020 para la revisión sistemática y la implementación apropiada del método Delphi modificado para validación, asegura que el protocolo resultante se fundamenta en la mejor evidencia disponible procesada mediante procedimientos estandarizados y reproducibles.

Segunda, la naturaleza multidisciplinaria del panel de expertos, que integró perspectivas desde la dermatología clínica, medicina ocupacional, epidemiología, ingeniería en seguridad y salud, y gestión del sector cafetero, aseguró que el protocolo validado considere múltiples dimensiones de factibilidad técnica, viabilidad económica y aplicabilidad operacional. Esta diversidad disciplinaria y de ámbitos de trabajo reduce el riesgo de sesgos asociados con perspectivas unilaterales y fortalece la robustez del instrumento validado.

Tercera, el enfoque secuencial que integró síntesis de evidencia internacional con adaptación contextual mediante validación local representa una estrategia metodológica que balancea apropiadamente entre rigurosidad científica global y pertinencia local. Este enfoque supera limitaciones tanto de protocolos puramente basados en evidencia internacional que

ignoran realidades contextuales, como de instrumentos desarrollados exclusivamente mediante opinión de expertos locales sin fundamentación sistemática en evidencia científica.

Cuarta, la transparencia en reconocimiento de limitaciones y la documentación exhaustiva de procedimientos metodológicos facilita la evaluación crítica de resultados por otros investigadores y la replicación del enfoque metodológico para desarrollo de protocolos en otras áreas de salud ocupacional o sectores productivos. La publicación de matrices de búsqueda, criterios de inclusión/exclusión, instrumentos de validación y análisis estadísticos detallados proporciona una "pista de auditoría" completa del proceso investigativo.

Quinta, el aporte original del estudio en llenar un vacío crítico identificado tanto en literatura científica como en práctica de salud ocupacional colombiana, diseñando y validando el primer protocolo específico para prevención de riesgo UV en trabajadores cafeteros, genera una contribución tangible y de utilidad inmediata para múltiples actores del sistema de salud ocupacional. La naturaleza aplicada del producto desarrollado, con herramientas operativas específicas, formatos estandarizados y orientaciones para implementación, maximiza el potencial de traducción de conocimiento a práctica.

Sexta, la confirmación de todas las hipótesis planteadas, incluyendo superación sustancial de umbrales establecidos, proporciona validación convergente del enfoque metodológico empleado y de la calidad técnica del protocolo resultante. Esta consistencia entre expectativas teóricas fundamentadas en literatura previa y resultados obtenidos fortalece la confianza en la utilidad potencial del instrumento para su propósito previsto.

En síntesis, los hallazgos de este estudio confirman que es viable diseñar protocolos técnicos complejos de salud ocupacional mediante síntesis sistemática de evidencia científica internacional complementada con validación participativa contextual por expertos multidisciplinarios locales. El protocolo validado proporciona al sector cafetero colombiano y al

sistema de salud ocupacional nacional una herramienta técnica robusta, pertinente y aplicable para abordar el riesgo significativo y sistemáticamente subvalorado de la exposición a radiación ultravioleta en trabajadores agrícolas. Las implicaciones prácticas, teóricas y de política pública de este protocolo son múltiples y significativas, posicionándolo como un instrumento con potencial de impacto real en la prevención de cáncer de piel y otras patologías asociadas a exposición UV en una población trabajadora vulnerable y desprotegida.

5.7. Hallazgos Inesperados y Paradojas Analíticas

La práctica científica rigurosa requiere no solo reportar hallazgos que confirman hipótesis, sino también examinar críticamente resultados inesperados, inconsistencias aparentes y variaciones no anticipadas que emergen del análisis de datos. Esta subsección cumple esa función al explorar tres patrones identificados en el estudio que, aunque no invalidan las conclusiones principales, revelan tensiones conceptuales, limitaciones metodológicas y áreas de incertidumbre que merecen atención explícita y que generan insights valiosos para la interpretación de resultados y el diseño de investigaciones futuras.

5.7.1. Paradoja de Concordancia: Mayor Acuerdo en Educación que en Controles de Ingeniería

Hallazgo inesperado. El análisis de concordancia mediante coeficiente W de Kendall reveló una variabilidad notable entre dimensiones del protocolo. "Capacitación y Sensibilización" alcanzó la concordancia más alta entre expertos ($W=0.82$, $p<0.001$), mientras que "Controles de Ingeniería" presentó la concordancia más baja ($W=0.69$, $p<0.05$), apenas superando el umbral de aceptabilidad establecido. Esta diferencia de 0.13 puntos en el coeficiente W representa una discrepancia sustancial en el grado de acuerdo entre evaluadores.

Interrogante crítico. ¿Por qué los expertos están más alineados en su valoración de componentes educativos que en controles de ingeniería, cuando la jerarquía de controles en salud ocupacional establece inequívocamente que los controles de ingeniería son más efectivos que las intervenciones educativas? La literatura en prevención de riesgos laborales posiciona consistentemente los controles de ingeniería (eliminación, sustitución, controles técnicos) como superiores a los controles administrativos y EPP porque no dependen del comportamiento humano, son intrínsecamente más confiables y protegen independientemente del nivel de capacitación o motivación del trabajador (National Institute for Occupational Safety and Health, 2015). Si esta jerarquía es universalmente reconocida, la lógica predice que los expertos deberían mostrar mayor consenso en validar controles de mayor efectividad teórica.

Hipótesis explicativas.

Hipótesis 1: Sesgo disciplinario del panel. La composición del panel de expertos incluye 50% de profesionales de formación clínica (dermatólogos, médicos ocupacionales), 33.3% de profesionales en salud ocupacional con énfasis en gestión de riesgos, y solo 16.7% con formación en ingeniería o diseño de infraestructura. Los profesionales clínicos, por su formación centrada en atención individual y educación del paciente, pueden sentirse más seguros evaluando componentes educativos que intervenciones estructurales que requieren conocimiento técnico en materiales de construcción, diseño arquitectónico y análisis de costos de ingeniería. Esta especialización disciplinaria puede generar mayor variabilidad en las valoraciones de controles de ingeniería simplemente porque los evaluadores tienen niveles heterogéneos de expertise en esa área específica.

Hipótesis 2: Percepción diferencial de viabilidad. La educación se percibe universalmente como "factible en todos los contextos" porque requiere recursos relativamente modestos (tiempo del facilitador, materiales impresos, espacio para reunión) que están al alcance incluso de fincas pequeñas con recursos limitados. En contraste, estructuras de

sombra, cultivos intercalados que generan cobertura, e infraestructura para descanso requieren inversión inicial significativa que puede ser prohibitiva para pequeños caficultores que operan con márgenes estrechos. Los expertos pueden estar introduciendo consideraciones de viabilidad económica en sus evaluaciones de pertinencia técnica, generando mayor dispersión en valoraciones: algunos priorizan efectividad técnica pura, otros ponderan viabilidad económica, resultando en menor concordancia.

Hipótesis 3: Disponibilidad diferencial de evidencia. La literatura científica sobre efectividad de educación en salud ocupacional es abundante, con cientos de estudios que documentan cambios en conocimientos, actitudes y prácticas tras intervenciones educativas, incluso si muchos muestran decaimiento de efectividad a largo plazo. En contraste, la evidencia sobre efectividad de estructuras de sombra específicas para trabajo agrícola cafetero es escasa: existen estudios dosimétricos que cuantifican reducción UV bajo estructuras genéricas de 54-72% (Gies et al., 2018), pero pocos evalúan diseños específicos adaptados a cultivos de ladera, sistemas agroforestales variables, o condiciones climáticas tropicales. Los expertos pueden mostrar mayor dispersión cuando evalúan componentes con base empírica más limitada.

Hipótesis 4: Complejidad técnica vs. complejidad conductual. Paradójicamente, aunque los controles de ingeniería son conceptualmente "más efectivos" porque no dependen del comportamiento humano, su implementación requiere decisiones técnicas complejas: tipo de estructura (malla sombreadora vs. techo sólido), material (polisombra vs. guadua vs. zinc), orientación (según trayectoria solar específica de la región), altura (balance entre protección y ventilación), integración con sistema de riego, compatibilidad con mecanización. Esta multiplicidad de opciones técnicas puede generar mayor variabilidad en valoraciones de expertos que tienen experiencias diferentes con soluciones específicas. En contraste, aunque

la educación es "conductualmente compleja" (cambiar comportamientos es difícil), es "técnicamente simple" (todos entienden qué significa una capacitación de 2 horas).

Implicaciones para el protocolo. Esta paradoja sugiere que el componente de controles de ingeniería del protocolo podría estar suboptimizado por concesiones de viabilidad percibida. El protocolo actual presenta estructuras de sombra como "recomendadas" pero no obligatorias, enfatizando que son "la opción más efectiva, pero de mayor inversión". Esta cautela está justificada por consideraciones de factibilidad, pero puede resultar en adopción insuficiente del control más efectivo.

Recomendaciones derivadas: (1) Para futuras validaciones Delphi de protocolos que incluyan controles de ingeniería, asegurar que al menos 25% del panel tenga formación específica en ingeniería o arquitectura para balancear perspectivas disciplinarias. (2) Incluir evaluaciones separadas de "efectividad técnica" vs. "viabilidad económica" para evitar confusión de criterios. (3) Realizar estudio piloto específico que documente costo-efectividad de diferentes diseños de estructuras de sombra adaptadas al contexto cafetero colombiano (ejemplo: malla sombreadora en cultivos tecnificados vs. árboles de sombrero en sistemas agroforestales tradicionales), generando evidencia local que reduzca incertidumbre.

5.7.2. Vacío de Evidencia en Población Específica: Trabajadores Cafeteros

Hallazgo inesperado. La revisión sistemática PRISMA identificó 67 estudios de alta calidad sobre exposición UV ocupacional en trabajadores agrícolas y al aire libre, cumpliendo ampliamente el criterio establecido (≥ 30 estudios). Sin embargo, del análisis cualitativo emergió una limitación crítica: solo 3 estudios (4.5% del total) abordan específicamente trabajadores del sector cafetero, todos realizados en Brasil (Silva et al., 2022; Souza et al., 2021; De Oliveira et al., 2019). Los 64 estudios restantes examinan trabajadores agrícolas en otros sectores: construcción (n=18), agricultura general (n=15), viticultura (n=12), trabajo marítimo (n=10), silvicultura (n=6), otros (n=6).

Interrogante crítico. ¿Por qué existe este vacío abrumador de investigación específica en una población de más de 25 millones de trabajadores cafeteros a nivel global (Organización Internacional del Café, 2023), concentrados en regiones de alta radiación UV (América Latina, África Oriental, Sudeste Asiático), con exposición ocupacional crónica documentada? Esta brecha no puede explicarse por falta de acceso a poblaciones cafeteras, dado que países con importantes sectores de investigación en salud ocupacional (Brasil, Colombia, Costa Rica, Vietnam, Etiopía) tienen industrias cafeteras significativas.

Hipótesis explicativas.

Hipótesis 1: Sesgo urbano en investigación en SST. La investigación en salud y seguridad en el trabajo se concentra desproporcionadamente en sectores urbanos e industrializados (manufactura, construcción, servicios) donde existe mayor formalización laboral, acceso facilitado para investigadores (proximidad a universidades), infraestructura para estudios longitudinales (registros de salud ocupacional), y financiamiento por parte de industrias con capacidad de co-invertir en investigación. Los trabajadores cafeteros rurales, dispersos geográficamente en zonas de difícil acceso, con alta informalidad y rotación estacional, presentan barreras logísticas significativas para investigación que requiere seguimiento prospectivo.

Hipótesis 2: Invisibilizarían del riesgo UV como riesgo ocupacional.

Históricamente, la exposición solar ha sido conceptualizada como "riesgo recreacional" asociado a actividades voluntarias (turismo de playa, deportes al aire libre) más que como exposición ocupacional involuntaria. Esta clasificación cultural puede haber desincentivado investigación en trabajadores agrícolas, percibidos como "expuestos por naturaleza de su oficio" sin necesidad de intervención especializada. Solo en las últimas dos décadas la Agencia Internacional de Investigación sobre el Cáncer (IARC) ha enfatizado la exposición solar

ocupacional como carcinógeno Grupo 1, elevando su visibilidad en agenda de salud pública (International Agency for Research on Cancer, 2012).

Hipótesis 3: Complejidad metodológica y costos de dosimetría UV. Estudios gold standard de exposición UV ocupacional requieren dosímetros personales (costo aproximado de USD \$500-2,000 por unidad) portados por trabajadores durante múltiples jornadas, equipos de lectura especializada, y personal capacitado en interpretación de datos radiométricos. Estas barreras tecnológicas y económicas son sustancialmente mayores que las requeridas para investigación sobre otros riesgos ocupacionales agrícolas (ejemplo: exposición a pesticidas puede evaluarse mediante biomarcadores en orina, riesgos ergonómicos mediante observación directa). Investigadores con recursos limitados priorizan naturalmente preguntas abordables con métodos más accesibles.

Hipótesis 4: Fragmentación disciplinaria. La investigación sobre trabajadores cafeteros ocurre predominantemente en disciplinas agronómicas (productividad, manejo de cultivos, resistencia a plagas) y económicas (cadenas de valor, comercio justo, volatilidad de precios), con menor atención desde epidemiología ocupacional. Por su parte, la investigación en cáncer de piel se concentra en poblaciones de países desarrollados con sistemas de vigilancia epidemiológica robustos (Australia, Estados Unidos, países nórdicos) donde café no es cultivo relevante. Esta fragmentación resulta en que ninguna comunidad científica asuma el problema como prioridad.

Implicaciones epistemológicas. El vacío de evidencia específica introduce incertidumbre sobre la extrapolabilidad de hallazgos. ¿Los factores de riesgo, barreras de implementación y efectividad de intervenciones documentados en construcción o viticultura son directamente aplicables a caficultura? Existen diferencias potencialmente relevantes: trabajadores de construcción típicamente tienen contratos formales y acceso a ARL, mientras que trabajadores cafeteros frecuentemente operan en economía informal; viticultores en países

desarrollados tienen mayor poder adquisitivo para EPP que caficultores de subsistencia; trabajo en construcción urbana permite rotación entre espacios cubiertos/descubiertos, mientras que trabajo cafetero es exposición continua en campo abierto durante jornadas completas.

El protocolo diseñado mitiga parcialmente esta limitación mediante tres estrategias: (1) La validación Delphi incluye expertos con conocimiento específico del sector cafetero colombiano, quienes aportan juicio informado sobre aplicabilidad contextual. (2) El diseño incorpora componentes adaptables que permiten ajustes según especificidades operativas. (3) El análisis comparativo de protocolos internacionales identifica elementos "invariantes" (aplican independientemente del sector) vs. "contexto-dependientes" (requieren adaptación).

Implicación para conocimiento futuro. Este vacío representa simultáneamente una limitación del protocolo actual (fundamentado principalmente en evidencia de otros sectores) y una oportunidad de investigación. El protocolo diseñado puede servir como plataforma para estudios de implementación que generen evidencia primaria sobre trabajadores cafeteros colombianos, llenando progresivamente esta brecha. Investigaciones prioritarias incluyen: estudios dosimétricos de exposición UV en diferentes tipos de cultivo cafetero (tecnificado vs. tradicional, sol vs. sombrío), evaluación de barreras específicas para adopción de foto protección en este sector, y ensayos de efectividad de intervenciones educativas adaptadas culturalmente.

5.7.3. Discrepancia entre Jerarquía de Efectividad y Valoración de Consenso

Hallazgo inesperado. La literatura científica establece con solidez empírica que estructuras de sombra (controles de ingeniería) producen reducción de exposición UV cuantificable de 54-72% (Gies et al., 2018), mientras que educación sin controles estructurales típicamente alcanza solo 30-40% de adherencia sostenida a conductas protectoras a 12 meses (Horsham et al., 2021). Sin embargo, en la validación Delphi, el consenso de expertos en la dimensión "Controles de Ingeniería" fue el más bajo ($W=0.69$), mientras que "Capacitación y

Sensibilización" obtuvo el consenso más alto ($W=0.82$). Esta inversión entre efectividad técnica demostrada y valoración consensuada de expertos constituye una paradoja que merece escrutinio.

Interrogante crítico. ¿Por qué la evidencia científica y el juicio experto divergen? ¿Los expertos están priorizando viabilidad de implementación sobre efectividad técnica? ¿Están operando con marcos de referencia diferentes (ciencia básica vs. pragmatismo aplicado)? ¿La valoración experta captura dimensiones de "efectividad real" que los estudios controlados no miden?

Análisis interpretativo.

***Interpretación 1: Tensión entre eficacia técnica y efectividad pragmática.** Los estudios que documentan 54-72% de reducción UV bajo estructuras de sombra típicamente utilizan diseños experimentales controlados: dosímetros calibrados, estructuras estandarizadas, mediciones bajo condiciones óptimas. Estos estudios responden la pregunta "¿Cuánta protección proporciona una estructura de sombra bien diseñada e implementada?" (eficacia). Los expertos del panel Delphi, con experiencia en implementación de programas en campo, pueden estar evaluando una pregunta diferente: "¿Cuánta protección real recibirán trabajadores cafeteros considerando limitaciones de recursos, mantenimiento deficiente de estructuras, y variabilidad en diseños implementados?" (efectividad). Si una estructura ideal reduce 70% pero solo 20% de fincas la implementan, mientras que educación reduce solo 30% pero 80% de fincas la implementan, el impacto poblacional favorece educación ($0.70 \times 0.20 = 0.14$ vs. $0.30 \times 0.80 = 0.24$).

Interpretación 2: Priorización implícita de equidad sobre eficiencia. Controles de ingeniería son más efectivos pero generan inequidades: fincas tecnificadas con capital disponible pueden invertir en infraestructura, mientras que pequeños caficultores de

subsistencia quedan desprotegidos. Educación, aunque menos efectiva, es universalmente accesible: requiere solo tiempo y disposición, no capital. Expertos con sensibilidad hacia justicia social pueden valorar más alto intervenciones que no exacerban desigualdades existentes, introduciendo consideraciones éticas en evaluaciones técnicas.

Interpretación 3: Sobreestimación de adherencia educativa. La literatura documenta decaimiento de adherencia a conductas protectoras, pero los expertos pueden mantener expectativas optimistas sobre efectividad de educación bien diseñada. El componente "Café con Protección" del protocolo incorpora elementos que teóricamente deberían mejorar adherencia respecto a programas genéricos: fundamentación en teorías de cambio conductual, refuerzos trimestrales, liderazgo de pares, integración con provisión de EPP subsidiado. Expertos pueden estar valorando este diseño específico como superior a intervenciones educativas previas documentadas en literatura.

Implicación para el protocolo. La discrepancia revela que el protocolo puede estar suboptimizado por concesiones pragmáticas. El diseño actual enfatiza educación como componente "implementable universalmente" mientras presenta controles de ingeniería como "ideales pero opcionales". Este enfoque maximiza viabilidad de adopción, pero potencialmente sacrifica efectividad preventiva óptima.

Pregunta para evaluación futura. ¿Sería más efectivo un modelo escalonado que establece controles de ingeniería como obligatorios en contextos donde son viables (empresas formales con >50 trabajadores, fincas tecnificadas) mientras reserva el modelo educativo-intensivo para contextos con restricciones severas de recursos? Esta estratificación permitiría optimizar efectividad donde es posible sin abandonar protección en contextos con mayores limitaciones.

5.7.4. Síntesis: Implicaciones de Hallazgos Inesperados para Interpretación de Resultados

El análisis de estos tres hallazgos inesperados revela tensiones subyacentes entre múltiples dimensiones de evaluación de intervenciones de salud pública: efectividad técnica vs. viabilidad económica, evidencia científica vs. juicio experto, equidad vs. eficiencia, control experimental vs. pragmatismo de implementación. Estas tensiones no invalidan las conclusiones principales del estudio—el protocolo fue validado como pertinente, viable y aplicable según criterios establecidos—pero matizan la interpretación y generan recomendaciones importantes:

1. Transparencia sobre limitaciones de evidencia. El protocolo debe comunicar explícitamente a usuarios que está fundamentado principalmente en evidencia de otros sectores agrícolas (construcción, viticultura) y que su efectividad específica en trabajadores cafeteros colombianos requiere evaluación empírica mediante estudios piloto.

2. Anticipación de variabilidad en implementación. La baja concordancia en controles de ingeniería sugiere que diferentes implementadores interpretarán estas recomendaciones de formas variables. El protocolo debe incluir ejemplos concretos (fotografías, diagramas, especificaciones técnicas) que reduzcan ambigüedad sobre qué constituye "estructura de sombra adecuada".

3. Investigación prioritaria post-diseño. Tres preguntas de investigación emergentes merecen atención: (a) ¿Cuál es la costo-efectividad de estructuras de sombra adaptadas a caficultura de ladera vs. intervenciones educativas intensivas? (b) ¿Qué diseños de controles de ingeniería son técnica y económicamente viables para diferentes tipologías de fincas cafeteras (pequeña/mediana/grande, tradicional/tecnificada)? (c) ¿La adherencia a conductas

protectoras en trabajadores cafeteros difiere de la documentada en otros sectores agrícolas, y qué factores culturales específicos influyen?

4. Diseño adaptativo del protocolo. El reconocimiento de que expertos priorizan implícitamente viabilidad sobre efectividad técnica pura sugiere que el protocolo debe ofrecer explícitamente "rutas de implementación" diferenciadas: Nivel 1 (básico) para contextos con restricciones severas, Nivel 2 (intermedio) para contextos con recursos moderados, Nivel 3 (óptimo) para contextos con capacidad de inversión. Esta estratificación permite optimización contextual sin prescribir solución única.

El examen crítico de hallazgos inesperados, lejos de debilitar las conclusiones del estudio, fortalece su credibilidad científica al demostrar reflexividad metodológica y disposición a confrontar tensiones entre idealización teórica y pragmatismo aplicado. Los protocolos de salud pública más efectivos no son aquellos que ignoran estas tensiones, sino los que las reconocen explícitamente y diseñan estrategias para navegarlas.

6. Conclusiones

El presente estudio tuvo como propósito diseñar y validar un protocolo de vigilancia epidemiológica y prevención del riesgo por radiación ultravioleta para trabajadores del sector cafetero colombiano, fundamentado en la mejor evidencia científica disponible y validado mediante consenso de expertos multidisciplinarios. A través de un diseño metodológico secuencial que integró revisión sistemática de literatura, análisis comparativo de protocolos internacionales, diseño contextualizado de intervención y validación mediante método Delphi, se desarrolló un instrumento técnico robusto, pertinente y aplicable que responde a un vacío crítico en la gestión de salud ocupacional del sector agrícola colombiano. Esta sección presenta las conclusiones principales del estudio, respondiendo explícitamente las preguntas de investigación planteadas, confirmando el cumplimiento de objetivos, verificando hipótesis y estableciendo la contribución original al conocimiento científico y práctico en salud ocupacional.

6.1. Respuesta a las Preguntas de Investigación

6.1.1. Pregunta Principal

¿Cuáles son los componentes esenciales que debe contener un protocolo de vigilancia epidemiológica y prevención del riesgo por radiación ultravioleta para trabajadores del sector cafetero colombiano, fundamentado en la mejor evidencia científica disponible y validado por expertos?

El protocolo validado debe contener seis componentes esenciales integrados: (1) Un sistema de evaluación del riesgo UV que combine datos objetivos del índice UV proporcionados por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM, 2024) con características específicas del puesto de trabajo, horarios de exposición y factores individuales de vulnerabilidad, clasificando el riesgo en tres niveles con medidas preventivas correspondientes; (2) Una jerarquía de controles adaptada que priorice controles de ingeniería

como estructuras de sombra y sistemas agroforestales, controles administrativos como modificación de horarios y pausas obligatorias, y elementos de protección personal como última línea de defensa, considerando viabilidad económica y cultural del sector (Safe Work Australia, 2020; Instituto de Salud Pública de Chile, 2019); (3) Un programa de vigilancia epidemiológica escalonado que incluya vigilancia ambiental mediante monitoreo del índice UV y vigilancia de la salud con tamizaje dermatológico diferenciado según nivel de riesgo, incorporando telemedicina para zonas rurales con acceso limitado a servicios especializados; (4) Un programa educativo culturalmente adaptado denominado "Café con Protección" que aborde conocimientos sobre riesgos UV, desmitificación de creencias erróneas, uso correcto de elementos de protección, autoexamen dermatológico y consideraciones culturales sobre masculinidad y protección (Santillán, 2022); (5) Un sistema de indicadores de seguimiento que incluya indicadores de proceso como cobertura de capacitación y cumplimiento de uso de elementos de protección personal, e indicadores de resultado como incidencia de quemaduras solares y detección temprana de lesiones precancerosas; y (6) Herramientas operativas de implementación que incluyan formatos estandarizados de evaluación, materiales educativos visuales, protocolos médicos simplificados y un sistema de implementación escalonada que considere la heterogeneidad del sector cafetero colombiano.

Estos componentes fueron validados por un panel multidisciplinario de 12 expertos, alcanzando consenso del 100% tras dos rondas de consulta Delphi, con niveles de pertinencia del 92.1%, viabilidad del 85.8% y aplicabilidad del 87.7%, y concordancia sustancial entre evaluadores evidenciada por un coeficiente W de Kendall de 0.74 (Schmidt, 1997). La integración de estos componentes en un protocolo coherente representa una contribución original que llena el vacío identificado por Rodríguez y Gómez (2019) sobre la ausencia de instrumentos técnicos específicos para prevención del riesgo UV en trabajadores del sector cafetero.

6.1.2. Pregunta Secundaria 1

¿Cuál es la evidencia científica disponible sobre factores de riesgo, efectos en la salud y estrategias efectivas de prevención de exposición a radiación UV en trabajadores agrícolas?

La revisión sistemática de 67 estudios científicos publicados entre 2014 y 2024 sintetizó evidencia robusta que confirma la magnitud del riesgo por exposición UV ocupacional en trabajadores agrícolas. Los estudios dosimétricos demostraron que trabajadores al aire libre reciben dosis de radiación UV entre 2.1 y 5.7 SED/día (Modenese et al., 2018), superando entre 6 y 13 veces los límites internacionales de seguridad de 30 SED/año (Gies et al., 2018), con el 37% de trabajadores excediendo límites ocupacionales establecidos (Grandahl et al., 2018). Los factores de riesgo identificados incluyen ubicación geográfica ecuatorial, altitud superior a 1,200 metros sobre el nivel del mar que incrementa la intensidad UV en 8-15%, horarios de exposición durante períodos de máxima intensidad radiante entre 10:00 y 15:00 horas, jornadas prolongadas de 8 a 10 horas diarias, ausencia de áreas sombreadas, y no uso de elementos de protección personal (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [IDEAM], 2024; Organización Internacional del Trabajo [OIT], 2022).

Los efectos en la salud documentados incluyen efectos agudos como eritema solar y conjuntivitis actínica, efectos crónicos como fotoenvejecimiento prematuro con elastosis solar en 42.8% de trabajadores mayores de 40 años (Bauer et al., 2021), queratosis actínicas como lesiones precancerosas en 15-60% de trabajadores con exposición crónica (Vaño et al., 2020), y pterigion con prevalencia del 28.4% versus 9.1% en población general (Radeski et al., 2020). Los efectos carcinogénicos demostraron riesgo significativamente elevado de carcinoma basocelular con riesgo relativo de 1.43 (IC 95%: 1.29-1.59), carcinoma escamocelular con riesgo relativo de 1.77 (IC 95%: 1.45-2.15) (Vaño et al., 2020), y melanoma con incidencia 1.8 veces mayor en agricultores versus población general (Peters et al., 2019).

Las estrategias preventivas efectivas identificadas incluyen estructuras de sombra que reducen exposición UV en 54-72% (Gies et al., 2018), ropa de protección con factor UPF 30+ que disminuye exposición en 92-97% (Wittlich et al., 2020), sombreros de ala ancha que reducen exposición facial y cervical en 67-80% (Gies et al., 2018), modificación de horarios para evitar horas pico que reduce dosis diaria en 28% sin afectar productividad (Grandahl et al., 2018), y programas educativos multicomponente que incrementan uso de protección en 45-68% a corto plazo con efecto sostenido de 47% a seis meses (Hammond et al., 2018). Las barreras para implementación identificadas incluyen factores económicos con costo de elementos de protección personal representando 8-12% del salario mensual (Souza et al., 2021), factores culturales como percepciones de invulnerabilidad en 62% de trabajadores y molestia térmica con elementos de protección en 78% (Radeski et al., 2020; Souza et al., 2021), y factores organizacionales como sistemas de remuneración por productividad en 92% de fincas y ausencia de políticas formales de protección en 81% (Downs et al., 2021; Grandahl et al., 2018).

6.1.3. Pregunta Secundaria 2

¿Qué elementos incluyen los protocolos y normativas internacionales sobre protección UV ocupacional, y cuáles son aplicables al contexto colombiano?

El análisis comparativo de protocolos de cuatro países con marcos regulatorios avanzados (Australia, Chile, Estados Unidos y España) reveló elementos comunes y divergentes. Los elementos comunes incluyen adopción de la jerarquía de controles priorizando eliminación y sustitución sobre protección personal (Safe Work Australia, 2020; National Institute for Occupational Safety and Health [NIOSH], 2021), evaluación sistemática del riesgo basada en índice UV y horas de exposición (Instituto de Salud Pública de Chile, 2019; Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo, 2020), programas de vigilancia médica con énfasis en detección temprana de lesiones cutáneas (Safe Work Australia, 2020), capacitación

obligatoria o recomendada sobre riesgos UV y medidas de protección (NIOSH, 2021), y provisión de elementos de protección personal con especificaciones técnicas definidas.

Los elementos divergentes incluyen nivel de obligatoriedad normativa, con Australia estableciendo requerimientos obligatorios mediante regulación mientras Estados Unidos proporciona recomendaciones técnicas sin carácter vinculante (Safe Work Australia, 2020; NIOSH, 2021), valores límite de exposición con Australia adoptando el concepto de dosis eritematosa mínima y Chile estableciendo umbrales de acción basados en índice UV ≥ 6 (Instituto de Salud Pública de Chile, 2019), especificidad de controles de ingeniería con Australia requiriendo estructuras de sombra permanentes obligatorias mientras Chile diferencia requisitos según recursos empresariales, y enfoque de vigilancia médica con Australia mandando tamizaje dermatológico anual con dermatoscopia digital versus Chile proponiendo protocolos simplificados adaptados a disponibilidad de servicios (Safe Work Australia, 2020; Instituto de Salud Pública de Chile, 2019).

Los componentes de alta aplicabilidad al contexto colombiano identificados incluyen el sistema de alertas basado en índice UV del protocolo chileno que puede integrarse directamente con datos del IDEAM (Instituto de Salud Pública de Chile, 2019), el enfoque escalable que diferencia requisitos según tamaño de empresa facilitando implementación en pequeñas fincas cafetaleras, los programas educativos de Australia y Estados Unidos con alto potencial de transferencia mediante adaptación cultural y lingüística (Safe Work Australia, 2020; NIOSH, 2021), y los controles administrativos de bajo costo como modificación de horarios y pausas obligatorias. Los componentes de aplicabilidad media incluyen controles de ingeniería que enfrentan barreras económicas requiriendo alternativas de bajo costo como sombrero natural, y vigilancia médica que requiere adaptación a disponibilidad limitada de servicios dermatológicos especializados en zonas rurales mediante capacitación de médicos generales en dermatoscopia básica. Los componentes de baja aplicabilidad inmediata incluyen valores

límite cuantitativos basados en dosimetría personalizada por complejidad técnica, y elementos de protección personal certificados de alto costo requiriendo alternativas como ropa convencional de manga larga y sombreros de ala ancha elaborados localmente.

6.1.4. Pregunta Secundaria 3

¿Qué componentes debe incluir un protocolo integral de vigilancia epidemiológica y prevención del riesgo UV adaptado a las características sociolaborales, culturales y económicas del sector cafetero?

El protocolo diseñado incorpora adaptaciones específicas que consideran las características distintivas del sector cafetero colombiano. En el componente de evaluación de riesgo, se simplificó la matriz de evaluación para fincas con menos de cinco trabajadores, se incluyeron ejemplos prácticos para estimación visual de exposición sin requerir instrumentación especializada, y se adaptaron formatos de registro a diferentes niveles de alfabetización mediante uso intensivo de pictogramas y códigos de color (Santillán, 2022). En controles de ingeniería y administrativos, se adicionaron alternativas de bajo costo como toldos artesanales y sombrío natural mediante árboles de sombra compatibles con cultivo de café, se flexibilizaron horarios considerando picos productivos durante cosecha cuando modificación radical es inviable, se establecieron estrategias diferenciadas por tamaño de finca y nivel de recursos, y se desarrollaron protocolos específicos para condiciones de índice UV extremo superior a 11 frecuentes en el Eje Cafetero (IDEAM, 2024).

En vigilancia epidemiológica, se diseñó un protocolo simplificado de tamizaje para médicos generales capacitados en dermatoscopia básica considerando acceso limitado a dermatólogos especializados, se estableció un sistema de referencia escalonado según disponibilidad de servicios con incorporación de telemedicina para zonas remotas, se adaptó la frecuencia de vigilancia según nivel de riesgo estimado (semestral para riesgo alto, anual para riesgo medio, bianual para riesgo bajo), y se desarrollaron formatos simplificados de historia

clínica ocupacional específicos para exposición UV. En elementos de protección personal, se especificaron materiales locales para confección de ropa protectora como algodón de trama cerrada de colores claros, se incluyeron estrategias de mantenimiento y durabilidad en condiciones de trabajo agrícola, se desarrollaron protocolos de limpieza y almacenamiento apropiados para condiciones de finca, y se identificaron alternativas de bajo costo para protección ocular.

En capacitación y sensibilización, se adaptaron materiales a diferentes niveles educativos con desarrollo de tres niveles de complejidad (básico, intermedio, avanzado), se diseñaron estrategias de réplica mediante líderes naturales identificados entre trabajadores modelo, se incluyeron módulos sobre aspectos culturales relacionados con percepciones de riesgo, masculinidad y protección solar específicamente relevantes para población trabajadora cafetera (Santillán, 2022), y se desarrollaron materiales visuales complementarios para trabajadores con baja lectoescritura incluyendo videos instructivos y demostraciones prácticas. En indicadores de seguimiento, se simplificaron formatos de registro para facilitar implementación en condiciones de campo, se priorizaron indicadores de proceso para implementación inicial permitiendo evaluación rápida de adopción, se estableció un sistema de evaluación continua con retroalimentación periódica trimestral, y se desarrollaron mecanismos de ajuste basados en resultados de seguimiento mediante proceso iterativo de mejora continua.

6.1.5. Preguntas Secundarias 4 y 5

¿Cuál es el nivel de pertinencia, viabilidad y aplicabilidad del protocolo diseñado según la valoración de expertos en salud ocupacional, dermatología y sector cafetero?

¿Qué ajustes se requieren al protocolo inicial según las recomendaciones del panel de expertos para optimizar su implementabilidad?

El protocolo alcanzó niveles sobresalientes de validación por el panel multidisciplinario de 12 expertos con experiencia promedio de 12.4 años en sus respectivas áreas. La

pertinencia fue valorada en 92.1%, superando sustancialmente el umbral del 80% establecido en las hipótesis, reflejando reconocimiento de la relevancia técnica y científica del instrumento. La viabilidad alcanzó 85.8%, superando el umbral del 75% requerido, indicando que los expertos consideran el protocolo implementable en las condiciones reales del sector cafetero colombiano. La aplicabilidad fue valorada en 87.7%, excediendo el umbral del 70% establecido, demostrando que el protocolo es considerado práctico y útil para su propósito (Okoli y Pawlowski, 2004).

El consenso del 100% en todos los 45 componentes evaluados tras dos rondas de consulta, con concordancia sustancial entre evaluadores evidenciada por un coeficiente W de Kendall de 0.74 ($p < 0.001$), indica acuerdo robusto a través de diferentes disciplinas y ámbitos de trabajo (Schmidt, 1997). La mayor concordancia se observó en capacitación y sensibilización ($W=0.82$), reflejando consenso unánime sobre la centralidad del componente educativo, mientras que la menor concordancia, aunque aún sustancial, se presentó en controles de ingeniería ($W=0.69$), posiblemente reflejando percepciones divergentes sobre viabilidad económica en el espectro de heterogeneidad del sector desde grandes empresas hasta pequeños productores.

Los ajustes realizados basados en recomendaciones del panel incluyeron simplificación de la matriz de evaluación de riesgo para fincas pequeñas mencionada por ocho expertos, incorporación de alternativas de bajo costo para controles de ingeniería enfatizada por siete expertos, adaptación de programas de vigilancia médica a disponibilidad real de servicios en zonas rurales señalada por nueve expertos, y estrategias de implementación progresiva considerando heterogeneidad sectorial sugerida por seis expertos. Estos ajustes mejoraron sustancialmente los niveles de consenso de la primera ronda (88.8% pertinencia, 77.7% viabilidad, 79.6% aplicabilidad) a los niveles finales reportados, demostrando la utilidad del

método Delphi como mecanismo de co-creación que incorpora conocimiento experto tácito sobre facilitadores y barreras contextuales (Okoli y Pawlowski, 2004).

6.2. Cumplimiento de los Objetivos de Investigación

6.2.1. Objetivo Específico 1

Sintetizar la evidencia científica disponible sobre exposición a radiación UV en trabajadores agrícolas mediante revisión sistemática con metodología PRISMA, identificando factores de riesgo, efectos en la salud, medidas preventivas efectivas y barreras para la implementación.

Este objetivo fue cumplido satisfactoriamente mediante la revisión sistemática que siguió rigurosamente la declaración PRISMA 2020, identificando inicialmente 487 registros, eliminando 143 duplicados, tamizando 344 registros, evaluando elegibilidad de 143 artículos de texto completo, e incluyendo finalmente 67 estudios que cumplieron todos los criterios de inclusión establecidos. La síntesis cualitativa identificó sistemáticamente factores de riesgo incluyendo variables geográficas, temporales, ocupacionales e individuales; efectos en salud categorizados en agudos, crónicos y carcinogénicos con cuantificación precisa de riesgos relativos; medidas preventivas con evidencia de efectividad diferencial jerarquizada desde controles de ingeniería hasta protección personal; y barreras multifacéticas operando a niveles individual, interpersonal, organizacional y estructural. La identificación de solo tres estudios específicos en trabajadores cafetaleros, todos en contexto brasileño (Silva et al., 2022), confirmó el vacío crítico en investigación sobre el sector cafetero colombiano que justificó este estudio.

6.2.2. Objetivo Específico 2

Analizar comparativamente los protocolos y marcos normativos internacionales sobre protección UV ocupacional (Australia, Chile, Estados Unidos, España),

determinando componentes aplicables y requerimientos de adaptación para el contexto colombiano.

Este objetivo fue cumplido mediante análisis comparativo sistemático de protocolos de cuatro países con marcos regulatorios avanzados, empleando técnica de benchmarking que identificó mejores prácticas, elementos comunes y divergencias significativas. El análisis determinó que más del 60% de componentes de protocolos internacionales son adaptables al contexto colombiano tras ajustes en recursos técnicos, económicos y culturales, confirmando la hipótesis Hi2 establecida. Se identificó el protocolo chileno como el de mayor transferibilidad debido a similitudes en desarrollo económico y características del sector agrícola (Instituto de Salud Pública de Chile, 2019), mientras que el protocolo australiano, aunque técnicamente más robusto, requiere adaptaciones sustanciales para viabilidad económica en el contexto cafetero colombiano (Safe Work Australia, 2020). El análisis produjo una matriz comparativa detallada que fundamentó decisiones de diseño sobre qué componentes incorporar, adaptar o sustituir en el protocolo contextualizado.

6.2.3. Objetivo Específico 3

Diseñar un protocolo integral que incluya: evaluación objetiva del riesgo UV, jerarquía de controles adaptada al sector cafetero, programa de vigilancia epidemiológica, sistema de capacitación y sensibilización, indicadores de seguimiento, y herramientas operativas de implementación.

Este objetivo fue cumplido mediante el diseño de un protocolo estructurado en seis componentes principales siguiendo el modelo de gestión de riesgo ISO 45001:2018. El componente de evaluación del riesgo incluye metodología de evaluación cualitativa basada en índice UV del IDEAM y sistema de clasificación de riesgo en tres niveles con medidas específicas (IDEAM, 2024). La jerarquía de controles adaptada prioriza controles de ingeniería como sistemas de sombra y cultivo bajo sombrío, controles administrativos como programación

de actividades y sistema de alertas, y elementos de protección personal como sombreros, ropa protectora y protectores solares (Safe Work Australia, 2020; Instituto de Salud Pública de Chile, 2019). El programa de vigilancia epidemiológica integra vigilancia ambiental mediante monitoreo UV y vigilancia de salud con sistema escalonado de tamizaje dermatológico. El programa educativo "Café con Protección" incluye tres módulos temáticos con estrategias de comunicación mediante material visual, recordatorios y liderazgo de pares (National Institute for Occupational Safety and Health [NIOSH], 2021). Los indicadores de seguimiento abarcan indicadores de proceso y resultado permitiendo monitoreo y evaluación continua. Las herramientas operativas incluyen formatos de evaluación, materiales educativos y sistema de implementación escalonada considerando heterogeneidad sectorial.

6.2.4. Objetivo Específico 4

Validar la pertinencia, viabilidad y aplicabilidad del protocolo mediante método Delphi modificado con panel multidisciplinario de expertos (n=8-12) en salud ocupacional, dermatología, epidemiología y sector cafetero, incorporando ajustes según recomendaciones consensuadas.

Este objetivo fue cumplido mediante implementación del método Delphi modificado con panel de 12 expertos seleccionados mediante muestreo intencional, incluyendo especialistas en medicina dermatológica (25%), medicina ocupacional (25%), ingeniería en seguridad y salud (16.7%), epidemiología (16.7%) y gestión del sector cafetero (16.7%), con experiencia promedio de 12.4 años y representación del Eje Cafetero (58.3%), Bogotá (25%) y otras regiones (16.7%). El proceso de validación se ejecutó en dos rondas entre septiembre y octubre de 2025, con tasa de respuesta del 91.7% en primera ronda y 100% en segunda ronda, evaluando 45 ítems organizados en seis dimensiones mediante escala Likert de 5 puntos para pertinencia, viabilidad y aplicabilidad (Okoli y Pawlowski, 2004). Los ajustes incorporados basados en comentarios cualitativos incluyeron simplificación de matrices de evaluación,

alternativas de bajo costo para controles de ingeniería, adaptación de vigilancia médica a disponibilidad de servicios, y estrategias de implementación progresiva, mejorando sustancialmente los niveles de consenso de la primera a la segunda ronda.

6.2.5. Objetivo General

Diseñar un protocolo de vigilancia epidemiológica y prevención del riesgo por radiación ultravioleta para trabajadores del sector cafetero colombiano, fundamentado en revisión sistemática de la literatura científica y validado mediante panel de expertos, que sea pertinente, viable y aplicable al contexto sociolaboral del sector.

El objetivo general fue plenamente cumplido mediante la integración secuencial de las cuatro fases metodológicas, produciendo un protocolo técnico robusto que: (1) se fundamenta en síntesis sistemática de 67 estudios científicos de alta calidad metodológica; (2) incorpora selectivamente componentes de protocolos internacionales reconocidos con adaptaciones contextuales apropiadas; (3) está estructurado en seis componentes integrales que abordan todas las dimensiones del riesgo desde evaluación hasta seguimiento; y (4) alcanzó validación excepcional por panel multidisciplinario de expertos con niveles de pertinencia del 92.1%, viabilidad del 85.8% y aplicabilidad del 87.7%. El protocolo resultante constituye el primer instrumento técnico específico, validado y contextualizado para prevención del riesgo UV en trabajadores del sector cafetero colombiano, llenando un vacío crítico identificado tanto en literatura científica (Rodríguez y Gómez, 2019) como en práctica de salud ocupacional nacional.

6.3. Verificación de Hipótesis

La Tabla 6 presenta la verificación sistemática de todas las hipótesis planteadas en el estudio, demostrando confirmación de la hipótesis general, hipótesis nula rechazada, y confirmación de todas las hipótesis específicas.

Tabla 6 Verificación de Hipótesis Planteadas en el Estudio

Hipótesis	Criterio Establecido	Resultado Obtenido	Estatus	Fase de Verificación
Hi (General)	Pertinencia $\geq 80\%$, Viabilidad $\geq 75\%$, Aplicabilidad $\geq 70\%$	Pertinencia 92.1%, Viabilidad 85.8%, Aplicabilidad 87.7%	CONFIRMADA	Fase 4 (Validación Delphi)
H0 (Nula)	<80% pertinencia, <75% viabilidad, <70% aplicabilidad	Todos los criterios superados ampliamente	RECHAZADA	Fase 4 (Validación Delphi)
Hi1 (Evidencia científica)	≥ 30 estudios alta calidad, ≥ 10 sobre intervenciones	67 estudios incluidos post-PRISMA, >15 evaluando intervenciones preventivas	CONFIRMADA	Fase 1 (Revisión Sistemática)
H01 (Nula específica 1)	<30 estudios calidad o <10 sobre intervenciones	Criterios ampliamente superados (67 y 15 respectivamente)	RECHAZADA	Fase 1 (Revisión Sistemática)
Hi2 (Aplicabilidad internacional)	>60% componentes internacionales adaptables a Colombia	73% de componentes adaptables según análisis comparativo	CONFIRMADA	Fase 2 (Análisis Comparativo)
H02 (Nula específica 2)	<60% componentes adaptables	Superado el umbral mínimo (73% vs. 60%)	RECHAZADA	Fase 2 (Análisis Comparativo)
Hi3 (Validación expertos)	$\geq 75\%$ consenso en $\geq 80\%$ componentes, $W \geq 0.7$	100% de dimensiones con consenso $\geq 75\%$, W promedio=0.76	CONFIRMADA	Fase 4 (Validación Delphi)
H03 (Nula específica 3)	<75% consenso o <80% componentes o $W < 0.7$	Todos los umbrales superados en segunda ronda	RECHAZADA	Fase 4 (Validación Delphi)

Nota. La verificación sistemática de las ocho hipótesis (1 general + 1 nula general + 3 específicas + 3 nulas específicas) confirma la validez del protocolo diseñado. Los resultados superan ampliamente los criterios establecidos ex ante, evidenciando robustez metodológica y pertinencia contextual del instrumento.

La confirmación de todas las hipótesis planteadas proporciona validación convergente del enfoque metodológico empleado y de la calidad técnica del protocolo resultante. La confirmación de Hi1 con identificación de 67 estudios, más del doble del umbral establecido de 30 estudios, refleja el crecimiento significativo del campo de investigación sobre exposición UV ocupacional en la última década (Rodríguez y Gómez, 2019; Vañó et al., 2020). La confirmación de Hi2 valida el enfoque de transferencia selectiva y adaptación contextual de componentes internacionales, demostrando que protocolos de países desarrollados pueden ser adaptados apropiadamente para contextos de países de ingresos medios mediante ajustes en

recursos, infraestructura y características culturales (Safe Work Australia, 2020; Instituto de Salud Pública de Chile, 2019). La confirmación de Hi3 sobre alcance de consenso mediante método Delphi demuestra la utilidad de esta metodología para validación contextual de instrumentos técnicos complejos en salud ocupacional (Okoli y Pawlowski, 2004; Schmidt, 1997).

6.4. Contribución al Conocimiento

Este estudio realiza múltiples contribuciones originales al conocimiento científico y práctico en salud ocupacional:

Contribución Metodológica: Demuestra la viabilidad y utilidad de diseñar intervenciones complejas de salud ocupacional mediante integración secuencial de revisión sistemática de evidencia científica, análisis comparativo de mejores prácticas internacionales y validación participativa con expertos locales. Este enfoque metodológico proporciona un modelo replicable para desarrollo de protocolos en otras áreas de salud ocupacional donde existe evidencia internacional robusta pero ausencia de instrumentos técnicos contextualizados para realidades nacionales. La documentación exhaustiva de procedimientos metodológicos, criterios de decisión y proceso iterativo de ajuste basado en retroalimentación de expertos establece un estándar de transparencia y rigor que puede ser adoptado en futuros desarrollos de política técnica en salud ocupacional.

Contribución Disciplinar: Aporta al campo de salud ocupacional en agricultura el primer protocolo técnico específico, validado y contextualizado para prevención del riesgo UV en trabajadores del sector cafetero, llenando un vacío crítico identificado por Rodríguez y Gómez (2019) en su revisión sistemática sobre cáncer de piel en trabajadores al aire libre. El protocolo proporciona especificidad técnica actualmente ausente en la regulación colombiana, que se limita a obligaciones genéricas en la Resolución 2400 de 1979 (Ministerio de Trabajo y

Seguridad Social, 1979) sin metodologías de evaluación, valores límite permisibles ni procedimientos operativos de vigilancia. La incorporación de adaptaciones contextuales que consideran heterogeneidad sectorial, recursos limitados, informalidad laboral y características culturales específicas representa una innovación significativa sobre protocolos internacionales que frecuentemente asumen contextos organizacionales homogéneos y recursos técnicos y económicos abundantes (Safe Work Australia, 2020; National Institute for Occupational Safety and Health [NIOSH], 2021).

Contribución Contextual: Adapta conocimiento internacional generado predominantemente en países desarrollados con altas tasas de cáncer de piel y sistemas robustos de vigilancia ocupacional, a las realidades sociolaborales, económicas y culturales del sector cafetero colombiano, considerando condiciones geográficas específicas de ubicación ecuatorial y alta altitud que generan niveles de exposición UV extremos (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [IDEAM], 2024), características organizacionales de alta informalidad laboral y dispersión geográfica (Organización Internacional del Trabajo [OIT], 2022), limitaciones económicas de pequeños productores con recursos escasos, y factores culturales como percepciones sobre masculinidad, bronceado y protección solar específicos de población trabajadora agrícola latinoamericana (Santillán, 2022). Esta contextualización fundamentada en evidencia y validada por expertos locales diferencia el presente protocolo de intentos previos de implementación directa de guías internacionales que frecuentemente han resultado en baja adopción y efectividad limitada.

Contribución Práctica: Proporciona al sector cafetero colombiano y al sistema de salud ocupacional nacional una herramienta técnica lista para implementación, que incluye no solo lineamientos conceptuales sino herramientas operativas específicas como formatos estandarizados de evaluación de riesgo, matrices simplificadas de clasificación adaptadas a diferentes niveles de complejidad organizacional, protocolos médicos de tamizaje

dermatológico para médicos generales capacitados, materiales educativos culturalmente adaptados incluyendo el programa "Café con Protección", indicadores de seguimiento con formatos de registro simplificados para condiciones de campo, y sistema de implementación escalonada que considera la heterogeneidad del sector desde grandes empresas hasta pequeños productores. La disponibilidad de estas herramientas operativas maximiza el potencial de traducción de conocimiento a práctica, superando la barrera frecuente de protocolos conceptualmente sólidos pero operativamente difíciles de implementar.

Contribución a Política Pública: Proporciona fundamento técnico robusto para desarrollo de normativa específica sobre protección UV ocupacional en Colombia, estableciendo precedente metodológico de instrumentos técnicos fundamentados en síntesis sistemática de evidencia y validados mediante consenso de expertos multidisciplinarios que incluyen no solo perspectivas académicas y técnicas sino también conocimiento del sector productivo. La articulación del protocolo con compromisos internacionales de Colombia en materia de trabajo decente (ODS 8) y salud y bienestar (ODS 3) (Naciones Unidas, 2020), y la cuantificación de costos elevados del tratamiento de cáncer de piel que pueden superar los \$50 millones de pesos por paciente en estadios avanzados (Pardo y Cendales, 2024), proporcionan argumentos de salud pública y económicos para priorización de este riesgo en agendas de política y asignación de recursos para prevención primaria.

6.5. Consideraciones Finales

El presente estudio confirma que la exposición ocupacional a radiación ultravioleta constituye un riesgo significativo y sistemáticamente subvalorado para trabajadores del sector cafetero colombiano, quienes enfrentan condiciones geográficas, climáticas y laborales que generan niveles de exposición que pueden superar hasta 13 veces los límites internacionales de seguridad (Gies et al., 2018). La ausencia histórica de protocolos específicos, validados y contextualizados para este riesgo ha resultado en desprotección crónica de una población

trabajadora esencial para la economía nacional, con consecuencias en salud que incluyen alta prevalencia de lesiones precancerosas y riesgo incrementado de cáncer de piel, particularmente carcinoma escamocelular con riesgo relativo de 1.77 (Vañó et al., 2020).

El protocolo desarrollado y validado en este estudio proporciona una solución técnica rigurosa, pertinente y aplicable a esta problemática, integrando la mejor evidencia científica disponible con consideración apropiada de facilitadores y barreras contextuales específicas del sector cafetero colombiano. La validación excepcional alcanzada, con consenso del 100% en todos los componentes y niveles de pertinencia, viabilidad y aplicabilidad que superan sustancialmente los umbrales establecidos, proporciona confianza razonable en la utilidad potencial del protocolo para su propósito previsto de prevenir cáncer de piel y otras patologías asociadas a exposición UV en trabajadores cafeteros.

Sin embargo, es fundamental reconocer que el protocolo, aunque validado por expertos, requiere evaluación de efectividad en condiciones reales mediante estudios piloto de implementación con seguimiento longitudinal de indicadores de proceso y resultado. Solo mediante esta evaluación en campo podrá confirmarse que el protocolo efectivamente reduce exposición UV, incrementa adherencia a medidas preventivas, detecta tempranamente lesiones precancerosas y, en última instancia, disminuye la incidencia de cáncer de piel en la población objetivo. La implementación inicial debería seguir el sistema escalonado propuesto, comenzando con fincas piloto representativas de diferentes tamaños y niveles de recursos, documentando sistemáticamente facilitadores y barreras encontradas, ajustando herramientas según aprendizajes, y expandiendo progresivamente según demostración de viabilidad y efectividad.

La sostenibilidad a largo plazo del protocolo dependerá críticamente de la articulación institucional entre múltiples actores del sistema de salud ocupacional y el sector cafetero, incluyendo empresas cafeteras, Federación Nacional de Cafeteros, Administradoras de

Riesgos Laborales, Empresas Promotoras de Salud, autoridades de salud ocupacional del Ministerio del Trabajo, y entidades territoriales de salud. Esta articulación requiere definición clara de roles y responsabilidades, establecimiento de mecanismos de coordinación efectivos, asignación de recursos apropiados para implementación y seguimiento, y desarrollo de capacidades técnicas en actores clave mediante programas de capacitación de capacitadores que permitan multiplicación del conocimiento.

El éxito último del protocolo se medirá no por su calidad técnica intrínseca, confirmada mediante este estudio, sino por su adopción efectiva y sostenida por parte del sector cafetero y su impacto demostrable en la reducción de la carga de enfermedad asociada a exposición UV ocupacional. Para alcanzar este impacto, se requiere voluntad política para priorizar este riesgo en agendas de salud ocupacional, inversión de recursos en implementación y vigilancia, generación de evidencia local sobre efectividad mediante estudios de seguimiento, y compromiso sectorial con la salud y seguridad de los trabajadores cafeteros como pilar fundamental de la sostenibilidad y responsabilidad social del sector.

Este trabajo de grado proporciona el fundamento técnico sólido desde el cual esta transformación puede iniciarse, contribuyendo a la protección efectiva de una población trabajadora vulnerable y al fortalecimiento del sistema de salud ocupacional colombiano en su capacidad de responder a riesgos emergentes y subvalorados mediante instrumentos técnicos rigurosos, contextualizados y participativamente validados. El protocolo desarrollado constituye no solo una herramienta práctica para el sector cafetero sino también un modelo metodológico replicable que demuestra la viabilidad de diseñar intervenciones complejas mediante síntesis sistemática de evidencia internacional complementada con validación contextual por expertos locales, enfoque que puede ser adoptado para abordar otros vacíos en instrumentos técnicos de salud ocupacional en Colombia y otros países de América Latina con desafíos similares de traducción de conocimiento internacional a práctica local efectiva.

7. Recomendaciones

Las conclusiones derivadas de este estudio generan un conjunto de recomendaciones estratégicas orientadas a maximizar el impacto del protocolo desarrollado en la prevención efectiva del riesgo por radiación ultravioleta en trabajadores del sector cafetero colombiano. Estas recomendaciones se dirigen a múltiples actores del sistema de salud ocupacional y del sector productivo, proponiendo acciones específicas para implementación del protocolo, prioridades para investigación futura que llene vacíos identificados, lineamientos para desarrollo de política pública, y orientaciones para fortalecimiento de capacidades institucionales. Las recomendaciones se fundamentan en los hallazgos del estudio, las limitaciones reconocidas y las implicaciones prácticas identificadas, con el propósito de facilitar la traducción de conocimiento científico a práctica efectiva en salud ocupacional.

7.1. Recomendaciones para la Implementación del Protocolo

7.1.1. Implementación Piloto y Evaluación de Proceso

Se recomienda iniciar la implementación del protocolo mediante un estudio piloto escalonado en fincas cafeteras representativas de la heterogeneidad sectorial, incluyendo al menos una empresa grande formalizada con departamento de seguridad y salud estructurado, tres fincas medianas con nivel intermedio de recursos y formalización, y cinco fincas pequeñas representativas de la mayoría de productores del sector. Este diseño piloto permitirá documentar sistemáticamente facilitadores y barreras específicas para cada nivel de complejidad organizacional, identificar ajustes necesarios en herramientas operativas antes de expansión regional, y generar evidencia temprana sobre viabilidad y aceptabilidad del protocolo en condiciones reales (Hammond et al., 2018).

La evaluación de proceso durante la fase piloto debe enfocarse en indicadores de implementación incluyendo cobertura de capacitación alcanzada, comprensión de contenidos por parte de trabajadores medida mediante evaluaciones pre y post capacitación, adopción de medidas preventivas observada mediante auditorías de campo aleatorias, adherencia al uso de elementos de protección personal registrada mediante listas de chequeo semanales, y percepción de trabajadores y empleadores sobre utilidad y viabilidad del protocolo recolectada mediante entrevistas semiestructuradas (Downs et al., 2021). Esta evaluación debe realizarse trimestralmente durante el primer año de implementación, con ajuste iterativo de componentes según aprendizajes documentados, siguiendo el enfoque de mejora continua propuesto por el National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH, 2021).

7.1.2. Articulación Institucional Estratégica

Se recomienda establecer una alianza estratégica formal entre la Federación Nacional de Cafeteros, las Administradoras de Riesgos Laborales con mayor cobertura en el sector agrícola, el Ministerio del Trabajo a través de su Dirección de Riesgos Laborales, y el Ministerio de Salud y Protección Social mediante sus programas de prevención de cáncer. Esta articulación debe formalizarse mediante convenio interinstitucional que defina claramente roles y responsabilidades: la Federación asumiría liderazgo en diseminación del protocolo a través de su red de extensionistas agrícolas y comités departamentales de cafeteros (Organización Internacional del Trabajo [OIT], 2022); las Administradoras de Riesgos Laborales proporcionarían asesoría técnica especializada a empresas afiliadas, capacitación de profesionales de seguridad y salud, y seguimiento de indicadores de implementación; el Ministerio del Trabajo ejercería rectoría técnica, fiscalización de cumplimiento en empresas formales y desarrollo de normativa específica complementaria; y el Ministerio de Salud articularía el componente de vigilancia epidemiológica con sistemas de vigilancia de cáncer

existentes y fortalecería capacidades de tamizaje dermatológico en servicios de salud de primer nivel en zonas cafeteras (Pardo y Cendales, 2024).

Esta articulación debe complementarse con participación activa de entidades territoriales de salud de departamentos del Eje Cafetero (Caldas, Risaralda, Quindío), quienes tienen responsabilidades de vigilancia en salud pública y pueden integrar el protocolo en planes territoriales de salud. La experiencia internacional demuestra que la efectividad de intervenciones complejas de salud ocupacional depende críticamente de esta coordinación intersectorial, como evidencian protocolos exitosos implementados en Chile mediante articulación entre el Instituto de Salud Pública, la Superintendencia de Seguridad Social y organizaciones sectoriales (Instituto de Salud Pública de Chile, 2019).

7.1.3. Desarrollo de Capacidades Técnicas

Se recomienda implementar un programa estructurado de capacitación de capacitadores que desarrolle competencias en cuatro grupos objetivo prioritarios. Primero, profesionales de seguridad y salud en el trabajo de Administradoras de Riesgos Laborales y empresas cafeteras grandes, quienes requieren formación especializada de 40 horas sobre fundamentos de radiación UV y sus efectos en salud, metodologías de evaluación de riesgo utilizando datos del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM, 2024), diseño e implementación de controles jerarquizados adaptados al contexto cafetero, interpretación de protocolos de vigilancia médica y coordinación con servicios de salud. Esta capacitación debe ser certificada por institución académica reconocida en el campo de salud ocupacional y servir como requisito para ejercer como asesor técnico en implementación del protocolo.

Segundo, extensionistas agrícolas de la Federación Nacional de Cafeteros, quienes constituyen el canal principal de llegada a pequeños y medianos productores, requieren capacitación básica de 16 horas sobre conceptos esenciales del riesgo UV, uso del protocolo

simplificado para fincas pequeñas, técnicas de sensibilización y educación de trabajadores, y procedimientos de referencia a servicios especializados cuando sea necesario. Esta capacitación debe utilizar metodologías participativas y materiales didácticos del programa "Café con Protección" diseñado en este estudio, adaptados específicamente para el rol de extensionistas como multiplicadores (Santillán, 2022).

Tercero, médicos generales y enfermeras de servicios de salud de primer nivel en municipios cafeteros, quienes son la puerta de entrada al sistema de salud para la mayoría de trabajadores, requieren capacitación de 20 horas sobre dermatoscopia básica para tamizaje de lesiones cutáneas, reconocimiento de queratosis actínicas y otros hallazgos que requieren referencia especializada, uso de formatos estandarizados de historia clínica ocupacional para registro de exposición UV, y protocolos de seguimiento de casos identificados. Esta capacitación debe incorporar componentes prácticos con supervisión de dermatólogos mediante telemedicina, modalidad que ha demostrado efectividad en contextos rurales con acceso limitado a especialistas (Safe Work Australia, 2020).

Cuarto, líderes trabajadores identificados como promotores de salud en fincas, quienes ejercen influencia entre pares y pueden reforzar cotidianamente las medidas preventivas, requieren capacitación básica de 8 horas sobre autoprotección UV, uso correcto de elementos de protección personal, autoexamen dermatológico, y técnicas de comunicación para promover comportamientos protectores entre compañeros de trabajo. La literatura documenta que el liderazgo de pares constituye uno de los factores más influyentes en adopción y mantenimiento de comportamientos de protección solar en poblaciones trabajadoras (Hammond et al., 2018).

7.1.4. Provisión de Recursos Técnicos y Económicos

Se recomienda establecer un fondo sectorial específico para financiamiento de elementos de protección personal y controles de ingeniería básicos en pequeñas fincas cafeteras con capacidad económica limitada. Este fondo podría capitalizarse mediante aportes

de la Federación Nacional de Cafeteros de recursos del Fondo Nacional del Café, cofinanciamiento de Administradoras de Riesgos Laborales como estrategia de prevención que reduce siniestralidad a largo plazo, y recursos de cooperación internacional interesados en sostenibilidad social del sector cafetero. El fondo debería priorizar financiamiento de sombreros de ala ancha con factor de protección UV certificado, telas para confección de camisas de manga larga con factor UPF apropiado adquiridas al por mayor para abaratar costos, protectores solares de amplio espectro FPS 50+ en presentaciones de un litro para uso colectivo, y materiales para construcción de estructuras de sombra básicas como toldos y techos en áreas de descanso y acopio (Souza et al., 2021).

La experiencia internacional demuestra que la provisión subsidiada de elementos de protección constituye un factor crítico para superar barreras económicas en sectores con trabajadores de bajos ingresos. El protocolo chileno de protección UV ocupacional incluye mecanismos de financiamiento mediante organizaciones sectoriales y gobierno que han facilitado implementación en pequeñas empresas agrícolas (Instituto de Salud Pública de Chile, 2019). Adicionalmente, se recomienda explorar alianzas con fabricantes de elementos de protección personal para desarrollo de productos específicamente diseñados para trabajo agrícola en clima cálido, que combinen protección UV efectiva con transpirabilidad y comodidad, reduciendo la barrera de molestia térmica reportada por 78% de trabajadores agrícolas (Souza et al., 2021).

7.1.5. Sistema de Monitoreo y Evaluación Continua

Se recomienda establecer un sistema permanente de monitoreo de indicadores de implementación y resultado del protocolo, coordinado por la Dirección de Riesgos Laborales del Ministerio del Trabajo con participación de Administradoras de Riesgos Laborales. Este sistema debe recolectar trimestralmente información sobre cobertura de implementación del protocolo medida por número de empresas cafeteras y trabajadores cubiertos, cumplimiento de

componentes clave como evaluación de riesgo realizada, capacitación impartida, elementos de protección provistos y vigilancia médica ejecutada, e indicadores de resultado incluyendo incidencia de quemaduras solares reportadas, prevalencia de uso de elementos de protección observada mediante auditorías aleatorias, detección de lesiones precancerosas en tamizajes dermatológicos, y satisfacción de trabajadores y empleadores con el protocolo medida mediante encuestas anuales (Organización Internacional del Trabajo [OIT], 2024).

Los datos recolectados deben analizarse semestralmente para identificar brechas de implementación, barreras emergentes no anticipadas, y buenas prácticas que puedan replicarse. Este análisis debe retroalimentar ajustes continuos al protocolo y sus herramientas operativas, siguiendo el principio de mejora iterativa fundamentada en evidencia. Los resultados deben difundirse mediante informes públicos que permitan rendición de cuentas sobre avances en protección de trabajadores cafeteros y generen presión social para expansión de cobertura. La experiencia australiana de publicación anual de estadísticas sobre cáncer de piel ocupacional y cobertura de programas de prevención ha sido instrumental en mantener prioridad política y asignación de recursos para este riesgo (Safe Work Australia, 2013).

7.2. Recomendaciones para Futuras Investigaciones

7.2.1. Estudios Dosimétricos en Trabajadores Cafeteros Colombianos

Se recomienda prioritariamente la realización de estudios dosimétricos que cuantifiquen con precisión los niveles de exposición a radiación UV en trabajadores del sector cafetero colombiano durante jornadas laborales representativas. Estos estudios deberían utilizar dosímetros UV personales tipo badge o polysulphone en muestras estratificadas de trabajadores según región geográfica (diferentes departamentos del Eje Cafetero con variación en altitud), época del año (cosecha versus mantenimiento), tipo de cultivo (café a pleno sol versus bajo sombrío), y características del puesto de trabajo (recolección, fumigación, podas,

beneficio). Las mediciones deberían realizarse en múltiples días para capturar variabilidad diaria y registrar simultáneamente datos del índice UV local, nubosidad, características topográficas del terreno, uso de elementos de protección y posturas corporales predominantes (Modenese et al., 2018; Gies et al., 2018).

Estos estudios permitirían validar las extrapolaciones realizadas en el presente trabajo desde investigaciones dosimétricas internacionales, confirmar o refutar la hipótesis de que trabajadores cafeteros colombianos enfrentan exposiciones que superan significativamente los límites de seguridad, identificar los puestos de trabajo y momentos de la jornada con mayor exposición para priorizar intervenciones, y establecer una línea base de exposición que permita evaluar posteriormente el impacto del protocolo en reducción efectiva de dosis UV recibidas. La ausencia de estos datos constituye una limitación significativa del conocimiento actual sobre el riesgo UV ocupacional en el contexto cafetero específicamente (Rodríguez y Gómez, 2019).

7.2.2. Evaluación de Efectividad del Protocolo Mediante Ensayos Controlados

Se recomienda la ejecución de ensayos controlados aleatorizados por conglomerados que evalúen la efectividad del protocolo para reducir exposición UV y prevenir lesiones cutáneas en trabajadores cafeteros. El diseño debería aleatorizar fincas cafeteras a grupo intervención que implementa el protocolo completo versus grupo control con prácticas habituales, con seguimiento longitudinal de al menos 24 meses. Las variables de resultado primarias deberían incluir dosis UV acumulada medida mediante dosimetría personal en submuestras, incidencia de quemaduras solares registrada prospectivamente, prevalencia de uso de elementos de protección personal evaluada mediante observaciones aleatorias no anunciadas, e incidencia de queratosis actínicas detectadas mediante tamizaje dermatológico estandarizado al inicio y final del seguimiento (Hammond et al., 2018; Peters et al., 2019).

Las variables de resultado secundarias deberían incluir conocimientos sobre riesgo UV

y medidas preventivas evaluados mediante cuestionarios validados, actitudes hacia protección

solar medidas mediante escalas psicométricas, percepciones de autoeficacia para adoptar comportamientos protectores, satisfacción con el protocolo de trabajadores y empleadores, y análisis de costo-efectividad comparando costos de implementación versus beneficios en reducción de lesiones y tratamientos médicos evitados. Este tipo de estudios, aunque metodológicamente complejos y costosos, proporcionan el nivel más alto de evidencia sobre efectividad de intervenciones y son esenciales para justificar inversiones en escalamiento (National Institute for Occupational Safety and Health [NIOSH], 2021).

7.2.3. Investigación sobre Barreras y Facilitadores Contextuales

Se recomienda investigación cualitativa que explore en profundidad las barreras y facilitadores específicos del contexto cafetero colombiano para adopción y mantenimiento de comportamientos de protección UV. Los estudios deberían utilizar métodos como entrevistas a profundidad con trabajadores de diferentes características demográficas y ocupacionales, grupos focales con empleadores de fincas de diversos tamaños, observaciones etnográficas de dinámicas laborales cotidianas en contextos reales de cultivo, y análisis de discurso sobre percepciones culturales de masculinidad, trabajo, bronceado y enfermedad en población trabajadora agrícola (Santillán, 2022).

Esta investigación debería abordar específicamente dimensiones culturales poco exploradas como significados atribuidos al bronceado en contexto de trabajo rural donde puede asociarse con estatus de trabajador fuerte y resistente, percepciones sobre compatibilidad entre protección UV y desempeño productivo en sistemas de remuneración por cantidad recolectada, influencia de normas de grupo y liderazgos informales en adopción de medidas preventivas, y estrategias comunicativas más efectivas para diferentes segmentos de la población trabajadora según edad, género, nivel educativo y tiempo de experiencia en el sector. Los hallazgos permitirían refinar los componentes educativos y de sensibilización del protocolo para maximizar su resonancia cultural y efectividad persuasiva (Downs et al., 2021).

7.2.4. Estudios de Vigilancia Epidemiológica Longitudinal

Se recomienda establecer un sistema de vigilancia epidemiológica longitudinal de lesiones cutáneas en cohortes de trabajadores cafeteros seguidos prospectivamente durante períodos prolongados. Este sistema permitiría caracterizar la incidencia real de queratosis actínicas, carcinomas basocelulares, carcinomas escamocelulares y melanomas en esta población, establecer curvas de dosis-respuesta entre años de exposición ocupacional acumulada y riesgo de lesiones, identificar factores de susceptibilidad individual como fototipo cutáneo, antecedentes familiares e inmunosupresión que modulan el riesgo, y evaluar el impacto poblacional del protocolo en reducción de incidencia de cáncer de piel a mediano y largo plazo (Vañó et al., 2020; Pardo y Cendales, 2024).

La implementación de esta vigilancia requeriría coordinación con el sistema de vigilancia de cáncer del Instituto Nacional de Cancerología y registros poblacionales de cáncer departamentales, incorporando variables ocupacionales en registros que actualmente no permiten discriminar casos de origen ocupacional versus no ocupacional. Los datos generados serían invaluable para estimar la carga de enfermedad atribuible a exposición UV ocupacional en el sector cafetero, fundamentar análisis de costo-beneficio de intervenciones preventivas, y proporcionar evidencia local robusta sobre magnitud del problema que actualmente se infiere predominantemente desde estudios internacionales (Liga Colombiana contra el Cáncer, 2021).

7.2.5. Investigación sobre Adaptación del Protocolo a Otros Sectores Agrícolas

Se recomienda investigación sobre adaptabilidad del protocolo diseñado a otros sectores agrícolas colombianos con alta exposición UV ocupacional, incluyendo cultivos de flores en Sabana de Bogotá y región Cundiboyacense, cultivos de frutas en zonas ecuatoriales de Valle del Cauca y Tolima, y agricultura de pancoger en zonas rurales dispersas. Estos estudios deberían documentar similitudes y diferencias en condiciones de exposición, características organizacionales, recursos disponibles y factores culturales entre sectores,

identificar qué componentes del protocolo cafetero son directamente transferibles versus cuáles requieren adaptación sustancial, y desarrollar versiones sectoriales específicas del protocolo que mantengan la estructura fundamental pero ajusten herramientas operativas según particularidades (Rodríguez y Gómez, 2019).

Esta línea de investigación contribuiría a maximizar el retorno de la inversión realizada en desarrollo del protocolo, permitiendo que el modelo metodológico y componentes técnicos fundamentales beneficien a poblaciones trabajadoras agrícolas más amplias. La replicación del enfoque de síntesis de evidencia con validación contextual en otros sectores generaría adicionalmente aprendizajes metodológicos sobre el proceso de adaptación que fortalecerían la capacidad nacional de desarrollar instrumentos técnicos de salud ocupacional fundamentados en evidencia y contextualizados apropiadamente (National Institute for Occupational Safety and Health [NIOSH], 2021).

7.3. Recomendaciones para Política Pública

7.3.1. Desarrollo de Normativa Específica sobre Protección UV Ocupacional

Se recomienda que el Ministerio del Trabajo, a través de su Dirección de Riesgos Laborales, inicie un proceso de desarrollo de normativa específica sobre protección de trabajadores expuestos a radiación ultravioleta de origen solar, que supere las limitaciones de la Resolución 2400 de 1979 que establece únicamente obligaciones genéricas sin especificidad técnica (Ministerio de Trabajo y Seguridad Social, 1979). Esta normativa debería establecer valores límite de exposición expresados en términos de índice UV y horas de exposición diarias, metodologías obligatorias de evaluación de riesgo que puedan ser ejecutadas sin requerir instrumentación especializada costosa, requisitos mínimos de controles preventivos diferenciados según nivel de riesgo identificado, especificaciones técnicas para elementos de protección personal incluyendo factor de protección UV mínimo de sombreros y ropa,

programas obligatorios de capacitación con contenidos y frecuencia definidos, y sistemas de vigilancia médica con periodicidad de tamizaje dermatológico según categoría de riesgo.

El proceso de desarrollo normativo debería seguir un enfoque participativo que consulte ampliamente a empresas del sector agrícola de diferentes tamaños, organizaciones de trabajadores, Administradoras de Riesgos Laborales, sociedades científicas de dermatología y salud ocupacional, academia especializada, y organizaciones gremiales sectoriales como la Federación Nacional de Cafeteros. Esta consulta permitiría balancear apropiadamente entre rigurosidad técnica necesaria para protección efectiva y viabilidad práctica de implementación en contextos con recursos limitados, evitando normas aspiracionales imposibles de cumplir que terminan siendo letra muerta. El protocolo validado en este estudio proporciona un fundamento técnico sólido que puede servir como base de discusión para este desarrollo normativo (Safe Work Australia, 2013; Instituto de Salud Pública de Chile, 2019).

7.3.2. Integración con Estrategias de Prevención de Cáncer

Se recomienda que el Ministerio de Salud y Protección Social integre explícitamente la prevención de exposición UV ocupacional en el Plan Decenal de Salud Pública 2022-2031 y en las estrategias de prevención de cáncer coordinadas por el Instituto Nacional de Cancerología. Actualmente, las estrategias de prevención de cáncer de piel se enfocan predominantemente en educación de población general sobre protección solar recreacional, con escasa atención a poblaciones ocupacionalmente expuestas que enfrentan riesgos significativamente elevados (Pardo y Cendales, 2024). Esta integración debería traducirse en metas específicas de reducción de incidencia de cáncer de piel en trabajadores al aire libre, asignación presupuestal para programas de tamizaje dermatológico en municipios con alta concentración de trabajadores agrícolas, fortalecimiento de capacidades de servicios de salud de primer nivel en dermatoscopia básica mediante programas de educación continua, y articulación de sistemas de vigilancia epidemiológica ocupacional con registros poblacionales de cáncer para

caracterizar adecuadamente la contribución de exposición ocupacional a la carga de enfermedad por cáncer de piel.

Esta integración con el sector salud es crítica porque, aunque la prevención primaria mediante reducción de exposición es responsabilidad del ámbito de salud ocupacional, la prevención secundaria mediante detección temprana y tratamiento oportuno de lesiones requiere articulación con servicios de salud que actualmente tienen limitada sensibilidad hacia riesgos ocupacionales específicos (Liga Colombiana contra el Cáncer, 2021). Los compromisos internacionales de Colombia en materia de Objetivos de Desarrollo Sostenible, particularmente ODS 3 sobre salud y bienestar con meta 3.4 de reducir mortalidad prematura por enfermedades no transmisibles incluyendo cáncer, proporcionan marco normativo adicional para priorizar esta integración (Naciones Unidas, 2020).

7.3.3. Incentivos para Implementación en Pequeñas Empresas

Se recomienda el diseño de esquemas de incentivos que faciliten la implementación del protocolo en pequeñas fincas cafeteras donde las barreras económicas son más significativas. Estos incentivos podrían incluir reducción de cotizaciones a Administradoras de Riesgos Laborales para empresas que demuestren implementación certificada del protocolo con auditorías periódicas de cumplimiento, acceso preferencial a créditos subsidiados de Bancóldex o Finagro para inversiones en infraestructura de protección como estructuras de sombra y áreas de descanso techadas, reconocimientos públicos y certificaciones de buenas prácticas en salud ocupacional que puedan utilizarse en mercadeo de café con valor agregado de responsabilidad social, y apoyo técnico gratuito de extensionistas capacitados para evaluación inicial de riesgo e identificación de medidas preventivas prioritarias (Organización Internacional del Trabajo [OIT], 2022).

La experiencia internacional documenta que los incentivos positivos frecuentemente resultan más efectivos que enfoques punitivos de fiscalización y sanción para promover

adopción de medidas de salud ocupacional en pequeñas empresas con recursos limitados, particularmente cuando las normas son nuevas y requieren inversiones iniciales. El protocolo chileno de protección UV incorpora explícitamente mecanismos de incentivos y apoyo técnico diferenciado para pequeñas empresas agrícolas, estrategia que ha facilitado mayor cobertura de implementación que la observada con enfoques exclusivamente fiscalizadores (Instituto de Salud Pública de Chile, 2019).

7.3.4. Fortalecimiento de Capacidades de Fiscalización

Se recomienda fortalecer las capacidades técnicas de inspectores de trabajo del Ministerio del Trabajo para fiscalización efectiva de condiciones de protección UV en empresas del sector agrícola. Este fortalecimiento debería incluir capacitación especializada de inspectores sobre fundamentos del riesgo UV, métodos de evaluación de exposición usando índice UV y características de puesto de trabajo, verificación de implementación de controles mediante listas de chequeo estandarizadas basadas en el protocolo, identificación de deficiencias críticas versus aspectos de mejora progresiva, y procedimientos para emisión de requerimientos correctivos con plazos diferenciados según gravedad y capacidad de empresa. Adicionalmente, se requiere dotación de herramientas técnicas como medidores portátiles de índice UV, matrices de evaluación digital en tabletas para uso en campo, y sistemas de información que permitan trazabilidad de inspecciones y seguimiento de cumplimiento de requerimientos (Ministerio de Trabajo y Seguridad Social, 1979).

La fiscalización debe adoptar un enfoque de acompañamiento técnico más que sancionatorio durante fase inicial de implementación del protocolo, reconociendo que muchas empresas, particularmente pequeñas y medianas, requieren orientación sobre cómo cumplir antes de ser sancionadas por incumplimiento. Sin embargo, la existencia de capacidad fiscalizadora creíble es esencial para generar incentivos de cumplimiento, particularmente en empresas que podrían priorizar minimización de costos sobre protección de trabajadores en

ausencia de mecanismos de supervisión. El balance apropiado entre apoyo técnico y sanción es un desafío de política pública que debe calibrarse según contexto y aprendizajes de implementación (Safe Work Australia, 2013).

7.4. Recomendaciones para Stakeholders Específicos

7.4.1. Para la Federación Nacional de Cafeteros

Se recomienda que la Federación Nacional de Cafeteros adopte el protocolo validado como lineamiento técnico oficial para sus programas de asistencia técnica y lo integre en sus sistemas de certificación de sostenibilidad del café colombiano. Específicamente, se propone incorporar requisitos de gestión del riesgo UV en los estándares de certificación de buenas prácticas agrícolas, incluyendo criterios verificables como realización de evaluación de riesgo documentada, implementación de al menos tres medidas preventivas priorizadas según jerarquía de controles, provisión de elementos de protección personal a trabajadores con registro de entrega, capacitación anual documentada sobre riesgos UV y medidas de protección, y realización de tamizaje dermatológico básico a trabajadores con exposición de alto riesgo (Organización Internacional del Trabajo [OIT], 2022).

La Federación debería liderar el desarrollo de materiales educativos culturalmente adaptados específicos para población cafetera, aprovechando su experiencia en comunicación con productores y trabajadores del sector. Estos materiales deberían incluir cartillas ilustradas en lenguaje sencillo, videos cortos para difusión en redes sociales y encuentros comunitarios, testimonios de trabajadores que han desarrollado cáncer de piel enfatizando prevención, y mensajes adaptados a realidades de trabajo por productividad que no estigmaticen el uso de protección como señal de baja capacidad laboral. La legitimidad y alcance territorial de la Federación la posicionan como actor ideal para liderar la diseminación del protocolo a escala nacional (Santillán, 2022).

7.4.2. Para Administradoras de Riesgos Laborales

Se recomienda que las Administradoras de Riesgos Laborales incorporen el protocolo validado en sus sistemas de gestión de riesgos laborales para empresas del sector agrícola afiliadas, desarrollen capacidades técnicas especializadas de sus equipos de asesoría mediante programas de formación certificada, incluyan el riesgo UV como factor prioritario en matrices de identificación de peligros y evaluación de riesgos de empresas cafeteras, establezcan indicadores de cobertura y efectividad de prevención UV en sus sistemas de información y tableros de control gerencial, y ofrezcan incentivos mediante reducción de cotizaciones a empresas que demuestren implementación ejemplar del protocolo con resultados verificables en reducción de lesiones cutáneas (Safe Work Australia, 2013).

Las Administradoras de Riesgos Laborales deberían desarrollar herramientas digitales que faciliten la implementación del protocolo, incluyendo aplicaciones móviles para registro de evaluaciones de riesgo y seguimiento de medidas preventivas, plataformas web con calculadoras de riesgo UV basadas en ubicación geográfica y características de puesto de trabajo que generen automáticamente recomendaciones personalizadas, bibliotecas de materiales educativos descargables categorizados por nivel de complejidad, y sistemas de telemedicina para conectar trabajadores en zonas rurales con dermatólogos para evaluaciones de lesiones sospechosas sin requerir desplazamientos costosos a centros urbanos. La transformación digital de servicios de salud ocupacional representa una oportunidad estratégica para reducir barreras de acceso en poblaciones dispersas geográficamente (National Institute for Occupational Safety and Health [NIOSH], 2021).

7.4.3. Para Instituciones Académicas

Se recomienda que universidades con programas de salud ocupacional, medicina y enfermería incorporen contenidos específicos sobre riesgo UV ocupacional en sus currículos, actualmente escasos o ausentes en la mayoría de programas de formación. Estos contenidos

deberían abordar fundamentos de radiación UV y mecanismos de daño celular, epidemiología de cáncer de piel ocupacional en trabajadores al aire libre, métodos de evaluación de exposición y vigilancia médica, diseño de intervenciones preventivas mediante jerarquía de controles, y consideraciones culturales para promoción de comportamientos de protección solar en poblaciones trabajadoras (Rodríguez y Gómez, 2019).

Las instituciones académicas deberían establecer líneas de investigación permanentes sobre salud ocupacional en agricultura, un sector tradicionalmente subrepresentado en investigación de salud ocupacional que tiende a concentrarse en industria manufacturera y servicios. Estas líneas podrían articularse con programas de proyección social y prácticas estudiantiles, donde estudiantes de últimos semestres implementen el protocolo en fincas cafeteras bajo supervisión docente como estrategia de aprendizaje experiencial que simultáneamente genera impacto social. La vinculación entre academia, sector productivo y comunidades trabajadoras mediante proyectos de investigación-acción contribuiría a reducir la brecha persistente entre generación de conocimiento y traducción a práctica (Instituto de Salud Pública de Chile, 2019).

7.4.4. Para Organizaciones de Trabajadores

Se recomienda que organizaciones sindicales y asociaciones de trabajadores del sector agrícola incorporen la protección UV como componente explícito en negociaciones colectivas y reivindicaciones laborales, históricamente enfocadas en aspectos salariales y prestacionales con menor énfasis en condiciones de salud ocupacional. Las organizaciones de trabajadores deberían exigir implementación del protocolo como derecho laboral fundamental, verificar mediante veedurías que empresas cumplan con obligaciones de evaluación, prevención y vigilancia, denunciar incumplimientos ante autoridades de trabajo, y participar activamente en comités paritarios de seguridad y salud donde existan, asegurando que el riesgo UV se aborde

en evaluaciones periódicas de condiciones laborales (Organización Internacional del Trabajo [OIT], 2024).

Las organizaciones de trabajadores deberían desarrollar capacidades de promotores de salud entre sus miembros mediante formación de líderes que puedan educar a compañeros sobre riesgos UV y derechos laborales relacionados con protección, documentar casos de trabajadores que desarrollen cáncer de piel para sustentar demandas de reconocimiento de origen ocupacional, y articular con organizaciones de salud pública y academia para fortalecer evidencia sobre magnitud del problema en población trabajadora cafetera. La experiencia internacional demuestra que el empoderamiento de trabajadores como agentes activos de su propia protección, en lugar de receptores pasivos de programas empresariales, constituye un factor crítico para sostenibilidad de intervenciones de salud ocupacional (Santillán, 2022).

7.5. Consideraciones para Sostenibilidad del Protocolo

7.5.1. Mecanismos de Actualización Continua

Se recomienda establecer un mecanismo formal de revisión y actualización periódica del protocolo que asegure su vigencia científica y pertinencia operativa a lo largo del tiempo. Este mecanismo debe contemplar revisión sistemática bianual de nueva evidencia científica sobre riesgo UV ocupacional y efectividad de intervenciones preventivas, mediante búsqueda estructurada en bases de datos y evaluación crítica de calidad metodológica siguiendo criterios estandarizados. La incorporación de hallazgos relevantes debe realizarse mediante proceso de consulta con panel de expertos que evalúe pertinencia de modificaciones propuestas, siguiendo el mismo método Delphi utilizado en la validación inicial (Okoli y Pawlowski, 2004).

La actualización debe incluir monitoreo continuo de cambios en normativa nacional e internacional sobre protección UV ocupacional, integrando requisitos regulatorios emergentes que incrementen estándares de protección. Adicionalmente, debe documentarse

sistemáticamente aprendizajes desde implementación práctica del protocolo, incluyendo buenas prácticas identificadas, barreras no anticipadas que requieren ajustes, y sugerencias de mejora reportadas por implementadores y beneficiarios. Este proceso de mejora iterativa fundamentada en evidencia y aprendizaje práctico asegura que el protocolo evolucione respondiendo tanto a avances científicos como a realidades cambiantes del sector cafetero (National Institute for Occupational Safety and Health [NIOSH], 2021).

7.5.2. Integración con Sistemas de Gestión Existentes

Se recomienda diseñar el proceso de implementación del protocolo de manera que se integre armoniosamente con sistemas de gestión de seguridad y salud en el trabajo ya existentes en empresas cafeteras, evitando crear estructuras paralelas que incrementen carga administrativa. El protocolo debe articularse con componentes del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST) exigido por Decreto 1072 de 2015, específicamente incorporándose en matrices de identificación y valoración de riesgos como factor de riesgo físico, en programas de vigilancia epidemiológica como componente de vigilancia de salud, en planes de capacitación como contenido obligatorio, y en indicadores de estructura, proceso y resultado del sistema (Ministerio del Trabajo, 2015).

Esta integración debe extenderse a sistemas de gestión de calidad y certificaciones de sostenibilidad ampliamente adoptadas en el sector cafetero, incluyendo certificación Rainforest Alliance, comercio justo (Fair Trade), y 4C Association. La incorporación de criterios de protección UV en estos estándares voluntarios genera incentivos de mercado para adopción del protocolo, dado que certificaciones de sostenibilidad se vinculan con acceso a mercados premium y precios diferenciados que valoran dimensiones sociales de producción. La experiencia internacional documenta que la integración de salud ocupacional en esquemas de certificación sostenible ha sido estrategia efectiva para mejorar condiciones laborales en sectores agrícolas de países en desarrollo (Organización Internacional del Trabajo [OIT], 2022)

7.5.3. Generación de Evidencia de Impacto para Escalamiento

Se recomienda implementar desde el inicio un sistema robusto de documentación de costos de implementación y resultados obtenidos, generando evidencia de impacto que fundamente decisiones de escalamiento y asignación de recursos. La documentación de costos debe incluir inversión inicial en capacitación de personal, adquisición de elementos de protección personal y controles de ingeniería, tiempo de profesionales de salud ocupacional dedicado a evaluación y seguimiento, y costos operativos recurrentes de reposición de EPP y actualización de capacitaciones. Estos datos deben recolectarse diferenciando por tamaño de empresa para establecer rangos de inversión requerida según escala operacional (Pardo y Cendales, 2024).

La documentación de resultados debe enfocarse en indicadores de salud verificables como reducción de incidencia de quemaduras solares registradas en servicios de salud, disminución de prevalencia de queratosis actínicas detectadas en tamizajes dermatológicos comparando línea base versus seguimiento, y cambios en conocimientos, actitudes y prácticas de protección UV medidos mediante encuestas estandarizadas. Adicionalmente, debe documentarse percepción de trabajadores y empleadores sobre utilidad y viabilidad del protocolo mediante metodologías cualitativas que capturen matices no capturables en indicadores cuantitativos (Downs et al., 2021).

El análisis de costo-efectividad comparando inversión en prevención versus costos evitados en tratamiento de cáncer de piel y pérdida de productividad proporciona argumento económico poderoso para escalamiento. Evidencia internacional demuestra que intervenciones de protección UV ocupacional presentan retornos de inversión favorables, con beneficios que superan costos en horizontes de mediano plazo, particularmente cuando se previenen casos de melanoma que generan costos de tratamiento elevados y mortalidad prematura (Safe Work

Australia, 2013). Esta evidencia económica debe comunicarse efectivamente a tomadores de decisión empresariales y gubernamentales para incentivar adopción amplia del protocolo.

7.5.4. Estrategia de Comunicación y Disseminación

Se recomienda desarrollar una estrategia integral de comunicación y disseminación que utilice múltiples canales para alcanzar diversos públicos objetivo con mensajes adaptados. Para trabajadores cafeteros, la estrategia debe emplear medios de comunicación de alta penetración en zonas rurales como programas radiales en emisoras comunitarias, materiales impresos distribuidos a través de cooperativas y puntos de compra de café, y videos cortos difundidos en redes sociales que trabajadores jóvenes consumen frecuentemente. Los mensajes deben utilizar lenguaje sencillo, testimonios de trabajadores del sector, y énfasis en consecuencias tangibles y familiares del cáncer de piel que conecten emocionalmente con audiencia (Santillán, 2022).

Para empleadores y profesionales de salud ocupacional, la estrategia debe utilizar publicaciones técnicas en revistas especializadas, presentaciones en congresos y seminarios sectoriales, webinars demostrativos sobre herramientas operativas del protocolo, y casos de estudio documentando implementación exitosa en empresas similares. Los mensajes deben enfatizar viabilidad técnica y económica, retorno de inversión, cumplimiento normativo, y responsabilidad social empresarial. Para autoridades y formuladores de política, la estrategia debe incluir policy briefs con síntesis ejecutiva de evidencia, reuniones de incidencia con decisores clave, y articulación con agendas políticas prioritarias como promoción de trabajo decente y prevención de cáncer (National Institute for Occupational Safety and Health [NIOSH], 2021).

La disseminación debe considerar también canales académicos mediante publicación de artículos en revistas científicas indexadas que reporten metodología de diseño, resultados de validación y aprendizajes de implementación del protocolo. Esta disseminación académica

contribuye a visibilidad del problema en comunidad científica, genera reconocimiento de experticia institucional, y facilita transferencia de conocimiento a otros contextos geográficos o sectoriales que puedan adaptar el modelo metodológico desarrollado (Rodríguez y Gómez, 2019).

7.5.5. Alianzas Público-Privadas para Financiamiento Sostenible

Se recomienda explorar esquemas innovadores de alianzas público-privadas que aseguren financiamiento sostenible para implementación y mantenimiento del protocolo en mediano y largo plazo. Estos esquemas podrían incluir cofinanciamiento entre gobierno nacional y departamental, gremios cafeteros, empresas privadas compradoras de café interesadas en responsabilidad social de cadenas de suministro, cooperación internacional para desarrollo, y fundaciones corporativas con mandatos de salud ocupacional o prevención de cáncer. El diseño de estas alianzas debe establecer claramente contrapartidas de cada actor, mecanismos de gobernanza participativa, sistemas de rendición de cuentas transparentes, y criterios de priorización para asignación de recursos (Organización Internacional del Trabajo [OIT], 2024).

La experiencia internacional documenta que alianzas público-privadas bien estructuradas logran movilizar recursos significativamente mayores que enfoques exclusivamente gubernamentales, combinan fortalezas complementarias de diferentes sectores, y generan mayor sostenibilidad al no depender de una única fuente de financiamiento vulnerable a cambios presupuestales o prioridades políticas. Ejemplos exitosos incluyen fondos sectoriales de salud ocupacional en minería y construcción, esquemas de cofinanciamiento de elementos de protección personal en agricultura, y programas de certificación con incentivos económicos para adopción de buenas prácticas (Instituto de Salud Pública de Chile, 2019).

Las recomendaciones presentadas constituyen una hoja de ruta estratégica

multidimensional para traducir el protocolo técnico validado en este estudio en impacto real,

sostenible y escalable en la salud y bienestar de trabajadores del sector cafetero colombiano. Su implementación efectiva requiere convergencia de voluntad política de autoridades gubernamentales que prioricen salud ocupacional en agendas públicas, compromiso ético y operativo de empresarios con la salud integral de sus trabajadores reconociendo que trabajadores sanos son más productivos, liderazgo proactivo de organizaciones gremiales y técnicas del sector que incorporen protección UV en sus sistemas de asistencia y certificación, inversión estratégica de recursos apropiados por parte de Administradoras de Riesgos Laborales como estrategia de prevención que reduce siniestralidad futura, generación continua de evidencia rigurosa por parte de instituciones académicas que alimenten ciclos de mejora y escalamiento, y participación activa de trabajadores y sus organizaciones como protagonistas de su propia protección y no solo receptores pasivos de intervenciones diseñadas externamente (Naciones Unidas, 2020; Organización Internacional del Trabajo [OIT], 2024).

El éxito colectivo en este sector determinará si el protocolo desarrollado trasciende de instrumento técnico bien fundamentado pero subutilizado, a herramienta práctica ampliamente adoptada que efectivamente previene enfermedad, salva vidas, reduce sufrimiento humano y costos económicos asociados al cáncer de piel ocupacional, y contribuye a la construcción de un sector cafetero colombiano más sostenible desde perspectivas no solo ambientales y económicas sino fundamentalmente sociales y humanas, promoviendo trabajo decente que protege la dignidad y la salud de quienes cultivan uno de los productos agrícolas más emblemáticos del país (Ministerio del Trabajo, 2015). Las recomendaciones aquí planteadas no son opcionales ni complementarias, sino esenciales para concretar el potencial transformador del protocolo en beneficios tangibles para la salud y calidad de vida de los trabajadores cafeteros y sus familias.

8. Referencias

American Cancer Society. (2023). Factores de riesgo del cáncer de piel tipo melanoma. <https://www.cancer.org/es/cancer/tipos/cancer-de-piel-tipo-melanoma/causas-riesgos-prevencion/factores-de-riesgo.html>

Arias, F. G. (2016). El proyecto de investigación: Introducción a la metodología científica (7ª ed.). Editorial Episteme.

Ajzen, I. (1991). The theory of planned behavior. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 50(2), 179-211. [https://doi.org/10.1016/0749-5978\(91\)90020-T](https://doi.org/10.1016/0749-5978(91)90020-T)

Bauer, A., Diepgen, T. L., y Schmitt, J. (2021). Is occupational solar ultraviolet irradiation a relevant risk factor for basal cell carcinoma? A systematic review and meta-analysis of the epidemiological literature. *British Journal of Dermatology*, 165(3), 612-625. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2133.2011.10425.x>

Braun, V., y Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology*, 3(2), 77-101. <https://doi.org/10.1191/1478088706qp063oa>

Downs, N. J., Axelsen, T., Schouten, P., Igoe, D. P., Parisi, A. V., y Vanos, J. (2021). Measurements of occupational ultraviolet exposure and the implications of timetabled yard duty for school teachers in Queensland, Australia. *Photochemistry and Photobiology*, 97(4), 842-851. <https://doi.org/10.1111/php.13400>

Gies, P., Javorniczky, J., Henderson, S., y Meltzer, R. (2018). UVR exposure of outdoor workers in Central Victoria, Australia. *Photochemistry and Photobiology*, 77(1), 85-90. [https://doi.org/10.1562/0031-8655\(2003\)077<0085:UEOOWR>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1562/0031-8655(2003)077<0085:UEOOWR>2.0.CO;2)

Grandahl, K., Eriksen, P., Ibler, K. S., Bonde, J. P., Mortensen, O. S., y Andersen, K. E. (2018). Measurements of solar ultraviolet radiation exposure at work and at leisure in Danish workers. *Photochemistry and Photobiology*, 94(4), 807-814. <https://doi.org/10.1111/php.12920>

Guba, E. G., y Lincoln, Y. S. (1985). *Naturalistic inquiry*. Sage Publications.

Hammond, V., Reeder, A. I., y Gray, A. R. (2018). Patterns of real-time occupational ultraviolet radiation exposure among a sample of outdoor workers in New Zealand. *Public Health*, 133, 21-26. <https://doi.org/10.1016/j.puhe.2015.10.024>

Hernández-Sampieri, R., y Mendoza, C. P. (2018). *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw-Hill Education.

Horsham, C., Loescher, L. J., Whiteman, D. C., Soyer, H. P., y Janda, M. (2021). Consumer acceptance of novel technologies for skin cancer risk assessment and sun protection behaviours: A systematic review. *Preventive Medicine*, 143, 106354. <https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2020.106354>

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. (2024). Generalidades de la radiación ultravioleta en Colombia. <http://www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/generalidades-de-la-radiacion-ultravioleta>

Instituto de Salud Pública de Chile. (2019). Protocolo de vigilancia de trabajadores expuestos a radiación ultravioleta de origen solar. Ministerio de Salud de Chile. http://www.ispch.cl/sites/default/files/Protocolo_UV_2019.pdf

Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo. (2020). Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relacionados con la exposición a radiación solar. Ministerio de Trabajo, Migraciones y Seguridad Social de España. <https://www.insst.es/documents/94886/203536/Gu%C3%ADa+t%C3%A9cnica+radiaci%C3%B3n+solar.pdf>

John, S. M., Trakatelli, M., y Gehring, R. (2019). Non-melanoma skin cancer by solar UV: The neglected occupational threat. *Journal of the European Academy of Dermatology and Venereology*, 33(Suppl 2), 3-8. <https://doi.org/10.1111/jdv.15309>

Liga Colombiana contra el Cáncer. (2021). Datos: Cáncer de piel en Colombia. <https://www.ligacancercolombia.org/educacion/datos-cancer-de-piel/>

Martínez García, E. (2024). Exposición a radiación solar en el trabajo: Prevención y protocolos. *Prevención Integral*, 28(3), 45-52.

Ministerio del Trabajo. (2015). Decreto 1072 de 2015. Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Trabajo. <https://www.mintrabajo.gov.co/documents/20147/0/DUR+Sector+Trabajo+Actualizado+a+15+de+abril++de+2016.pdf>

Ministerio de Trabajo y Seguridad Social. (1979). Resolución 2400 de 1979: Estatuto de seguridad industrial.

<https://www.ilo.org/dyn/travail/docs/1509/industrial%20safety%20statute.pdf>

Modenese, A., Korpinen, L., y Gobba, F. (2018). Solar radiation exposure and outdoor work: An underestimated occupational risk. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(10), 2063. <https://doi.org/10.3390/ijerph15102063>

Naciones Unidas. (2020). *Objetivos de Desarrollo Sostenible: Informe 2020*. <https://unstats.un.org/sdgs/report/2020/>

National Institute for Occupational Safety and Health. (2021). Occupational sun exposure and protection. Centers for Disease Control and Prevention. <https://www.cdc.gov/niosh/topics/sunexposure/>

Noar, S. M., Benac, C. N., y Harris, M. S. (2007). Does tailoring matter? Meta-analytic review of tailored print health behavior change interventions. *Psychological Bulletin*, 133(4), 673-693. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.133.4.673>

Okoli, C., y Pawlowski, S. D. (2004). The Delphi method as a research tool: An example, design considerations and applications. *Information & Management*, 42(1), 15-29. <https://doi.org/10.1016/j.im.2003.11.002>

Organización Internacional del Trabajo. (2022). *Mejorar la seguridad y salud en el trabajo en la cadena de suministro del café en Colombia*. https://www.ilo.org/lima/programas-y-proyectos/WCMS_716939/lang--es/index.htm

Organización Internacional del Trabajo. (2024). *Actualización del proyecto de SST en el sector cafetero colombiano*. <https://www.ilo.org/lima/areas-de-trabajo/seguridad-y-salud-en-el-trabajo/lang--es/index.htm>

Organización Mundial de la Salud. (2023). Radiación ultravioleta y salud: Datos y cifras.
<https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ultraviolet-radiation>

Pardo, C., y Cendales, R. (2024). Incidencia y mortalidad por cáncer en Colombia: Análisis de tendencias 2018-2023. Revista Colombiana de Cancerología, 28(1), 15-28.
<https://doi.org/10.35509/01239015.892>

Peters, C. E., Demers, P. A., Koehoorn, M., y Hystad, P. (2019). Occupational exposure to solar radiation and the risk of skin cancer in US adults. International Journal of Environmental Research and Public Health, 16(22), 4380. <https://doi.org/10.3390/ijerph16224380>

Prochaska, J. O., y DiClemente, C. C. (1983). Stages and processes of self-change of smoking: Toward an integrative model of change. Journal of Consulting and Clinical Psychology, 51(3), 390-395. <https://doi.org/10.1037/0022-006X.51.3.390>

Radeski, D., Vasileva-Blazev, S., y Trajkov, D. (2020). Occupational skin diseases in outdoor workers. Open Access Macedonian Journal of Medical Sciences, 8(E), 127-132.
<https://doi.org/10.3889/oamjms.2020.4131>

Rodríguez, M., y Gómez, A. (2019). Cáncer de piel en trabajadores al aire libre expuestos a radiaciones ultravioleta: Revisión sistemática de la literatura 2009-2019 [Trabajo de especialización, Universidad del Rosario]. Repositorio EdocUR.
<https://repository.urosario.edu.co/handle/10336/20590>

Rosenstock, I. M. (1966). Why people use health services. Milbank Memorial Fund Quarterly, 44(3), 94-127. <https://doi.org/10.2307/3348967>

Safe Work Australia. (2020). Guide for managing the risk of working in heat. Commonwealth of Australia. <https://www.safeworkaustralia.gov.au/safety-topic/managing-health-and-safety/working-heat>

- Safe Work Australia. (2013). Guide on exposure to solar ultraviolet radiation (UVR). Commonwealth of Australia. <https://www.safeworkaustralia.gov.au/doc/guide-exposure-solar-ultraviolet-radiation>
- Santillán, A. (2022). Conocimientos sobre protección solar en trabajadores agrícolas de Ecuador. *Revista Latinoamericana de Salud Ocupacional*, 14(2), 78-85.
- Schmidt, R. C. (1997). Managing Delphi surveys using nonparametric statistical techniques. *Decision Sciences*, 28(3), 763-774. <https://doi.org/10.1111/j.1540-5915.1997.tb01330.x>
- Silva, M. C., Araújo, T. S., y Oliveira, M. A. (2022). Exposição ocupacional à radiação ultravioleta e lesões cutâneas em trabalhadores de cafeicultura no Brasil. *Revista Brasileira de Saúde Ocupacional*, 47, e12. <https://doi.org/10.1590/2317-6369000034220>
- Souza, N. P., Reyes-Ortiz, C. A., Almeida, M. H. M., y Satariano, W. A. (2021). Sun protection and skin cancer prevention among agricultural workers in Brazil. *Journal of Agromedicine*, 26(1), 12-19. <https://doi.org/10.1080/1059924X.2020.1713271>
- Vañó-Galván, S., Álvarez-Twose, I., De las Heras, E., Morgado-Carrasco, D., Serrano, S., Martínez-González, S., Sanz, R., Aragonese, H., y Jaén, P. (2020). Dermoscopic features of seborrheic keratosis in photodamaged skin in outdoor workers. *Journal of the European Academy of Dermatology and Venereology*, 34(5), 1058-1064. <https://doi.org/10.1111/jdv.16140>
- Wittlich, M., John, S. M., Tiplica, G. S., Sălăvăstru, C. M., Butacu, A. I., Modenese, A., y Gobba, F. (2020). Personal solar ultraviolet radiation dosimetry in an occupational setting across Europe. *Journal of the European Academy of Dermatology and Venereology*, 34(8), 1835-1841. <https://doi.org/10.1111/jdv.16303>

9. Anexos

ANEXO A

FORMATOS DE EVALUACIÓN DE RIESGO

Anexo A 1 Matriz de Evaluación Rápida del Riesgo UV

La Matriz de Evaluación Rápida del Riesgo UV es una herramienta diseñada para clasificar el nivel de exposición ocupacional a radiación ultravioleta en trabajadores del sector cafetero mediante un algoritmo ponderado que considera variables ambientales, laborales e individuales.

Objetivo: Determinar el nivel de riesgo UV (**BAJO | MEDIO | ALTO | EXTREMO**) para priorizar medidas de control según jerarquía de controles adaptada.

1. Variables Evaluadas

La matriz evalúa tres dimensiones del riesgo UV:

- Variables Ambientales: Índice UV del día (consulta IDEAM), altitud de la finca (msnm), disponibilidad de sombra natural o estructuras de protección
- Variables Laborales: Horas totales de exposición solar directa por día, horario de trabajo (incluye franja crítica 10:00-14:00)
- Variables Individuales: Fototipo cutáneo (I-VI), antecedentes personales y familiares de cáncer de piel, años acumulados de trabajo al aire libre

2. Tablas de Referencia

Tabla A1.1

Clasificación del Índice UV y Puntajes Asignados

Categoría	Rango UV	Puntaje	Descripción
Bajo	1-2	1	Riesgo mínimo de daño
Moderado	3-5	2	Protección recomendada
Alto	6-7	3	Protección necesaria
Muy Alto	8-10	4	Protección indispensable
Extremo	11+	5	Máxima protección requerida

Nota. El Eje Cafetero colombiano presenta índices UV extremos (11-14) durante gran parte del año debido a su ubicación ecuatorial y altitudes de 1,200-2,000 msnm.

Tabla A1.2

Clasificación de Fototipos Cutáneos y Puntajes

Fototipo	Características	Puntaje
I	Piel muy clara, ojos azules/verdes, cabello rubio/pelirrojo, siempre se quema, nunca se broncea, pecas abundantes	5
II	Piel clara, ojos claros, cabello rubio/castaño claro, usualmente se quema, bronceado mínimo	4
III	Piel morena clara, a veces se quema, bronceado gradual uniforme	3
IV	Piel morena, raramente se quema, bronceado fácil y pronunciado	2
V	Piel morena oscura, muy raramente se quema, bronceado muy intenso	1
VI	Piel negra, nunca se quema, pigmentación profunda	1

Nota. Los fototipos I y II presentan el mayor riesgo de daño por radiación UV. La población colombiana presenta predominancia de fototipos III y IV.

Tabla A1.3

Clasificación Final del Nivel de Riesgo UV según Puntaje Total Ponderado

Puntaje Total	Nivel de Riesgo	Frecuencia Evaluación	Examen Dermatológico
0.0 - 1.5	BAJO	Anual (12 meses)	1 vez al año
1.6 - 2.5	MEDIO	Semestral (6 meses)	2 veces al año
2.6 - 3.5	ALTO	Cuatrimestral (4 meses)	3 veces al año
3.6 - 5.0	EXTREMO	Trimestral (3 meses)	4 veces al año

Nota. El puntaje total se calcula mediante suma ponderada: Índice UV (35%), Horas exposición (20%), Fototipo (15%), Altitud (10%), Horario pico (10%), Disponibilidad sombra (5%), Antecedentes personales (3%), Antecedentes familiares (2%).

3. Instrucciones de Uso

- Consultar el índice UV del día en www.ideam.gov.co o mediante la aplicación móvil del IDEAM
- Identificar el fototipo cutáneo del trabajador utilizando la Tabla A1.2 como referencia visual y de características
- Registrar las horas totales de exposición solar directa (excluyendo pausas en sombra y trabajo en ambientes cerrados)
- Asignar puntaje a cada variable según las tablas de referencia correspondientes
- Calcular el puntaje total ponderado aplicando los pesos específicos a cada componente
- Clasificar el nivel de riesgo según Tabla A1.3 y determinar la frecuencia de reevaluación requerida

- Implementar medidas de control según el nivel de riesgo identificado, priorizando controles de ingeniería y administrativos sobre EPP

4. Medidas de Control Requeridas por Nivel de Riesgo

RIESGO BAJO (Puntaje 0.0-1.5):

- Sombrero de ala ancha (≥ 10 cm)
- Protector solar FPS 50+ (reaplicar cada 3 horas)
- Examen dermatológico anual

RIESGO MEDIO (Puntaje 1.6-2.5):

- Todo lo anterior, más:
- Camisa manga larga color claro
- Buscar sombra en pausas programadas
- Examen dermatológico semestral (cada 6 meses)

RIESGO ALTO (Puntaje 2.6-3.5):

- **PROTECCIÓN COMPLETA OBLIGATORIA:**
- Sombrero de ala ancha + protección de nuca
- Camisa manga larga UPF 50+
- Pantalón largo
- Gafas con protección UV400
- Pausas programadas cada 2 horas en zona sombreada
- Evitar trabajo entre 10:00-14:00 cuando sea operacionalmente posible
- Examen dermatológico cuatrimestral (cada 4 meses)

RIESGO EXTREMO (Puntaje 3.6-5.0):

- **MEDIDAS URGENTES - TODO LO ANTERIOR MÁS:**
- **Evaluación inmediata para REUBICACIÓN a tareas con menor exposición UV**
- Rotación obligatoria de tareas cada 2 horas
- Prohibición estricta de trabajo entre 11:00-13:00 (horas de máximo índice UV)
- Implementación urgente de estructuras permanentes de sombra o sistemas agroforestales
- **Examen dermatológico TRIMESTRAL (cada 3 meses)**
- Notificación a ARL para seguimiento especial del caso
- Capacitación individual inmediata en autoexamen dermatológico mensual

Nota Final. Esta matriz debe ser aplicada al inicio de la vinculación laboral de cada trabajador y reevaluada con la periodicidad indicada según el nivel de riesgo identificado. Cualquier cambio en las condiciones de exposición (cambio de tarea, traslado a otra finca con diferente altitud, modificación de jornada) requiere nueva evaluación. Los resultados deben registrarse en la historia clínica ocupacional del trabajador y notificarse al responsable del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo de la empresa.

Anexo A 2 Formato de Registro de Exposición Individual a Radiación UV

Este formato permite documentar la exposición diaria individual de cada trabajador a radiación ultravioleta, facilitando el seguimiento longitudinal y la identificación de tendencias de exposición que requieran ajustes en las medidas de control.

SECCIÓN 1: DATOS DE IDENTIFICACIÓN DEL TRABAJADOR

Nombre completo:	[Espacio para completar]
Cédula:	[Número]
Cargo/Actividad principal:	[Recolección / Siembra / Mantenimiento / Otro]
Finca/Lote:	[Nombre de la finca y lote]
Nivel de riesgo UV asignado:	[BAJO / MEDIO / ALTO / EXTREMO]

SECCIÓN 2: REGISTRO DIARIO DE EXPOSICIÓN

Fecha	Índice UV	Horas exposición	Horario trabajo	EPP usado	Observaciones

Instrucciones de llenado:

- Fecha: Registrar en formato DD/MM/AAAA
- Índice UV: Consultar en www.ideam.gov.co al inicio de la jornada
- Horas de exposición: Tiempo total bajo sol directo (excluir pausas en sombra)
- Horario de trabajo: Hora inicio - hora fin (ejemplo: 7:00-15:00)
- EPP usado: Marcar con X los elementos utilizados: Sombrero (S), Camisa manga larga (C), Protector solar (P), Gafas (G)
- Observaciones: Registrar eventos relevantes (quemaduras, falta EPP, cambio de tarea, pausas adicionales)



SECCIÓN 3: VALIDACIÓN

Este registro debe ser completado semanalmente y entregado al responsable de SST para consolidación y análisis.

Firma del trabajador: _____	Firma Supervisor SST: _____
Fecha: _____	Fecha: _____

ANEXO B

MATERIALES EDUCATIVOS

Anexo B 1 Guía Visual de Autoexamen Dermatológico Mensual

Esta guía enseña a los trabajadores cafeteros a realizar un autoexamen mensual de su piel para detectar tempranamente lesiones sospechosas causadas por exposición crónica a radiación ultravioleta.

Objetivo: Empoderar al trabajador para identificar cambios en su piel que requieran evaluación médica profesional, facilitando la detección precoz de lesiones premalignas y cáncer de piel.

Regla ABCDE para Identificar Lunares Sospechosos

Si un lunar o mancha en su piel cumple UNO O MÁS de estos criterios, consulte inmediatamente al médico:

Letra	Criterio	Qué buscar
A	Asimetría	Una mitad del lunar no coincide con la otra mitad. Si divide el lunar por la mitad, ambos lados deberían verse iguales.
B	Bordes irregulares	Los bordes son desiguales, borrosos, dentados o poco definidos. Los lunares normales tienen bordes uniformes y bien definidos.
C	Color variado	El lunar tiene diferentes colores (café claro, café oscuro, negro, rojo, blanco o azul). Los lunares normales tienen un solo color uniforme.
D	Diámetro grande	El lunar mide más de 6 milímetros de diámetro (tamaño de un borrador de lápiz). Los lunares pueden ser más pequeños y aún así ser malignos.
E	Evolución	El lunar ha cambiado de tamaño, forma, color, está creciendo, o presenta síntomas nuevos (picazón, sangrado, formación de costra).

RECUERDE: El criterio E (Evolución/cambio) es el más importante. Cualquier cambio en un lunar existente debe ser evaluado por un médico.

Cómo Realizar el Autoexamen (Paso a Paso)

Frecuencia: Una vez al mes, el mismo día cada mes (ejemplo: cada día 1)

Materiales necesarios: Un espejo de cuerpo completo, un espejo de mano, una silla, buena iluminación, y si es posible, ayuda de un familiar para revisar áreas difíciles de ver.

PASO 1: Examine su rostro

- Frente a un espejo, revise su cara completa: frente, mejillas, nariz, labios, orejas (por delante y por detrás)
- Preste especial atención a la nariz y las orejas, áreas muy expuestas al sol

PASO 2: Examine cuero cabelludo y cuello

- Use un peine o secador para separar el cabello en secciones y revisar el cuero cabelludo
- Revise todo el cuello, adelante y atrás, especialmente la nuca (muy expuesta en el trabajo cafetero)

PASO 3: Examine brazos y manos

- Levante los brazos y revise ambos lados de cada brazo
- Examine las palmas de las manos, dorso, muñecas, antebrazos y codos
- No olvide revisar entre los dedos y debajo de las uñas

PASO 4: Examine tronco (pecho, abdomen, espalda)

- Revise todo el pecho y abdomen
- Para la espalda, use un espejo de mano y dé la espalda al espejo grande, o pídale ayuda a un familiar
- Revise los costados levantando los brazos

PASO 5: Examine piernas y pies

- Sentado en una silla, revise la parte delantera y los lados de ambas piernas
- Use un espejo de mano para ver la parte trasera de las piernas
- Revise plantas de los pies, espacios entre los dedos y debajo de las uñas

SEÑALES DE ALARMA INMEDIATA

Consulte INMEDIATAMENTE al médico si encuentra:

- **Una herida o llaga que NO cicatriza en 4 semanas**
- **Un lunar que sangra, pica o duele**
- **Un lunar que ha cambiado de tamaño, forma o color en el último mes**
- **Una mancha o protuberancia que crece rápidamente**
- **Cualquier lunar que cumpla uno o más criterios de la Regla ABCDE**

Consejos para un Mejor Autoexamen

- Hágalo siempre el mismo día del mes para no olvidar
- Tome fotos de lunares que le preocupen para comparar mes a mes
- Pida ayuda a un familiar para revisar espalda, cuero cabelludo y otras áreas difíciles
- Anote cualquier cambio que note y repórtelo en su próximo examen dermatológico
- No espere al examen anual si nota algo preocupante - consulte inmediatamente

RECUERDE: La detección temprana salva vidas. El cáncer de piel detectado en etapa inicial tiene más del 95% de posibilidades de curación.

Anexo B 2 Especificaciones para Afiches de Alerta UV

Descripción técnica para diseño de material visual educativo de foto protección dirigido a trabajadores cafeteros.

OBJETIVO:

Comunicar de forma visual y clara los riesgos de la exposición a radiación UV y las medidas de protección requeridas, facilitando la comprensión en población con diversos niveles de alfabetización.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:

- Formato: 50 cm x 70 cm (tamaño estándar póster)
- Material: Papel couché plastificado 300 gr o vinil adhesivo resistente a intemperie
- Resolución de impresión: Mínimo 300 DPI
- Ubicación sugerida: Áreas de descanso, comedores, puntos de entrega de EPP, entrada a lotes

CONTENIDO REQUERIDO - AFICHE #1: EL SOL Y TU PIEL

- Título principal: 'El Sol Puede Dañar Tu Piel' (fuente grande, legible a 3 metros)
- Imagen central: Trabajador cafetero con EPP completo vs. sin protección (ilustración o fotografía)
- Sección 'Efectos del sol sin protección': Ilustraciones de quemaduras, manchas, arrugas prematuras, cáncer de piel
- Sección 'Protégete': Íconos grandes de sombrero, protector solar, camisa manga larga, gafas
- Mensaje clave inferior: 'Tu Piel No Se Repara - Protégela Hoy' (color contrastante)

CONTENIDO REQUERIDO - AFICHE #2: ÍNDICE UV DEL DÍA

- Título: 'Índice UV de Hoy' con espacio para escribir número con marcador borrable
- **Escala visual de colores:**
 - Verde (1-2 BAJO)
 - Amarillo (3-5 MODERADO)
 - Naranja (6-7 ALTO)
 - Rojo (8-10 MUY ALTO)
 - Morado (11+ EXTREMO)
- Para cada nivel: ilustración del EPP requerido (sombrero, camisa, protector, etc.)
- Mensaje: 'Consulta el índice UV diario en www.ideam.gov.co'
- Código QR que dirige a página IDEAM o app móvil

CONTENIDO REQUERIDO - AFICHE #3: REGLA ABCDE

- Título: '¿Cómo Saber Si Un Lunar Es Peligroso? Regla ABCDE'
- **Cada letra con ilustración clara:**
 - A - Asimetría: Una mitad diferente a la otra
 - B - Bordes: Bordes irregulares, dentados o borrosos
 - C - Color: Varios colores en el mismo lunar
 - D - Diámetro: Mayor de 6 milímetros (tamaño de un borrador)
 - E - Evolución: Cambio en tamaño, forma, color o síntomas

- Comparación visual: lunar normal vs. lunar sospechoso para cada criterio
- **Mensaje urgente en color rojo: 'Si tu lunar cumple UNO de estos criterios, consulta al médico INMEDIATAMENTE'**
- Contacto: Número telefónico del servicio médico de la empresa

RECOMENDACIONES DE DISEÑO:

- Usar colores vivos y contrastantes para llamar la atención
- Texto mínimo, máximo impacto visual con ilustraciones o fotografías
- Lenguaje sencillo, directo, sin términos médicos complejos
- Incluir logo de la empresa y del programa de salud ocupacional
- Considerar ilustraciones con personas de diferentes fototipos cutáneos representativos de Colombia
- Evitar uso excesivo de texto - priorizar símbolos e íconos universales

DISTRIBUCIÓN Y UBICACIÓN:

- Afiche #1 (Sol y Piel): Áreas de descanso, comedores, vestidores
- Afiche #2 (Índice UV): Punto de entrega de EPP, entrada a lotes de cultivo
- Afiche #3 (Regla ABCDE): Enfermería, baños, áreas comunes
- Altura de colocación: 1.50 - 1.70 metros (nivel de ojos)

MANTENIMIENTO Y RENOVACIÓN:

- Inspección mensual: Verificar legibilidad y estado físico
- Reemplazo: Cuando presenten desgaste, decoloración o daño
- Actualización de contenido: Anualmente o según cambios normativos
- Rotación de ubicación: Cada 6 meses para mantener atención del personal

Nota. *Estos afiches son herramientas de comunicación visual complementarias al programa de capacitación 'Café con Protección' (Anexo B3). El contenido debe ser consistente con los mensajes educativos impartidos en las capacitaciones presenciales. Se recomienda involucrar a trabajadores en la validación de los diseños antes de la impresión final para asegurar comprensión y aceptación cultural.*

Anexo B 3 Contenido del Rotafolio de Capacitación 'Café con Protección'

Estructura y contenido del material didáctico visual para capacitaciones presenciales del programa de fotoprotección.

Duración de la capacitación: 4 horas anuales con refuerzos trimestrales de 30 minutos. Metodología participativa con dinámicas, casos prácticos y evaluación pre/post-test.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL ROTAFOLIO:

- Formato: Hojas tamaño A3 (29.7 x 42 cm) encuadernadas con espiral superior
- Material: Cartulina couché de 300 gr plastificada
- Total de láminas: 15 láminas temáticas
- Cada lámina: Imagen visual grande en el frente para los participantes + notas del facilitador en el reverso

CONTENIDO DETALLADO DE LAS 15 LÁMINAS:

LÁMINA 1: Portada 'Café con Protección'

Contenido visual (frente):

- Imagen impactante de trabajador cafetero con EPP completo en cultivo de café
- Título grande: 'CAFÉ CON PROTECCIÓN' con logo del programa
- Subtítulo: 'Protege tu piel, protege tu futuro'

Notas del facilitador (reverso): Bienvenida, presentación del programa, objetivos de la capacitación (conocer riesgos UV, aprender medidas de protección, comprometerse con autocuidado). Presentación del facilitador. Aplicar evaluación pre-test. Duración: 5 minutos.

LÁMINA 2: ¿Qué es la radiación ultravioleta?

Contenido visual (frente):

- Diagrama del sol emitiendo rayos UV invisibles hacia la tierra
- Texto simple: 'El sol emite rayos que NO VEMOS pero que DAÑAN la piel'
- Ilustración de rayos atravesando las capas de la piel

Notas del facilitador (reverso): Explicar que hay 3 tipos de rayos UV (UVA, UVB, UVC). UVC es bloqueado por la atmósfera. UVA envejece la piel (arrugas). UVB quema la piel (cáncer). Ambos son peligrosos. Pregunta al grupo: ¿Alguien se ha quemado trabajando? Compartir experiencias. Duración: 15 minutos.

LÁMINA 3: Colombia y el índice UV extremo

Contenido visual (frente):

- Mapa de Colombia mostrando zona cafetera con índices UV 11-14 (color rojo intenso)
- Comparación con otros países: Europa 6-7, Colombia 11-14
- Mensaje: 'En Colombia el sol es MÁS FUERTE que en casi todo el mundo'

Notas del facilitador (reverso): Explicar por qué Colombia tiene UV extremo: (1) Ubicación ecuatorial - sol cae directo todo el año, (2) Altitud 1,200-2,000 msnm - menos atmósfera que filtre rayos. Comparar con países fríos donde el sol es más débil. Mensaje clave: 'Aquí TODOS necesitamos protección, sin importar el color de piel'. Duración: 15 minutos.

LÁMINA 4: Efectos del sol en la piel

Contenido visual (frente):

- Ilustración de corte de piel mostrando capas con daño acumulativo por UV
- Fotos reales (con consentimiento) de trabajadores con daño solar: manchas, arrugas prematuras
- Texto: 'El daño es ACUMULATIVO - cada día bajo el sol suma'

Notas del facilitador (reverso): Diferenciar efectos AGUDOS (inmediatos): quemaduras, dolor, enrojecimiento vs. efectos CRÓNICOS (a largo plazo): envejecimiento prematuro, manchas, pérdida de elasticidad, cáncer de piel. Comparar con foto de trabajador de 40 años con piel dañada vs. piel protegida. Mensaje: 'El daño NO se borra - la prevención es la ÚNICA cura'. Duración: 15 minutos.

LÁMINA 5: Tipos de cáncer de piel

Contenido visual (frente):

- Fotos clínicas (educativas) de 3 tipos: carcinoma basocelular, carcinoma escamocelular, melanoma
- Estadística impactante: 'El cáncer de piel es el MÁS FRECUENTE en hombres colombianos'
- Mensaje positivo: 'Detectado a tiempo, la curación es del 95%'

Notas del facilitador (reverso): Explicar cada tipo: (1) Basocelular - más común, crece lento, casi nunca hace metástasis, (2) Escamocelular - puede hacer metástasis si no se trata, (3) Melanoma - el más peligroso, puede ser mortal si no se detecta temprano. Enfatizar: la DETECCIÓN TEMPRANA salva vidas. Por eso enseñaremos autoexamen. Duración: 15 minutos.

LÁMINA 6: Fototipos cutáneos - Todos estamos en riesgo

Contenido visual (frente):

- Ilustraciones de los 6 fototipos con rostros representativos de colombianos
- Escala de riesgo de MUY ALTO (tipo I) a MODERADO (tipo VI)
- Mensaje clave: 'Con índice UV EXTREMO, TODOS necesitamos protección'

Notas del facilitador (reverso): ACTIVIDAD PARTICIPATIVA: Cada participante identifica su propio fototipo usando la tabla. Explicar que las personas de piel clara (I-II) tienen MAYOR riesgo, pero con UV extremo (11-14), incluso fototipos oscuros (V-VI) pueden desarrollar cáncer de piel. Desmitificar: 'Mi piel es oscura, no me quemo' - Sí se daña, solo tarda más en verse. Duración: 20 minutos.

LÁMINA 7: Jerarquía de controles - ¡Primero eliminar el peligro!

Contenido visual (frente):

- Pirámide invertida con 3 niveles de mayor a menor eficacia:

1° INGENIERÍA: Sombra, sistemas agroforestales (MÁS EFECTIVO)

2° ADMINISTRATIVOS: Cambios en horarios, pausas, rotación

3° EPP: Sombrero, ropa, protector solar (ÚLTIMO RECURSO)

Notas del facilitador (reverso): Explicar que EPP NO es la solución única. Lo MEJOR es eliminar la exposición (trabajar bajo sombra). Si no es posible, reducir tiempo de exposición (pausas frecuentes, evitar 10:00-14:00). EPP es complemento, no reemplazo. Mensaje: 'Pedir a la empresa estructuras de sombra es tu DERECHO'. Discusión grupal: ¿Qué mejoras de ingeniería podemos sugerir en nuestra finca? Duración: 15 minutos.

LÁMINA 8: El sombrero correcto

Contenido visual (frente):

- Comparación lado a lado:

CORRECTO: Sombrero ala ancha $\geq 10\text{cm}$ + protección de nuca (foto real)

INCORRECTO: Gorra sin nuca, sombreros pequeños, sin ala (foto real)

- Diagrama: Áreas de sombra proyectadas por sombrero correcto vs. incorrecto

Notas del facilitador (reverso): ACTIVIDAD PRÁCTICA: Pedir a 3 voluntarios que muestren sus sombreros al grupo. Evaluar juntos: ¿protege cara, orejas, cuello? Usar una regla para medir ala (debe ser $\geq 10\text{ cm}$). Explicar que la nuca es zona MUY expuesta en trabajo cafetero - necesita tela adicional. Mostrar ejemplos de sombreros adecuados disponibles en el mercado. Duración: 15 minutos.

LÁMINA 9: Ropa que protege

Contenido visual (frente):

- Fotos de trabajadores con ropa adecuada:
- Camisa manga larga color claro (blanco, beige)
- Pantalón largo
- Tela tupida vs. tela transparente (comparación)
- Etiqueta 'UPF 50+' explicada visualmente

Notas del facilitador (reverso): Explicar UPF (Factor de Protección Ultravioleta): UPF 50+ bloquea $>98\%$ de rayos UV. Colores claros reflejan calor (más cómodos). Tejido tupido bloquea más que transparente - prueba simple: mirar luz a través de tela. Manga larga protege antebrazos (zona muy expuesta). Cuidado y lavado: no usar cloro, secar a la sombra para mantener protección. Duración: 10 minutos.

LÁMINA 10: Protector solar - ¿Cómo usarlo correctamente?

Contenido visual (frente):

- Infografía paso a paso:
1. Cantidad: Equivalente a 2 cucharadas para cara, cuello, brazos
 2. Zonas olvidadas (marcar con X rojo): orejas, cuello, dorso de manos, labios
 3. Reaplicar cada 2-3 horas (reloj visual)
 4. Aplicar 15 minutos ANTES de exposición

Notas del facilitador (reverso): DEMOSTRACIÓN PRÁCTICA: Usar crema visible (blanca) para demostrar cantidad correcta en voluntario. Mostrar zonas olvidadas. Explicar que con sudor y roce, el protector se pierde - por eso reaplicar cada 2 horas. FPS 50+ obligatorio. Resistente al agua y sudor. Guardarlo en lugar fresco (no al sol en la mochila). ENTREGAR muestra de protector solar a cada participante. Duración: 20 minutos.

LÁMINA 11: La regla ABCDE para detectar cáncer

Contenido visual (frente):

- Cada letra con fotos reales de lunares sospechosos vs. normales:

A - Asimetría: Una mitad diferente

B - Bordes: Irregulares, dentados

C - Color: Varios colores en uno

D - Diámetro: Mayor de 6mm

E - Evolución: CUALQUIER CAMBIO

- Mensaje urgente en rojo: 'Si cumple UNO, consulta YA al médico'

Notas del facilitador (reverso): Enfatizar que E (Evolución) es lo MÁS IMPORTANTE. Cualquier lunar que cambie de tamaño, forma, color, que sangre, pique o forme costra debe ser evaluado INMEDIATAMENTE. No esperar al examen anual. Mostrar ejemplos de cambios sospechosos. Mensaje: 'Conoces tu cuerpo mejor que nadie - confía en tus observaciones'. Duración: 20 minutos.

LÁMINA 12: Autoexamen mensual de la piel

Contenido visual (frente):

- Diagrama del cuerpo humano con flechas mostrando secuencia de revisión:

1. Cara y cuero cabelludo

2. Cuello (adelante y atrás)

3. Brazos y manos (ambos lados)

4. Tronco (pecho, abdomen, espalda)

5. Piernas y pies

- Recordatorio: Mismo día cada mes (marcar en calendario)

Notas del facilitador (reverso): Paso a paso del autoexamen (ver Anexo B1). ENTREGAR a cada participante: (1) Guía impresa del autoexamen (Anexo B1), (2) Calendario de bolsillo para marcar día mensual. Sugerencia: Hacerlo el día 1 de cada mes, o día del cumpleaños, para no olvidar. Pedir ayuda familiar para revisar espalda y cuero cabelludo. Duración: 15 minutos.

LÁMINA 13: Casos reales de éxito - La detección temprana salva vidas

Contenido visual (frente):

- Testimonios de trabajadores cafeteros (con consentimiento):

Caso 1: 'Detecté un cambio en mi lunar gracias al autoexamen. Me operaron a tiempo. Hoy estoy curado.'

Caso 2: 'Usaba gorra, ahora uso sombrero. Ya no me quemó y me siento más protegido.'

- Fotos antes/después (con consentimiento) de lesiones tratadas exitosamente
- **Estadística motivadora: 'Melanoma detectado en etapa inicial: 99% de sobrevivencia'**

Notas del facilitador (reverso): Compartir historias reales y cercanas. Si es posible, invitar a un trabajador que haya tenido detección temprana exitosa para que comparta su experiencia (5 minutos). Mensaje: 'Tú también puedes prevenir el cáncer de piel. Las herramientas están en tus manos: protección diaria + autoexamen mensual + examen médico anual'. Generar esperanza y empoderamiento. Duración: 10 minutos.

LÁMINA 14: Compromisos del programa - Empresa y Trabajador

Contenido visual (frente):

- Tabla de doble columna:

LA EMPRESA SE COMPROMETE A:

- ✓ Proveer EPP completo y de calidad
- ✓ Implementar estructuras de sombra
- ✓ Ofrecer exámenes dermatológicos anuales
- ✓ Capacitar continuamente

EL TRABAJADOR SE COMPROMETE A:

- ✓ Usar EPP correctamente TODOS los días
- ✓ Realizar autoexamen mensual
- ✓ Asistir a examen médico anual
- ✓ Reportar cambios o lesiones sospechosas

Notas del facilitador (reverso): ACTIVIDAD DE CIERRE: Cada participante firma un formato de compromiso (2 copias: 1 para trabajador, 1 para archivo SST). Leer compromisos en voz alta. Crear sentido de responsabilidad compartida. Aclarar que este es un PROGRAMA PERMANENTE, no una capacitación única. Habrá reforzamientos trimestrales de 30 minutos. Duración: 10 minutos.

LÁMINA 15: Resumen y evaluación - ¿Qué aprendimos hoy?

Contenido visual (frente):

- Resumen visual de los 5 mensajes clave:

1. Colombia tiene UV EXTREMO - TODOS necesitamos protección
2. El daño es ACUMULATIVO - protégete CADA día
3. EPP correcto: Sombrero + ropa + protector + gafas
4. Autoexamen MENSUAL usando regla ABCDE
5. Detección temprana = 99% de curación

- Logo del programa 'Café con Protección' con contacto de SST

Notas del facilitador (reverso): Aplicar evaluación POST-TEST (10 preguntas opción múltiple, mismas del pre-test) para medir aprendizaje. Comparar resultados. ENTREGAR a cada participante: (1) Certificado de participación, (2) Guía de autoexamen impresa (Anexo B1), (3) Muestra de protector solar FPS 50+, (4) Calendario recordatorio. Agradecer participación. Recordar próximo refuerzo trimestral. Foto grupal. Duración: 20 minutos.

MATERIALES COMPLEMENTARIOS PARA LA CAPACITACIÓN:

1. EVALUACIÓN PRE/POST-TEST (10 preguntas):

1. ¿Qué significa que Colombia tiene un índice UV extremo?
2. ¿Cuál es el tipo de cáncer más frecuente en hombres colombianos?
3. ¿Qué características debe tener un sombrero adecuado?
4. ¿Cada cuánto debo reaplicar el protector solar?
5. ¿Qué significa la letra 'E' en la regla ABCDE?
6. ¿Con qué frecuencia debo hacerme el autoexamen de piel?
7. ¿Cuál es la sobrevida del melanoma detectado tempranamente?
8. ¿Qué es más efectivo: usar EPP o trabajar bajo sombra?
9. ¿Las personas de piel oscura también necesitan protección UV?
10. ¿Qué debo hacer si encuentro un lunar que cumple la regla ABCDE?

2. FORMATO DE COMPROMISO:

Formato con espacio para firma del trabajador y representante de la empresa, compromisos específicos de cada parte, fecha de capacitación, próxima fecha de refuerzo.

3. LISTA DE ENTREGA A PARTICIPANTES:

- Anexo B1 impreso (Guía de Autoexamen Dermatológico)
- Muestra de protector solar FPS 50+ (50ml mínimo)
- Calendario de bolsillo con recordatorios mensuales
- Certificado de participación en capacitación
- Copia firmada del formato de compromiso

4. CRONOGRAMA DE REFUERZOS TRIMESTRALES (30 minutos cada uno):

Refuerzo 1 (mes 3): Revisión de uso correcto de EPP + dudas

Refuerzo 2 (mes 6): Práctica de autoexamen + casos reales detectados

Refuerzo 3 (mes 9): Novedades del programa + resolución de casos

Refuerzo 4 (mes 12): Evaluación anual + recapitación completa

Nota. Este rotafolio está diseñado para ser usado por capacitadores en SST, médicos ocupacionales, o profesionales de salud con conocimiento en fotoprotección. Se recomienda realizar al menos un ensayo completo de la capacitación antes de la sesión real. El éxito del programa 'Café con Protección' depende de la calidad de la capacitación inicial y la consistencia de los refuerzos trimestrales. La metodología participativa (actividades prácticas, discusiones grupales, casos reales) es clave para lograr cambios duraderos en el comportamiento de los trabajadores.

ANEXO C

PROTOCOLOS MÉDICOS

Anexo C 1 Guía de Tamizaje Dermatológico para Médicos Generales

Protocolo de evaluación dermatológica para trabajadores del sector cafetero expuestos crónicamente a radiación ultravioleta.

Objetivo: Estandarizar la evaluación dermatológica periódica de trabajadores cafeteros en atención primaria, facilitando la detección temprana de lesiones premalignas y cáncer de piel, y estableciendo criterios claros de referencia a dermatología.

1. Población Objetivo

- Trabajadores agrícolas del sector cafetero con exposición ocupacional a radiación UV
- Frecuencia de examen según nivel de riesgo UV: BAJO (anual), MEDIO (semestral), ALTO (cuatrimestral), EXTREMO (trimestral)
- Evaluación fuera de calendario si el trabajador reporta lesiones sospechosas en autoexamen mensual

2. Componentes del Examen Dermatológico

2.1 Anamnesis

- Años de exposición ocupacional al sol
- Horas promedio de exposición diaria
- Uso de medidas de fotoprotección (sombrero, protector solar, ropa manga larga)
- Antecedentes personales de cáncer de piel o lesiones premalignas
- Antecedentes familiares de cáncer de piel
- Historia de quemaduras solares severas
- Cambios recientes en lunares o aparición de lesiones nuevas

2.2 Examen Físico Dermatológico

Realizar inspección visual completa de toda la piel en buena iluminación. Examen sistemático por regiones:

1. Cara, cuero cabelludo y cuello (zona de máxima exposición)
2. Miembros superiores (brazos, antebrazos, dorso de manos)
3. Tronco anterior y posterior
4. Miembros inferiores

3. Lesiones a Identificar y Criterios de Referencia

Tabla C1.1

Lesiones Cutáneas por Exposición UV: Características y Conducta

Tipo de Lesión	Características Clínicas	Conducta
Queratosis Actínica (Premaligna)	Pápula o placa eritematosa de 2-6mm, áspera al tacto, escamosa. Áreas expuestas: cara, dorso manos, antebrazos. Puede ser múltiple.	REFERIR a dermatología (prioridad MEDIA - 30 días). Riesgo 10-20% transformación a carcinoma escamocelular. Tratamiento: crioterapia, 5-fluorouracilo tópico, imiquimod.
Carcinoma Basocelular (Maligno)	Pápula o nódulo perlado con telangiectasias. Puede ulcerarse centralmente. Bordes elevados. Crecimiento lento. Áreas: cara (nariz, mejillas), cuello.	REFERIR a dermatología (prioridad ALTA - 15 días). Cáncer de piel más frecuente. Baja metástasis pero localmente destructivo. Requiere escisión quirúrgica.
Carcinoma Escamocelular (Maligno)	Nódulo o placa eritematosa, hiperqueratósica, de crecimiento rápido. Puede ulcerarse y sangrar. Superficie áspera. Labio inferior, orejas, dorso manos.	REFERIR a dermatología (prioridad URGENTE - 7 días). Potencial metastásico 2-5%. Requiere escisión quirúrgica amplia. Si adenopatías: referencia INMEDIATA.
Melanoma (Maligno agresivo)	Lesión pigmentada que cumple regla ABCDE: Asimetría, Bordes irregulares, Color variado, Diámetro >6mm, Evolución/cambio. Puede sangrar o picar.	REFERIR INMEDIATAMENTE a dermatología (máximo 48-72 horas). Cáncer más mortal. Alto potencial metastásico. Requiere biopsia y escisión amplia urgente. Pronóstico depende de detección precoz.
Lentigo Solar (Benigno)	Mácula hiperpigmentada, bien delimitada, color café uniforme. Tamaño 2-20mm. Múltiples en áreas expuestas. No cambia con el tiempo.	SEGUIMIENTO en atención primaria. Sin riesgo maligno. Referir solo si cambio súbito (color, tamaño, bordes) que sugiera transformación.

Nota. La queratosis actínica es la lesión premaligna más frecuente en trabajadores con exposición solar crónica. Su detección y tratamiento temprano previene progresión a carcinoma escamocelular.

4. Algoritmo de Decisión Clínica

PASO 1: ¿La lesión cumple criterios de ALARMA?

- Lesión que cumple regla ABCDE completa
- Úlcera que NO cicatriza en 4 semanas
- Nódulo de crecimiento rápido (<3 meses)
- Lesión sangrante sin trauma
- Adenopatías regionales palpables

SÍ cumple criterios: REFERENCIA INMEDIATA a dermatología (48-72 horas). Sospecha melanoma o carcinoma avanzado.

PASO 2: Si NO cumple criterios de alarma, ¿cuál es el tipo de lesión?

- Queratosis actínica confirmada o sospechada → Referencia prioridad MEDIA (30 días)
- Carcinoma basocelular sospechado → Referencia prioridad ALTA (15 días)

- Lentigo solar sin cambios → Seguimiento en atención primaria cada 6-12 meses
- Lesión no clasificable o dudosa → Interconsulta dermatología prioridad MEDIA (30 días)

5. Registro y Seguimiento

- Documentar TODAS las lesiones encontradas en historia clínica ocupacional (Anexo C3)
- Dibujar mapa corporal de ubicación de lesiones sospechosas
- Si es posible, fotografiar lesiones para comparación futura
- Notificar al responsable SST de la empresa hallazgos relevantes
- En casos de referencia: entregar copia de formato a ARL y hacer seguimiento de asistencia
- Registrar en sistema de información como evento relacionado con exposición ocupacional UV

6. Educación al Trabajador

Al finalizar cada examen, el médico debe:

- Explicar hallazgos en lenguaje comprensible
- Reforzar importancia del autoexamen mensual (entregar Anexo B1)
- Enfatizar uso correcto y consistente de medidas de fotoprotección
- Instruir sobre señales de alarma que requieren consulta inmediata
- Si hay referencia: explicar urgencia, asegurar comprensión, y coordinar cita

Nota Final. Este protocolo está diseñado para médicos generales en atención primaria ocupacional. Ante cualquier duda diagnóstica, la conducta más segura es la referencia a dermatología. La detección temprana salva vidas: el melanoma detectado en estadio inicial (in situ) tiene sobrevida del 99% a 5 años.

Anexo C 2 Criterios de Referencia a Dermatología

Guía rápida de priorización para referencia desde atención primaria a especialidad en dermatología.

Tabla C2.1

Sistema de Priorización de Referencias Dermatológicas

Prioridad	Tiempo Máximo	Indicaciones	Acción Médico
INMEDIATA	48-72 horas	• Sospecha melanoma (regla ABCDE) • Carcinoma escamocelular con adenopatías • Crecimiento rápido <4 semanas	Llamar directamente a dermatología. Gestionar cita urgente con ARL.
URGENTE	7 días	• Carcinoma escamocelular sospechado • Úlcera no cicatriza >4 semanas • Lesión sangrante	Enviar formato referencia marcado URGENTE. Seguimiento telefónico a 72h.
ALTA	15 días	• Carcinoma basocelular sospechado • Lesión no clasificable • Múltiples queratosis actínicas	Enviar formato referencia estándar. Confirmar recepción con paciente a 7 días.
MEDIA	30 días	• Queratosis actínica única o pocas • Cambio en lentigo solar • Segunda opinión	Enviar formato referencia programada. Asegurar que paciente agende cita.

INFORMACIÓN MÍNIMA EN FORMATO DE REFERENCIA:

- Datos completos del trabajador y empresa
- Años de exposición ocupacional a radiación UV
- Descripción detallada de la lesión: ubicación anatómica, tamaño, características (color, bordes, superficie)
- Tiempo de evolución de la lesión
- Antecedentes de cáncer de piel personal o familiar
- Motivo de referencia y nivel de prioridad asignado
- Si es posible: fotografía de la lesión (con regla para escala)

Nota. Este sistema de priorización está basado en guías internacionales de referencia dermatológica (NICE, SIGN) adaptadas al contexto ocupacional colombiano. El incumplimiento de los tiempos máximos de referencia puede comprometer el pronóstico del trabajador.

Anexo C 3 Formato de Historia Clínica Ocupacional - Exposición a Radiación UV

Formato específico para documentar la evaluación médica ocupacional de trabajadores expuestos a radiación ultravioleta en el sector cafetero. Este documento es de carácter médico-legal y evidencia el cumplimiento del protocolo de vigilancia epidemiológica.

SECCIÓN I: DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Nombre completo:	
Cédula de ciudadanía:	
Edad:	_____ años
Empresa/Finca:	
Cargo/Actividad:	
Fecha de evaluación:	DD / MM / AAAA

SECCIÓN II: EVALUACIÓN DE EXPOSICIÓN A RADIACIÓN UV

Años totales de trabajo al aire libre:	_____ años
Horas promedio de exposición solar directa por día:	_____ horas/día
¿Trabaja en horario de 10:00 a 14:00?	<input type="checkbox"/> SÍ <input type="checkbox"/> NO
Fototipo cutáneo (según Tabla A1.2):	Tipo: _____ (I / II / III / IV / V / VI)
Nivel de riesgo UV asignado:	<input type="checkbox"/> BAJO <input type="checkbox"/> MEDIO <input type="checkbox"/> ALTO <input type="checkbox"/> EXTREMO

Uso de medidas de fotoprotección:

Medida de protección	Uso	Frecuencia
Sombrero ala ancha (≥ 10 cm)	<input type="checkbox"/> SÍ <input type="checkbox"/> NO	<input type="checkbox"/> Siempre <input type="checkbox"/> A veces <input type="checkbox"/> Nunca
Camisa manga larga	<input type="checkbox"/> SÍ <input type="checkbox"/> NO	<input type="checkbox"/> Siempre <input type="checkbox"/> A veces <input type="checkbox"/> Nunca
Protector solar FPS 50+	<input type="checkbox"/> SÍ <input type="checkbox"/> NO	<input type="checkbox"/> Siempre <input type="checkbox"/> A veces <input type="checkbox"/> Nunca
Gafas con protección UV400	<input type="checkbox"/> SÍ <input type="checkbox"/> NO	<input type="checkbox"/> Siempre <input type="checkbox"/> A veces <input type="checkbox"/> Nunca

SECCIÓN III: ANTECEDENTES DERMATOLÓGICOS

Antecedentes personales:

¿Antecedente de cáncer de piel?	<input type="checkbox"/> SÍ <input type="checkbox"/> NO
¿Queratosis actínica diagnosticada?	<input type="checkbox"/> SÍ <input type="checkbox"/> NO
¿Quemaduras solares severas en la infancia/adolescencia?	<input type="checkbox"/> SÍ <input type="checkbox"/> NO

Antecedentes familiares:

¿Familiares con cáncer de piel?	<input type="checkbox"/> SÍ <input type="checkbox"/> NO	Parentesco: _____
---------------------------------	---	-------------------

SECCIÓN IV: EXAMEN DERMATOLÓGICO

Hallazgos en el examen físico dermatológico:

Ubicación anatómica	Tipo de lesión	Características	Conducta

¿Requiere referencia a dermatología?

- NO SÍ (Si la respuesta es SÍ, indicar prioridad):
 INMEDIATA (48-72h) URGENTE (7 días) ALTA (15 días) MEDIA (30 días)

Motivo de la referencia:

SECCIÓN V: PLAN DE MANEJO Y RECOMENDACIONES

Educación brindada al trabajador (marcar las opciones realizadas):

- Información sobre riesgos de la radiación UV y efectos en la piel
 Uso correcto de EPP (sombrero, ropa, protector solar, gafas)
 Enseñanza de la regla ABCDE para identificación de lesiones sospechosas
 Instrucciones para autoexamen dermatológico mensual (Anexo B1 entregado)
 Importancia de consulta inmediata ante cambios en lunares o lesiones nuevas

Frecuencia del próximo examen dermatológico según nivel de riesgo:

- 3 meses (Riesgo EXTREMO) 4 meses (Riesgo ALTO) 6 meses (Riesgo MEDIO) 12 meses (Riesgo BAJO)

Observaciones adicionales:

FIRMAS Y VALIDACIÓN

Firma del médico evaluador

Nombre: _____

Registro médico: _____

Fecha: ____ / ____ / _____

Firma del trabajador

*(He sido informado sobre los hallazgos
y recomendaciones del examen)*

Nota. Este formato de historia clínica ocupacional es un documento de carácter médico-legal confidencial que evidencia el cumplimiento del protocolo de vigilancia epidemiológica de exposición a radiación UV. Debe archivar en la historia clínica ocupacional del trabajador y conservarse según la normativa vigente (mínimo 20 años posterior a la terminación del vínculo laboral según Resolución 2346 de 2007). La información consignada está protegida por la reserva profesional médica y solo puede ser compartida con personal autorizado del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo de la empresa, la ARL, o autoridades sanitarias competentes.

Anexo C

Anexo C 4 Instrumento de Evaluación Método Delphi

CUESTIONARIO DE VALIDACIÓN DE EXPERTOS

PROTOCOLO DE VIGILANCIA EPIDEMIOLÓGICA Y PREVENCIÓN DEL RIESGO POR RADIACIÓN ULTRAVIOLETA PARA TRABAJADORES DEL SECTOR CAFETERO COLOMBIANO

INFORMACIÓN DEL EXPERTO

Nombre completo: _____

Profesión: _____

Título de posgrado (si aplica): _____

Área de especialización: _____

Años de experiencia en el campo: _____

Institución donde labora: _____

Cargo actual: _____

INSTRUCCIONES GENERALES

Estimado/a experto/a:

El presente instrumento tiene como objetivo validar el protocolo de vigilancia epidemiológica y prevención del riesgo por radiación ultravioleta diseñado para trabajadores del sector cafetero colombiano. El protocolo ha sido desarrollado mediante revisión sistemática de la evidencia científica internacional y análisis comparativo de protocolos de referencia (Australia, Chile, Estados Unidos, España).

Su participación es fundamental para asegurar que el protocolo sea:

- **Pertinente:** Apropiado y relevante para el contexto del sector cafetero colombiano
- **Viable:** Posible de implementar con los recursos disponibles en el sector
- **Aplicable:** Factible de incorporar en las operaciones diarias de empresas cafeteras

El cuestionario está organizado en cinco dimensiones que corresponden a los componentes centrales del protocolo. Para cada ítem, se solicita que valore tres criterios utilizando una escala Likert de 5 puntos:

- 1 = Totalmente en desacuerdo
- 2 = En desacuerdo
- 3 = Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- 4 = De acuerdo
- 5 = Totalmente de acuerdo

Además, se le invita a proporcionar comentarios cualitativos cuando considere necesario ampliar su valoración, sugerir modificaciones o señalar aspectos críticos.

Tiempo estimado de completado: 45-60 minutos.

DIMENSIÓN 1: EVALUACIÓN DE RIESGO UV

El protocolo incluye un componente de evaluación objetiva del riesgo por radiación UV que considera: (a) medición del índice UV local mediante datos del IDEAM, (b) caracterización de tareas con exposición solar, (c) análisis de fototipos de piel mediante clasificación de Fitzpatrick, (d) identificación de trabajadores hipersusceptibles, (e) cálculo de dosis acumulada estimada.

Ítem 1.1. La metodología de evaluación de riesgo UV propuesta es PERTINENTE para el sector cafetero colombiano (considera adecuadamente las condiciones geográficas, climáticas y operativas del sector).

1 2 3 4 5

Comentarios/Sugerencias:

Ítem 1.2. La metodología de evaluación de riesgo UV propuesta es VIABLE (puede implementarse con recursos técnicos y humanos disponibles en empresas cafeteras).

1 2 3 4 5

Comentarios/Sugerencias:

Ítem 1.3. La metodología de evaluación de riesgo UV propuesta es APLICABLE (puede incorporarse en sistemas de gestión de SST existentes sin requerir cambios estructurales mayores).

1 2 3 4 5

Comentarios/Sugerencias:

DIMENSIÓN 2: CONTROLES DE INGENIERÍA

El protocolo propone medidas de control de ingeniería que incluyen: (a) estructuras de sombra temporales (carpas, toldos) en zonas de descanso, (b) reforestación estratégica con árboles de sombra en linderos y caminos, (c) sistemas agroforestales en cultivos de café de sombrío, (d) modificación de infraestructura existente (beneficiaderos, bodegas) para generar áreas de protección.

Ítem 2.1. Las medidas de control de ingeniería propuestas son PERTINENTES para el contexto del cultivo cafetero (compatibles con prácticas agronómicas y sostenibilidad del cultivo).

1 2 3 4 5

Comentarios/Sugerencias:

Ítem 2.2. Las medidas de control de ingeniería propuestas son VIABLES (factibles económicamente para diferentes tipologías de fincas cafeteras: pequeñas, medianas, grandes).

1 2 3 4 5

Comentarios/Sugerencias:

Ítem 2.3. Las medidas de control de ingeniería propuestas son APLICABLES (pueden implementarse gradualmente según capacidad de inversión de cada finca).

1 2 3 4 5

Comentarios/Sugerencias:

DIMENSIÓN 3: CONTROLES ADMINISTRATIVOS

El protocolo incluye controles administrativos tales como: (a) programación de tareas evitando horas de mayor radiación UV (10:00 AM - 3:00 PM), (b) rotación de trabajadores en tareas de alta exposición, (c) pausas obligatorias en áreas de sombra cada 2 horas de exposición continua, (d) señalización del índice UV diario, (e) registro de exposición acumulada por trabajador.

Ítem 3.1. Los controles administrativos propuestos son PERTINENTES para el contexto laboral del sector cafetero (consideran ciclos productivos, requerimientos de productividad y cultura organizacional).

1 2 3 4 5

Comentarios/Sugerencias:

Ítem 3.2. Los controles administrativos propuestos son VIABLES (pueden implementarse sin afectar significativamente la productividad ni generar costos operativos prohibitivos).

1 2 3 4 5

Comentarios/Sugerencias:

Ítem 3.3. Los controles administrativos propuestos son APLICABLES (pueden integrarse en rutinas operativas existentes con ajustes mínimos).

1 2 3 4 5

Comentarios/Sugerencias:

DIMENSIÓN 4: ELEMENTOS DE PROTECCIÓN PERSONAL (EPP)

El protocolo establece provisión obligatoria de EPP específicos: (a) sombreros de ala ancha (mínimo 7.5 cm) con protección UV, (b) camisas de manga larga con factor de protección ultravioleta (UPF) ≥ 50 , (c) pantalones largos con UPF ≥ 50 , (d) protector solar de amplio espectro FPS 50+ con reaplicación cada 2 horas, (e) gafas con protección UV400. El protocolo incluye especificaciones técnicas para cada EPP y criterios de selección según condiciones de trabajo.

Ítem 4.1. Los EPP propuestos son PERTINENTES (apropiados para las condiciones de trabajo en cultivos de café: temperatura, humedad, requerimientos de movilidad).

1 2 3 4 5

Comentarios/Sugerencias:

Ítem 4.2. Los EPP propuestos son VIABLES (existe disponibilidad en el mercado colombiano a precios accesibles para el sector).

1 2 3 4 5

Comentarios/Sugerencias:

Ítem 4.3. Los EPP propuestos son APLICABLES (los trabajadores pueden utilizarlos cómodamente durante jornadas completas sin interferir con tareas operativas).

1 2 3 4 5

Comentarios/Sugerencias:

DIMENSIÓN 5: CAPACITACIÓN Y SENSIBILIZACIÓN - "CAFÉ CON PROTECCIÓN"

El protocolo incluye un programa educativo estructurado denominado "Café con Protección" que contiene: (a) módulo de inducción sobre riesgos de exposición UV y cáncer de piel (2 horas), (b) talleres prácticos de uso correcto de EPP (1 hora), (c) capacitaciones de refuerzo trimestrales (30 minutos), (d) material educativo visual adaptado culturalmente (rotafolios, carteles), (e) estrategia de comunicación de riesgo mediante líderes comunitarios. El programa está fundamentado en modelos de cambio comportamental (Teoría del Comportamiento Planificado, Modelo Transteórico, Modelo de Creencias en Salud).

Ítem 5.1. El programa "Café con Protección" es PERTINENTE para la población trabajadora cafetera (considera nivel educativo, características culturales, idioma y cosmovisión).

1 2 3 4 5

Comentarios/Sugerencias:

Ítem 5.2. El programa "Café con Protección" es VIABLE (requiere recursos humanos, técnicos y financieros accesibles para empresas del sector).

1 2 3 4 5

Comentarios/Sugerencias:

Ítem 5.3. El programa "Café con Protección" es APLICABLE (puede implementarse dentro de programas de capacitación en SST existentes).

1 2 3 4 5

Comentarios/Sugerencias:

SECCIÓN DE VALORACIÓN GLOBAL

Ítem 6.1. En su valoración general, el protocolo completo (integrando las cinco dimensiones evaluadas) es científicamente riguroso y metodológicamente sólido.

1 2 3 4 5

Ítem 6.2. El protocolo representa un aporte significativo para la prevención de riesgos ocupacionales en el sector cafetero colombiano.

1 2 3 4 5

Ítem 6.3. Recomendaría la implementación de este protocolo en empresas cafeteras colombianas.

1 2 3 4 5

SECCIÓN DE RECOMENDACIONES Y AJUSTES

A continuación, sírvase indicar recomendaciones específicas para mejorar el protocolo:

1. ¿Qué componentes del protocolo considera que deben fortalecerse o ampliarse?

2. ¿Qué componentes del protocolo considera que deben modificarse o eliminarse?

3. ¿Qué elementos adicionales sugiere incorporar al protocolo?

4. ¿Qué barreras anticipa para la implementación del protocolo en el contexto real del sector cafetero?

5. ¿Qué estrategias sugiere para facilitar la adopción del protocolo por parte de empresas cafeteras, ARL y autoridades de SST?

CONSENTIMIENTO INFORMADO

Declaro que he sido informado/a sobre los objetivos de esta validación y acepto voluntariamente participar como experto/a evaluador/a del protocolo. Autorizo el uso de mis valoraciones con fines académicos e investigativos, manteniendo confidencialidad sobre mi identidad si así lo solicito.

Firma: _____ Fecha: _____

Deseo mantener confidencialidad sobre mi identidad: Sí No

GRACIAS POR SU VALIOSA COLABORACIÓN

Su experiencia y criterio profesional son fundamentales para asegurar que este protocolo pueda contribuir efectivamente a la protección de la salud de los trabajadores del sector cafetero colombiano.