

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA.

ESCUELA DE SEGURIDAD LABORAL E HIGIENE AMBIENTAL.



PROYECTO DE GRADUACIÓN

PARA OPTAR POR EL GRADO DE BACHILLERATO

Estudio de la relación entre la Radiación Ultravioleta-B ambiental y diagnósticos de cáncer de piel entre 1990 y 2010, así como los principales factores de riesgo de exposición actual a dicho agente en agricultores de las zonas altas de Cartago.

REALIZADO POR: Roberto Álvarez García, Noelia Gómez Serrano

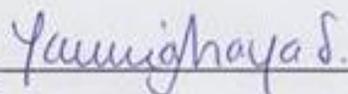
PROFESOR ASESOR: Ing. Esteban Arias Monge

Cartago, 17 de Diciembre de 2014

CONSTANCIA DE DEFENSA PÚBLICA DEL
PROYECTO DE GRADUACIÓN.

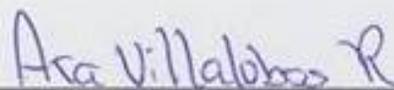
Proyecto de graduación defendido públicamente ante el tribunal examinador integrado por los profesores Ara Villalobos, Tannia Araya. Como requisito para optar al grado de Bachiller en Seguridad Laboral e Higiene Ambiental, del Instituto Tecnológico de Costa Rica.

La orientación y supervisión del trabajo desarrollado por el estudiante, estuvo a cargo del profesor asesor Esteban Arias.



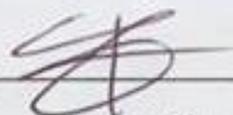
Tannia Araya

Profesor evaluador



Ara Villalobos.

Profesor evaluador



Roberto Álvarez García

Estudiante



Noelia Gómez Serrano

Estudiante

Cartago, 17 de diciembre de 2014.

AGRADECIMIENTO

Queremos dejar patente nuestro agradecimiento a todas las personas que de una u otra forma colaboraron en la realización de nuestro Proyecto de Graduación.

Nuestro agradecimiento va hacia aquellos que sin ningún compromiso nos facilitaron información para realizar nuestra investigación, agradeciendo a: Lic. Karina Hernández del Instituto Meteorológico Nacional, al Dr. Alejandro Calderón de la Caja Costarricense del Seguro Social del Programa de Atención Integral de Cáncer de Piel, a los funcionarios del Ministerio de Agricultura y Ganadería de los distritos de Pacayas, Llano Grande y Tierra Blanca, y el agradecimiento especial a todos los agricultores de los distritos en estudio, que de la manera más amable nos facilitaron la información al ser entrevistados.

Agradecemos a Dios y a nuestros padres que durante los años de estudio, fueron nuestros pilares para continuar, a nuestros amigos y compañeros de carrera que de una u otra forma colaboraron en el desarrollo de nuestro proyecto.

Un gran agradecimiento al profesor Esteban Arias, que fue nuestro tutor y mentor en el desarrollo del proyecto, además, agradecemos a la profesora Mónica Carpio por el apoyo durante el proceso.

A todos muchas gracias

DEDICATORIA.

**A Dios, nuestros padres y
hermanos, que han sido la
fuerza, el apoyo incondicional
y la motivación para avanzar. A
los amigos y amigas que
siempre nos apoyaron y
aconsejaron.**

**“Elige un trabajo
que te guste y no
tendrás que trabajar ni
un día de tu vida”.**

Confucio

Estudio de la relación entre la Radiación Ultravioleta-B ambiental y diagnósticos de cáncer de piel entre 1990 y 2010, así como los principales factores de riesgo de exposición actual a dicho agente en agricultores de las zonas altas de Cartago.

Noelia Gómez Serrano, Roberto Álvarez García

Resumen:

La radiación ultravioleta (RUV) ha incrementado por los cambios medioambientales de los últimos siglos; sobre todo al fenómeno de cambio climático el cual incluye el proceso de efecto invernadero. La RUV-B es la RUV biológicamente más perjudicial para la piel (cáncer de piel) y ojos (cataratas), produce quemaduras solares y otros efectos biológicos como; envejecimiento prematuro y supresión del sistema inmunológico. En Costa Rica el cáncer de piel es una de las enfermedades que ha ido tomando avance sobre la salud de los costarricenses. El presente estudio pretende describir de forma general la relación entre la RUV-B ambiental y los diagnósticos de cáncer de piel entre 1990 y 2010, así como los principales factores de riesgo de exposición actual a dicho agente en agricultores de las zonas altas de Cartago. Para ello se realizó un estudio descriptivo que incluyó una correlación entre diagnósticos de cáncer de piel y la RUV-B, datos suministrados por instituciones gubernamentales. Se realizaron entrevistas y observaciones de los factores ocupacionales de riesgo por exposición a los rayos del sol en agricultores de Pacayas, Tierra Blanca y Llano Grande. Como principales resultados se demostró que los diagnósticos de cáncer de piel aumentan mientras que la RUV-B presenta comportamientos heterogéneos, además se mostró que no se correlacionan a través de los años; así mismo se encontró que la población agrícola actual se caracteriza por tener noción de los efectos de RUV, más no utilizan mecanismos eficientes para protegerse contra el sol, además, presentan tiempos prolongados de exposición que aumentan el riesgo de desarrollar cáncer de piel. Por lo tanto, el estudio muestra valores de RUV poco constantes (sin tendencia homogénea y constante a crecer o decrecer), y diagnósticos de cáncer de piel mayores en la segunda década; no se encontró correlación positiva entre estas dos variables. Por otra parte, los valores de RUV encontrados son elevados en comparación con estudios similares y que las condiciones actuales de exposición a RUV aumentan el riesgo de desarrollar cáncer de piel por la exposición acumulada a RUV-B y las malas prácticas de protección.

Abstract:

Ultraviolet radiation (UVR) has increased by environmental changes of the last few years; especially the phenomenon of climate change which includes the process greenhouse. RUV-B is the most UVR biologically damaging to the skin (skin cancer) and eyes (cataracts), produces sunburn and other biological effects; premature aging and immune suppression. In Costa Rica skin cancer is a disease that has progressed affecting on people's health. This study aims to describe in general terms the relationship between the UV-B environmental and diagnoses of skin cancer between 1990 and 2010, as well as major risk factors for current exposure to this agent farmers in the high areas of Cartago. For this descriptive study it was conducted a correlation between diagnoses of skin cancer and UVR-B, data supplied by government institutions. Interviews and field observations were made to look for conditions and actions because of work that increase exposure to sun on farmers from Pacayas, Tierra Blanca and Llano Grande. The main results showed that the diagnostic increase of skin cancer while UV-B has heterogeneous behavior also was shown no relation over the years; also it was found that the current agricultural population is characterized by having notion of the effects of UVR, do not use more efficient mechanisms to protect against the sun, and also exhibit prolonged exposure increasing the risk of developing skin cancer. Therefore, the study shows some constant values RUV (no homogeneous and constant increase or decrease trend), and diagnosis of skin cancer higher in the second decade; no correlation between these two variables was found. Moreover, RUV values found are high compared with some similar studies and current conditions of exposure to UVR increases the risk of developing skin cancer by cumulative exposure to UV-B and malpractices of protection.

Palabras clave: Radiación ultravioleta, cáncer de piel, agricultores, Cartago, zonas altas, factores de riesgo/
Ultraviolet radiation, skin cancer, farmers, Cartago, highlands, risk factors

INTRODUCCIÓN

A nivel mundial la preocupación por la exposición a radiaciones solares en poblaciones laboralmente expuestas, ha venido creciendo en las últimas décadas, ya que se ha manifestado de la mano con un crecimiento en la aparición de reacciones que producen efectos negativos biológicos en seres humanos, principalmente de origen cutáneos (tumores benignos y malignos, supresión inmunológica, catarata entre otros) (Young, 2009) (Diego Segura, Guimaraens Juanena, & Rupérez Calvo, 2010) (Thienden y Otros, 2014) (Cortés, y otros, 2011).

La mayor exposición de origen profesional a los rayos ultravioleta (UV) la experimentan quienes trabajan al aire libre (Slaney, 2001). La energía de la radiación solar está muy atenuada por la capa de ozono de la Tierra. Cuando la luz solar atraviesa la atmósfera, el ozono, el vapor de agua, el oxígeno y el dióxido de carbono absorben toda la radiación UV-C y aproximadamente el 90% de la radiación UV-B (Organización Mundial de la Salud, 2003).

La radiación ultravioleta (RUV) ha incrementado por los cambios medioambientales de los últimos siglos;

sobretudo al fenómeno de cambio climático. Este fenómeno afecta el funcionamiento normal del sistema atmosférico e incluye el proceso de efecto invernadero (Wanga & Dickinsonb, 2013) (Ministerio de Ambiente, Energía y Telecomunicaciones, 2009).

Existen diversos métodos que permiten calcular la irradiancia ambiental de las RUV-B sobre zonas determinadas, uno de estos es el método desarrollado por James Wright (2010), el cual utiliza factores como: Ángulo del día, número del día, ángulo cenital, la altitud solar, ángulo horario solar, latitud geográfica, posición angular del Sol, Constante solar espectral, factor de corrección para la distancia Tierra-Sol, transmitancia de Raleigh, transmitancia del ozono, ángulo cenital, entre otros; muchos de los cuales son obtenidos de estaciones meteorológicas cercanas a las zonas de estudio. En los últimos años ha habido una disminución de la cantidad de ozono estratosférico debido a los gases clorofluorocarbonos, dado a esto se ha generado un adelgazamiento en la capa de ozono, que ha provocado que aumente la RUV sobre la Tierra, en especial la RUV-B, esta produce los mayores daños en los seres vivos (Wright, 2010).

El sistema europeo de datos CAREX (Carcinogen Exposure/ Exposición Cancerígena) indica como agente cancerígeno de exposición más frecuente en Costa Rica la radiación Ultravioleta y como principal tejido afectado la piel (Chaves. J, y otros, 2005).

La RUV-B es la RUV biológicamente más perjudicial para la piel (cáncer de piel) y ojos (cataratas), y aunque la mayor parte de esta energía (que es un componente de la luz solar) es absorbida por la atmósfera, produce quemaduras solares y otros efectos biológicos como; envejecimiento prematuro y supresión del sistema inmunológico (Brack, Graber, Batten & Mutisya, 2000), (Geun, y otros, 2014). En la actualidad se infiere que la RUV y la formación de tumores se relacionan de forma proporcional (Geun, y otros, 2014).

Se ha demostrado que el cáncer de piel en sus tres tipos puede ser causado por la exposición al sol (Amstrong & Krickerb, 2001), (Grant, 2002), (Gruijl, 1999), y el daño (agudo y/o crónico) está directamente relacionado con la intensidad de la radiación, el tiempo de exposición y con características de la piel de cada individuo (American Cancer

Society, 2010). De acuerdo a Surdu, Fitzgerald, Bloom, & Boscoe, existen factores determinantes en la población como lo son la edad, la exposición, el tipo de piel, protección, la desinformación; que pueden aumentar el riesgo de desarrollar cáncer de piel (Surdu, Fitzgerald, Bloom, & Boscoe, 2013).

En Costa Rica el cáncer de piel es una de las enfermedades que ha ido tomando avance sobre la salud de los costarricenses (Caja Costarricense del Seguro Social, 2013), esta enfermedad es el más frecuente en el país y es considerada, en comparación con la complejidad de otros tipos, uno de los más fáciles de tratar. Según las cifras de la Caja Costarricense del Seguro Social, de cada 100 mujeres con cáncer, 21 tienen de piel y, de cada 100 hombres, 24 tienen de piel. Sumado a lo anterior, once personas mueren cada mes en el país a causa de este padecimiento, se conoce que gran parte de los afectados son agricultores de las zonas altas de la región norte central del país, principalmente de Alajuela, Cartago y Heredia que trabajan con exposición directa al sol (Mairena, 2013). Los tumores en la piel son más comunes en hombres que viven en la zona Central

Norte del país, allí la incidencia tiene una tasa de 50,6 pacientes por cada 100.000 hombres, casi el doble de la zona Chorotega (26,8 casos por 100.000 hombres) y cuatro veces más de la que tiene la región Huetar Atlántica -12,3 casos por 100.000 hombres-(Rodríguez, 2014).

El presente estudio pretende describir de forma general la relación entre la RUV-B ambiental y los diagnósticos de cáncer de piel entre 1990 y 2010, así como los principales factores de riesgo de exposición actual a dicho agente en agricultores de las zonas altas de Cartago. Mediante (i) la correlación entre la información recopilada de cáncer de piel y climática del periodo de 1990 hasta el 2010 de las zonas en estudio y (ii) descripción de las características y factores que determinan la exposición a radiación ultravioleta de la población agrícola en estudio.

MATERIALES Y MÉTODOS

Datos de RUV-B y diagnósticos de cáncer de piel

El Instituto Meteorológico Nacional (IMN), proporcionó los datos de irradiancia de RUV-B en mW/m^2 para los años de 1990 hasta el 2010 (se utilizó la

metodología de cálculo propuesta por Wright, J). Debido a la ausencia de datos en los alrededores del Volcán Irazú en el período de interés (1990 al 2010) se utilizaron los datos de temperatura y humedad relativa de la estación meteorológica con mayor cercanía ubicada en Llano Grande de Cartago. Algunos de los datos de ozono atmosférico anual necesitados para los años 2005 al 2008, se obtuvieron al promediar los valores mensuales publicados por la National Aeronautics and Space Administration (NASA). Los cálculos de RUV-B se realizaron para la hora específica del medio día, que es cuando la radiación incide mayormente. Se utilizó la elevación, 3060m snm (metros sobre el nivel del mar), y coordenadas de la estación meteorológica de Chicoa. Las constantes utilizadas en el cálculo se estimaron para todos los días del año y se les generó un promedio para el cálculo de RUV-B (Hernández, 2014).

Los nuevos diagnósticos de cáncer de piel para el mismo periodo fueron proporcionados por el Programa de Atención Integral de Cáncer de Piel de la Caja Costarricense del Seguro Social (CCSS).

Población y muestra

El estudio se realizó en las zonas altas de Cartago, las cuales según el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2014) son: Pacayas, Tierra Blanca y Llano Grande. Este estudio es de tipo exploratorio y la muestra fue seleccionada por conveniencia. Se desconoce la cantidad total de personas expuestas en la zona en estudio.

Se seleccionaron como referencia las fincas de mayor producción en los tres distritos según el último censo agrícola trimestral, de cada región en estudios realizados por el MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2013), optando por aquellas fincas que tuvieran igual o más de tres empleados dedicados a la agricultura. Por lo que se determinó entrevistar a 28 personas en Pacayas, 26 en Llano Grande y 31 en Tierra Blanca; para un total de 86 personas en estudio.

Estrategia de Muestreo

Las observaciones en campo se efectuaron previo a las entrevistas, para así identificar las prácticas agrícolas. Se identificaron: las tareas, los tiempos de

pausas, la vestimenta así como la variabilidad en las prácticas agrícolas. Mediante la información obtenida de la CCSS, se elaboró la Guía para la observación de condiciones de trabajo y síntomas de cáncer de piel o con potencial de serlo (ver apéndice: 1), que se aplicó como herramienta para realizar las entrevistas dirigidas, las cuales fueron llevadas a cabo por los investigadores a cada trabajador, de forma individual se les preguntó respecto a condiciones del ambiente de trabajo (presencia de sombras, percepción de la exposición al sol, otros similares), propias de la tarea (jornada, pausas, percepción de las zonas del cuerpo más expuestas, equipo de protección entre otros) y factores personales (edad, género, fenotipo de piel y fotosensibilización). La guía utilizada para llevar a cabo las entrevistas fue desarrollada a partir de la teoría e investigación previa realizada, pero además bajo la dirección de un especialista de la CCSS y con el criterio de experto. Además, para la identificación de los fenotipos de piel, se utilizó el método de clasificación de Fitz Patricks (1975), el cual fue incluido dentro de la herramienta aplicada.

Análisis de los datos

El desarrollo de la investigación se marca en dos distintas fases, como primera fase se realiza una correlación de Spearman de datos de casos nuevos de cáncer de piel y de RUV-B desde 1990 hasta el año 2010, con la finalidad de determinar la relación entre los factores.

Posteriormente se analizaron aspectos importantes a partir de la entrevista: edad, tiempos de exposición al sol durante la jornada, uso de equipo o implemento para protegerse contra el sol, frecuencia de uso del bloqueador solar, antigüedad en la agricultura, regiones corporales consideradas más afectadas y los conocimientos sobre los riesgos de exposición a RUV. Por otra parte se realizó una correlación de Spearman entre fenotipo de piel y cantidad de tipos de fotosensibilización. Los datos obtenidos se analizaron mediante el programa estadístico Minitab y hojas de cálculo de Excel, para la descripción actual de los factores de riesgo relacionado con la exposición al agente (RUV) de la población en las zonas de estudio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis descriptivo de la población en estudio.

El número de trabajadores entrevistados fue de 86, de los cuales 99% fueron hombres, el rango de edades oscila desde los 15 hasta los 84 años con una media de 36 años, dentro de los entrevistados se encuentran peones agrícolas, dueños y capataces de las fincas. La distribución por zonas de estudio del porcentaje total de entrevistados fue la siguiente: 33% Pacayas, 36% Tierra Blanca y 31% Llano Grande.

La mayoría de la población entrevistada realiza labores mixtas: sembrar, limpiar terreno, preparar terreno, cosechar, atomizar, entre otros. Por lo que no se pueden establecer tareas fijas. Más de un 50% de la población muestreada ejerce el puesto de "Peón", el cual es descrito por los trabajadores como aquel en el que el agricultor que sabe realizar todas las labores relacionadas a este campo.

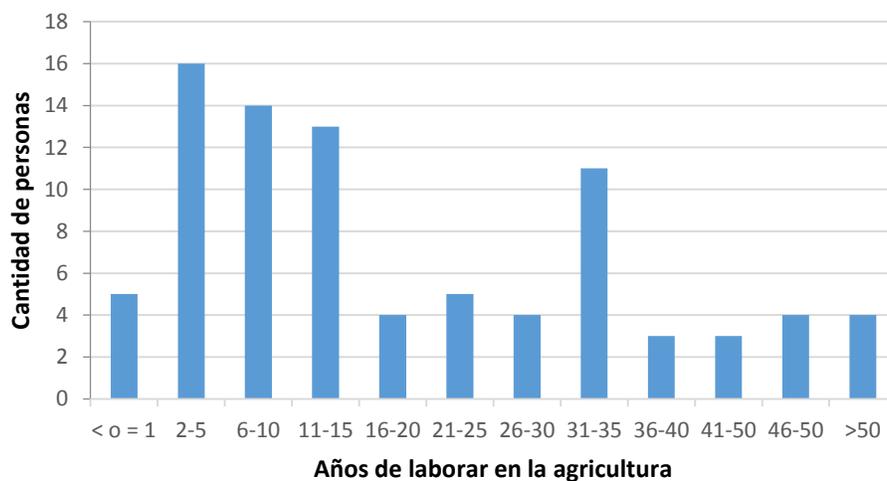
Un 47% de los agricultores tiene una jornada laboral de 8 horas diarias durante 6 días a la semana (lunes a sábado), para un total de 48 horas

semanales. Como resultado tienen una exposición directa al sol de alrededor de 8 horas diarias, y un 78% no tienen construcciones o sitios específicos para descansos o para ingerir los alimentos, por lo que muchos de ellos deben ingerirlos en el campo de trabajo o buscar una sombra debajo de un árbol para tomar estos tiempos. Además, hay que considerar que un 60% de esta población realiza actividad física o trabajos extra durante los fines de semana, lo cual es otro factor de riesgo que aumenta la exposición a RUV. Aun así, sólo el 6% de la población tiene una jornada mayor a las 8 horas y un 43% menor a las 8 horas diarias. En este sentido, estudios realizados en Canadá demuestran, por ejemplo, que en

trabajadores de Malta el 50% de la población se expone al sol durante mínimo 3 horas por día, así mismo encuestas realizadas en California y Wisconsin muestran que una exposición al sol de la población agrícola es de 4.5 horas por día (Glanz, Buller, & Saraiya, 2007). Por lo tanto, la exposición laboral de la población en estudio es mayor en comparación con exposición laboral de poblaciones similares en otros países.

Por otra parte, se encontró que al menos el 50% de la población encuestada tiene más de 10 años de exponerse al sol, lo cual como se ha venido mencionando constituye un factor de riesgo importante.

Figura 1: Años laborales con exposición al RUV de los trabajadores dedicados a la agricultura.

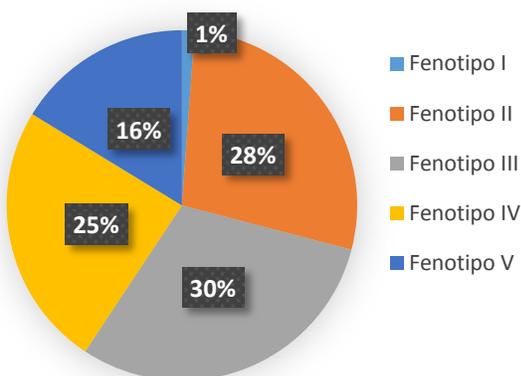


Fuente: Álvarez, R. Gómez, S. (2014)

Los años de exposición acumulada al sol son un factor de riesgo que pueden aumentar la probabilidad de desarrollar cáncer de piel (American Cancer Society, 2014), en el gráfico 1 se puede observar que existe población con una gran heterogeneidad de años de trabajar en agricultura, siendo los casos más importantes los que se encuentran el rango de 11 a 15 años de exposición. De igual forma, la población no considera la recomendación de la CCSS para la edad para pensionarse, y en la actualidad no existen valores límites de exposición acumulada a RUV que determinen los tiempos de exposición diarios o anuales.

También es importante considerar el fenotipo de piel de la persona, ya que a menor valor del fenotipo, mayor es el riesgo a desarrollar daños a la piel por exponerse a RUV (Rodríguez, Hecheverría, & Azze, 2001), (Gruijl, 1999).

Figura 2. Porcentaje de personas de acuerdo al fenotipo de piel de los entrevistados



Fuente: Álvarez, R. Gómez, S. (2014)

El 30% de la población entrevistada muestra un fenotipo de piel de tipo III, el cual tiene una reacción sensible a las radiaciones ultravioleta donde la persona se queman poco y se broncean gradualmente (Melo, 2012). Otro 28% de la población presenta un valor de fenotipo II, teniendo una reacción muy sensible a la RUV, quienes se queman y se broncean con dificultad. Por otra parte, los fenotipos IV y V se presentan en un 41% de la población muestreada, siendo los fenotipos con menor sensibilidad a las RUV.

Al igual que en estudios similares hay una parte importante de la población con tipos de piel muy sensibles a los rayos del sol, (59% de la población con fenotipos inferiores a III), y que por lo tanto esta mayoría de población se encuentra bajo un mayor riesgo de sufrir daño a la piel; lo cual efectivamente podría estar siendo otro factor de riesgo de cáncer piel en la población entrevistada (Glanz, Buller, & Saraiya, 2007), (Amstrong & Krickerb, 2001).

Al correlacionar el fenotipo de piel con la cantidad de fotosensibilización¹ manifestada en la piel de la población entrevistada, se encontró un valor de significancia de 0.207, con lo cual no es posible realizar alguna conclusión representativa y confiable.

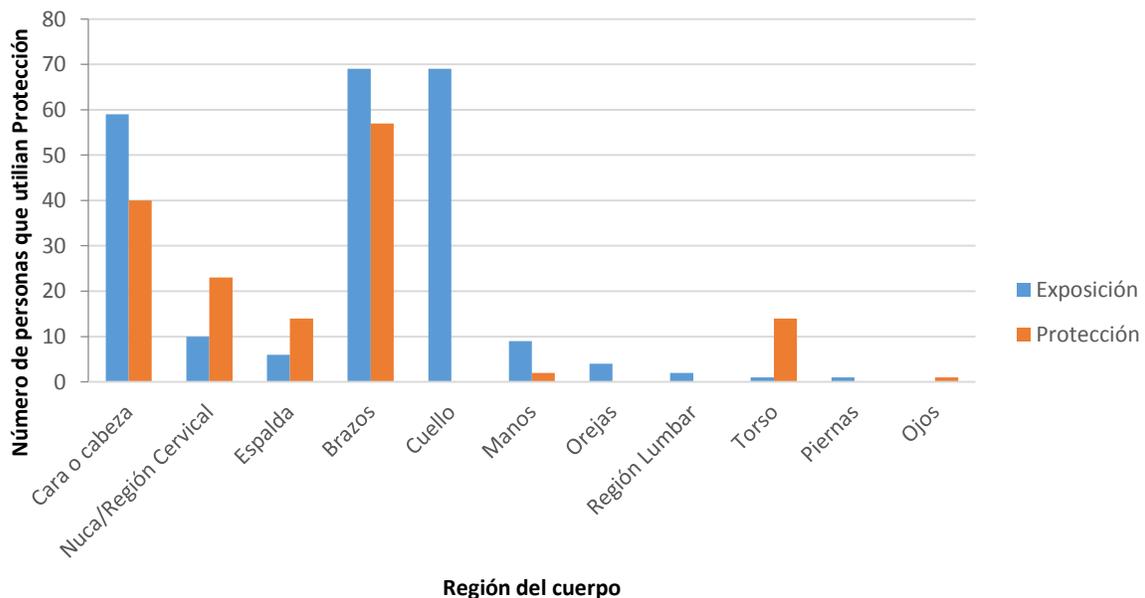
¹ Entiéndase por fotosensibilización como una reacción de la piel provocada por la acción de los rayos, manifestado en: lunares, manchas, granos con las características determinadas por el ABCDE de la detección de cáncer de piel.

Algunos mecanismos que los agricultores utilizaban para cubrirse y protegerse contra los efectos dañinos de los rayos son: gorra, suéter, pañuelos que cubren la región posterior del cuello, camisas manga larga, mangas y lentes. Aunque más del 50% de la población entrevistada conoce sobre los riesgos de exponerse a radiación ultravioleta, no todos utilizan los mecanismos necesarios para cubrirse las partes expuestas al sol. El mecanismo más utilizado para protegerse contra el sol es el bloqueador solar, pero sólo el 50% utiliza este mecanismo de los cuales el 85% lo utiliza 1 vez al día y solo el 9% dos veces al día, seguido por camisas con

mangas largas y gorra, ambas con un 30% de uso en los entrevistados.

A pesar de que la mayoría de los casos no utiliza más de un mecanismo de protección, los agricultores perciben que las regiones anterior y posterior del cuello son las zonas de mayor exposición al sol, seguido de los brazos y la cara. Las regiones consideradas con menor exposición son: torso, piernas y ojos. Siendo aquellas partes del cuerpo en la que la menor cantidad de los agricultores utilizaban algún medio para protegerse contra el sol.

Figura 3: Zonas con exposición a radiación ultravioleta de acuerdo a la población en estudio y uso de protección.



Fuente: Álvarez, R. Gómez, S. (2014).

Como se observa en el gráfico 3, la cara, cuello y brazos son las áreas que están siendo menos protegidas (sin tomar en cuenta el bloqueador), aunque los trabajadores lo señalan como zonas de gran exposición. Es importante recalcar que estas áreas son de mayor riesgo de desarrollar cáncer (American Cancer Society, 2014).

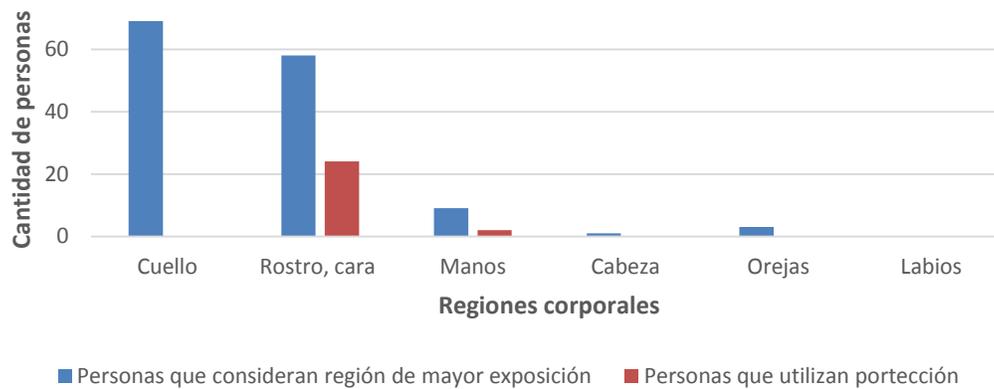
Igualmente, la mayoría de las personas utilizan un solo mecanismo de protección, agravando su exposición al sol, esto se puede deber a: inexistencia de recursos para la protección (mecanismos de protección, acciones preventivas), la situación económica e incomodidades de los equipos de protección.

Además, como bien se menciona en la teoría, uno de los efectos de la exposición a radiación ultravioleta es la formación de cataratas en los ojos (Segura, Guimaraens, & Rupérez, 2010), aún así, se encontró que de la población en estudio, sólo una persona se protege con lentes.

Se encontró que solo el 70% de la población conoce sobre al menos un efecto de la exposición a radiación ultravioleta. De este 70% únicamente el 58% de la población se protege específicamente con bloqueador solar. Lo cual podría deberse a razones de índole económica, cultural o a factores personales. Existe también una parte de la población no informada (30% de la población total) que a pesar de no conocer sobre al menos un efecto grave a la salud por exponerse a RUV utiliza bloqueador solar, esto podría deberse a que esta parte de la población tiene una noción general de los efectos adversos mas no el conocimiento de las enfermedades producto de las RUV.

A pesar de que el 50% de la población total utiliza bloqueador solar, este no es un mecanismo de protección suficiente para reducir la aparición de cáncer de piel, ya que en la comunidad científica *“la evidencia no es concluyente acerca de si el protector solar puede ayudar a reducir la incidencia de carcinoma de células basales”* (Glanz, Buller, & Saraiya, 2007).

Figura 4: Zonas con exposición a radiación ultravioleta de acuerdo a la población en estudio y uso de protección.



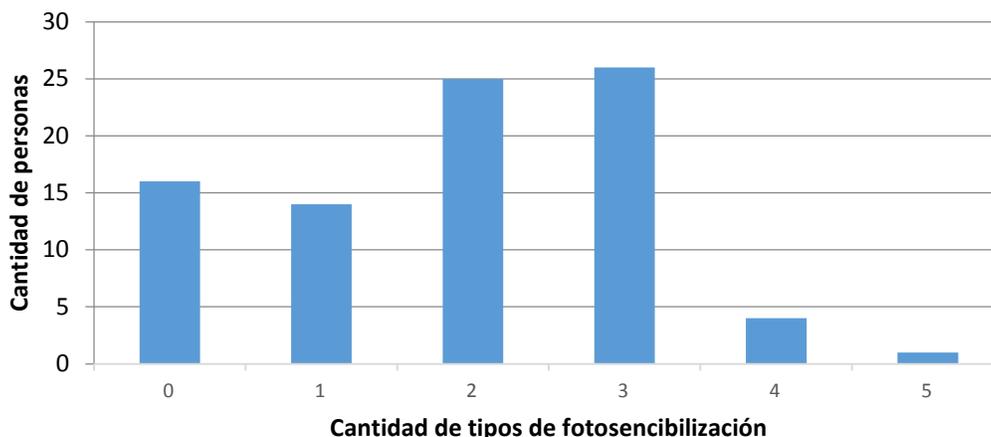
Fuente: Álvarez, R. Gómez, S. (2014).

Las zonas que la población entrevistada considera como de mayor exposición y más afectadas por la exposición solar no son necesariamente las de mayor riesgo de acuerdo a la comunidad científica, la población estudiada usa poca protección en estas regiones (cara, brazos, cuello) y usa poca o ninguna protección en el resto de regiones corporales consideradas por la población como de menor riesgo (orejas, labios, manos, rostro, cuello) que son a su vez zonas de mayor riesgo de generación de cáncer (ver Figura 4).

Se sabe entonces que la población en estudio tiene información escasa y poco efectiva y que además presenta una variedad de factores de riesgo como lo son la cantidad de horas de exposición, la antigüedad de la exposición, la exposición acumulada y el fenotipo de piel.

El siguiente gráfico señala la manifestación de los efectos del sol percibida por la población en estudio sobre su piel (fotosensibilización).

Figura 5: Cantidad de personas de acuerdo a la cantidad de fotosensibilización.



Fuente: Álvarez, R. Gómez, S. (2014)

La mayoría de la población entrevistada mostró al menos tres tipos de fotosensibilización (lunares, manchas, granos, con características del ABCDE de la detección de posibles síntomas cáncer de piel).

El 81% de la población manifestó al menos 1 tipo y solo el 19% no indicó la existencia de algún tipo de fotosensibilización (es decir no se observó ninguna reacción en la piel similar a la descrita por la teoría del ABCDE de la detección de posibles síntomas de cáncer de piel). Esto podría estar relacionado de forma directa con las prácticas agrícolas que la población ha tenido a lo largo de su vida laboral en el campo, con los escasos mecanismos de protección y el exceso de exposición al sol, la falta de información y de atención de su salud.

Análisis de la correlación entre cáncer de piel y RUV-B

Contrario a lo esperado, el valor de la correlación entre las variables en estudio es negativa. Esto se puede deber a que los datos de RUV-B (factor usado para la correlación) no crecen de forma constante en períodos anuales, sino que tienen picos de crecimiento, periodos de constancia e incluso en algunos años picos de disminuciones importantes.

Los datos de RUV-B para la primera década no variaron mucho (2480 mW/m² a 2500 mW/m²) contrario al segundo período donde se dieron los valores más altos y bajos de todo el estudio, mínimo 2430 mW/m² y máximo 2530 mW/m² (valores de

irradiancia). El análisis por décadas permite una mejor visualización del aumento o disminución, esto porque al tener valores por año, los datos son muy heterogéneos. Es importante mencionar que existe una fuente de sesgo en el cálculo de los valores de RUV-B, ya que como se mencionó en la metodología las variables para el cálculo tuvieron que ser obtenidas de distintas estaciones meteorológicas (mecánicas o manuales). Los datos a partir del año 2000 requirieron realizar mayor cálculo, esto porque las estaciones meteorológicas cercanas a las zonas de estudio cambiaron y las nuevas no contaban con los datos necesarios para realizar el cálculo directo. La variedad de métodos utilizados para el cálculo de RUV-B a través de los años podría explicar el comportamiento de los datos encontrados.

Por otra parte, se encontró que los diagnósticos (casos nuevos para cada año) de cáncer de piel presentaron un comportamiento variado a través de los años con una tendencia a aumentar en todo el periodo. Se notó un crecimiento importante en la última década pasando de 15 diagnósticos a 23 en la segunda, por lo tanto los diagnósticos de cáncer de piel para la segunda década son mayores a los de la primera. Este aumento de los diagnósticos para la última década puede deberse a que

a través de los años la CCSS ha venido informando a la población por medio de campañas acerca de las consecuencias de exponerse a las RUV, por lo que ahora las personas podrían estar más alerta y consultan al médico, lo que podría generar que los diagnósticos aumenten a través de los años (Calderón, 2014).

Sumando a lo anterior, el aumento de los casos nuevos de cáncer de piel puede estar viéndose afectado por factores como la herencia genética, características personales (exposición en periodos de la niñez y otros factores de riesgo no relacionados con la exposición ocupacional); uso de productos químicos que afectan la piel y la salud, tendencia que de acuerdo al MAG ha aumentado comparada con otros periodos (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2014).

Para poder establecer una relación entre los diagnósticos nuevos de cáncer de piel por año y los valores de RUV-B, como se ha venido mencionando, es necesario periodos de estudio agrupados en décadas, ya que las consecuencias de la RUV-B se manifiestan al menos después de diez años de exposición continua, por lo que también se requiere una población de estudio que tenga como mínimo diez años de trabajo directo al sol (American Cancer Society, 2014).

Tomando en cuenta lo anterior y sumando a esto la fuente de sesgo del cálculo, no se encontró una correlación positiva.

Además, se puede ver que hay una exposición a niveles de RUV-B altos comparados con valores encontrados en estudios similares; en los cuales los rangos van desde los 2000 mW/m² a los 11000 mW/m² con personas expuestas a RUV-B durante 4 horas continuas, valores que según otros investigadores son ya muy altos y de riesgo importante (Zárat, Carvalho, Londoño, Restrepo, & Silva, 1997). Por lo tanto, los valores de RUV-B ambientales encontrados durante el periodo y los prolongados tiempos de exposición, constituyen un importante factor de riesgo de desarrollar cáncer de piel.

CONCLUSIONES

El estudio muestra que los valores de la irradiación RUV-B son cambiantes, mostrando mayores fluctuaciones en la segunda década, lo cual podría deberse a los cambios de equipo, también o por causas naturales del ambiente. Por lo que se requiere un estudio más detallado para conocer de forma más precisa los cambios de RUV-B y entender de forma más directa la repercusión que esto puede tener en la salud de la población estudiada.

Además, se demostró que los aumentos no son anualmente crecientes, si no que estos podrían estarse viendo más evidentes por décadas. No se determinó una asociación proporcional positiva entre los diagnósticos de cáncer de piel y valores de RUV-B. De igual forma los valores de RUV-B encontrados son elevados en comparación con algunos estudios similares frente a valores mostrados en estudios similares.

El estudio de los factores de riesgo presentes en la población agrícola entrevistada indica que las condiciones actuales de exposición a RUV aumentan el riesgo de desarrollar cáncer de piel, ya que se encontró que existen jornadas laborales extensas, sumado a largos periodos de acumulación de exposición y malas prácticas de protección ligadas a información deficiente como características principales de la población.

La mayor parte de la población posee fenotipos de piel medios que son sensibles a las RUV. Ligado a esto casi la totalidad de la población presentaron evidencias de efectos por la exposición a las RUV identificados como factores de fotosensibilización.

Se recomienda aumentar el número de trabajadores a entrevistar, esto para generar

más fuentes de datos; de igual forma, al tratarse de exposición continua a RUV, es necesario establecer criterios de exclusión, tales como: más de 10 años de exposición continua a RUV y con al menos 10 años de vivir en la región de estudio (por las diferencias de altura). También se considera necesario realizar evaluaciones personales por exposición ocupacional directa a RUV durante las jornadas de trabajo.

Así mismo se recomienda contar con los expedientes médicos de las personas diagnosticadas con cáncer de piel en el periodo de estudio, para así determinar si el cáncer es de origen ocupacional.

BIBLIOGRAFÍA

American Cancer Society. (Abril de 2014). Cáncer de piel tipo melanoma . Recuperado el Setiembre de 2014, de <http://www.cancer.org/acs/groups/cid/documents/webcontent/002312-pdf.pdf>

Amstrong, B. K., & Krickerb, A. (2001). The epidemiology of UV induced skin cancer. *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*, 8-18

Brack, D., Graber, M., Batten, R., & Mutisya, G. (2000). Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Obtenido de Acción por el ozono:

<http://ozone.unep.org/pdfs/ozone-action-sp.pdf>

Carvajal, Y. (22 de Mayo de 2014). Clasificación de las Zonas Altas de Cartago utilizadas por el MAG. (S. N. Gómez, Entrevistador)

Castellanos, M. H. (2011). Formula para el cálculo de la muestra en poblaciones finitas. Obtenido de <http://investigacionpediahr.files.wordpress.com/2011/01/formula-para-cc3a1lculo-de-la-muestra-poblaciones-finitas-var-categorica.pdf>

Castro, V. (1987). Nota de investigación N° 6. Radiación Solar Global en Costa Rica. Costa Rica.

Calderón, D. A. (22 de Mayo de 2014). Datos de Cáncer de piel de la Caja Costarricense del Seguro Social. (R. Álvarez García, & N. Gómez Serrano, Entrevistadores)

Centro de Astrobiología. (2014). Proyecto Académico con el Radio Telescopio de NASA en Robledo. Obtenido de CAPÍTULO 1. Propiedades de la radiación electromagnética: http://partner.cab.inta-csic.es/index.php?Section=Curso_Fundamentos_Capitulo_1

Chaves, J., Partanen, T., Wessling, C., Chaverri, F., Monge, P., Ruepert, C., Kauppinen, T. (2005). TICAREX: Exposiciones laborales a agentes cancerígenos y plaguicidas en Costa Rica. Prevención de Riesgos Laborales.

Consejo Nacional de Producción. (2007). Ministerio de Agricultura y Ganadería. Obtenido de SISTEMATIZACIÓN DE LA AGRO CADENA CEBOLLA: <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/a00077.pdf>

Cortés, A., Higuera, J., Reyes, C., Arriaga, E., Romero, C., Ribes, J., . . . Hernández, M. (2011). El índice ultravioleta en el ámbito laboral: un instrumento educativo. *Medicina y Seguridad del Trabajo*.

Diego Segura, B., & Rupérez Calvo, M. J. (2011). Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Obtenido de NTP 903: Radiaciones ópticas artificiales:criterios de evaluación: <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/NTP/NTP/Ficheros/891a925/903w.pdf>

Diego Segura, B., Guimaraens Juanena, D., & Rupérez Calvo, M. J. (2010). Sol en el trabajo, un peligro olvidado. *Seguridad y Salud en el Trabajo*, 10-17.

Environmental Protection Agency. (Setiembre de 2001). El Programa SunWise. Recuperado el Setiembre de 2014, de Efectos de la sobreexposición al sol sobre la salud: <http://www.epa.gov/sunwise/doc/efectos.pdf>

Fundación Cáncer de Piel. (2013). Información Sobre el Cáncer de Piel. Recuperado el 21 de Abril de 2014, de Carcinoma de Células Escamosas: <http://www.cancerdepiel.org/cancer-de-piel/carcinoma-de-celulas-escamosas>

Geun, S., Seok, H., Bae, H., Ha, J., Pak, H., Shin, Y., & Son, S. W. (2014). Implication of ultraviolet B radiation exposure for non-melanoma skin cancer in Korea. *Molecular & Cellular Toxicology*, 91-94.

Glanz, K., Buller, D., & Saraiya, M. (2007). Reducing ultraviolet radiation exposure among outdoor workers: state of the evidence and recommendations. *Environmental Health*.

Grant, W. B. (2002). An Estimate of Premature Cancer Mortality in the U.S. Due to Inadequate Doses of Solar Ultraviolet-B Radiation. En A. S. *Cáncer, Cancer* (págs. 1867–1875). American Cancer Society.

Grujil, F. d. (1999). Skin cancer and solar UV radiation. *European Journal of Cancer*, 2003–2009.

Gutiérrez, R. (2003). Cáncer de piel. *Revista de la Facultad de Medicina UNAM*, 1-6.

Hernández, L. K. (29 de Mayo de 2014). Información Climática de Radiaciones Ultravioleta del Instituto Meteorológico Nacional. (R. Álvarez García, & N. Gómez Serrano, Entrevistadores)

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2006). *Metodología de la Investigación*. Mexico: McGraw-Hill.

Instituto de Fortalecimiento y asesoría Municipal. (Agosto de 2009). *Municipalidad de Cartago*. Obtenido de PLAN DE DESARROLLO HUMANO LOCAL DEL CANTÓN DE CARTAGO 2010-2020: <http://www.ifam.go.cr/PaginalFAM/docs/PRODUCTOS%20FOMUDE%202006-2011/R4Productos/P23%20Planes%20DHL%20y%20Agendas%20Distritales/Planes%20de%20Desarrollo%20Humano%20Cantonal/Plan%20de%20Desarrollo%20Humano%20Local%20Cant%C3%B3n%20Cartago.pdf>

Instituto Nacional de Cáncer. (7 de Marzo de 2014). Instituto Nacional de Cáncer. Recuperado el 21 de Abril de 2014, de de los Institutos Nacionales de Salud en EE.UU:

<http://www.cancer.gov/espanol/cancer/ques>

Instituto Nacional de Estadística y Censos. (2011). Instituto Nacional de Estadística y Censos. Obtenido de X Censo Nacional de Población y VI de Vivienda 2011: Resultados Generales.

Instituto Meteorológico Nacional. (20 de Mayo de 2014). *Clima de Costa Rica y Variabilidad Climática*. Obtenido de IMN: <http://www.imn.ac.cr/educacion/clima%20de%20costa%20rica.html>

José Díaz, A. P. (2011). Cáncer de piel en pacientes menores de 40 años. Experiencia de cuatro años en el Hospital General de México. al.: Cáncer de piel en pacientes menores de 40 años en el Hosp. Gral. de México.

Knave, B. (Enero de 2001). *Enciclopedia*. Obtenido de RADIACIONES NO IONIZANTES: <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/EnciclopediaOIT/tomo2/49.pdf>

Lara, A. (Marzo de 2013). Proyecto: Fortalecimiento de la Atención Integral del Cáncer en la Rec- CCSS. Recuperado el 21

de Marzo de 2013, de Boetin N° 8:
<http://www.ccss.sa.cr/cancer>

Madera, P., Buendía, A., Arias, S., & Serrano, S. (2010). Evolución de la incidencia del cáncer de piel en el período 1978–2002. *Actas Dermo-Sifiliográficas*.

Mairena, J. M. (15 de Enero de 2013). El riesgo por cáncer de piel es en todo país y todo el año. Caja Costarricense de Seguro Social.

Mairena, J. M. (6 de Noviembre de 2013). Caja Costarricense del Seguro Social. Obtenido de Blog de Noticias: CCSS lanza campaña para que el trabajador agrícola evite el riesgo de cáncer de piel: <http://www.ccss.sa.cr/noticias/index/29-cancer/1153-ccss-lanza-campana-para-que-el-trabajador-agricola-evite-el-riesgo-de-cancer-de-piel>

Mark, N., & Zarraga, M. (2012). The Incidence of Nonmelanoma Skin Cancers and Actinic Keratoses in South Florida. *Clinical Aesthetic Dermatology*.

Ministerio de Agricultura y Ganadería. (Junio de 2013). Censo Trimestral de papa, cebolla y Zanahoría de Tierra Blanca, Llano Grande y Pacayas. Cartago, Costa Rica.

Ministerio de Salud de Chile. (Enero de 2007). Instituto de Salud Pública de Chile. Obtenido de EXPOSICIÓN LABORAL A LA RADIACIÓN ULTRAVIOLETA DE ORIGEN SOLAR:
http://www.ispch.cl/salud_ocup/hig_seg/rad_i_onizantes/doc/Radiacion.pdf

Ministerio del Poder Popular para el Comercio. (2000). Servicio Autónomo Nacional de Normalización. Obtenido de Norma Venezolana, Radiaciones no Ionizantes:
<http://www.sencamer.gob.ve/sencamer/normas/2238-00.pdf>

Ministerio de Ambiente, E. y. (2009). Estrategia Nacional de Cambio Climático. San José.

Municipalidad de Cartago. (Junio de 2014). Municipalidad de Cartago. Obtenido de Información Poblacional: <http://www.muni-carta.go.cr/nuestra-municipalidad/datos-generales/136-informacion-poblacional.html?showall=&start=1>

National Institute Cáncer. (18 de 7 de 2014). Genetics of Skin Cancer (PDQ®). USA

Naciones Unidas. (1992). Convención Marco de las Naciones Unidas Sobre el Cambio Climático. Definiciones, 3.

Nikolaou, V. A., Sypsa, V., Stefanaki, I., Gogas, H., Papadopoulos, O., Polydorou, D., Hatzakis, A. (2008). Risk associations of melanoma in a Southern European. *Cancer Causes Control*.

Organización Internacional del Trabajo. (2000). Organización Internacional del trabajo. Obtenido de Seguridad y Salud en la Agricultura:
http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/@e_d_protect/@protrav/@safework/documents/publication/wcms_117460.pdf

Organización Mundial de la Salud. (2003). ÍNDICE UV SOLAR MUNDIAL. Obtenido de <http://www.who.int/uv/publications/en/uvispa.pdf>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura. (2004). FAO. Obtenido de EL PAPEL DEL SECTOR AGROPECUARIO:
<http://www.fao.org/docrep/004/w7451s/w7451s02.htm>

Plaza, R. O. (Abril de 2011). El Escéptico 24. Obtenido de Prontuario de la Radiación Electromagnética:
http://www.eeza.csic.es/Documentos/Publicaciones/RadiacionElectromagnetica_Esceptico24.pdf

Promotora de Comercio Exterior de Costa Rica. (2014). PROCOMER. Obtenido de Sector Agrícola:
<http://www.procomer.com/contenido/sector-agr%C3%ADcola.html>

Ruiz, L. (2007). Agricultura: prevención de riesgos biológicos.

Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. (2000). Acción por el ozono. Obtenido de Edición 2000:
<http://ozone.unep.org/pdfs/ozone-action-sp.pdf>

Rodríguez, R., Hechavarría, J., & Azze, M. (2001). Cáncer de Piel y Ocupación. *Revista Cubana de Medicina*.

Rodríguez García, R., Hecheverría Mirayes, J., & Azze Pavón, M. d. (2001). Cáncer de piel y Ocupación. *Revista Cubana de Medicina*, 266-272. Obtenido de Cáncer de piel y Ocupación. Radiation and Risk of Non-Melanoma Skin Cancer in a Multinational European Study. *PLoS ONE* 8(4): e62359. doi:10.1371/journal.pone.0062359

Skvarca, J., & Aguirre, A. (2006). Public Health . Obtenido de Normas y estándares aplicables a los campos electromagnéticos de radiofrecuencias en América Latina: guía para los límites de exposición y los

protocolos de medición:

<http://www.scielosp.org/pdf/rpsp/v20n2-3/17.pdf>

Sliney, D. H. (2001). Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Obtenido de Radiaciones Ultravioleta: <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/EnciclopediaOIT/tema2/49.pdf>

Sociedad Americana de Cáncer. (3 de Marzo de 2014). American Cancer Society. Cáncer de piel: células basales y células escamosas: <http://www.cancer.org/espanol/cancer/cancer-depiel-celulasbasalesycelulasescamosas/guia-detallada/cancer-de-piel-celulas-basales-y-celulas-escamosas-what-is-what-is-basal-and-squamous-cell>

Surdu S, Fitzgerald EF, Bloom MS, Boscoe FP, Carpenter DO, et al. (2013) Occupational Exposure to Ultraviolet

Thieden, Elisabeth; Philipsen, Peter A.; Heydenreich, Jakob; Wulf, Hans Christian. (2014). UV Radiation Exposure Related to Age, Sex, Occupation, and Sun Behavior Based on Time-Stamped Personal Dosimeter Readings. *JAMA Dermatology*, 197-203.

Ulloa, D. (12 de Noviembre de 2013). Médicos hacen un llamado a agricultores a cuidarse por cáncer de piel. *Amelia Rueda.com*.

Vega, M. V. (2008). La capa de ozono. *Revista Biocenosis*, 2.

Wanga, K., & Dickinsonb, R. E. (2013). Contribution of solar radiation to decadal temperature variability over land. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 14877–14882.

Young, C. (2009). Solar ultraviolet radiation and skin cancer. *Occupational Medicine*.

ANEXO 1: ENTREVISTA ESTRUCTURADA Y GUÍA DE OBSERVACIÓN DE LESIONES

La siguiente herramienta consiste como primera y segunda parte entrevistas estructuradas que permiten identificar factores personales y de la tarea de la población a entrevistar; como segunda parte, es la guía para la identificación de síntomas.

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA		 <small>Tecnológico de Costa Rica</small>	
Proyecto de Investigación Radiación ultravioleta – Cáncer de piel			
Guía para la observación de condiciones de trabajo y síntomas de cáncer de piel o con potencial de serlo			
Elaborado por:	Noelia Gómez Serrano		
	Roberto Álvarez García		
Validado por:	Dr. Alejandro Calderón.		
Aplicador:		Código:	
Finquero:		Distrito:	
Caserío:		Fecha:	
Condición Climática del día:		Hora:	

I. FACTORES PERSONALES

Entrevistado:		Edad:	
Género:		Actividad:	
Puesto Actual :			
Antigüedad en el puesto actual:			
Otros Puestos:			
Antigüedad en Otros:			
Años de Trabajar en Agricultura:			
Trabajos anteriores:			
Fuma:	Si ()	No ()	¿Hace cuánto fuma?

¿Ha tenido alguna vez ampollas en la piel por exponer al sol?	
¿Ha necesitado algún medicamento o remedio casero para sanar alguna quemadura por exposición al sol?	
Si ()	No ()

II. FACTORES DE LA TAREA:

Jornada laboral:		Equipo de protección personal:	
Cultivo:		Presencia de sombras para descansos:	Si () No ()
Sitios para ingesta de alimentos:			
¿Hora crítica de exposición al sol?			

III. IDENTIFICACIÓN DE TIPOS DE FOTOSENSIBILIZACIÓN

El ABCDE es la nemotecnia para aplicar en las lesiones pigmentarias o en la evaluación de lunares para ayudarse a orientar el diagnóstico entre una lesión benigna o maligna.

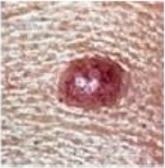
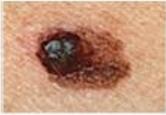
A: asimetría

B: bordes irregulares

C: color heterocrómico

D: diámetro mayor de 6 mm

E: evolución, elevación

<p>Este lunar benigno es simétrico. Si traza una línea por el medio, los dos lados se corresponderán.</p>		<p>A</p>		<p>Si traza una línea por el medio de este lunar, las dos mitades no se corresponderán, lo que significa que es asimétrico, un signo de advertencia de melanoma.</p>
<p>Un lunar benigno tiene bordes parejos y lisos, a diferencia del de la página opuesta.</p>		<p>B</p>		<p>Los bordes de un melanoma precoz tienden a ser disparejos. Los bordes pueden estar festoneados (con puntas) o tener muescas (con huecos en forma semicircular).</p>
<p>La mayoría de los lunares benignos tiene un solo color, a menudo un tono único de marrón.</p>		<p>C</p>		<p>Tener variedad de colores es otro signo de advertencia. Pueden aparecer tonos diferentes de marrón, bronce o negro. Un melanoma también puede volverse rojo, blanco o azul.</p>
<p>Los lunares benignos generalmente tienen un diámetro menor que los malignos.</p>		<p>D</p>		<p>Los melanomas generalmente son más grandes en diámetro que el tamaño del borrador de su lápiz (1/4" de pulgada o 6mm) pero, a veces, pueden ser más pequeños cuando recién se los detecta.</p>
<p>Los lunares benignos comunes tienen siempre el mismo aspecto. Esté alerta cuando un lunar comienza a evolucionar o cambia de cualquier manera</p>		<p>E</p>		<p>Cualquier evolución en tamaño, forma, color, elevación, u otro rasgo, o cualquier nuevo síntoma como sangrado, picazón o formación de una costra indica peligro.</p>