
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA, LEÓN
FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS



Tesis para optar al Título de: "Doctor en Medicina y Cirugía General".

Alteraciones Renales Causadas Por Estrés Térmico En Los
Trabajadores De La Rosquillera Vílchez Tinoco En Somoto, Madriz

Autores:

Br. Cynthia Gammar Bárcenas Huete.

Br. Jennhy Lissett Villegas Villegas.

Tutor:

Luis E. Blanco Romero, MSc.

PhD. Medicina Ocupacional

Profesor titular.

"A la libertad por la Universidad"



Contenido

<i>AGRADECIMIENTO</i>	i
<i>DEDICATORIA</i>	ii
I. RESUMEN	1
II. INTRODUCCIÓN	2
III. ANTECEDENTES	3
IV. JUSTIFICACIÓN	6
V. PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA	7
VI. OBJETIVOS	8
VII. MARCO TEÓRICO	9
VII. 1 Estrés Térmico	9
VII. 2. Factores De Riesgo En El Trabajador	11
VII. 3. Alteraciones Sistémicas Producidas Por La Exposición Al Calor	13
VII 4. Función Renal Y Estrés Térmico	16
VII. 5 Fundamentos Del Estrés Físico En Condiciones De Calor	18
VII 6. Estimación De La Carga Térmica Metabólica	20
VII 7. Materiales Que Se Utilizan Para Medir El Estrés Térmico:	21
VII 8. Clasificación de metabolismo por tipo de actividad.	22
VIII. DISEÑO METODOLOGICO	23
IX. RESULTADOS	33
X. DISCUSIÓN	44
XI. CONCLUSIONES	47
XII. RECOMENDACIONES	48
XIII. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA	49
XIV. ANEXOS	54
ANEXO 1	55
ANEXO 2	57
ANEXO 3	61
ANEXO 4	62
ANEXO 5	63



AGRADECIMIENTO

Primero a Dios y a la Virgen Santísima por estar acompañándonos y bendiciendo cada paso que hemos dado a lo largo de nuestras vidas.

A nuestros padres, por siempre orientarnos el camino, con sus enseñanzas, su ejemplo, su amor y su respeto.

A nuestros hermanos por motivarnos a ser mejores personas para ellos cada día.

A nuestro tutor Dr., Luis Blanco por brindarnos sus conocimientos y estar con nosotras en cada paso que dimos al realizar nuestra investigación.

A los participantes de la investigación, que gracias a su colaboración se pudo concluir satisfactoriamente este trabajo investigativo.



DEDICATORIA

A Dios y a la Virgen Santísima.

A mis padres Jorge y Emma por su amor, por sus cuidados día a día, por sus exigencias, por contribuir a convertirme en la persona que soy y por regalarme la familia perfecta para mí.

A mis hermanos Claudia y Jorge, quienes han brindado su confianza en cada una de mis decisiones, su apoyo y amor incondicional.

A mi familia: mis abuelitas, tías, tíos y primos por brindarme su amor y motivarme a cumplir mis sueños, por exigirme a dar lo mejor de mí cada día, por creer en mí.

Y a todas aquellas personas que me motivaron a estudiar la carrera de medicina.

Br. Cynthia Gammar Bárcenas Huete.

Dedico esta tesis primero a Dios quien supo guiarme y darme las fuerzas necesarias para salir adelante, el que me acompaña y siempre me levanta.

A mi madre que ha sido mi amiga, mi guía, por su sacrificio y esfuerzo, por darme una carrera y por creer siempre en mí.

A mi amado hijo Alejandro y mi querida hermana por ser mi fuente de motivación e inspiración para poder superarme cada día más, para lograr un futuro mejor.

A mi familia, mis tías y tío que han sido segundos padres para mí y que me han brindado su apoyo para poder lograr este sueño.

Y a ti querido compañero y esposo que a pesar de nuestras diferencias has logrado hacerme muy feliz.

Br. Jennhy Lissett Villegas Villegas



I. RESUMEN

Alteraciones Renales Por Estrés Térmico En Trabajadores De Rosquillera Vílchez- Tinoco

Introducción: El estrés térmico resulta de la interacción entre las condiciones ambientales del lugar donde trabajan, la actividad física que realizan y la ropa que llevan. Es decir, es la causa de diversos efectos patológicos que se producen cuando se acumula excesivamente calor en el cuerpo y que puede conllevar a alteraciones renales.

Objetivo: Identificar la relación que existe entre la exposición al estrés térmico y las alteraciones de la función renal en los trabajadores de una rosquillera en Somoto, Matriz.

Métodos: En 35 trabajadores que laboraban en Rosquillera Vílchez-Tinoco se aplicó un cuestionario sobre datos generales y potenciales confusores; se midió índice WBGT, gravedad específica de la orina y la Tasa de Filtración Glomerular (TFG) antes y después de una semana laboral. Durante la jornada se estimó el nivel de estrés térmico según la carga de trabajo realizada y el área de trabajo, y se cuantificaron las pérdidas hídricas a través del programa PHS de J. Malchaire.

Resultados: se estudiaron 35 trabajadores de los cuales 12 trabajadores presentaron riesgo de estrés térmico asociado a cargas metabólicas moderadas y elevadas y mayor índice de WBGT; en cuanto a las pruebas de función renal se logró identificar la TFG disminuida en la post jornada con una prevalencia del 45.7%. Con relación a los niveles de hidratación se observó cambios en los niveles de hidratación a medida que avanza la jornada laboral de 14.3% deshidratados al inicio de jornada a 94.3% al finalizar la jornada.

Conclusión: al finalizar la jornada laboral se pudo determinar que la exposición a elevadas temperaturas y la sobrecarga física es capaz de generar una tendencia hacia la deshidratación con el incremento subsecuente de los valores de la gravedad específica urinaria, así como cambios en la función renal determinados por una disminución en la tasa de filtración glomerular.



II. INTRODUCCIÓN

El estrés térmico es la carga de calor que los trabajadores reciben y acumulan en su cuerpo. Este resulta de la interacción entre las condiciones ambientales del lugar donde trabajan, la actividad física que realizan y la ropa que llevan. Es decir, es la causa de diversos efectos patológicos que se producen cuando se acumula excesivamente calor en el cuerpo.¹

Entre el 75% y el 80% de la energía desarrollada con el trabajo muscular se libera en forma de calor. Para enfriar el cuerpo tenemos que sudar y para esto hay que beber agua, si falla este parámetro (hidratación) incurriremos sin remedio en los problemas asociados de estrés por calor.²

Al trabajar podemos perder grandes cantidades de sudor (más de 1,000 ml /hora). Incluso una pérdida de sudor de tan sólo el 1% del peso corporal (60-80 cc) afecta considerablemente al rendimiento laboral.

A nivel mundial la Enfermedad Renal Crónica (ERC) debido a su creciente incidencia y prevalencia, y ser una causa de muerte; se considera un problema importante de salud pública.³ Actualmente su prevalencia en países desarrollados como los Estados Unidos tiene un rango de 13% -16% y se asocia a las altas tasas de obesidad. En países en vías de desarrollo la prevalencia varía de 2% a 16% con asociaciones de otras enfermedades crónicas como diabetes e hipertensión.⁴

Con esta investigación se pretende identificar las posibles alteraciones en la función renal causadas por el trabajo, mediante un estudio en el cual los participantes tendrán períodos alternos de exposición a estrés térmico: exposición (durante jornada laboral) y no exposición (fuera de la jornada) para analizar los cambios en la función renal que se pueden producir.



III. ANTECEDENTES

Son pocos los estudios realizados con el fin de explicar los efectos del estrés térmico en la función renal en los trabajadores. En Sudáfrica, un estudio en los trabajadores forestales comparó los niveles de hidratación antes y después de la jornada laboral durante el otoño e invierno. Ambos grupos presentaban porcentaje casi similares de deshidratación antes de la jornada laboral, 43 % en otoño y 47% en invierno. Al terminar la jornada laboral, el porcentaje de trabajadores con deshidratación presentaba aumento similarmente significativo de 64% en otoño y 63 % en invierno. Además ambos grupos perdieron ≥ 2 % del peso corporal. De estos el 23% en otoño y 13 % en invierno se híper-hidrataron.⁵

Por otro lado, los estudios sobre la epidemia de Enfermedad Renal Crónica (ERC) que afecta a Nicaragua y resto de Centroamérica se limitan a describir la prevalencia de esta enfermedad y a valorar el riesgo relativo de algunas características de las poblaciones afectadas, sin mucha atención al rol del estrés térmico. En ciertas regiones de América Central, se ha observado un incremento marcado en la ocurrencia de la enfermedad renal terminal, especialmente en hombres jóvenes trabajadores agrícolas. En El Salvador, la mortalidad por enfermedad renal subió hasta diez veces entre los años 1984 y 2005.⁶

En el año 2005, un taller centroamericano reconoció el incremento de enfermedad renal crónica como un grave problema de salud pública. En realidad, una epidemia de ERC de etiología desconocida está ocurriendo a lo largo de la costa pacífica de Centroamérica. Se han planteado como probables factores de riesgo las exposiciones a agentes químicos y el trabajo extenuante con sobrecarga muscular en un ambiente caliente resultando en deshidratación repetida y crónica.⁷

Un estudio realizado en el noroeste de Nicaragua, comparó el comportamiento de la Enfermedad Renal Crónica en 5 comunidades. El estudio tomó en cuenta diferencias de alturas sobre el nivel del mar y la ocupación principal de cada comunidad (agricultura minera (100-300 m), plátano / caña de azúcar (100-300 m),



la pesca (0-100 m), servicios (0-100 m), y café (200-675 m). Se observó prevalencias de creatinina sérica con resultados anormales y prevalencias de la tasa de filtración glomerular estimada <60 ml/min/1.73 m², en el 14% y 3% de los hombres y mujeres, respectivamente. En cambio la proteinuria, predomina en el rango bajo, afectando el 14% hombres y el 11% de mujeres sin diferencias marcadas entre las comunidades. Por ocupación, la creatinina sérica anormales ocurrieron en el 31% de los trabajadores agrícolas y 43 % en los artesanos masculino. Otro dato de particular interés, es que los hombres mostraban una alta prevalencia de la hipofunción renal de origen desconocido, posiblemente ambiental u ocupacional.⁸

En un estudio realizado en el municipio de León en tricicleros, se encontró una reducción de la TFG en la post jornada el 48.4% mayor e igual a 90 y el 51.6% con una TFG menor de 90. Los cambios en la función renal según TFG fueron notables en la post-jornada en la disminución TFG en al menos un estadio con un 35.5%; también se determinó cambios en los niveles de hidratación debido a los hábitos de hidratación en la pre-jornada, solo el 8.1% se encontraban muy deshidratados y que para la post-jornada estos aumentaron más del doble con 35.5%.⁹

En el municipio de Chichigalpa (Departamento de Chinandega, Nicaragua), una de las regiones más afectadas por la ERC, se determinó la prevalencia en personas con edades entre 20 y 60 años según su salud, la ocupación y los hábitos de los participantes. Se reporta que afecta principalmente a los varones con una razón hombre: mujer de hasta 5:1 con daño renal irreversible. Los factores de riesgo conocidos (diabetes mellitus e hipertensión arterial) no se asociaron a la enfermedad, aunque si aparecieron asociados hábitos como ingesta de alcohol, haber trabajado agricultura particularmente en caña, en algodón, o haberse intoxicado con plaguicidas.^{10, 11, 12}



Las estadísticas de mortalidad del 2005 del Ministerio de Salud de Nicaragua mostraron que la tasa de mortalidad por insuficiencia renal fue 13 veces mayor en las zonas cañeras que la tasa nacional.¹³

En un estudio realizado en Guanacaste, Costa Rica se determinó que las temperaturas mensuales promedios máximas al aire libre durante los meses de cosecha en las plantaciones de caña, varían entre 32 y 36 grados Celsius. Los resultados indican que según el estándar ISO 7243, los cortadores solo deben trabajar al esfuerzo máximo 20 minutos de cada hora para evitar el riesgo de estrés térmico.

Aunque se considera que los mayores riesgos de calor ocurren en zonas calientes al nivel de mar durante la zafra, un estudio en Costa Rica durante la época de no-zafra también detectó riesgos de estrés térmico para trabajadores de labores agrícolas en época de mantenimiento en zonas de mayor altura (entre 225 y 660 metros sobre el nivel del mar).^{14, 15}

Es probable que en un futuro cercano el cambio climático global incremente aún más los peligros del estrés por calor debido a un aumento en temperatura, y olas de calor más frecuentes y más severos

Actualmente no se ha podido determinar si la exposición a estrés térmico y la sobrecarga física son factores que desencadenan la insuficiencia renal de una forma directa, sin embargo se han planteado como factores de riesgo que deberán ser estudiados para determinar su correlación con esta patología. Se deben hacer estudios en otros campos laborales para determinar cómo esta exposición afecta la función renal aguda y crónica.



IV. JUSTIFICACIÓN

Actualmente la exposición de los trabajadores al estrés térmico, asociado a la sobrecarga metabólica es una de las principales variables que está siendo estudiada como factor de riesgo de la enfermedad renal, un importante problema de salud pública que ha venido incrementando a nivel mundial y que en Nicaragua ha mostrado un aumento significativo especialmente en el occidente del país, constituyendo una causa importante de cifras elevadas en hospitalizaciones y ausentismo laboral.

A través de nuestro estudio, se pretende generar mayor información sobre los riesgos de trabajar en condiciones de estrés térmico y el impacto que pueda generar.

Este conocimiento servirá de evidencia científica para que trabajadores en iguales condiciones (trabajo extenuante) desarrollen medidas que contribuyan a disminuir el efecto causado por el estrés térmico en su función renal. Igualmente servirá para orientar futuras investigaciones en la búsqueda de la causalidad de la epidemia de enfermedad renal que afecta la región mesoamericana.



V. PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA

La existencia de calor en el ambiente laboral constituye frecuentemente una fuente de problemas que se traducen en quejas por falta de confort, bajo rendimiento en el trabajo y, en ocasiones, riesgos para la salud.

La tasa de mortalidad por Enfermedad Renal Crónica (ERC), en Nicaragua, ha tenido un incremento en los últimos años. Según el Ministerio de Salud (MINS), la mortalidad por enfermedad renal terminal pasó de 6.8 por 100,000 habitantes en 1996, a 10 en el 2005. Los estudios epidemiológicos sugieren que los trabajadores de las panaderías si están sometidos a estrés térmico, sin embargo no hay estudios que investiguen más a fondo que consecuencias a nivel renal pueden presentar estos trabajadores. Existen muchas incógnitas con respecto a la etiología, factor de riesgo, prevalencia e incidencia en Nicaragua de las alteraciones renales. Es por esto que nos hacemos la siguiente pregunta de investigación:

¿Cuáles son las alteraciones en la función renal causadas por el estrés térmico en trabajadores de una rosquillera en el municipio de Somoto?



VI. OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL:

Identificar la relación que existe entre la exposición al estrés térmico y las alteraciones de la función renal en los trabajadores de una rosquillera en Somoto, Matriz.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

1. Determinar las características sociodemográficas y condiciones de trabajo de los participantes
2. Determinar el riesgo de estrés térmico a través de los niveles de exposición a estrés térmico ambiental (índice WBGT) y por actividad física (carga metabólica).
3. Identificar los hábitos de hidratación de los participantes durante la jornada laboral y los cambios en su nivel de hidratación al finalizar la jornada laboral.
4. Determinar la prevalencia de función renal disminuida (según creatinina y tasa de filtración glomerular), tomando en cuenta características sociodemográficas y antecedentes personales.



VII. MARCO TEÓRICO

VII. 1 Estrés Térmico

El cuerpo humano mantiene una temperatura que fluctúa entre 36°C y 38°C. Cuando la temperatura del cuerpo sobrepasa este nivel, el cuerpo reacciona para eliminar del exceso de calor. Sin embargo, si el cuerpo sigue recibiendo calor en una cantidad mayor a la que puede eliminar, la temperatura corporal aumenta y la persona sufre estrés térmico.

Los problemas de salud derivados del estrés térmico son conocidos como trastornos causados por calor. Este tipo de trastornos ocurren más a menudo cuando se está realizando trabajo físico arduo en ambientes calurosos y húmedos y cuando el cuerpo, como consecuencia, pierde demasiado fluido y sal en el sudor.¹⁶

Termorregulación^{16,17}

Es el proceso por el cual el organismo se mantiene a una temperatura estable de 37°C disipando el exceso de calor generado o produciendo calor en determinados tipos de situaciones, con interrelación del sistema nervioso y hormonal

Homeotermia

Realmente el humano posee mecanismo homeotérmico, y por tanto, capaz de regular la temperatura corporal, aunque dentro de márgenes muy estrechos; entre los 34°C y los 45°C¹. No obstante, estos sistemas de homeostasis se ven intensamente alterados en condiciones térmicas extremas del medio ambiente

Adaptación a las temperaturas extremas.

Cuando el calor es generado por el incremento de la actividad metabólica, como sucede durante la realización de la actividad física como en el trabajo extenuante y al igual en las actividades deportivas, somos capaces de mantener la homeotermia mediante la activación de los mecanismos de pérdida de calor. Sin embargo, a partir de 37°C de temperatura en ambiente seco o de los 29°C en



clima húmedo, el individuo presenta dificultades fisiológicas y el mantenimiento de una actividad física prolongada provoca una disminución del rendimiento.

Mecanismos productores de calor: ^{17, 18,19}

El cuerpo humano es un generador constante de calor. Ya, de por sí, sin realizar una determinada actividad y con su gasto energético al mínimo, es decir, sólo para mantener su organismo vivo (metabolismo basal), se genera entre 65 y 80 vatios de calor, según su sexo, edad y superficie corporal, mientras que una bombilla eléctrica incandescente de 60 W emite, aproximadamente, 55 W de calor

1. **Metabólicos:** el organismo genera normalmente una energía diaria de unas 3000 Kcal (90% se traduce en formación de calor). El mecanismo principal de termogénesis lo constituyen la hormona tiroidea y la acción de la ATPasa. Otros elementos importantes: la musculatura esquelética y el incremento de la secreción de noradrenalina: este mecanismo parece ser proporcional a la cantidad de grasa parda que exista en los tejidos. El adipocito de la grasa parda, que posee una rica inervación simpática, puede ser activado por los estímulos procedentes del hipotálamo y transmitidos por vía simpática con producción de noradrenalina, la cual aumenta con la producción de AMP-cíclico, que a su vez activa una lipasa que desdobla los triglicéridos en glicerol y ácidos grasos libres. ²⁰
2. **Radicaciones:** se puede absorber calor en forma de radiaciones ultravioleta o infrarrojos, para lo cual es útil aproximadamente el 85% de la superficie corporal.
3. **Ingesta de alimentos:** supone un mínimo incremento de la producción de calor.

Mecanismos facilitadores de la pérdida de calor: ^{20, 21}

1. **Vasodilatación cutánea:** en reposo y en un ambiente térmicamente neutro, la piel recibe aproximadamente entre 200 y 500 ml/min de flujo sanguíneo, lo que representa sólo entre un 5 y un 10 % de la sangre total bombeada



por el corazón (gasto cardíaco). En condiciones de estrés máximo por calor, el FSP puede alcanzar entre 7 y 8 l/min casi la tercera parte del gasto cardíaco.

2. Aumento de la respiración.
3. Intercambios térmicos entre el cuerpo humano y su ambiente:
4. Radiación: el cuerpo humano emite calor en forma de radiaciones (rayos infrarrojos) y la cantidad de radiación emitida varía en función del gradiente que se establece entre el cuerpo y el medio ambiente.
5. Convección: transferencia de calor desde la superficie corporal a nuevas partículas de aire o agua que previamente estaban en contacto con el cuerpo. La eliminación de calor es proporcional a la superficie de piel expuesta.
6. Conducción: supone una transmisión de calor por contacto directo entre dos superficies y la pérdida también depende del gradiente de temperatura y la superficie expuesta. Este mecanismo generalmente supone pérdidas de calor.
7. Evaporación: mecanismo de gran importancia por el cual se puede llegar a perder hasta un 20% del calor corporal total, dos terceras partes a través de la superficie de la piel (sudoración) y una tercera parte por el tracto respiratorio. La evaporación de 1.7 ml de sudor consumirá 1Kcal de energía en forma de calor.

VII. 2. Factores De Riesgo En El Trabajador

Edad^{19, 20, 21}

El riesgo a sufrir las consecuencias del estrés térmico es independiente de la edad, siempre que el individuo tenga un adecuado sistema cardiovascular,



respiratorio y de sudoración, unos buenos reflejos, se encuentre totalmente hidratado y en buen estado de salud. De todas formas, se debe considerar que las personas de mayor edad son más vulnerables a padecer problemas de control de la circulación periférica o menor capacidad de mantener la hidratación y, en consecuencia, verse incrementada su vulnerabilidad al estrés térmico.

Obesidad

La persona con sobrepeso presenta una serie de desventajas a la hora de enfrentarse a una situación de estrés térmico debido al incremento del aislamiento térmico que sufre el cuerpo, las posibles deficiencias del sistema cardiovascular y la baja condición física. De todas formas, existen excepciones, por lo que se deben analizar de manera específica los requerimientos individuales de cada persona a la hora de evaluar el riesgo de exposición al estrés térmico para cada trabajador.

Hidratación

El cuerpo pierde agua por difusión a través de la piel y por la respiración, pero principalmente la pérdida de agua durante una situación de estrés térmico se produce mediante la sudoración. La rehidratación bebiendo agua es efectiva y rápida. El problema es que mantener la hidratación adecuada no es fácil, debido entre otros factores a que la sensación de sed no es siempre proporcional a la pérdida de agua.

Medicamentos y bebidas alcohólicas

Existen medicamentos anticolinérgicos que pueden llegar a inhibir la sudoración especialmente en individuos de mayor edad. Algunos sedantes afectan a la sensación de sed, otros fármacos intervienen en la termorregulación, incrementan el calor metabólico y reducen la distribución del calor, condicionando la circulación periférica. En relación al alcohol, produce vasodilatación periférica y diuresis, que afectan a la respuesta del cuerpo al estrés térmico. Asimismo, bajas dosis de alcohol reducen la capacidad de termorregulación, incluyendo los reflejos



vasomotores y la sudoración, y aumentan la probabilidad de una bajada de tensión durante la exposición.

Género

Existen estudios en los que se ha observado infertilidad temporal para hombres y mujeres cuando la temperatura interna alcanza los 38 °C. También se ha observado que durante el primer trimestre de embarazo existe riesgo de malformación en el feto cuando la temperatura interna de la madre excede los 39 °C en un periodo prolongado.

Aclimatación²⁰

La aclimatación es un proceso gradual que puede durar de 7 a 14 días en los que el cuerpo se va adaptando a realizar una determinada actividad física en condiciones de calor (se recomienda que el primer día de trabajo la exposición al calor se reduzca a la mitad de la jornada; después día a día se debería aumentar progresivamente el tiempo de trabajo (10%) hasta la jornada completa). La aclimatación es específica para unas determinadas condiciones ambientales y de ropa, por lo que no se garantiza la respuesta cuando se cambian dichas condiciones.

Aunque la aclimatación se produce rápidamente durante el periodo de exposición al calor, también se pierde muy rápidamente cuando se interrumpe la exposición (una o dos semanas sin exposición requieren de 4 a 7 días para volver a recuperar la aclimatación).

VII. 3. Alteraciones Sistémicas Producidas Por La Exposición Al Calor

Golpe de calor: ^{21, 22}

Se desarrolla cuando la termorregulación ha sido superada, y el cuerpo ha utilizado la mayoría de sus defensas para combatir la hipertermia (aumento de la temperatura interna por encima de la habitual). Se caracteriza por un incremento elevado de la temperatura interna por encima de 40,5 °C, y la piel caliente y seca debido a que no se produce sudoración.



Agotamiento por calor

Se produce principalmente cuando existe una gran deshidratación. Los síntomas incluyen la pérdida de capacidad de trabajo, disminución de las habilidades psicomotoras, náuseas, fatiga, etc. Si no es una situación muy grave, con la rehidratación y el reposo se produce la recuperación del individuo.

Síncope por calor

La pérdida de conciencia o desmayo son signos de alarma de sobrecarga térmica. La permanencia de pie o inmóvil durante mucho tiempo en un ambiente caluroso con cambio rápido de postura puede producir una bajada de tensión con disminución de caudal sanguíneo que llega al cerebro. Normalmente se produce en trabajadores no aclimatados al principio de la exposición al calor.

Deshidratación: ^{22,23}

Expresión clínica de un balance negativo de agua y solutos en el organismo. Se trata de un proceso agudo en el que se equiparan las pérdidas de agua a pérdida brusca de peso. Las características del líquido que se pierde, determinan el tipo de deshidratación (hipertónica, isotónica, hipotónica) y la actitud terapéutica.

- a. **Deshidratación isotónica** (contracción de volumen isotónica o depleción de volumen isotónica): Se pierden cantidades proporcionales de agua y sodio ($130 \text{ mmol/L} < \text{Na}^+ < 150 \text{ mmol/L}$), posee diferentes causas entre estas pérdidas gastrointestinales, renales (Sin daño estructural renal, insuficiencia suprarrenal crónica, uso de diuréticos (Furosemida) sudor, quemaduras, otros.²³
- b. **Deshidratación hipertónica** (contracción de volumen hipertónica o depleción de volumen hipertónica): Se pierde proporcionalmente mayor cantidad de agua que de sales ($\text{Na} > 150^+ \text{ mmol/L}$), más frecuente en niños, de causa variada como estados sépticos graves con fiebre mantenida y mala reposición de agua, coma hiperosmolar, diabetes insípida, tirotoxicosis, administración exagerada de solución salina hipertónica, diarreas acuosas, otras. Cursa con un variado cuadro clínico: Sed (aumenta



a medida que se incrementa la deshidratación), sequedad de la piel y las mucosas, estupor, irritabilidad, rigidez de la nuca e hipertonia, no hay pliegue cutáneo, oliguria (excepto si es por ganancia de sal), hipotensión o shock (rara).^{22,23}

Deshidratación hipotónica (contracción de volumen hipotónica o depleción real de sodio, depleción de volumen hipotónica, deshidratación extracelular o Síndrome de Depleción de Sal): Se pierde proporcionalmente más cantidad de sales que agua ($Na < 130 \text{ mmol/L}$), entre sus causas están: extra renales (vómitos, diarreas, grandes quemados, pancreatitis, peritonitis, íleo paralítico) y renales (diuréticos, Insuficiencia suprarrenal primaria, Enfermedad renal con pérdida de sal, Acidosis tubular renal proximal). Su Cuadro clínico comprende: cansancio, apatía, laxitud e indiferencia, Hipotensión arterial o shock, Hipotonía muscular y de los globos oculares, pliegue cutáneo (poco valor en el anciano), náuseas y vómitos, calambres musculares, cefalea, convulsiones o coma, hiporreflexia, la tendencia a la sed es poca y oliguria.²³

Calambres por calor:

Trastorno ocasionado por la pérdida excesiva de sales, produciendo espasmos dolorosos severos en músculos de las zonas abdominales y extremidades.

Alteraciones cutáneas:

- Erupción por calor: un mal funcionamiento de las glándulas sudoríparas impide la secreción de sudor. Cuando el organismo intenta perder calor sudando en estas áreas de la piel se producen sensaciones molestas de prurito, cosquilleo y quemazón.

Alteraciones psíquicas:

- **Fatiga tropical:** falta de motivación, laxitud, irritabilidad e insomnio son los síntomas que han sido detectados durante periodos prolongados.



- **Distres agudo:** pérdida repentina y dramática del control emocional caracterizado por llanto incontrolable o ira.

VII 4. Función Renal Y Estrés Térmico

En ambientes calurosos, la frecuencia cardiaca (FC) es mayor con cualquier intensidad de trabajo, para compensar el menor volumen sanguíneo (VS). Con niveles superiores de trabajo se alcanza la frecuencia cardíaca máxima y esta taquicardia es, por consiguiente, incapaz de mantener el gasto cardíaco necesario. Para compensar estos procesos en el organismo y aumentar el flujo sanguíneo (FS) en otras regiones como el musculo estriado, se necesita reducir el flujo sanguíneo en zonas como el hígado, los riñones y los intestinos. El redireccionamiento del flujo puede conseguir un aumento adicional de 800 a 1.000 ml en el flujo sanguíneo periférico y ayuda a compensar los efectos nocivos de la acumulación de sustancias toxicas en sangre.^{21, 24, 25}

Durante el ejercicio la respuesta hemodinámica renal está causada básicamente por la combinación de dos mecanismos: un aumento de la actividad del sistema nerviosos simpático que va a producir una constricción de las arteriolas aferente y eferente del glomérulo y una elevación del nivel de catecolaminas (adrenalina y noradrenalina) en sangre; otros mecanismos como la autorregulación local del flujo sanguíneo , parecen tener menor influencia en los cambios de distribución de la volemia que se produce en un sujeto sano sometido a estrés físico.

Creatinina Y Tasa De Filtración Glomerular ^{24, 25}

La creatinina es un compuesto orgánico generado a partir de la degradación de la creatina, es un producto de desecho del metabolismo normal de los músculos que usualmente es producida por el cuerpo en una tasa muy constante (dependiendo de la masa de los músculos), y normalmente filtrada por los riñones y excretada en la orina.

El rango de referencia para las mujeres es estimado de 0.5 a 1.0 mg/d, para los hombres es de 0.7 a 1.4 mg/d. La concentración de creatinina en la circulación sanguínea depende de la masa muscular además de la función renal. Por ello,



mientras una concentración de 2.0 mg/dl de creatinina en el suero puede indicar una función normal del riñón en un fisicoculturista masculino, una creatinina del suero de 0.7 mg/dl puede indicar una enfermedad renal en una mujer anciana.

Aunque es una sustancia de deshecho, la creatinina es una prueba diagnóstica esencial, ya que se ha observado que su concentración en sangre indica con bastante fiabilidad el estado de la función renal. Si los riñones no funcionan bien, no eliminan bien la creatinina y por lo tanto ésta se acumula en la sangre. Por esto la creatinina puede avisar de una posible disfunción o insuficiencia renal, incluso antes de que se presenten síntomas.

Su nivel en sangre es un dato utilizado para estimar, en base a unas fórmulas en la que se tiene en cuenta la edad, el sexo y el peso, el porcentaje de función renal (tasa de filtración glomerular).

La tasa de filtración glomerular (TFG) es igual a la suma de las tasas de filtración de todas las nefronas en funcionamiento. Normalmente los riñones filtran aproximadamente 180 litros por día (125 ml / min) de plasma. El valor de la TFG depende de la edad, el sexo, el tamaño del cuerpo y es de aproximadamente 130 y 120 ml/min/1.73 m² para los hombres y mujeres, respectivamente, con una variación considerable incluso entre los individuos normales.

La filtración glomerular decae con los años: en los adultos de más de 60 años se espera 50 % (60 mL/minuto) del parámetro de referencia. Ante un trasplante renal de riñón único, tanto en el receptor como en el donante vivo se espera un nivel similar.

Una reducción en la tasa de filtración glomerular implica una progresión de la enfermedad subyacente o un daño renal agudo que la está generando.



Fórmula CKD-EPI (Chronic Kidney Disease Epidemiology Collaboration) para calcular TFG ³⁶

$$\text{TFG} = 141 * \min(\text{Cr/K})^\alpha * \max(\text{Cr/K})^{-1.209} * 0.093^{\text{edad}} * 1.018 * F * 1.19 * B$$

Donde,

Cr: Creatinina

K: 0.7 femenino y 0.9 masculino α : -0.329 femenino y -0.411 masculino

F: 1 femenino y 0 masculino

B: 1 raza negra y 0 cualquier otra raza

VII. 5 Fundamentos Del Estrés Físico En Condiciones De Calor

La presencia de calor en el ambiente laboral constituye frecuentemente una fuente de problemas que se traducen en quejas por falta de confort, bajo rendimiento en el trabajo y, en ocasiones, riesgos en la salud.²⁶

Entre los factores que se miden y que determinan el estrés térmico potencial se incluyen: la temperatura del aire, la humedad relativa, la velocidad del aire, la radiación, la actividad metabólica y el tipo de ropa (emisividad y radiación de la misma) la medición de estos factores permite determinar las demandas térmicas internas y externas que dan lugar a la termorregulación del cuerpo humano.

Criterios de evaluación del riesgo de estrés térmico.^{27, 29}

El más frecuente utilizado es el índice de temperatura del globo con bulbo húmedo, conocido como índice WBGT, recomendado por el National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) para los límites de alerta para el ambiente térmico.³¹

Se clasifica:

Temperatura del aire seca (ts): es reflejada por un termómetro ordinario cuyo bulbo esta apantallado de la radiación del Sol y del entorno, pero alrededor del cual circula libremente el aire. Debe tener un rango de -5 a 50 °C y una precisión de lectura de $\pm 0.5^\circ \text{C}$ el sensor debe tener: forma cilíndrica, diámetro externo de $6 \pm 1 \text{ mm}$ y longitud de $30 \pm 5 \text{ mm}$.



Temperatura húmeda natural (thn): es la expresada por un termómetro ordinario cuyo bulbo está cubierto en el extremo por una muselina (mecha humedecida), que se introduce en un recipiente de agua destilada, ascendiendo por capilaridad y evaporándose en mayor o menor medida en función de la humedad del aire. Para hacer la medición no hay que esperar a que se humedezca, sino que se hará a través de una jeringa media hora antes de cada lectura. Este termómetro no estará sometido a ventilación forzada ni apantallado contra la radiación térmica.

La parte sensible del sensor debe estar recubierto de un tejido de alto poder absorbente de agua. El soporte del sensor debe tener un diámetro de 6 mm y debe estar con un tejido limpio para reducir el calor transmitido por conducción desde el soporte al sensor. El termómetro debe tener un rango de -5 a 50° C y una precisión de ± 0.5 °C, la thn generalmente es menor que la ts y cuanto más cercana se halle de esta mayor será la humedad del aire.

Temperatura de globo o radiante (tg): es la que expresa un termómetro ordinario de mercurio cuyo bulbo se encuentra en el centro de una superficie esférica, metálica, hueca realizada con un buen conductor de calor (cobre – aluminio), tiene 15 cm de diámetro, un espesor fino 80.05 a 0.2 mm) y está pintada exterior e interiormente de color negro mate con un coeficiente de emisividad no inferior a 0.95. Mediante un tapón perforado de goma el termómetro se coloca con un rango de -5 a 100 ° C y una precisión de lectura de ± 0.5 °C. Depende de la temperatura del aire ambiental, de su velocidad y de la temperatura radiante media (TRM). Es importante colocar el termómetro en la misma posición que ocupa el trabajador durante su tarea, ya que al ser la radiación un fenómeno muy direccional, pequeñas distancias pueden suponer diferencias relevantes en el valor medido en la tg.³⁰

Velocidad del aire: es la velocidad en m/s a la que se mueve el aire, su magnitud es importante en el intercambio térmico entre el hombre y el ambiente por su influencia en la transferencia térmica por convección y evaporación.



Calor radiante: es la carga térmica de radiación solar e infrarroja que incide sobre el cuerpo humano. Se mide mediante un termómetro de globo que consiste en una esfera de cobre, hueca, de 15 cm. de diámetro y pintada de negro mate, en cuyo centro se inserta un termómetro.

VII 6. Estimación De La Carga Térmica Metabólica

El índice WBGT se calcula a partir de la combinación de dos parámetros ambientales: la temperatura de globo TG y la temperatura húmeda natural THN. A veces se emplea también la temperatura seca del aire, TA. ³¹

La estimación de la carga térmica metabólica puede realizarse empleando tablas de consumo metabólico o de análisis de tarea, los valores del índice WBGT se calculan por medio de las ecuaciones siguientes

Mediante las siguientes ecuaciones se obtiene el índice WBGT:

$$WBGT = 0.7 THN + 0.3 TG \text{ (I)}$$

(En el interior de edificaciones o en el exterior, sin radiación solar)

$$WBGT = 0.7 THN + 0.2 TG + 0.1 TA \text{ (II)}$$

(En exteriores con radiación solar)

El valor de índice WBGT promedio se determina del siguiente modo:

$$(WBGT_1) (t_1) + (WBGT_2) (t_2) + \dots + (WBGT_n) (t_n)$$

$$WBGT_{media}: \frac{\dots}{(t_1) + (t_2) + \dots (t_n)}$$

Donde:

t_n: tiempo de permanencia a cada índice calculado WBGT

Cuando los valores de las variables térmicas en el entorno del trabajador no son constantes, se calcula el índice WBGT a tres alturas (cabeza, abdomen y tobillo)

$$WBGT: WBGT \text{ cabeza} + 2 \times (WBGT \text{ abdomen}) + WBGT \text{ tobillos}$$



VII 7. Materiales Que Se Utilizan Para Medir El Estrés Térmico:

Refractómetro Atago D20: los refractómetros son instrumentos de medición, en los que el fenómeno de la refracción de la luz se pone en práctica. Se basa en el siguiente principio: al Aumento de la densidad de una sustancia, el índice de refracción aumenta proporcionalmente. Existen dos tipos de refractómetros en función de la detección del índice de refracción; **sistemas transparentes y sistemas de reflexión**. Los refractómetros portátiles y los refractómetros Abbe usan los sistemas transparentes, mientras que los refractómetros digitales usan los sistemas de reflexión.^{30, 31}

Medidores de estrés térmico: estos detectan la temperatura y la clasifican en relación a la humedad. La denominación estándar mundial para ello es la WBGT (Wet Bulb Globe Temperature Index). Estos medidores se emplean fundamentalmente para evaluar el puesto de trabajo

Medidores de humedad relativa y temperatura ambiental: son instrumentos que cobran cada vez más importancia en el estudio de las características del aire o del entorno medioambiental. Con frecuencia se deben respetar ciertos porcentajes de humedad según las prescripciones DIN o por las características de los productos tanto en oficinas como en fábricas de este modo podrá determinar la humedad absoluta o relativa de un modo cómodo y preciso.



VII 8. Clasificación de metabolismo por tipo de actividad.

Categorías de volumen de trabajo.³¹

Volumen de trabajo	Gasto de energía	Ejemplos de movimientos
Reposo	65 w/m ²	Sentado: Asistir a una reunión (sentado), Ver un video de capacitación
Metabolismo ligero	100 w/m ²	Sentado con comodidad: escritura, dibujo, costura, contabilidad, ensamblaje o clasificación de materiales ligeros, manejar un vehículo, maniobrar un interruptor con un pedal. De pie: enrollado de pequeños revestimientos, marcha ocasional (velocidad hasta 3.5 km/h)
metabolismo Moderado	165 w/m ²	Trabajo continuo moderado usando la mano y el brazo; usando brazo y pierna; usando brazo y torso. Empujar y tracción de carretillas. Caminar a velocidad moderada (3.5 – 5.5 km/h). Levantar 10 libras 10 veces por minuto o 25 libras seis veces por minuto. Operar camiones, tractores o maquinaria pesada de construcción en todo terreno.
Metabolismo elevado	230 w/m ²	Trabajo intenso usando brazo y torso. Carga, uso de pala o sierra manual. Transporte de materiales pesados. Caminar a paso rápido 3.5 a 5.5 km por hora. Levantar 10 libras 14 veces por minuto o 25 libras 10 veces por minuto. Colocación de bloques. Empujar o tirar de carros o carretillas cargadas
Metabolismo muy elevado	290 w/m ²	Actividad muy intensa a un ritmo entre rápido a máximo. Trotar, correr o caminar más rápido de 4 millas por hora. Levantar 10 libras más de 18 veces por minuto o 25 libras más de 13 veces por minuto. Excavar o paleo pesado. Trabajo con hacha. Subir gradas, rampas o escaleras.



VIII. DISEÑO METODOLOGICO

Tipo de estudio

Se realizó un estudio de cambios a través de la jornada (cross-shift changes)⁶, donde los participantes tuvieron períodos alternos de exposición a estrés térmico (jornada laboral) y no exposición (fuera de la jornada) para analizar los cambios en la función renal que se pueden producir por la exposición a estrés térmico durante 5 días consecutivos. Se determinaron los niveles de creatinina sérica y Tasa de Filtración Glomerular, antes y después de una jornada laboral, a un grupo de trabajadores que se exponen al estrés térmico derivado del calor de los procesos de trabajo y de las distintas cargas metabólicas. Además, se recolectó información sobre factores personales (antecedentes patológicos, consumo de alcohol, cigarrillos y fármacos, etc.), condiciones de trabajo, incluyendo consumo de líquidos y actividades laborales realizadas. Todo esto permitió analizar si el calor por el ambiente o la actividad (o ambas) afecta la función renal después de una jornada.

Área de estudio

Rosquillería Vílchez – Tinoco, Enitel 7C Al S 1C Al E 1/2C Al S, Somoto, Madriz, Nicaragua.

Periodo de estudio:

Octubre 2015 – agosto 2016

Población de estudio

Los 35 trabajadores que laboran en la Rosquillera Vílchez -Tinoco.

Horneros: 4

Molino: 4

Empacadores: 6

Manipulación: 17

Procesamiento: 4



Criterios de exclusión

Enfermedades congénitas renales

Antecedentes de cirugía o lesión renal

Antecedente de alteración renal previo al estudio

Materiales

1. Cuestionario
2. Medidor de estrés térmico EXTECH HT-30
3. Refractómetro Atago D -20
4. Programa para el cálculo de pérdida hídrica total (Malchaire análisis PMV – PPD- WBGT- PHS)
5. Báscula
6. Cinta métrica
7. Pipeta
8. Tubo de ensayo para muestra de creatinina
9. Vasos plásticos para muestra de orina
10. Vasos graduales para medir ingesta de agua
11. Guantes
12. Algodón
13. Alcohol
14. Jeringas para extraer muestras de sangre venosa
15. Agua destilada

Fuente de información:

Primaria: Toda la información se obtuvo directamente de los trabajadores.

Instrumento de recolección de datos (ver anexo 2)

La información se recolectó con la ayuda de un formulario que contiene: datos básicos personales, datos laborales de la empresa y del trabajador que incluyen su percepción sobre la exposición al calor y si afecta o no su rendimiento laboral.

El formulario contiene un apartado para la recolección de los datos obtenidos de



los indicadores que se utilizaron para determinar la función renal (creatinina y tasa de filtración glomerular), y los que se utilizaron para determinar los niveles de hidratación (gravedad específica de la orina y hematocrito), así como los datos encontrados sobre carga metabólica y estrés térmico ambiental (WBGT).

Procedimiento de recolección de los datos.

La recolección de la información se realizó por las autoras del estudio. Se procedió a visitar las instalaciones de la Rosquillera Vílchez Tinoco, donde se habló con el responsable del lugar para explicarle los objetivos y el propósito del trabajo, así como la forma en que se evaluaría a cada trabajador. Se realizó una reunión con todos los trabajadores para explicarles los objetivos del estudio y los procedimientos a realizar. Además, se les explicó quiénes no podrían participar en el estudio y las razones por las que no debían ser incluidos (criterios de exclusión). También se les solicitó la firma del consentimiento informado. A continuación, se describen cada uno de los procedimientos y técnicas utilizadas en la recolección de los datos.

1. Procedimientos observacionales.

La recolección de los datos se hizo en un cuarto facilitado por la empresa. Este cuarto contaba con sillas, mesa y los equipos y materiales necesarios para el pesado (kilogramos), medición de talla (centímetros), y recolección de muestras de sangre y orina. El procedimiento inició con la aplicación del instrumento de recolección de datos. Luego se procedió a pesar y a medir a cada trabajador. Para esto se le pidió a cada participante que se despojara de zapatos y exceso de ropa y que permanecieran erguidos sobre la pesa; para la talla se usó un centímetro, el cual se fijó a una superficie plana vertical, colocándose el participante de espaldas a éste.



2. 2. Procedimientos experimentales:

2.1. Medición de la gravedad específica de la orina (Anexo 3)

Para determinar el nivel de hidratación del trabajador se utilizó la gravedad específica en la orina. A cada participante se le entregó un frasco estéril para recolectar alrededor de 5 cc de orina. Se les explicó cómo hacerlo correctamente para evitar contaminar la muestra con suciedad o diluirla con agua. Esta muestra de orina se tomó antes y después de la jornada laboral, durante 5 días consecutivos. Para el análisis de la muestra, con ayuda de una pipeta se depositó un cc de la orina en el lente del refractómetro Atago D-20 (instrumento portátil, para la lectura de la gravedad específica urinaria) y se siguieron las instrucciones del fabricante para obtener la medición.

2.2. Toma de muestra de sangre

La muestra de sangre (5 cc) para la determinación del nivel de creatinina sérica se tomó por punción en la fosa ante cubital. Para esto, primero se desinfectó la zona de punción con una torunda impregnada en alcohol y se colocó un torniquete alrededor del brazo del trabajador. Las muestras se colocaron en tubos de ensayo sin anticoagulantes, previamente etiquetados con los códigos de los participantes. De estas muestras se separaron sub-muestras para la determinación del hematocrito, usando capilares con anticoagulantes (aproximadamente $\frac{3}{4}$ del capilar). Las muestras de sangre se tomaron antes de iniciar la jornada del primer día de la semana laboral y al final de la jornada del último día de la semana. Finalmente, las muestras se llevaron al laboratorio del Centro de Salud, ubicado en el sector 18 (Somoto), donde se les realizó el análisis correspondiente.

2.3 Cálculo de la Tasa de Filtración Glomerular (TFG) ³⁶

Se utilizó la fórmula CKD-EPI (Chronic Kidney Disease Epidemiology Collaboration) ³³

$$TFG=141*\min (Cr/K)^{\alpha} * \max (Cr/K)^{-1.209} * 0.093^{\text{edad}} * 1.018 * F * 1.19 * B$$



Donde:

Cr: Creatinina

K: 0.7 femenino y 0.9 masculino

α : -0.329 femenino y -0.411 masculino

F: 1 femenino y 0 masculino

B: 1 raza negra y 0 cualquier otra raza

2.4 Determinación del estrés térmico ambiental

Para la determinación del estrés térmico ambiental se utilizó el Índice Temperatura de Globo y Bulbo Húmedo (TGBH), el cual se determinó con ayuda del medidor de TGBH marca EXTECH, modelo HT-30. Este permite determinar tanto el índice TGBH ($^{\circ}\text{C}$) como sus respectivos componentes: Temperatura seca ($^{\circ}\text{C}$), Temperatura de globo ($^{\circ}\text{C}$) y Humedad relativa (%). Las mediciones se hicieron a lo largo de la jornada, una vez cada hora en el puesto del trabajador.

2.5. Determinación del estrés térmico por actividad (Carga metabólica de la actividad laboral)

Para determinar la carga metabólica de la actividad laboral, inicialmente se definió si el/la trabajador/a hacia la misma o diferentes actividades durante la jornada laboral. Se utilizó la guía NTP 323³¹ para estimar la carga de cada una de las actividades y el tiempo que le dedican. La suma ponderada de las cargas metabólicas por actividad se usó para determinar carga metabólica (Kcal/h) para cada trabajador.

2.6. Cálculo de la pérdida hídrica total

Se utilizó el programa PHS de J. Malchaire³¹, el cual correlaciona los niveles de estrés térmico ambiental (WBGT) con los niveles de estrés metabólico y determina la pérdida hídrica total y la cantidad de líquido que debía ingerir el/la trabajador/a por hora.



2.7 Determinación de la Ingesta de agua

A cada participante se le proporcionó un vaso de 300 cc y se le pidió que utilizara los envases para ingerir líquidos. Se observó y anotó cuantas veces era utilizado el envase para realizar un cálculo aproximado de la ingesta de líquidos durante la jornada laboral de cada participante.

Plan de análisis

Se realizó un análisis de las variables haciendo uso del paquete estadístico IBM-SPSS, versión 22.0. Para describir las variables cuantitativas se utilizó la media con su desviación estándar; para la descripción de las variables categóricas, se utilizaron frecuencias absolutas. Los datos de prevalencia de disminución de la función renal (general y por características socio demográficas, categorías laborales y antecedentes patológicos) se interpretaron según los resultados de las pruebas de creatinina (resultados alterados >1.2 mg/dl), y de la tasa de filtración glomerular (<90 ml/mi/1.73).

Para determinar si hubo cambios significativos en los niveles de creatinina y de la tasa de filtración glomerular, entre el inicio y el final de la jornada laboral semanal, se usó la prueba estadística t-Student para comparación de muestras relacionadas ($p<0.05$). Igualmente, para determinar cambios significativos en la gravedad específica de la orina al inicio y al final de la jornada diaria.

Se determinó presencia de riesgo de estrés térmico en cada participante utilizando los valores de referencia de la norma ISO 7243 (según NTP 322)³⁰, en la que se correlacionan los valores de WGBT y la carga metabólica de cada participante. La relación entre los niveles de exposición a calor ambiental (TGBH °C) y calor metabólico (kCal/hora) con cambios en la tasa de filtración glomerular, nivel de hidratación (cambios en la gravedad específica en la orina) se realizaron gráficos de diagramas de dispersión con la recta ajustada.



Consideraciones éticas

Con previa aprobación del Comité de Ética de la UNAN-León, se solicitó participación voluntaria de los trabajadores, los cuales firmaron un consentimiento informado. Luego se procedió a realizar la capacitación al personal de la empresa e informarles la metodología del proceso investigativo, se les explicó y aclaró cualquier duda, así como también el hecho que debido a la naturaleza privada y confidencial de la recolección, los datos recolectados fueron protegidos por el colectivo de investigadores y no expuestos a nadie más; dicha información fue utilizada con fines científicos. Los resultados de los exámenes de laboratorio se les entregaron a los participantes de manera individual explicando el significado de éstos.



OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Variable	Definición	Escala
Características generales		
Edad	Tiempo de vida que transcurre desde el momento de nacimiento hasta el día de la aplicación del instrumento	Años cumplidos
Sexo	Características biológicas, fenotípicas y genotípicas que diferencian al hombre y a la mujer	Hombre Mujer
Peso	Parámetro útil para valorar el crecimiento, desarrollo y estado nutricional de cada individuo.	Cantidad en Kg
Talla	Es la altura medida en centímetros de una persona	Cantidad en cm
IMC	Índice de masa corporal, es una medida de asociación entre peso y talla de un individuo para determinar estado nutricional de cada individuo	Bajo peso(<18.5) Normal (18.5-24.9) Sobrepeso (25-25.9) Obesidad (>30.0)
Consumo de alcohol	El hábito o adicción de consumir bebidas alcohólicas	Si No
Tabaquismo	El hábito y la adicción de fumar más de medio paquete de cigarros al día.	Si No
Uso de fármacos con efectos nefrotóxicos	consumo de fármacos con capacidad de alterar la función renal ocasionando daños irreversibles a los glomérulos renales	AINES Aminoglucósidos
Enfermedades crónicas	Es cualquier patología crónica de base diagnosticada por especialistas	Diabetes Hipertensión arterial IRC Otras



ALTERACIONES RENALES POR ESTRÉS TÉRMICO.

Variable	Definición	Escala
Antigüedad laboral	Tiempo transcurrido desde el día que inicio a trabajar hasta el día de la aplicación del instrumento	Meses
Condiciones de trabajo		
Área de trabajo	Área donde desempeña su jornada laboral	Manipulación Empaque Molino Hornos Procesamiento
Duración de la jornada diaria	Tiempo en horas que transcurren desde la primera hora del día en la que inician su jornada laboral, hasta la hora que ellos finalizan la jornada	Horas
Duración del descanso	Tiempo que cada trabajador toma para descansar y recuperar energía para continuar con su labor	Minutos
Ventilación del área de trabajo	Flujo de aire en el aire de trabajo proporcionado de manera natural o mecánico	Aire libre Aire artificial Ambiente Cerrado
Exposición a estrés térmico		
Carga metabólica	Cantidad de calor producido por el organismo por unidad de tiempo debido a la actividad física que realiza	Kcal/hora
Estrés térmico ambiental	Nivel de temperatura a la que se exponen los trabajadores en su ambiente de trabajo	TGBH (°C)
Riesgo de estrés térmico	Probabilidad de que la temperatura corporal se incremente en un grado debido a las condiciones térmicas del	Si No



ALTERACIONES RENALES POR ESTRÉS TÉRMICO.

Variable	Definición	Escala
	ambiente y la actividad física	
Pérdida hídrica	Cantidad de líquido que pierde el trabajador durante la jornada laboral debido a las condiciones térmicas del ambiente y la actividad física	Volumen (ml)
Consumo de líquidos	Líquidos que consume una persona antes, durante, y después de su jornada de trabajo	< 2000 ml ≥ 2000 ml
Medidores de niveles de hidratación		
Gravedad específica de la orina	Mide las concentraciones de partículas químicas en la orina. También se encarga de determinar la existencia o no de dilución o concentración urinaria	Hidratado: ≤ 1.020 Deshidratado: >1.020
Medidores de la función renal		
Creatinina	Es el compuesto orgánico que se obtiene por la degradación de la creatina en el musculo estriado esquelético. Es útil para evaluar la función renal. La concentración en el plasma es inversa a la función renal	Valores Hombres:>1.2 mg/dL Mujeres:>0.9 mg/dL
Tasa de filtración glomerular (TFG)	Es la medida que determina la eficacia de la filtración glomerular y la función renal	Valores normales: ≥ 60 (mL/min/1.73m ²)



IX. RESULTADOS

Características sociodemográficas.

Se estudiaron un total de 35 trabajadores de la Rosquillera Vílchez-Tinoco, de los cuales tres quintas partes son mujeres (21). En promedio los trabajadores son jóvenes adultos (32.7 ± 9.9 años), aunque el rango de edad es amplio (17 – 60 años). Además, aproximadamente la quinta parte presenta obesidad. Entre los hábitos tóxicos, resalta que casi todos son consumidores de café, pero ninguno fuma o consume bebidas alcohólicas. (Ver Tabla 1).

Tabla 1. Características generales y condiciones de trabajo de los participantes. n=35

Variable	Frecuencia	Media \pm DE
Edad (años)		32.7 \pm 9.9
16-25 años	10	
26-35 años	15	
36-60 años	9	
Sexo	Frecuencia	Porcentaje
Masculino	14	40%
Femenino	21	60%
Estado nutricional		
Bajo peso	0	0
Normal	27	77.1%
Sobrepeso	7	20%
Obesidad	1	2.9%
Consumo de alcohol		
Si	0	0
No	35	100%
Tabaquismo		
Si	0	0
No	35	100%
Uso de fármacos nefrotóxicos		
AINES	1	2.9%
Aminoglucósidos	0	97.1%
Enfermedades crónicas		
Diabetes	0	0%
Hipertensión	0	0%
Insuficiencia renal crónica	0	0%
Otras	1	2.9%

Condiciones de trabajo

Dos tercios de los trabajadores tienen al menos dos años de trabajar en la empresa, con una media de 44.1 meses; La jornada laboral puede ser de hasta 15



horas (promedio 10.4 horas), aunque tres cuartos tienen una jornada laboral mayor de 8 horas. En promedio descansan unos 45 minutos al día.

La mayoría de los trabajadores están en el puesto de manipulación (la mitad), seguido de empaque. El ambiente laboral en la mayoría de los puestos es “cerrado”, sin ventilación natural (71.4%), o tienen ventilación artificial (17.1%); el resto trabaja al aire libre. (Tabla 2)

Tabla 2. Condiciones de trabajo de trabajo durante la jornada laboral estudiada en Rosquillera Vílchez-Tinoco

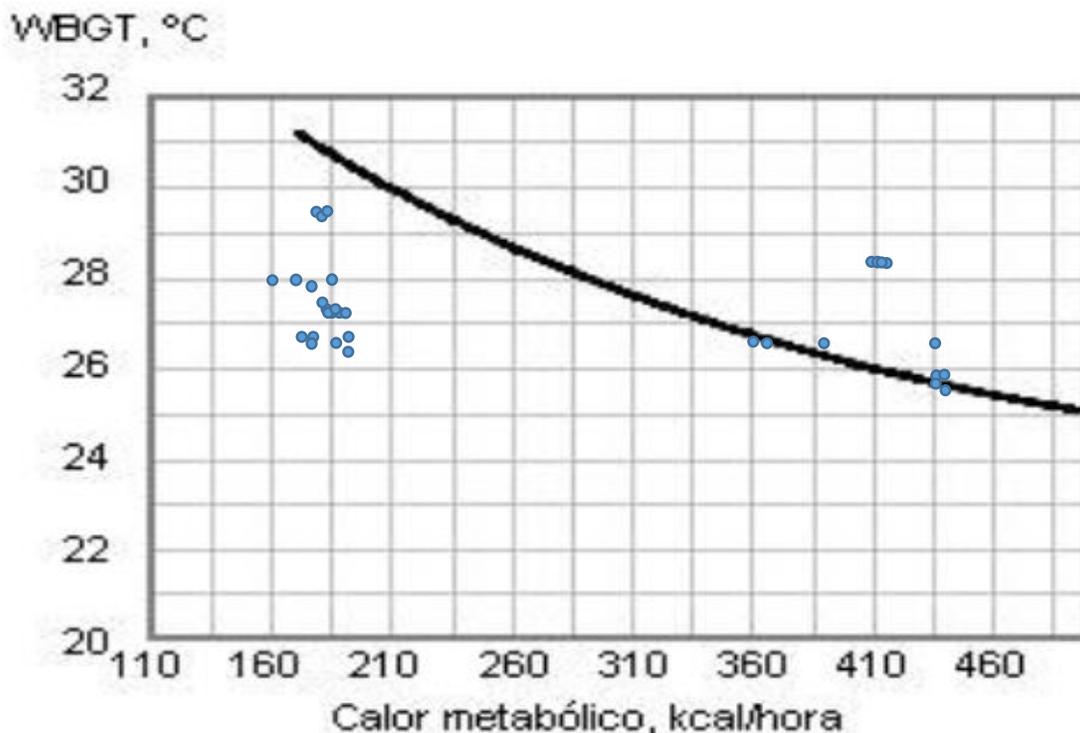
Variable	Frecuencia	Porcentaje
Área de trabajo		
Manipulación	17	48.6%
Empaque	6	17.1%
Molino	4	11.4%
Hornos	4	11.4%
Procesamiento	4	11.4%
Ventilación del área de trabajo		
Aire libre	4	11.4%
Aire artificial	6	17.1%
Ambiente Cerrado	25	71.4%
Antigüedad laboral (meses)	Frecuencia	Media ± DE
Menos de 24 meses	13	44.1 ± 38.9
Más de 24 meses	22	
Duración de la jornada diaria (horas)		10.4 ± 2.9
Menos de 8 horas	8	
Más de 8 horas	27	
Duración del descanso (minutos)		0.83 ± 0.55
Menos de 1 hora	13	
Más de 1 hora	22	

El estrés térmico es el incremento de la temperatura interna del trabajador debido a la acción del calor generado por la actividad física del trabajador y de las condiciones higrotérmicas que se expresan con el Índice WBGT (Wet Bulbe Globe Temperature). La combinación de ambos define si el trabajador está en riesgo de sufrir estrés térmico. En relación a la carga metabólica encontramos que la mayoría de trabajadores realizaba un trabajo liviano (23), o moderado (8); el resto realiza trabajo pesado. El WBGT osciló entre 25.6 y 27.6 °C. La combinación de la



carga metabólica con el WBGT indica que 12 trabajadores se encontraban en riesgo de estrés térmico. (Ver Gráfico 1).

Gráfico 1. Relación entre el índice de calor WBGT y el calor metabólico para la identificación de riesgo de sufrir estrés térmico, acorde con la norma NTP 322³³



En la tabla 3 se muestra el número de participantes que presentó estrés térmico (12 participantes) según el área de trabajo (molino, hornero y procesamiento); cabe destacar que en estas áreas todos son de sexo masculino, debido a que estas áreas requieren mayor esfuerzo físico la carga metabólica es mayor.

Tabla 3. Riesgo de estrés térmico según área de trabajo en trabajadores de una rosquillera en Somoto, Madriz 2015

No. de Participantes	Características laborales	Riesgo de estrés térmico	
		Si	No
6	Empaque	0	6
4	Hornero	4	0
17	Manipulación	0	17
4	Molino	4	1
4	Procesamiento	4	0
Total		12	23

Gráfico 2. Cambios en el nivel de hidratación pre- y pos-jornada en los trabajadores de Rosquillera Vílchez-Tinoco en Somoto

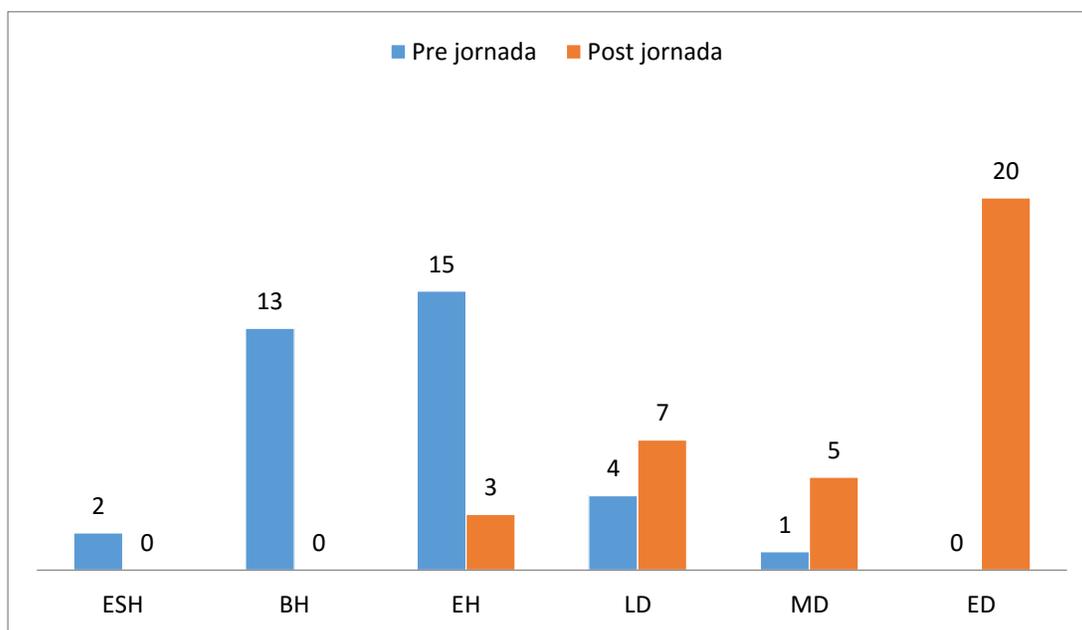
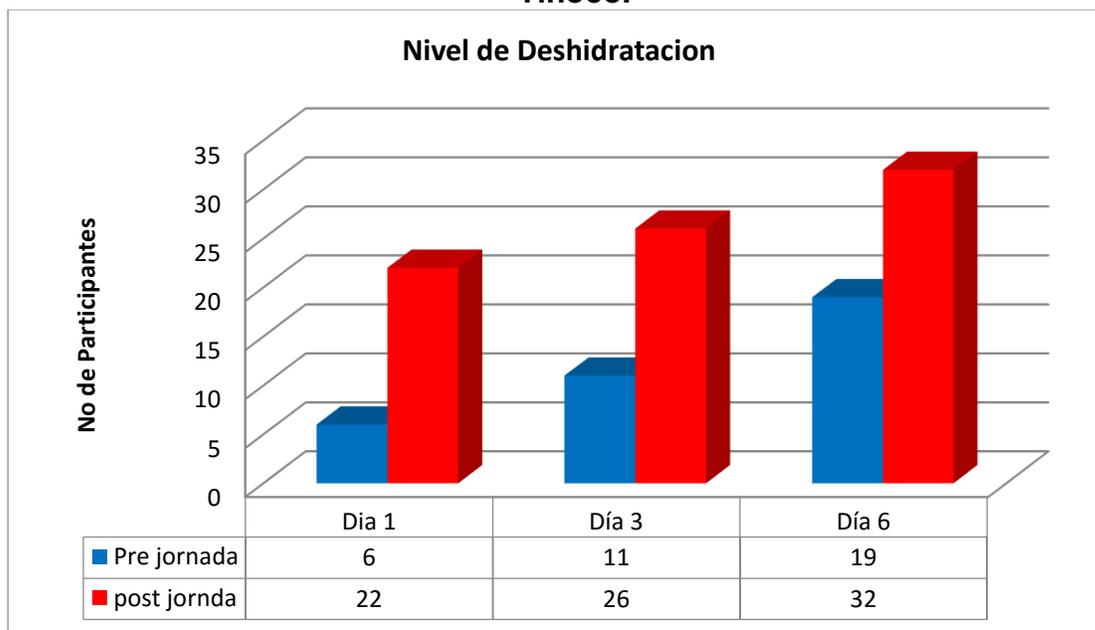


Gráfico 3. Frecuencia de trabajadores que presentan deshidratación pre- y post-jornada por día de medición en los trabajadores de Rosquillera Vélchez – Tinoco.



En relación a la hidratación de los trabajadores se encontró que al iniciar la jornada laboral la mayoría de los trabajadores estaban hidratados (42.9%), o presentaban algún grado de sobre hidratación (35.8%). Por el contrario, al finalizar la jornada laboral los números se invierten y cerca del 90% presentaron algún



grado de deshidratación. (Grafico 2). Igualmente, en el Gráfico 3 se visualiza que el número de deshidratados aumentaba a lo largo de la semana laboral. En la pre-jornada al inicio de la semana habían 6 deshidratado y al final 19, mientras que en la post-jornada al inicio de la semana habían 19 y al final 32.

En cuanto a las pruebas de función renal se logró identificar que ninguno de los participantes presentó valor de creatinina alterada, sin embargo se observó tendencia al incremento de los valores de creatinina al finalizar la jornada laboral (media pre-jornada 0.80mg/dl; post-jornada 0.92 mg/dl) con la consecuente disminución en la Tasa de Filtración Glomerular (media pre-jornada 108 vs. media post-jornada 94.2). Aunque no se encontró significancia estadística para la diferencia de estos valores, el valor p alcanzado indica que con una muestra de mayor tamaño, la diferencia de estos valores puede llegar a ser significativa.

Al analizar la variación en los niveles de hidratación, la gravedad Específica de la Orina mostró un incremento al finalizar la jornada laboral (media pre-jornada 1017.6 vs. post-jornada 1027.1). Ver tabla 3

Tabla 3. Indicadores de la función renal e hidratación durante la jornada laboral de trabajadores de rosquillera Vílchez-Tinoco

Variable	Media \pm DE	Mediana	Valor P ^a
Función renal:			
Creatinina pre-jornada	0.80 \pm 0.13	0.8	0.000
Creatinina pos-jornada	0.92 \pm 0.17	0.9	
TFG ^b pre-jornada	108.0 \pm 12.4	108	0.00
TFG pos-jornada	94.2 \pm 11.2	94	
Hidratación:			
Densidad urinaria pre-jornada	1017.6 \pm 3.3	1018	0.000
Densidad urinaria pos-jornada	1027.1 \pm 3.9	1028	

^aT de Student para datos pareados ^bTFG: Tasa de filtración glomerular

En la Tabla 4 se presenta la ingesta y pérdidas de líquidos según día de jornada en que se realizaron las mediciones. La mediana de ingesta de líquidos varió de 500 a 650 ml y no hubo cambios significativos en la ingesta de líquidos pre y post que fue de 931.4 ml y 937.1 ml respectivamente; la mediana de ingesta de café fue de 500



ml. Por otro lado, la pérdida hídrica fue mayor el último día de la jornada en relación al primer día de esta, la media varió entre 1770 a 1820 ml.

Tabla 4. Ingesta y pérdida hídrica (ml) durante la jornada laboral en trabajadores de una rosquillera en Somoto, Madriz, 2015.

Variable	Media \pm DE	Mediana
Ingesta de líquidos:		
Primer día	931.4 \pm 944.8	600
Segundo día	922.8 \pm 853.7	650
Tercer día	937.1 \pm 889.2	500
Ingesta diaria de café:	528 \pm 276	500
Pérdida hídrica:		
Primer día	2450 \pm 1146.2	1800
Segundo día	2260 \pm 1147.9	1770
Tercer día	2354 \pm 1244.3	1820

Se encontró una correlación positiva excelente entre la carga metabólica y la pérdida hídrica promedio de los participantes ($r=0.89$; $p<0.000$). Es decir, a mayor carga metabólica, mayor pérdida hídrica. También hubo correlación positiva muy buena entre los niveles de WBGT (exposición a calor ambiental) y la pérdida hídrica ($r=0.57$; $p<0.000$), aunque esta correlación fue de menor fuerza que la obtenida con la carga metabólica. En este caso, a mayor calor ambiental, mayor pérdida hídrica. Para una mejor comprensión de esta correlación se crearon los diagramas de dispersión correspondiente, los cuales se presentan en Anexos. (Anexo 4)

Al inicio de la jornada laboral solo tres trabajadores presentaban una TFG disminuida. Sin embargo, al finalizar la jornada había cinco veces más trabajadores que presentaban disminución de la TFG (16 trabajadores), siendo mayor el número de hombres (12), para una relación de masculinidad de cuatro. El incremento en el número de participantes con TFG disminuida al final de la jornada fue mayor en hombres, los consumidores de café, en los que trabajan en los puestos de horneros, procesamiento o molino, los que trabajan en ambiente cerrado y en presencia de fuente de calor. Este incremento no fue diferencial para la edad, ni el estado nutricional. (Ver Tabla 5)



Tabla 5. Prevalencia de TFG (60 – 89 ml/min) alterada según características de trabajadores de Rosquillera Vílchez-Tinoco.

Características Generales			
Edad:	N° de trabajadores:	TFG pre jornada:	TFG post jornada:
16 – 25	9	0	7
26 – 35	15	1	5
≥ 36	11	2	4
Sexo:			
Femenino	14	2	4
Masculino	21	1	12
Estado Nutricional:			
Normal	30	2	13
Sobrepeso	5	1	3
Antecedentes Personales			
No Patológico:	N° de trabajadores:	TFG pre jornada:	TFG post jornada:
Consumo de café			
SI	33	2	15
NO	2	1	1
Patológicos:			
Artritis	1	0	1
Ninguno	34	3	15
Características Laborales			
Cargo	N° de trabajadores:	TFG pre jornada:	TFG post jornada:
Manipulación	17	2	3
Procesamiento	4	0	4
Empaque	6	0	1
Hornero	4	0	4
Molino	4	1	4
Ventilación:			
Ambiente cerrado	18	3	12
Aire libre	8	0	4
Aire artificial	9	0	0
Exposición Fuente de calor:			
Si	18	1	13
No	17	2	3



En el gráfico 4 se observa una correlación negativa entre carga metabólica y tasa de filtración glomerular ($r = -0.59$; $p < 0.000$), lo cual indica que a mayor carga metabólica menor tasa de filtración glomerular. También encontramos correlación negativa ($r = -0.40$; $p = 0.02$) entre calor ambiental (WBGT) y tasa de filtración glomerular, es decir, a mayor índice de WBGT menor tasa de filtración glomerular.

Por otro lado, al evaluar la relación entre el WBGT y la tasa de filtración glomerular considerando el grado de hidratación al final de la jornada, encontramos que en aquellos que en promedio presentaban deshidratación al final de la jornada había una correlación significativa importante ($r = -0.54$; $p < 0.00$) a diferencia de aquellos participantes que en promedio finalizaban la jornada laboral hidratados ($r = 0.01$; $p = 0.98$). En otras palabras, el WBGT afecta menos a los que conservan un buen grado de hidratación a lo largo de la jornada (Ver Gráfico 5). La misma relación muestra la carga metabólica y la TFG (Gráfico 6). Es decir, la relación no es significativa en los hidratados ($r = -0.28$; $p = 0.47$), y es significativa entre los deshidratados ($r = -0.59$; $p < 0.00$).



Gráfico 4. Diagrama de dispersión entre a) carga metabólica promedio y tasa de filtración glomerular al final de la semana laboral, y b) WBGT (calor ambiental) y tasa de filtración glomerular.

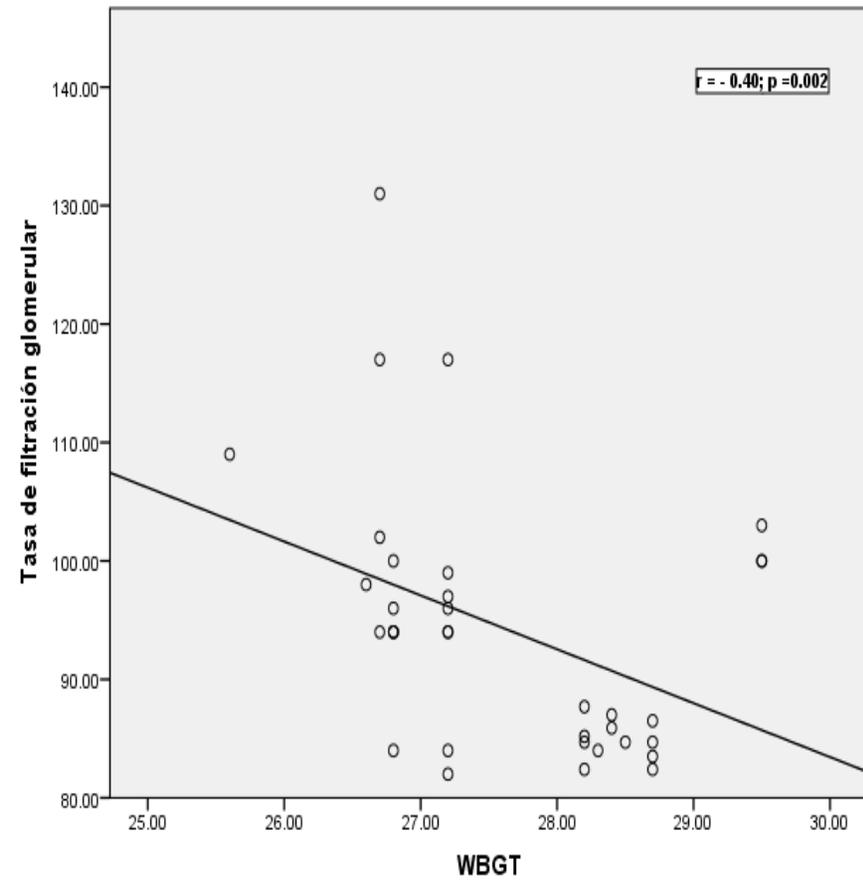
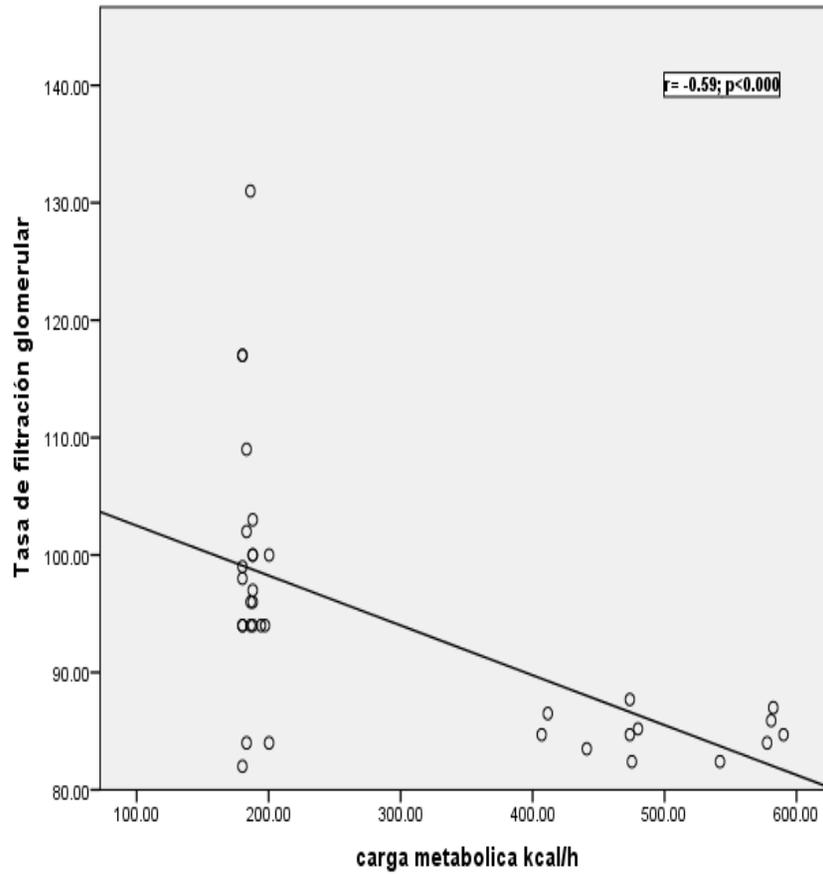




Grafico 5. Diagrama de dispersión entre WBGT y tasa de filtración glomerular según niveles de hidratación

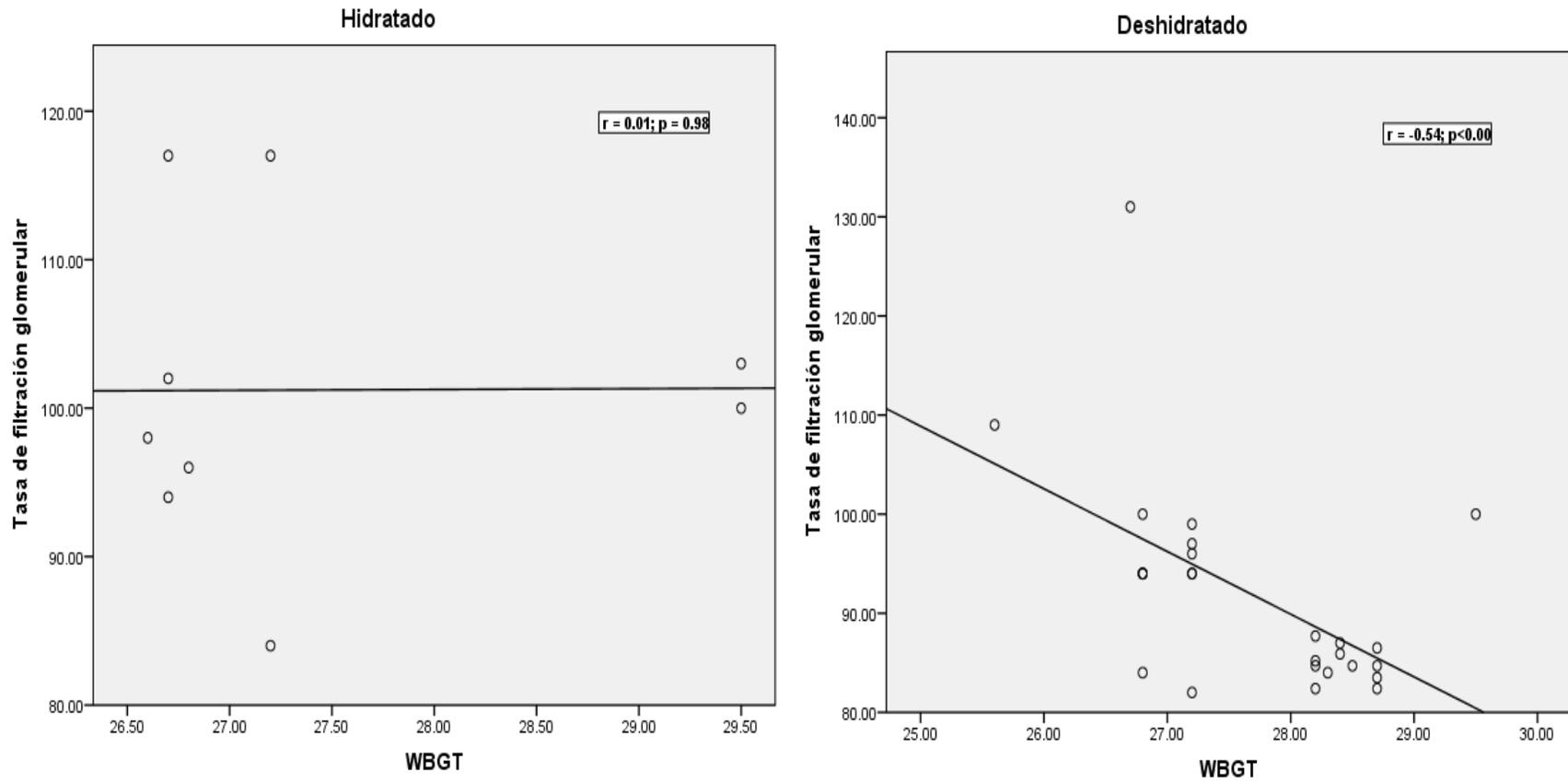
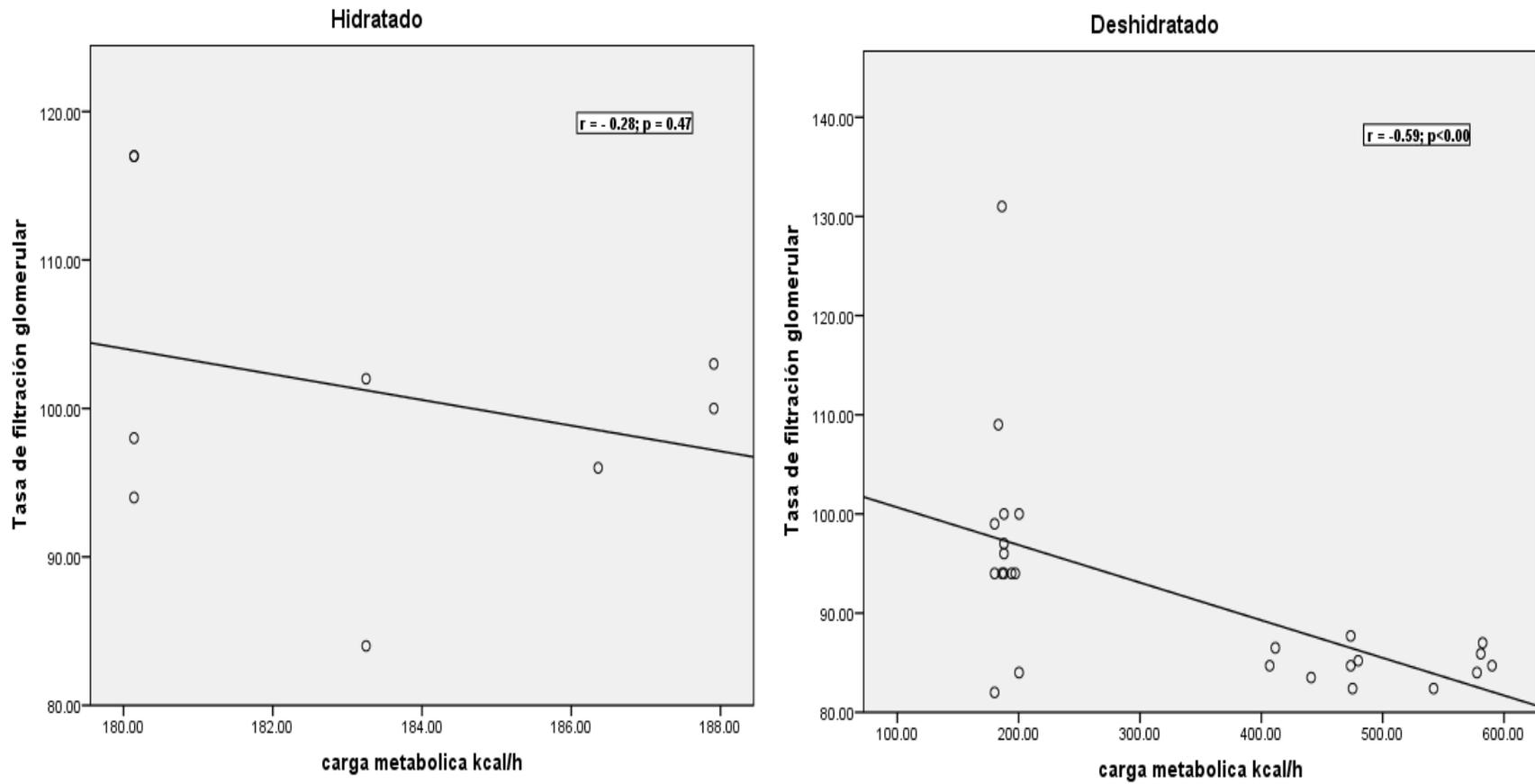




Grafico 6. Diagrama de dispersión entre carga metabólica y tasa de filtración glomerular según nivel de hidratación





X. DISCUSIÓN

Este estudio demuestra que existe una relación inversa entre el estrés térmico y la Tasa de Filtración Glomerular, es decir, que aquellos trabajadores que presentaron exposición a mayor temperatura ambiental y realizaron mayor esfuerzo físico durante su jornada laboral, (según área de trabajo) mostraron una tendencia significativa a disminuir la tasa de filtración glomerular al finalizar dicha jornada en comparación al valor presentado al inicio de la misma.

Ambos componentes del estrés térmico mostraron una relación inversa: WBGT-TFG (0.-40) y Carga Metabólica-TFG (0.-59), en otras palabras, a mayor calor ambiental y mayor carga metabólica, menor tasa de filtración glomerular, causando mayor incidencia la carga metabólica sobre la TFG. Además, esta relación es mayor entre los que presentaron deshidratación al final de la jornada laboral. Se sabe que en condiciones de altas temperaturas asociadas a una carga metabólica moderada y/o elevada aumentan las pérdidas hídricas en el trabajador. Si a esto se suma la poca ingesta de líquido, entonces se provoca un estado de deshidratación recurrente que puede llevar a cambios en la función renal, los cuales se manifiestan en una disminución de la TFG.

Se compararon los valores de tasa de filtración glomerular al inicio y final de la jornada laboral, encontrando una disminución en la TFG post-jornada luego de que los trabajadores estuvieran expuestos al calor y a trabajo extenuante. El número de trabajadores con un TFG disminuida al final de la jornada se quintuplicó (3 al iniciar vs 16 al finalizar) lo que evidencia una prevalencia de 8.6% en la pre-jornada a 45.7% en la post-jornada, esto concuerda con un estudio realizado con tricicleros en León donde se vio un incremento de la Tasa de filtración glomerular alterada en la post jornada ⁹ y un estudio realizado en la zona noroccidental de Nicaragua, donde se ha demostrado un incremento significativo de los niveles de creatinina y disminución de las tasas de filtración glomerular en agricultores, trabajadores de construcción, mineros y artesanos.³

La mayoría de participantes eran mujeres jóvenes entre 26-35 años, sin embargo, la Tasa de filtración glomerular alterada mostró mayor prevalencia en el sexo



masculino, del grupo etario entre 16 a 25 años y aunque no hubo datos de creatinina alterada durante el estudio, si se observó un incremento en el valor de creatinina post jornada en relación a la pre-jornada. Esto se relaciona con otros estudios que reportan que los desórdenes renales son más comunes en hombres que en mujeres, sobre todo en población joven ^{8, 10}

Con respecto a la categoría laboral encontramos que la mayoría de trabajadores se desempeña en un ambiente cerrado 85.7% y con exposición al calor, sin embargo, aquellos participantes que se encuentran en un ambiente abierto (horneros), que también se encuentran expuestos a una mayor carga metabólica, todos presentaron disminución de la tasa de filtración glomerular en la post-jornada. Este dato es congruente con un estudio que se realizó en el Salvador donde se encontraron que los valores de Tasa de filtración glomerular se alteraban en la post-jornada, sobre todo en aquellos trabajadores que laboraban expuestos a altas temperaturas y en un ambiente abierto.⁶

En la población de nuestro estudio también encontramos cambios en los niveles de hidratación a medida que avanza la semana laboral, tomando como medidor la Gravedad específica de la orina; clasificándolos de la siguiente manera: deshidratado (>1.021) e hidratado (<1.020), en la pre-jornada el porcentaje de deshidratados es de 14.3% y el de hidratados 85.7% mientras que en la post jornada el porcentaje de deshidratados aumento 91.4% y el de hidratados disminuyo a 8.6%, se pudo observar como la densidad urinaria aumenta progresivamente, este dato concuerda con otros estudios internacionales que han demostrado que la densidad urinaria tiende a incrementar incluso luego de 2 horas de exposición, tanto en trabajadores que se encuentran hidratados como deshidratados antes de iniciar la jornada laboral ⁵

En base a la ingesta de líquidos se encontró que el 85.7% de los participantes consumían menos de 2 litros de líquido durante la jornada laboral, de igual manera, presentaban una tendencia a incrementar las pérdidas hídricas a medida que incrementa la carga laboral tanto en el los que ingerían menos de 2 litros de líquido como en el que ingería más de 2 litros. Las perdidas hídricas se calcularon



en el programa PSH de J. Malchaire y se correlacionaron con los valores de temperatura de globo de bulbo húmedo (WBGT), encontrando un incremento de las pérdidas hídricas a medida que aumenta la temperatura; esto concuerda con la bibliografía consultada que plantea que a medida que la temperatura ambiental aumenta también aumenta la sudoración y por lo tanto los riesgos de deshidratación; además un estudio que se realizó en el municipio de León en trabajadores de una salinera mostro una relación proporcional entre la carga metabólica generada por los trabajadores y las pérdidas hídricas durante su jornada laboral.



XI. CONCLUSIONES

- ✓ Existe una relación inversa entre estrés térmico y cambios en la función renal (disminución de TFG), a mayor índice de WBGT y carga metabólica menor tasa de filtración glomerular, lo que se agravaba en los trabajadores que presentaron deshidratación.
- ✓ Luego de la exposición a altas temperaturas y al trabajo extenuante aunado a la poca ingesta de líquidos durante la jornada laboral y el aumento de las pérdidas hídricas, aumenta el número de trabajadores deshidratados al final de la semana laboral y con disminución de la TFG post jornada.
- ✓ La disminución de la TFG en post jornada es mayor en los trabajadores del sexo masculino, consumidores de café, que se encuentren en ambientes cerrados y/o abiertos, con carga metabólica moderada y/o elevada y con datos de deshidratación.
- ✓ El riesgo de estrés térmico es mayor en los trabajadores que se encuentran expuestos a una carga laboral moderada o elevada y a un mayor índice de WBGT.



XII. RECOMENDACIONES

A los empleadores:

- ✓ Brindar capacitación sobre riesgo de estrés térmico e hidratación durante la jornada laboral donde se incluyan los siguientes aspectos: causas, consecuencias (sintomatología), medidas preventivas, que hacer si un trabajador desarrolla un trastorno de calor.
- ✓ Proporcionar a los trabajadores suficiente agua fresca (temperatura entre 10°C y 15°C) para beber en un lugar cercano al área de trabajo. No proporcionar bebidas que contengan cafeína o alcohol puesto que aumentan la deshidratación.

A los trabajadores:

- ✓ Mantener una adecuada hidratación durante la jornada laboral, 1 vaso de agua cada 20 minutos. Evite tomar cafeína y alcohol.
- ✓ Tome descansos en un área fresca y ventilada. Permita que su cuerpo se enfríe antes de volver a reanudar el trabajo.
- ✓ Utilizar ropa suelta, de color claro y de un material que respire.
- ✓ Realizarse chequeos médicos periódicos.



XIII. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

1. Pérez Armendáriz P. Calor y Trabajo; “Prevención de riesgos laborales debido al estrés térmico por calor”. Ministerio de trabajo e inmigración, Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. (INSHT). España. 2005. pp1-10.
2. Nogareda Cuixart, S. NTP 279: Ambiente térmico y deshidratación. Centro nacional de condiciones de trabajo; Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT). Consultado en: http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/201a300/ntp_279.pdf
3. Torres C, Aragón A, González M, López I, Jakobsson K, Gustaf Elindar C, Lundberg I, Wesseling C. Decreased Kidney Function of Unknown Cause in Nicaragua: A Community-Based Survey. American Journal of Kidney Diseases. 2010; 55 (3): pp 485-496.
4. Comité de salud del proyecto de hermanamiento de Brooklyn - Quezalhuaque, en colaboración con UNAN-León, CISTA. Informe preliminar sobre enfermedades renales crónicas en Quezalhuaque; Nicaragua diciembre 2008
5. Biggs C, Paterson M, Maunder E. Hydration Status of South African Forestry Workers, Harvesting Trees in Autumn and Winter. Published by Oxford University. 2010; 55(1): pp. 6–15.
6. García-Trabanino R, Jarquín E, Wesseling C, Gonzales M, Weiss I, Glaser J, Vindell J, Johnson R, Stockfelt L, Roncal C, Harra T, Barregard L. Heat stress, dehydration, and kidney function in sugarcane cutters in El Salvador – A cross-shift study or workers a risk of Mesoamerican nephropathy. 2015



7. Marin Ruiz J, Berroteran J. Insuficiencia Renal Crónica Cuadro clínico y situación epidemiologica en Nicaragua. Managua-MINSA 2002.
8. Brooks D. Informe Final de Estudio de Alcance Epidemiología de Enfermedad Renal Crónica: Informe Independiente Preparado por la Escuela de Salud Pública de la Universidad de Boston: CAO/Ombudsman; 2009. <http://www.cao-ombudsman.org>
9. Rojas D, Pérez E. Estrés térmico y deshidratación: Su impacto en la función renal de Tricicleros de León. UNAN- León, julio – octubre 2014.
10. Narváez A, Morales E. epidemiología de las defunciones por enfermedad renal crónica en los últimos 20 años en el municipio de Chichigalpa-Chinandega.
11. Medrano C.D, Perea W. Insuficiencia Renal Crónica (IRC) en trabajadores de caña de azúcar Chinandega, Nicaragua Febrero-Marzo 2002. FETP-CDC. MINSA Nicaragua; 2002. p 1-2.
12. Torres C, González M, Vanegas R, Aragón A. Prevalencia de Enfermedad Renal Crónica en el Municipio de Chichigalpa, Agosto 2008. CISTA UNAN-LEÓN; 2008.
13. MINSA-Nicaragua. “Insuficiencia Renal Crónica. Nicaragua 1990-2002”. Managua: Ministerio de salud Nicaragua; 2003.
14. Alonso Medrano C.D, Perea W. Insuficiencia Renal Crónica (IRC) en trabajadores de caña de azúcar Chinandega, Nicaragua Febrero-Marzo 2002. FETP-CDC Nicaragua. MINSA; 2002. p 1-2.



15. Wesseling C, Peraza S, Aragón A, et al, "Trabajadores de la caña de azúcar", Programa de la Estrategia Iberoamericana de Seguridad y Salud en el Trabajo, OISS. Consultado en: <http://www.oiss.org/estrategia/IMG/pdf/6-Cana.pdf>
16. Vogt, Jean Jacques." Calor y Frío. Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo". Ministerio del trabajo y asuntos sociales. Madrid, España. 2001. p: 42.1- 42.26
17. Erro Urrutia J. Riesgo de estrés térmico por calor. Instituto Riojano de Salud Laboral (IRSAL), Logroño España 2010; 5, 26071. p 9-28.
18. Mondelo P, Gregori Torada E, Comas Úriz S, Castejón Vilella E, Bartolomé Lacambra E. Ergonomía 2 Confort y estrés térmico. Tercera edición, Los autores, Edición UPC, 1999; 84-8301: pp11-200.
19. Del Rosso, S; "Regulación térmica y ejercicio; Hidratación y Ejercicio". Ciencias del Ejercicio, CsEII; Grupo sobre Entrenamiento; Chile (2007); pág. 2-35.
20. Billat V. Entorno físico y rendimiento deportivo: temperatura y altitud. En Fisiología y Metodología del Entrenamiento. 1ra Edición, Editorial Paidotribo. Barcelona. 2002:117-127.
21. Gregori Torada E, Comas Úriz S, Bartolomé Lacambra E. Confort y estrés térmico. Tercera edición, Los autores, Edición UPC, 1999; 84-8301: pp11-200.
22. Santos Peña, A: "Deshidratación. Revista de las Ciencias de la Salud de Cienfuegos-Finlay". Vol. 11, No. Especial 1 2006. p: 111-116.



23. Perez Redondo, J Bustamente, A Paz, Nefrología, La actividad física como modificadora de la función renal. Revisión historica. Vol XXII, Nº 1. ICAFD de Castilla y león, España; 2002. p: 15-23.
24. Cheung SS, McLellan TM, Tenaglia S. "The thermophysiology of compensable heat stress: Physiological manipulations and individuals characteristics" *Sports Med* 2000; 29(5); p 329-359.
25. Cockcroft DW, Gault MH.: Prediction of Creatinine clearance from serum creatinine. *Nephron* 1976; 16: 31-41.
26. Castejón E. NTP-74: Confort térmico. Método de Fanger para su evaluación, Ed. Servicio Social de INSHT, Barcelona, 1983.
27. Monroy Martí E: "Estrés térmico y sobrecarga térmica: Evaluación de los riesgos". Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Nota técnica de prevención. Página 2-6.
28. Falagán M.: "Manual básico de prevención De riesgos laborales: Higiene industrial, Seguridad y Ergonomía". Sociedad Asturiana de Medicina y Seguridad en el Trabajo y Fundación Médicos Asturias. España. 2000. Página 198.
29. Mendaza L. Monroy Martí E. "Estrés térmico y sobrecarga térmica: Evaluación de los riesgos". Nota técnica de prevención, INSHT; España, 922: p 1-5.
30. Luna Mendaza P. NTP 322: Valoración del riesgo de estrés térmico: índice WBGT, Centro nacional de condiciones de trabajo. INSHT, España 2000; 199: p1-6.



31. Luna Mendaza P. NTP 323: Determinación del metabolismo energético, Centro nacional de condiciones de trabajo. INSHT. 1991
32. Sett M, Sahu S. Effects of occupational heat exposure on female brick workers in West Bengal, India. Global Health Change (Coaction publish). 2014; 7(21923): pp.1-10.
33. Kjellstrom T, Holmer I, Lemke B. Workplace heat stress, health and productivity-an increasing challenge for low and middle-income countries during climate change. Global Health Change (Coaction publish). New Zealand 2009, Vol. 2, p.1-6
34. Jiménez Pavón D, Cervantes M, Castillo M. J, Romeo J, Ascensión M. Idoneidad de la cerveza en la recuperación del metabolismo de los deportistas. Grupo de Investigación en Evaluación Funcional y Fisiología del Ejercicio CTS-262 (EFFECTS 262).CICS, Madrid 2009, 61.210: p 6-59.
35. Law. M, Stewart. D, Lette. I, Pollock. N, Bosch. J, Westmorland. M. Instrucciones para el Formulario de Revisión Crítica Estudios Cuantitativos. Traducción: TO Mariela Nabergoi. Mc Master University, 1998.
36. Levey AS, Stevens LA, Schimd CH, Castro AF. A new equation to estimate glomerular filtration rate. Ann Intern MED. 2009; 150(9):604-12.
37. Baltodano Y, Salazar K. Efectos del estrés térmico sobre la función renal en los trabajadores de la salinera SALINSA, León agosto – septiembre 2012



XIV. ANEXOS



ANEXO 1

CONSENTIMIENTO INFORMADO

Información para el participante

El propósito de este estudio es determinar el impacto que se genera en la función renal de los trabajadores de la rosquillera Vílchez Tinoco al exponerse a temperaturas elevadas en una jornada de trabajo.

El estudio involucra:

1. Tomar muestra de sangre venosa de su brazo antes y después de la jornada laboral, las cuales serán organizadas después en el laboratorio
2. Tomar muestra de orina antes, durante y después de cada día de la jornada laboral, para medir densidad urinaria y creatinina.
3. Realizar Medidas antropométricas.
4. Realizar el llenado del cuestionario necesario para el estudio
5. Usar una hoja de observación para anotar las actividades realizadas por usted durante su trabajo.

El investigador durante la aplicación del estudio puede tomar fotografías y anotar las observaciones.



CONSENTIMIENTO INFORMADO

Yo _____ doy por entendido que me han explicado verbalmente en un lenguaje que yo comprendo, la Hoja de información de Participante del Estudio, y que el entrevistador me ha explicado la naturaleza y el propósito de este estudio y las posibles molestias que me cause el estudio que razonablemente se pueden esperar.

He tenido la oportunidad de hacer cualquier pregunta con respecto a los exámenes y procedimientos y todas las preguntas que formulé fueron respondidas a mi satisfacción. Tengo derecho a retirarme del estudio y prohibirles usar los resultados de mi participación si así lo deseo.

Nombre del participante y firma/huella digital

Nombre del investigador y firma



ANEXO 2

Nº Cuestionario _____

1. Datos Generales:

Nombres y Apellidos: _____

Edad: _____ años Sexo: hombre _____ mujer _____

Procedencia: _____

2. Datos laborales:

Cargo que desempeña: _____

Antigüedad en la empresa: Años: _____ meses: _____

¿Cuántas horas al día trabaja? _____

¿Descansa durante su jornada laboral? SI _____ NO _____

Duración de cada descanso _____

En relación a la ventilación:

Aire libre: _____

Aire artificial: _____

Ambiente cerrado: _____

¿Trabaja cerca de una fuente de calor directa? SI _____ No _____

¿Cuál? _____

3. Antecedentes personales no patológicos:

¿Usted consume alcohol? Si: _____ No: _____

Si consume

¿Cuántos días a la semana consume alcohol? _____

Si consume alcohol, lo hace

Antes de la jornada laboral: _____

Durante la jornada laboral: _____

Cantidad de Alcohol que consume al día : _____



¿Usted fuma? Si: ____ No: ____

Si consume

¿Cuántos cigarros fuma al día? _____

Si usted fuma, lo hace:

Antes de la jornada laboral: _____

Durante la jornada laboral: _____

Cantidad de Cigarros que consume al día : _____

Antecedentes personales patológicos

¿Usted padece de alguna enfermedad crónica?

Si: ____ No: ____

¿Cuál de las siguientes?

Diabetes _____

Hipertensión arterial _____

IRC _____

Otras: _____ Utiliza fármacos: Si: ____ No: ____

¿Cuáles fármacos? _____

4. MEDIDORES DE NIVELES DE HIDRATACIÓN

¿Usted se hidrata antes de iniciar la jornada laboral? Si: ____ No: ____

¿Qué tipo de bebida toma antes de iniciar la jornada laboral?

Especifique la cantidad que toma.

Tipo: _____ Cantidad: _____ ml

Tipo: _____ Cantidad: _____ ml

¿Usted se hidrata durante la jornada laboral? Si: ____ No: ____

¿Qué tipo de bebida toma durante la jornada laboral? Especifique la cantidad que toma.



ALTERACIONES RENALES POR ESTRÉS TÉRMICO.

Tipo: _____ Cantidad: _____ ml
Tipo: _____ Cantidad: _____ ml
¿Usted se hidrata después de la jornada laboral? Si: ____ No: ____
¿Qué tipo de bebida toma después de la jornada laboral? Especifique la cantidad que toma.
Tipo: _____ Cantidad: _____ ml
Tipo: _____ Cantidad: _____ ml

5. Ha presentado síntomas tales como:
Dolor de cabeza: Si _____ No _____
Calambres musculares: Si _____ No _____
Mareo: Si _____ No _____ Convulsión: Si _____ No _____
Debilidad: Si _____ No _____ Sed: Si _____ No _____
Nauseas: Si _____ No _____ Fatiga: Si _____ No _____
Vomito: Si _____ No _____ Alucinaciones: Si _____ No _____
Pérdida del conocimiento: Si _____ No _____

Los síntomas se presentaron:
Antes de la jornada laboral SI _____ No _____
Después de la jornada laboral SI _____ No _____
Atribuiría esos síntomas al calor: SI _____ No: _____

Datos llenados por el encuestador

6. Medidores de estrés térmico ambiental:
Carga metabólica: _____
WBGT _____
Temperatura del globo: _____
Temperatura aire: _____
Humedad relativa: _____



7. Datos obtenidos según prueba multistix

Densidad urinaria: ____

Nitritos:

Positivo: ____ negativo: ____

Proteinuria

Negativo: _____

trazas + (0-30) : _____

++ (75-100): _____

+++ (>100): _____

Hematuria:

Negativo: _____

+ (10 hematíes): _____

++ (25 hematíes) _____

+++ (50-80 hematíes) _____

++++ (80 hematíes a más) _____

8. Medidores de hidratación

Densidad urinaria pre jornada laboral _____

Densidad urinaria post jornada labora _____

Creatinina pre jornada laboral _____

Creatinina pos jornada laboral _____

Hematocrito pre jornada laboral _____

Hematocrito pos jornada laboral _____

TFG pre jornada laboral _____

TFG post jornada laboral _____



ANEXO 3

Clasificación de hidratación relacionada a la densidad específica de orina. ²⁶

Categoría de hidratación	Densidad específica de orina
Extremadamente deshidratado	>1.027
Muy deshidratado	1.025-1.027
Ligeramente deshidratado	1.021-1.024
Euhidratado	1.018-1.020
Bien hidratado	1.015-1.017
Ligeramente sobre hidratado	1.012-1.014
Extremadamente sobre hidratado	<1.012

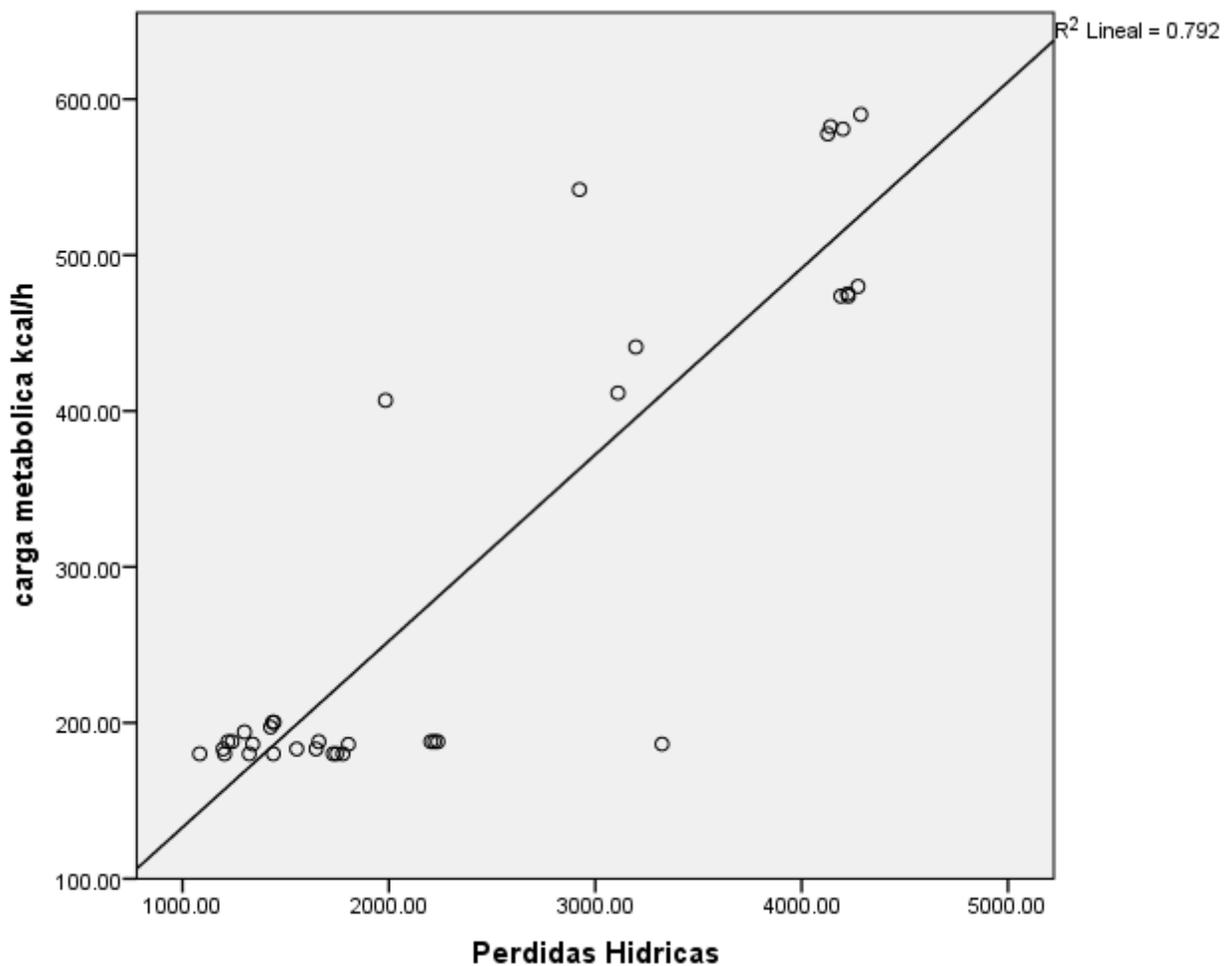
Cuadro clínico de la deshidratación en adultos.

- **LIGERA:** Cuando hay pérdidas del 2 % del peso corporal y los síntomas son escasos, solamente hay sed.
- **MODERADA:** Cuando ocurren pérdida hasta el 6 % del peso corporal; hay sed, sequedad de la piel y mucosas, hipotensión postural, oliguria, pérdida de la turgencia cutánea, obnubilación, náuseas y vómitos.
- **SEVERA:** Pérdida de más del 6 % del peso corporal, hay intensificación de síntomas previos.



ANEXO 4

Diagrama de dispersión entre carga metabólica y pérdidas hídricas en trabajadores de Rosquillera Vélchez - Tinoco





ANEXO 5

Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua
Facultad de Ciencias Médicas
UNAN - León

Comité de Ética para Investigaciones Biomédicas (CEIB)
"Dr. Uriel Guevara Guerrero"
FWA00004523 / IRB00003342

León, 26 de noviembre de 2015

ACTA No. 47

Br. Cynthia Gammar Bárcenas Huete
Br. Jennhy Lisseth Villegas Villegas
Investigadores
Sus Manos

Estimados Bachilleres:

Por este medio se les informa que el CEIB recibió el trabajo de investigación titulado: **"Alteraciones renales causadas por Estrés térmico en los trabajadores de la Rosquillera Vilchez Tinoco en Somoto, Madriz"**, para su evaluación, al respecto le comunicamos lo siguiente: **Se da por aprobado dicho trabajo, ya que consideramos que se ajusta a las buenas prácticas clínicas y a los principios de la Declaración de Helsinki.**

Como Comité de Ética, valoramos muy positivamente la importancia de este trabajo y esperamos que sus resultados sean positivos. Copia de esta carta debe estar presente en el Protocolo e informe final.

Sin otro particular, nos es grato suscribirnos.

Atentamente,

DRA. NUBIA PACHECO SOLÍS
Presidenta del CEIB
Facultad de CC. MM.

DR. ORLANDO MORALES NAVARRETE
Secretario del CEIB
Facultad de CC. MM.

DRA. MERCEDES CÁCERES PhD.
Vice-Decana
Facultad de Ciencias Médicas

Cc: Archivo
NAPS/rhl

A la libertad por la Universidad

Miembros Fundadores

Dr. Uriel Guevara Guerrero
Médico Patólogo

Dr. Jaime Granera Soto
Médico y Sacerdote

Dra. Nubia Pacheco Solís
Médico y Dermatóloga

Comité Ejecutivo

Dra. Nubia Pacheco Solís
Presidenta

Dr. Efrén Castellón C.
Vice - Presidente

Dr. Orlando Morales N.
Secretario

Miembros alternos

Dr. Jorge Alemán Pineda
MSc. Iralia Romero S.

Fundado en la Facultad de Ciencias Médicas UNAN - León Nicaragua Abril de 1995 cometicunarleón@gmail.com Telf. 2311-4675

Expiration data 13/03/2017 IRB00003342