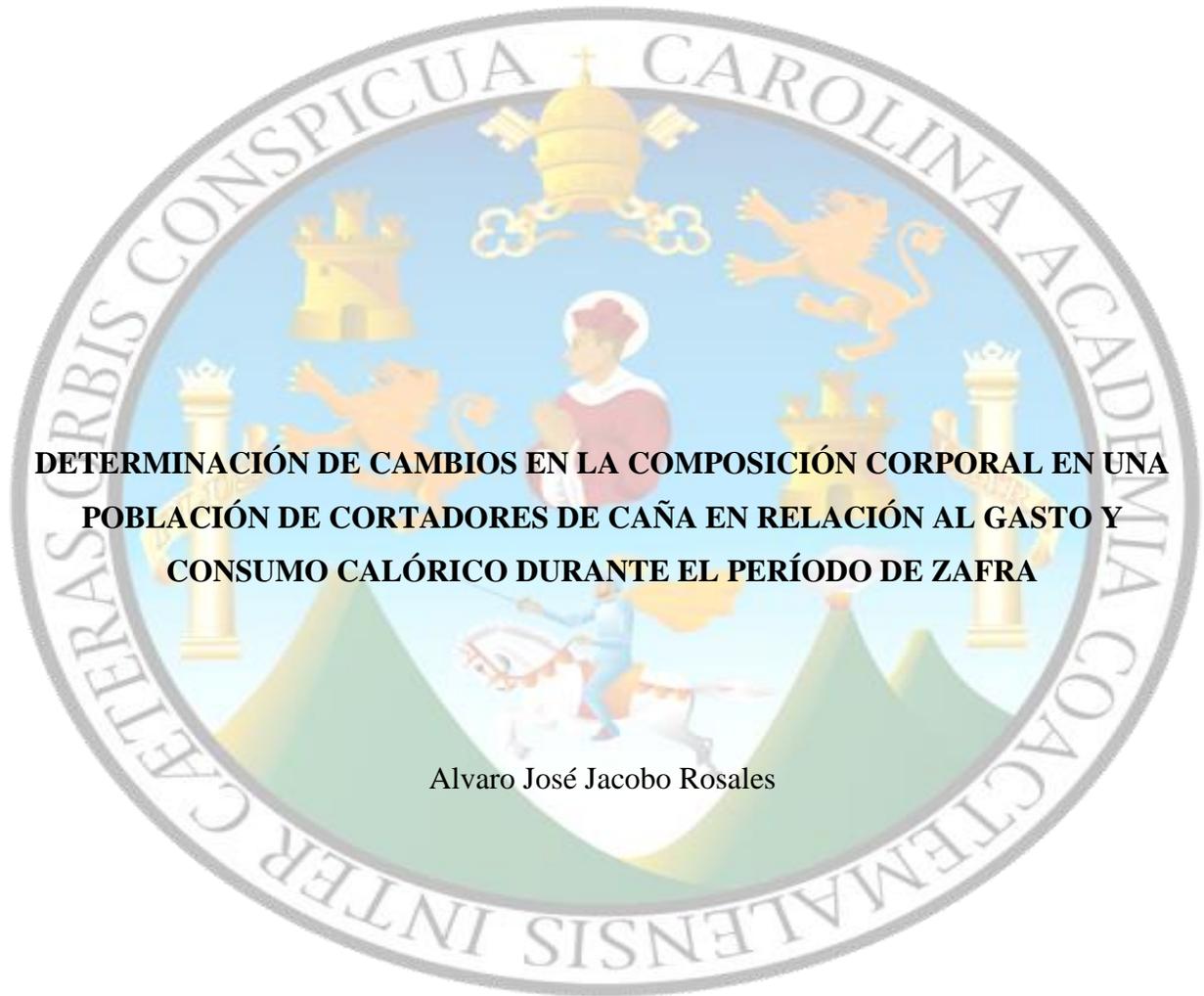


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA



Alvaro José Jacobo Rosales

Maestría en Alimentación y Nutrición

Guatemala, septiembre de 2016

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA



**DETERMINACIÓN DE CAMBIOS EN LA COMPOSICIÓN CORPORAL EN UNA
POBLACIÓN DE CORTADORES DE CAÑA EN RELACIÓN AL GASTO Y
CONSUMO CALÓRICO DURANTE EL PERÍODO DE ZAFRA**

Trabajo de tesis presentado por
Alvaro José Jacobo Rosales

Para optar al grado de Maestro en Ciencias

Maestría en Alimentación y Nutrición

Guatemala, septiembre de 2016

JUNTA DIRECTIVA

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA

Dr. Rubén Dariel Velásquez Miranda	DECANO
M.A. Elsa Julieta Salazar de Ariza	SECRETARIA
MSc. Miriam Carolina Guzmán Quilo	VOCAL I
Dr. Juan Francisco Pérez Sabino	VOCAL II
Lic. Carlos Manuel Maldonado Aguilera	VOCAL III
BR. Andreina Delia Irene López Hernández	VOCAL IV
BR. Carol Andrea Betancourt Herrera	VOCAL V

CONSEJO ACADÉMICO

ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO

Rubén Dariel Velásquez Miranda, Ph.D.

María Ernestina Ardón Quezada, MSc.

Jorge Mario Gómez Castillo, MA.

Clara Aurora García González, MA.

José Estuardo López Coronado, MA.

TABLA DE CONTENIDO

I.	INTRODUCCIÓN.....	1
II.	MARCO TEÓRICO	3
A.	Temporada de cosecha de caña de azúcar:	3
1.	Contexto general	3
2.	Sistema de Cosecha.....	3
3.	Proceso de Cosecha.....	4
4.	Rendimiento Laboral.....	7
B.	Composición Corporal.....	9
1.	Modelos de Composición Corporal	9
2.	Métodos para la estimación de la Composición Corporal:	10
3.	Bio Impedancia Eléctrica	11
4.	Masa Grasa.....	12
5.	Masa Libre de Grasa	12
C.	Gasto Calórico	13
1.	Calorimetría.....	14
2.	Ecuaciones Predictivas.....	15
D.	Ingesta Calórica	17
1.	Historia Dietética.....	17
2.	Registro Dietético Diario	17
3.	Recordatorio de 24 Horas.....	18
4.	Cuestionario de Frecuencia de Consumo de Alimentos.....	18
III.	JUSTIFICACIÓN.....	19

IV.	OBJETIVOS.....	21
A.	Objetivo General.....	21
B.	Objetivos Específicos	21
V.	HIPOTESIS	22
A.	Hipótesis Nula.....	22
B.	Hipótesis Alterna	22
VI.	METODOLOGÍA	23
A.	Diseño del estudio.....	23
1.	Tipo del estudio.....	23
2.	Variables.....	23
B.	Población y muestra.....	25
1.	Población	25
2.	Muestra.....	25
3.	Criterios de inclusión y exclusión	25
C.	Etapas de la investigación.....	26
1.	Socialización	26
2.	Codificación y Elaboración de Base de Datos	26
3.	Estimación de Ingesta Calórica	26
4.	Estimación de Gasto Calórico	27
5.	Evaluación del Estado Nutricional y Composición Corporal	27
6.	Correlación entre ingesta y gasto calórico y cambios en el estado nutricional..	28
7.	Correlación entre rendimiento laboral y cambios en la composición corporal..	29
VII.	RESULTADOS	30

A.	Caracterización de la población.....	30
B.	Ingesta y Gasto calórico.....	31
C.	Composición corporal.....	32
D.	Composición corporal, Ingesta y Gasto calórico.....	33
E.	Rendimiento laboral y Composición corporal.....	34
VIII.	DISCUSIÓN.....	37
IX.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	40
A.	Conclusiones.....	40
B.	Recomendaciones.....	41
X.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	42
XI.	ANEXOS.....	47

RESUMEN EJECUTIVO

La cosecha de caña de azúcar o “Zafra” se caracteriza por ser una temporada del año, en donde trabajadores de distintas regiones del país, migran hacia la costa sur del país durante seis meses para trabajar en el corte de caña de azúcar. Al contextualizar sobre las condiciones climatológicas para la cosecha de este cultivo, se hace mención que la caña de azúcar requiere de altas temperaturas para que ésta pueda llegar a cumplir un desarrollo y maduración óptimos para obtener niveles de azúcar aceptables para la industria azucarera.

El proceso de cosecha se realiza por medio de la quema del cultivo, la cual facilita al cortador para remover los residuos de la caña de azúcar. El corte manual se caracteriza por el uso de un machete o “colombiana”, el cual es utilizado para cortar el tallo de la planta a nivel del suelo. Este tipo de actividad laborales de alto esfuerzo físico, ya que el cortador debe estar expuesto a las altas temperaturas características de la región y a jornadas laborales extensas, las cuales pueden llegar a comprometer el estado de salud de los cortadores.

El presente estudio tuvo como objetivo, identificar cambios en la composición corporal en una población de cortadores de caña de azúcar, y su relación con el rendimiento laboral, la ingesta y el gasto calórico durante el período de Zafra 2014-2015 en la costa sur de Guatemala. Para llevar a cabo esta investigación, se utilizaron las boletas de evaluación corporal elaboradas por el personal médico del Ingenio Magdalena.

Por medio de un muestreo aleatorio simple, se seleccionó una muestra de 112 boletas de evaluación corporal, las cuales contenían información sobre mediciones realizadas a cortadores de caña al inicio, durante y al finalizar la temporada de Zafra 2014-2015. Entre las variables seleccionadas, se obtuvo el registro de la edad, estatura, peso, grasa corporal y masa muscular de cada sujeto.

Para obtener el dato sobre el rendimiento laboral, se revisaron las boletas de rendimiento de corte las cuales fueron elaboradas por los supervisores de corte en la misma fecha que fueron realizadas las evaluaciones corporales. Así mismo, se utilizaron 30 recordatorios de

24 horas, que fueron evaluados en una sub muestra de cortadores seleccionada por el personal médico de Ingenio Magdalena, para evaluar la ingesta y el gasto calórico.

Fueron transcritos los recordatorios de 24 horas en una base de datos, especificando el tipo y cantidad del alimento utilizando la Tabla de Composición de Alimentos para Centro América del INCAP, se estimó la valoración de macronutrientes y calorías de cada porción de alimento. Para obtener el valor del gasto calórico, se recabó el dato de peso y edad de los sujetos incluidos en la sub muestra, y por medio de la ecuación de FAO/WHO/UNU se determinó las calorías gastadas.

Para evaluar el estado nutricional y la composición corporal, se consolidaron los datos antropométricos de cada sujeto de la muestra, en base a las mediciones realizadas: primera medición (inicio Zafra), segunda medición (mitad Zafra), tercera medición (final Zafra). Por medio de la prueba estadística de t-student se evaluó cada variable en base a las mediciones realizadas.

Así mismo, se realizó la correlación entre el rendimiento laboral y cambios en la composición corporal y obteniendo el promedio de los tres registros de rendimiento laboral, grasa corporal, masa muscular de cada sujeto, se determinaron las variables dependientes (rendimiento laboral) e independientes (edad, estatura, grasa corporal y masa muscular), y así crear siete modelos de análisis que determinaron la correlación de las variables.

Al haber realizado el análisis de la composición corporal de una muestra de cortadores durante el período de Zafra 2014-2015, se concluye que el alto esfuerzo físico empleado promueve cambios significativos en la composición corporal, los cuales evidenciaron una relación significativa con los valores de ingesta, gasto calórico y la obtención de un adecuado rendimiento laboral.

Por lo que se recomienda continuar con el análisis entre la ingesta y el gasto calórico en una muestra mayor, para observar el patrón alimenticio de los cortadores, mejorar la distribución de macronutrientes en la dieta y poder así evaluar los efectos en el estado nutricional y en la composición corporal. Así mismo, es necesario analizar las metodologías empleadas por las industrias azucareras en la selección del personal.

I. INTRODUCCIÓN

La cosecha de caña de azúcar o “Zafra” se caracteriza por ser una temporada del año, en donde miles de trabajadores de distintas regiones del país, migran hacia la costa sur en busca de opciones de trabajo, que les permitan sufragar los gastos para la siguiente temporada de cosecha de maíz, frijol, cardamomo, y poder así mantener el equilibrio entre el acceso y consumo de los alimentos para sus familias.

Este tema se relaciona estrechamente con la Seguridad Alimentaria y Nutricional (SAN), ya que la temporada de Zafra representa una opción de trabajo para miles de agricultores de diversas regiones del país, en donde la prevalencia de inseguridad alimentaria es alta. Por lo que tener un ingreso económico alternativo, promueve el equilibrio para la obtención y consumo de los alimentos para aquellas familias vulnerables.

El proceso de cosecha, consiste en la quema, corte, alce y transporte de la caña de azúcar, hacia las diferentes fábricas en donde se procesará la caña para la generación de productos tales como: azúcar en crudo, azúcar refino, energía eléctrica, alcohol, mieles y otros productos. El proceso de corte puede realizarse por medio de equipo tecnificado, el cual requiere de una menor cantidad de personal humano, para generar mayores cantidades de toneladas de corte al día; sin embargo, muchos de los terrenos son accidentados y/o rocosos, lo cual, genera limitantes en el proceso de cosecha mecanizada.

El corte manual, se caracteriza por tener cuadrillas de jornaleros o cortadores, los cuales pueden llegar a cortar de una mejor manera la caña de azúcar, y tener mejores rendimientos en producción. Para realizar esta actividad, se requiere de un adecuado estado físico y nutricional, ya que es necesario estar expuesto a factores climáticos extremos para poder cumplir diariamente, con la cuota de caña asignada.

El promedio de corte por persona, puede ser desde seis hasta trece toneladas por día. Sin embargo, al cumplir esta cuota diaria, el cortador debe de estar expuesto a condiciones climáticas características de la región de la costa sur de Guatemala (temperaturas de 38°C y humedad del 70%) los cuales pueden llegar a presentar, índices de calor de 58°C.

Con la finalidad de llegar a cumplir la cuota de corte diario y tener mejores ganancias, el cortador ignora aquellas señales de desgaste físico (dolores musculares y calambres), que comprometen su estado de salud ante el padecimiento de estados prolongados de deshidratación. Así mismo, el abuso de medicamentos y/o drogas ha hecho que muchos busquen soluciones fáciles para aliviar rápidamente los dolores musculares.

Ante tal situación es necesario monitorear durante el proceso de corte manual, aquellos cambios en el Índice de Masa Corporal (IMC) y la composición corporal de esta población. Para ello, es necesario realizar pruebas antropométricas y análisis en el consumo y gasto calórico de los cortadores, para determinar el grado de desgaste corporal conforme se realiza esta actividad laboral.

El presente estudio consistió en el análisis de los cambios en la composición corporal y del estado nutricional del cortador de caña de azúcar del Ingenio Magdalena, para poder determinar el nivel de esfuerzo realizado por los cortadores durante el período de Zafra. Los resultados del presente estudio servirán de base para realizar acciones a futuro, que permitan mejorar las condiciones físicas y nutricionales de esta población y evitar riesgos que puedan comprometer su estado de salud. (Jiménez, 2012)

II. MARCO TEÓRICO

A. Temporada de cosecha de caña de azúcar:

1. Contexto general

Actualmente el azúcar es uno de los principales productos agrícolas que genera mayor cantidad de divisas a Guatemala. Este producto promueve empleos a más de 23.8 millones de personas durante el período de cosecha, y ganancias para el país al ser uno de los productos más cotizados a nivel internacional. (Davila, 2013)

El proceso de cosecha de la caña de azúcar se conoce como Zafra, el cual hace referencia al viaje que realizan los jornaleros de distintas regiones del país, para poder realizar el proceso de siembra y corte de la caña. Al contextualizar sobre las condiciones climatológicas idóneas para el crecimiento de este cultivo, se hace mención que la caña de azúcar requiere de temperaturas elevadas durante el período de crecimiento y bajas temperaturas durante el proceso de maduración. Las temperaturas idóneas para que se lleve a cabo la germinación de esta planta oscilan entre 32°C y 38°C, y para el crecimiento 27°C. (Ramirez, 2008) La precipitación anual requerida para este cultivo es de 1,500 mm, la cual, debe de ser distribuida adecuadamente ya que durante el crecimiento y desarrollo la cantidad de agua debe de ser reducida, para restringir el crecimiento y lograr así una concentración de sacarosa en el tallo. (Vargas E. , 1991)

Al cumplirse la etapa de crecimiento máximo de este cultivo, se procede a realizar el proceso de cosecha, el cual se realiza a partir del mes de noviembre hasta finales del mes de abril de cada año. Esta actividad se realiza por medio de un programa que debe ajustarse según el estado de maduración del cultivo, el cual, puede ser inducido o dado de forma natural.

2. Sistema de Cosecha

El sistema de cosecha de caña de azúcar en Guatemala, se ha caracterizado por mantener procesos eficientes que logran mejorar el rendimiento en la obtención de azúcar. En 1981, se introduce al sistema de cosecha, el corte de caña por medio del uso de un machete tipo

australiano. El uso de esta herramienta permitiría tener una eficiencia de 1 a 1.5 toneladas de caña/hombre/día (TCHD). (Melgar, Meneses, Orozco, Pérez, & Espinosa, 2014)

Esta nueva metodología, simplificó el trabajo del cortador, ya que, permitió de una mejor manera realizar el corte eficientemente y acomodar la caña en una chorra para poder despuntar la caña. Durante el período de Zafra de 1981- 1982, la eficiencia por cortador aumentó a 2.4 TCHD, con el empleo de este nuevo proceso de corte. (Melgar, Meneses, Orozco, Pérez, & Espinosa, 2014)

3. Proceso de Cosecha

- a) Quema: Este proceso facilita la labor de los cortadores, ya que aumenta la eficiencia en toneladas/días/hombre al reducir la cantidad de basura, así mismo, permite un mayor rendimiento por toneladas de caña cortada. (Martínez, 2007)
- b) Corte Manual: Este proceso se realiza por medio de grupos de cortadores, los cuales son organizados por frentes y cuadrillas para poder cubrir las zonas del cultivo. La mayoría de los cortadores, provienen de diversas regiones del país (Quiché, Baja Verapaz y Chiquimula), estos son atendidos en complejos habitacionales, en donde se les proporciona hospedaje, alimentación y recreación. (Melgar, Meneses, Orozco, Pérez, & Espinosa, 2014)

Otro grupo de cortadores proviene de poblaciones cercanas a los ingenios azucareros, quienes únicamente se les brinda servicio de transporte y bebidas para hidratación. Cada cortador utiliza un machete especial llamado “colombiana”, el cual, le permite cortar los tallos de la caña a nivel del suelo, para posteriormente acomodar la caña ya sea en forma de cúmulos o chorras continuas o separadas.

Si la caña de azúcar es acomodada en forma continua, se puede tener una mayor eficiencia para el cortador en base a TCHD; cantidad de toneladas alzadas por hora; mayor cantidad de toneladas transportadas por cabezal; y un menor costo por tonelada al ser cortada, alzada y transportada a cada ingenio. (Melgar, Meneses, Orozco, Pérez, & Espinosa, 2014)

La modalidad de chorra discontinua, consiste en elaborar pequeños grupos de chorras (1.2 a 1.5 metros de largo, separadas entre sí). Las ventajas de utilizar este tipo de acomodamiento de la caña, radica en que se tiene menor cantidad de residuos minerales, principalmente piedras y tierra; menor desgaste y deterioro de la maquinaria en fábrica, por medio de la reducción los residuos minerales; reducción en los tiempos de fabricación, al evitar el ingreso de residuos al proceso de fabricación. (Melgar, Meneses, Orozco, Pérez, & Espinosa, 2014)

- c) Corte Mecanizado: Este proceso de corte representa una alternativa para la tecnificación del cultivo, sin embargo, constituye un alto nivel de materia extraña. Una de las desventajas de este tipo de corte, es que no puede llevarse a cabo en áreas rocosas, terrenos con pendientes pronunciadas y/o terrenos con una topografía accidentada. (Martínez, 2007)

Este tipo de cosecha es utilizado como una alternativa, cuando el apoyo de personal humano es limitado. Sin embargo, las eficiencias obtenidas por cosechadora pueden ser de 35.36 toneladas de caña/hora y de 478 toneladas de caña cosechadas por día. (Melgar, Meneses, Orozco, Pérez, & Espinosa, 2014)

- d) Alce y Movimiento Interno: Este proceso consiste en levantar de forma mecanizada los cúmulos de caña que han sido cortados manualmente. Este proceso, permite contabilizar y acomodar la caña en los contenedores o jaulas, diseñadas especialmente para el transporte de la misma. (Martínez, 2007)

- e) Transporte: Este proceso consiste en movilizar los contenedores o jaulas del área de corte hasta las instalaciones de fábrica. Existen diferentes combinaciones de jaulas: dobles, triples, tetras o pentas, las cuales, son utilizadas según la ubicación, distancia y tipo de carretera. (Martínez, 2007)

Al hacer mención sobre el corte manual de la caña de azúcar, diversos factores ambientales de la región de la costa sur de Guatemala, hacen que el crecimiento de este cultivo sea adecuado pero al mismo tiempo desfavorable para el cortador, ya que requiere de mucho esfuerzo físico para poder realizar esta actividad laboral y poder así cumplir la cuota diaria de caña cortada. Un estudio realizado en Sao Paulo, Brasil, evaluó los cambios en la composición corporal de 40 cortadores de caña de azúcar, los cuales se encontraban expuestos a factores laborales y ambientales extremos.

Al inicio de la recolección de los datos, se evidenció que diez personas habían abandonado la labor de corte debido al cansancio que genera esta actividad. El resto de personas, fueron evaluadas por medio de un cuestionario socio demográfico, en donde se tomaron en cuenta aspectos generales de la actividad laboral (cantidad de zafras en las que ha participado, tiempos de descanso realizado durante el día, cantidad de litros de agua bebida durante el día, padecimiento de dolores musculares y calambres, entre otros). Así mismo, se incluyó el análisis bioquímico de enzimas musculares, para determinar el grado de lesión muscular y la evaluación antropométrica (índice de masa corporal, masa grasa y masa muscular). (Luz, 2011)

Dentro de los resultados obtenidos, 17 personas presentaron sintomatología de dolores musculares debido al alto esfuerzo físico realizado. El análisis antropométrico, evidenció una pérdida significativa en el peso corporal y en la masa grasa durante la primera temporada de corte. Al evaluar la masa muscular, se determinó que hubo un leve incremento en la masa muscular, en los cortadores más experimentados.

Sobre la presencia de lesiones musculares o calambres, el 57% de las personas encuestadas, reportaron haber padecido algún tipo de lesión muscular y calambres durante la jornada de corte la cual se asocia al padecimiento de golpe de calor. (Luz, 2011) La revista *Medicine & Science in Sports & Exercise*, define el golpe de calor por esfuerzo como, “la presencia de

una temperatura rectal mayor a 40°C, acompañada por síntomas o signos de falla de sistemas orgánicos, presentando frecuentemente una disfunción del sistema nervioso central". (Armstrong, 2007)

El padecimiento frecuente de este tipo de señales de agotamiento físico, muestran una evidencia clara sobre una inadecuada recuperación de líquidos y electrolitos diariamente, por lo que, este es otro factor indispensable para que exista un cambio en la composición corporal de esta población.

Cordeiro, 2008 realizó un estudio en cortadores de caña, y evaluó los riesgos cardiovasculares ocasionados por el corte manual de este cultivo. En los resultados obtenidos, se hace mención que la frecuencia cardíaca promedio fue de 112 palpitations por minuto, en reposo esta fue de 57.4 y al realizar el trabajo de corte esta asciende a 192.3 palpitations (frecuencia cardíaca máxima). Al analizar la carga cardiovascular, esta reveló que ocho personas excedieron la carga cardiovascular esperada (valores superiores al 33%), en relación al promedio establecido para una jornada laboral de ocho horas.

Entre los ochotrabajadores que presentaron un excedente en la carga cardíaca, cuatro personas produjeron más toneladas cortadas. Dentro de las conclusiones obtenidas en este estudio, se menciona que la metodología de pago de esta población, se realiza en relación a la cantidad de toneladas producidas por día. Esto hace que muchos de los trabajadores, ignoren las señales de cansancio, incomodidad y calambres las cuales podrían señalar el límite de riesgo, previo a manifestar alguna complicación. (Cordeiro, 2008)

4. Rendimiento Laboral

Durante el desarrollo del período de Zafra, los mejores resultados en productividad en toneladas de azúcar por hectárea (TAH) se ven reflejados durante la primera parte de este período. Los resultados están dados por un adecuado rendimiento en las toneladas de caña de azúcar por hectárea (TCH). La segunda parte de la Zafra, se caracteriza por presentar mayores niveles en concentración de azúcar, aunque la productividad en TAH es intermedia en relación al período inicial. En la tercera parte, se evidencia una menor

productividad en TAH, debido a un bajo rendimiento en TCH y contenidos bajos de azúcar. (Melgar, Meneses, Orozco, Pérez, & Espinosa, 2014)

Si se desea mantener resultados positivos en TAH, es necesario que el sistema de cosecha sea eficiente para lograr mantener un adecuado rendimiento en TCH. La introducción de un machete australiano al proceso de cosecha, logró mejorar el rendimiento en TCH así como la eficiencia del cortador, la cual se evidenció al pasar de 2.4 a 5.35 TCHD. (Melgar, Meneses, Orozco, Pérez, & Espinosa, 2014) Sin embargo, esta eficiencia puede llegar a 6 TCHD, si la caña de azúcar se quema previamente.

Para lograr una eficiencia de 6 TCHD, el cortador debe de laborar por más tiempo para lograr obtener una mejor remuneración. Sin embargo, el estar expuesto a una jornada laboral mayor de 12 horas, implicaría tener un mayor desgaste físico, si no se cuenta con una alimentación balanceada que permita atender la demanda nutricional que el cortador necesita.

Un estudio realizado en el estado de Alagoas al noreste de Brasil, evaluó el patrón alimentario, estado nutricional y la estatura de un grupo de cortadores de caña de azúcar para determinar la existencia de una asociación entre estas variables con el rendimiento laboral. Para medir estas variables, fue seleccionada una muestra aleatoria de cortadores comprendidos entre las edades de 18 a 50 años. (Florêncio, Ferreira, Cavalcante, Assunção, & Sawaya, 208)

Los resultados del estudio evidenciaron que los mejores resultados de productividad, estaban asociados a personas que se encontraban en una edad de 30 a 35 años, con un índice de masa corporal normal (21.5 a 25 kg/m^2) y estatura igual o mayor a 1.70 metros. Aquellas personas que se encontraban con una estatura menor a 1.60 metros, consumieron la misma cantidad de calorías que el resto de la muestra, sin embargo, presentaron un incremento en el porcentaje de grasa corporal y menores resultados de productividad, en comparación con el resto de la muestra de estudio. (Florêncio, Ferreira, Cavalcante, Assunção, & Sawaya, 208)

B. Composición Corporal

Para determinar los cambios en la composición corporal de los cortadores de caña de azúcar, dados por la exposición prolongada a altas temperaturas, jornadas laborales extensas y un alto esfuerzo físico, es necesario mencionar que la evaluación de la composición corporal en esta población, muestra el grado de desgaste físico y el estado nutricional actual de los mismos.

Se entiende por composición corporal como aquella rama de la biología humana, que se encarga de relacionar los componentes corporales y los cambios cuantitativos en los mismos, relacionados con factores influyentes, para establecer el estado nutricional de una persona. (Jiménez, 2012)

La estructura de la composición corporal, se compone de diferentes modelos propuestos. Diversos estudios hacen referencia al modelo expuesto por Jindrich Matiegka, quién desarrolló un modelo de fraccionamiento de la masa corporal, el cual fue descrito como el modelo de los cuatro compartimentos o tetracompartimental, el cual, incluye la masa grasa, la masa muscular, la masa ósea y la masa residual. (Matiegka, 2005)

Sin embargo, este modelo tuvo modificaciones por lo que paso a un modelo de cinco componentes, el cual varía de menor a mayor complejidad según su estructura y composición.

1. Modelos de Composición Corporal

- a) Nivel Atómico o Elemental: este se compone de elementos básicos como oxígeno (60%), carbono (20%), hidrógeno (15%), calcio y nitrógeno (1%).
- b) Nivel Molecular o Químico: este se compone de agua (60%), lípidos (15%), proteínas (18%), glucógeno (1%) y minerales (6%).
- c) Nivel Celular: el cual hace referencia a la masa celular, líquidos extracelulares, sólidos extracelulares y grasa.

- d) Nivel Histológico o Tisular: este se compone de elementos como músculo esquelético (36%), músculo no esquelético y tejidos blandos (29%), tejido adiposo (25%), y tejido óseo (10%).
- e) Nivel Corporal: este nivel se compone por la medición de variables corporales externas (peso, estatura, perímetros y pliegues corporales) para poder determinar variaciones y que estas sean comparadas con tablas poblacionales o parámetros de referencia. (Guerrero Bellido, Carrera Arias, Soto González, & Martínez Olmos, 2010)

El modelo más utilizado para analizar la composición corporal, es el modelo de dos componentes o bicompartimental, el cual divide al organismo en masa grasa y masa libre de grasa. (Carmelo Junior & Ferroli, 2011) Este modelo presenta a ambos compartimentos, como los más constantes, en relación a sus características químicas y en densidad. En donde la masa grasa total posee una densidad de 0.9007 g/ml y la masa libre de grasa 1.100 g/dl, ambos a una temperatura de 36°C. (Park, Park, Myung Hyun, & Gyo Sun, 2011)

2. Métodos para la estimación de la Composición Corporal:

a) Según la forma de trabajo:

- i. Normativos-Descriptivos: Son aquellos modelos teóricos que se resumen en una fórmula o normativa. El método de mayor en empleo es el Índice de Masa Corporal (IMC), el cual constituye una herramienta de gran utilidad para valorar el estado de adiposidad corporal y nutricional de las personas. (Welborn & Dhaliwal, 2007)

La Organización Mundial de la Salud ha reconocido la utilidad de este indicador, por lo que estableció una clasificación en donde relaciona los valores de este indicador con diversas causas de morbilidad y mortalidad. Se habla de un peso normal cuando este indicador oscila entre 18.5 y 24.9; sobre peso u obesidad grado I entre 25 y 29.9; obesidad grado II entre 30 y 34.9; obesidad grado

III entre 35 y 39.9; y obesidad mórbida cuando los valores sean mayores a 40. (Organization, Obesity. Preventing and managing the global epidemic. , 1998)

Un meta análisis realizado por Okorodudu et al utilizó el IMC como un indicador de utilidad para la detección de acumulación de adiposidad corporal, sin embargo, es poco sensitivo para detectarla. (Okorodudu, Jumean, Romero Corral, Somers, & Lopez Jimenez, 2010)

- ii. Densimétricos-Extrapolativos: Son aquellos modelos que utilizan densidades, pesos específicos, volumen, talla y peso como variables fundamentales. Dentro de los indicadores más utilizados en este tipo de método para valoración corporal, el peso y la talla son medidas corporales de fácil obtención y de gran importancia para poder determinar el estado nutricional en una persona.

Ambos valores son utilizados para dar un seguimiento epidemiológico de poblaciones.(González Jiménez & Aguilar Cordero, 2011)Proporcionales-Fraccionados: Son aquellos que dividen al cuerpo en componentes y calculan los mismos mediante fórmulas (ejemplo: modelo de dos componentes).

b) Según metodología

- i. Métodos Indirectos: Son aquellos que miden un parámetro y son utilizados para medir un parámetro. (Ejemplo: ultrasonido, radiología, resonancia magnética).
- ii. Métodos Doblemente Indirectos: Son aquellos que utilizan ecuaciones derivadas a su vez, de algún otro método indirecto (ejemplo: antropometría, bio impedancia eléctrica).

3. Bio Impedancia Eléctrica

La bio impedancia eléctrica se basa en la relación existente entre las propiedades eléctricas del cuerpo humano, la composición de los diferentes tejidos y del contenido total de agua en el cuerpo. Como todos los métodos indirectos de estimación de la composición corporal, la bio impedancia dependerá de premisas relativas a las propiedades eléctricas del cuerpo, de su composición y estado de maduración, nivel de hidratación, la edad, el sexo, y la condición física. (Cruz, 2011)

Esta es una técnica simple, rápida y no invasiva la cual permite la estimación del agua corporal total, por asunciones basadas en las constantes de hidratación de los tejidos. Así mismo, es posible obtener la masa libre de grasa y la masa grasa, por medio de una ecuación basada en dos componentes (Masa Libre de Grasa kg = peso total kg – Masa Grasa kg). (Cruz, 2011)

Los aparatos utilizados para medir la impedancia eléctrica, introducen en el cuerpo una corriente alterna de amperaje muy bajo e imperceptible (5 a 100 Hz) la cual viaja por todo el cuerpo. El agua corporal actúa como elemento conductor y la resistencia que ofrece el fluido al paso de esa corriente es medida por el impedanciómetro. Esta técnica puede afectarse por múltiples factores como: posición del cuerpo, estado de hidratación, ingestión de comida y bebida, temperatura de la piel, nivel de actividad física y lugar donde se realice la medición.

4. Masa Grasa

Este compartimiento, representa en el organismo un componente esencial para el mantenimiento de las reservas energéticas y como un aislante en las terminaciones nerviosas. Actualmente puede presentar variaciones según sea el sexo y la edad, ésta se encuentra compuesta en 83% por tejido graso, del cual 50% se encuentra ubicado subcutáneamente. A este nivel, las reservas representan entre 27-50% del total de las reservas grasas del cuerpo. (Pereira-Lancha, Campos-Ferraz, & Lancha Junior, 2010)

5. Masa Libre de Grasa

Este compartimiento, se encuentra compuesto por minerales, proteínas, glucógeno, y agua, este último agrupa el agua corporal total intracelular y extracelular, el cual tiene un grado

de hidratación medio de 73%. Cabe mencionar, que los niveles de hidratación de la masa libre de grasa son variables, por lo que ni la etnia ni el sexo, pueden alterar los niveles de hidratación. El agua corporal comprende una proporción que puede variar de 55 -65% respecto al peso corporal, y de 73% para la masa libre de grasa. (Eriksson, Hannestad, Löf, Eriksson, & Forsum, 2011)

Los estudios mencionados anteriormente, exponen la necesidad de analizar detalladamente el comportamiento corporal de esta población, para poder realizar acciones que permitan mejorar las condiciones nutricionales de los cortadores y eviten comprometer el estado de salud. (Quintana, 2005)

C. Gasto Calórico

El gasto energético representa la cantidad de energía que el cuerpo consume diariamente; éste se encuentra compuesto por la suma de la tasa metabólica basal, termogénesis endógena y la actividad física. Generalmente el gasto calórico se determina por medio de ecuaciones matemáticas, las cuales predicen el consumo calórico de una persona. (Vargas, Lancheros Paez, & Barrera, 2010)

La Organización Mundial de la Salud (OMS) define el gasto energético total, como “el nivel de energía necesario para mantener el equilibrio entre el consumo y el gasto energético, cuando una persona presenta peso, composición corporal, y actividad física en buen estado de salud, debiéndose hacer ajustes para individuos con diferentes estados fisiológicos como crecimiento, gestación, lactancia y envejecimiento”. (Organization, World Health Organization, 2000)

La tasa metabólica basal representa la actividad mínima de todos los tejidos en condiciones de equilibrio, ésta se expresa como producción de calor o consumo de oxígeno por unidad de tamaño corporal. Esta constituye del 60 al 70% del gasto energético diario en la mayoría de los adultos sedentarios y en personas físicamente activas éste representa el 50%; este dato varía según sea la composición corporal (masa magra). (Levine, 2005)

Existen diversas características fisiológicas que hacen que el gasto energético varíe entre las personas, entre las se puede mencionar: estatura, composición corporal, edad, sexo, y

producción hormonal. (Mahan & Escott Stump, 2009) Este puede ser estimado o medido; aunque la medición es más precisa cuando se tiene un control adecuado de aquellos factores que pueden generar modificaciones (alimentación, consumo de tabaco y alcohol, tipo de actividad física, la temperatura del ambiente y la posición de la persona al momento de realizar la medición).

Al mencionar la actividad física, es necesario tener en cuenta que ésta puede variar. Un estudio realizado con jóvenes de 18 a 24 años, evidenció que existe una variabilidad entre el total de energía gastada por día y el tipo de actividad física realizado; por lo que los factores socios demográficos y biológicos son los más influyentes para la variabilidad en el gasto energético.(Wickel & Eisenmann, 2006)

El gasto energético por actividad física es muy variable entre las personas, y puede cambiar diariamente. En aquellas personas sedentarias, dos terceras partes del gasto energético total son utilizadas para el metabolismo basal y una tercera parte en algún tipo de actividad física. Sin embargo, en aquellas personas muy activas el gasto energético total puede elevarse hasta el doble de la tasa metabólica basal; y éste puede ser aún más elevado en aquellas personas que realizan algún tipo de actividad física de alta demanda. (Pres, 2005)

1. Calorimetría

Los componentes en que se divide el gasto energético (metabolismo basal y actividad física), pueden ser determinados por medio de calorimetría de manera directa e indirecta. (Vásquez, Cardona, Andrade, & Salazar, 2005) Así mismo, aparte de la calorimetría, existen otros métodos para determinar el gasto energético basal y el requerimiento de energía (ecuaciones predictivas y la bio impedancia eléctrica).

- a) Calorimetría Directa: este tipo de metodología determina el gasto energético total, por medio de cámaras herméticas con paredes aislantes, en donde se registra el calor almacenado y perdido por radiación, convección, y evaporación.

- b) Calorimetría Indirecta: es un método no invasivo el cual permite estimar la producción de energía la cual puede ser equivalente a la tasa metabólica basal. (Lawrence & Ugrasbul, 2004) Es llamado indirecto, ya que el gasto metabólico es determinado por medio de los equivalentes calóricos de oxígeno consumido y de dióxido de carbono producido.

2. Ecuaciones Predictivas

La determinación de las necesidades energéticas de una persona, es de suma importancia ya que al momento de realizar la planeación de la alimentación, el balance entre el consumo calórico y gasto energético tiene implicaciones importantes para la salud. Las ecuaciones predictivas se han desarrollado con personas sanas y éstas se basan en un análisis regresivo, el cual ha incluido datos como el peso, estatura, sexo, y edad.

La ecuación de Harris-Benedict se determinó por medio de la realización de un estudio que midió el gasto metabólico basal de 136 hombres y 103 mujeres, en donde se realizaron metodologías estadísticas, que establecieron las siguientes ecuaciones:

- a) Hombres: $GMB = 66.4730 + 13.7516 (\text{peso kg}) + 5.003 (\text{estatura cms}) - 6.7759 (\text{edad})$. (Vargas, Lancheros Paez, & Barrera, 2010)
- b) Mujeres: $GMB = 665.0955 + 9.5634 (\text{peso kg}) + 1.8496 (\text{estatura cms}) - 4.6756 (\text{edad})$. (Vargas, Lancheros Paez, & Barrera, 2010)

Tanto la ecuación de Harris-Benedict como Schofield, proveen una estimación válida para calcular la tasa metabólica basal, aunque ambas ecuaciones pueden llegar a sobrestimar o subestimar el requerimiento energético; en algunos casos se ha reportado un 20% y en otros una imprecisión de 200 calorías. (Spears, Hyunsook, Behall, & Conway, 2009)

Otra ecuación utilizada para estimar el gasto calórico en adultos es la elaborada por un comité de expertos de la FAO/WHO/UNU en 1995. Para el desarrollo de dicha ecuación, fue necesario utilizar los datos recabados por Shofield, aunque dichos datos presentaban ciertas limitaciones como: carencia de datos sobre lactantes, adolescentes y adultos; personas provenientes de países desarrollados; variabilidad entre etnias; y muy poca

información sobre personas provenientes de regiones tropicales. (Vargas, Lancheros Paez, & Barrera, 2010)

La ecuación de Harris y Benedict es la más utilizada para la determinación del gasto calórico en una persona, sin embargo, esta tiende a sobre estimar la TMB de 10% a 15%, al igual que la ecuación elaborada por FAO/WHO/UNU. Esta última ecuación a diferencia de otras, no utiliza la talla porque se considera que ésta no contribuye a la estimación del gasto energético. (Vargas, Lancheros Paez, & Barrera, 2010)

El uso de la ecuación elaborada por FAO/WHO/UNU a poblaciones provenientes de climas tropicales, puede llegar a sobreestimar la TMB de 3% a 13%, y subestimarla en poblaciones que regiones de gran altitud. Dichas variaciones pueden darse por la variabilidad en el contenido de la dieta; aquellas que contengan altos niveles en carbohidratos podrían llegar a explicar los valores bajos de TMB en algunas poblaciones tropicales. (Froehle, 2008)

Un estudio realizado en una muestra de mujeres brasileñas y españolas que presentaban exceso en el peso corporal, evaluó la adecuación de las ecuaciones de predicción del gasto energético en comparación con lo obtenido por medio de la medición de calorimetría indirecta. En el desarrollo de la investigación, se evaluó el peso y la talla durante un período de ayuno para poder determinar el índice de masa corporal (IMC) y la aplicación de las ecuaciones de estimación. Por otro lado se evaluó el gasto calórico de la muestra, por medio de calorimetría indirecta. (Lopes Rosado, Santiado de Brito, Bressan, & Martínez Hernández, 2014)

Para determinar el gasto calórico en 24 horas, fueron utilizadas las ecuaciones de Harris y Benedict (1919), Schofield (1985), FAO/WHO/UNU (1985), Owen (1986), Mifflin –StJeor (1990), Henry &Rees (1991), Oxford (Henry, 2005). En los resultados obtenidos del estudio, se obtuvo que el medio más confiable para la estimación del gasto calórico diario es por calorimetría indirecta, sin embargo, su costo es alto.

El uso de ecuaciones de estimación calórica evidenció que la ecuación de FAO/WHO/UNU tiene un alto porcentaje de adecuación, con una subestimación de 7.9% en comparación al resto de ecuaciones utilizadas. Este estudio concluye que el uso de las ecuaciones de

FAO/WHO/UNU, Harris y Benedict, Schofield, y Henry y Rees, son adecuadas para estimar el gasto calórico diario. (Lopes Rosado, Santiago de Brito, Bressan, & Martínez Hernández, 2014)

D. Ingesta Calórica

La ingesta calórica o dietética hace referencia al proceso fisiológico en el organismo, el cual permite un adecuado equilibrio entre la cantidad de energía que puede almacenarse en forma de tejido graso y el conjunto de procesos catabólicos del mismo. Para que éste mecanismo pueda darse con éxito, es necesario tener en cuenta la participación de diversos procesos que van desde estructuras nerviosas centrales hasta la unidad funcional del tejido adiposo. (González Jiménez & Schmidt Rio Valle, 2012)

Para regular la ingesta energética, es necesario entender que el mecanismo de ingesta va más allá del simple concepto de una reducción en los niveles de glucosa y lípidos en sangre para propiciar la sensación de hambre y por consiguiente la ingesta. Al momento de percibir el alimento, diversas señales sensitivas son transmitidas por medio de los pares craneales hasta llegar al sistema nervioso central. Así mismo, el inicio de la secreción de insulina es otro de los factores que llegan a desencadenar dicho proceso. (González Jiménez & Schmidt Rio Valle, 2012)

Para lograr determinar la ingesta calórica, pueden emplearse metodologías de valoración de ingesta, que pueden ir desde un rango de detalle individual de consumo alimentario ó por medio de listas de alimentos. Para ello, a continuación se describen los métodos más utilizados para la evaluación de la ingesta calórica:

1. Historia Dietética

Este método consta de tres partes: recordatorio de 24 hrs, lista de alimentos en donde se recogen datos de frecuencia de consumo y un registro dietético de tres días consecutivos. Consiste en realizar una entrevista a la persona objetivo, en donde se le pide que recuerde la ingesta alimentaria de un período de tiempo determinado. (Moreno & Gorgojo, 2007)

2. Registro Dietético Diario

Este método consiste en que la persona encuestada o un representante de este, anote en formularios durante un período determinado, todos y cada uno de los alimentos y bebidas consumidas a lo largo de ese período. Los registros pueden realizarse durante varios días consecutivos y/o en períodos estacionales, para que brinde un dato más exacto sobre el consumo habitual de la persona. (Moreno & Gorgojo, 2007)

3. Recordatorio de 24 Horas

Este método consiste en definir y cuantificar las cantidades de alimento durante 24 horas mediante la entrevista con el sujeto. En ella se solicita a la persona que recuerde cada alimento consumido, en cantidad y horario específico. (Moreno & Gorgojo, 2007) Actualmente existen metodologías electrónicas que reducen los tiempos de procesamiento de la información, los errores de codificación y estandarización en la recolección de datos entre cada una de las personas encuestadas.

Un estudio realizado por Frankenfeld y colaboradores, utilizaron recordatorios automatizados por dos días en un tiempo no consecutivo y lo compararon con otros recordatorios de 24 horas, los cuales fueron manuales y con una consecuencia de cuatro días. Se demostró que se obtuvieron estimaciones aceptables en cuanto a la ingesta de nutrientes, sin embargo, hubo una pérdida de la información en cuanto a la información descriptiva de la alimentación. (Frankenfeld, Poudrier, Gillevet, & Yang, 2012)

4. Cuestionario de Frecuencia de Consumo de Alimentos

Este método consiste en que la persona entrevistada debe responder un cuestionario en donde se detalla el número de veces que ha ingerido un alimento durante un determinado período de tiempo. El cuestionario consta de tres partes: una lista de alimentos, frecuencias de tiempo de consumo en unidades de tiempo, y una porción estándar establecida como punto de referencia para cada alimento. Este cuestionario puede ser modificado o adaptado según el investigador lo desee en base a un grupo de alimentos o nutrientes específicos. (Moreno & Gorgojo, 2007)

III. JUSTIFICACIÓN

La caña de azúcar forma parte de los cultivos de mayor influencia económica en los países de la región Centro Americana. Para que la caña de azúcar pueda tener una mejor productividad, es necesario que ésta se encuentre en un ambiente idóneo para un adecuado desarrollo. La costa sur de Guatemala se caracteriza por presentar climas tropicales, en donde prevalecen las altas temperaturas, las cuales pueden oscilar de 27°C a 38°C, humedad relativa de 73%, y elevados niveles de precipitación durante el segundo y tercer trimestre del año. (Ramirez, 2008) (Vargas E. , 1991)

El período de cosecha de este cultivo suele dividirse en tres partes, la primera lo comprenden los meses de noviembre y diciembre (caracterizados por tener una alta productividad), la segunda parte los meses de enero y febrero (se evidencia mejores niveles de concentración de azúcar aunque la productividad es menor) y la tercera parte los meses de marzo y abril, sin embargo, ésta puede llegar a extenderse hasta mediados de mayo. (Melgar, Meneses, Orozco, Pérez, & Espinosa, 2014)

Durante este período, la mayor parte de mano de obra encargada del corte, migra de diversas regiones (Occidente, Norte y Oriente), para instalarse durante seis meses en la costa sur del país. Comúnmente viven en complejos habitacionales en donde se les proporciona hospedaje, alimentación, hidratación y recreación. (Melgar, Meneses, Orozco, Pérez, & Espinosa, 2014)

El trabajo de corte manual, comprende un esfuerzo físico de alta intensidad, debido a que el trabajador se encuentra expuesto prolongadamente a altas temperaturas del ambiente. Al detallar sobre las condiciones sociales de esta población, se hace mención que por la variabilidad en los ciclos estacionarios para la producción de cultivos en las diferentes regiones del país, la selección de este tipo de actividad laboral, representa una opción alterna para generar los ingresos económicos suficientes, que permitan dar sostenimiento a las familias de los cortadores, debido a la falta de trabajo en sus comunidades.

Una de las manifestaciones de agotamiento físico prolongado en los cortadores, es el golpe de calor. Este tipo de complicación, hace referencia al aumento en la temperatura rectal por

arriba de los 40°C, el cual, es acompañado de signos o fallas en sistemas orgánicos que pueden causar la muerte. (Armstrong, 2007) Estas complicaciones, suelen ser frecuentes en este tipo de población, ya que muchos ignoran las señales de peligro, con el objetivo de cumplir la cuota diaria de trabajo y tener mejores ganancias.

Al mencionar sobre el estado nutricional de los cortadores, la exposición del cuerpo a altas temperaturas y a jornadas laborales extensas, promueve que se utilicen todas las reservas energéticas que cuenta el cuerpo para mantener la homeostasis. Ante tal necesidad, es necesario exponer que el análisis del comportamiento de la composición corporal de los cortadores de caña, sería de gran utilidad para proponer recomendaciones, que permitan mejorar las condiciones nutricionales y evite comprometer el estado de salud. (Quintana, 2005)

La importancia de este estudio radica en poder analizar y comprender los cambios en el estado nutricional y la composición corporal de los cortadores de caña de azúcar del Ingenio Magdalena, durante el período de Zafra 2014-2015, para brindar recomendaciones que permitan mejorar el rendimiento y desempeño de dicha labor en próximas Zafras.

IV. OBJETIVOS

A. Objetivo General

Identificar cambios en la composición corporal en una población de cortadores de caña de azúcar y la relación existente entre el rendimiento laboral, la ingesta y el gasto calórico durante el período de Zafra 2014-2015, en el Ingenio Magdalena en la costa sur de Guatemala.

B. Objetivos Específicos

1. Estimar la ingesta y gasto calórico en cortadores, durante el período de Zafra 2014-2015.
2. Analizar los cambios en el estado nutricional y la composición corporal de los cortadores, durante el período de Zafra 2014-2015.
3. Determinar la correlación entre la ingesta y gasto calórico, y los cambios en la composición corporal de cortadores de caña, durante el período de Zafra 2014-2015.
4. Estimar la correlación entre el rendimiento laboral de los cortadores de caña y los cambios existentes en la composición corporal, durante el período de Zafra 2014-2015.

V. HIPOTESIS

A. Hipótesis Nula

1. Ho 1: No hay diferencia significativa en la estimación de la ingesta y gasto calórico, durante el período de Zafra 2014-2015.
2. Ho 2: No hay diferencia significativa al analizar los cambios en el estado nutricional y la composición corporal de los cortadores, durante el período de Zafra 2014-2015.
3. Ho 3: No hay correlación entre ingesta y gasto calórico, y los cambios en la composición corporal de cortadores de caña, durante el período de Zafra 2014-2015.
4. Ho 4: No existe correlación entre, el rendimiento laboral de los cortadores de caña y los cambios en la composición corporal de los cortadores, durante el período de Zafra 2014-2015.

B. Hipótesis Alternativa

1. Ha 1: Si existe diferencia significativa en la estimación de la ingesta y gasto calórico, durante el período de Zafra 2014-2015.
2. Ha 2: Si existe diferencia significativa al analizar los cambios en el estado nutricional y la composición corporal de los cortadores, durante el período de Zafra 2014-2015.
3. Ha 4: Existe correlación entre, entre ingesta y gasto calórico, y los cambios en la composición corporal de cortadores de caña, durante el período de Zafra 2014-2015.
4. Ha 5: Existe correlación entre, el rendimiento laboral de los cortadores de caña y los cambios en la composición corporal de los cortadores, durante el período de Zafra 2014-2015.

VI. METODOLOGÍA

A. Diseño del estudio

1. Tipo del estudio

Este estudio fue de tipo retrospectivo, transversal y correlacional, ya que se revisaron 112 registros antropométricos de tres evaluaciones corporales, elaboradas por el personal médico del Ingenio Magdalena durante el período de Zafra 2014-2015. Asimismo, se revisaron registros de rendimiento de corte diario, para obtener el promedio en el rendimiento laboral por sujeto. En lo que respecta al consumo y gasto calórico, se utilizaron recordatorios de 24 horas elaborados por el mismo personal en una sub muestra de cortadores. También, se realizaron correlaciones y regresiones lineales para determinar la relación entre el corte de caña y los cambios en el estado nutricional y la composición corporal de los cortadores.

2. Variables

- a) **Ingesta Calórica:** Hace referencia a la cantidad de calorías ingeridas diariamente por una persona a través de los alimentos, con la finalidad de mantener las funciones vitales del cuerpo.

Se utilizó esta variable, ya que se deseaba estimar la cantidad de calorías ingeridas por un cortador en base a su patrón alimenticio diario. Se recabó la información a través de los recordatorios de 24 horas elaborados por el personal médico del Ingenio Magdalena, en una sub muestra de 30 cortadores durante el período de Zafra 2014-2015.

- b) **Gasto Calórico:** Hace referencia al consumo calórico diario de una persona, en base al nivel de actividad física que éste tenga para desempeñar una actividad. Se utilizó esta variable, para determinar la cantidad de calorías que un cortador gastó diariamente a través de la actividad de corte de caña, y observar los cambios ocurridos en el estado nutricional y en la composición corporal.

Por medio de la ecuación de FAO/WHO/UNU, se determinó la cantidad de calorías gastadas en la sub muestra de cortadores, para ello, fue necesario recolectar el registro de edad y peso de los sujetos.

- c) Índice de Masa Corporal: Hace referencia a la medida de asociación entre la masa y la talla de una persona. Se utilizó la variable de IMC, para determinar los cambios en el estado nutricional de la muestra total de cortadores.

Los puntos de corte establecidos fueron los siguientes: Bajo Peso ≤ 18.5 kg/mts², Normal 18.5 - 25 kg/mts², Sobre Peso y Obesidad $\Rightarrow 25$ kg/mts². Los datos de peso y estatura fueron recolectados de las boletas de evaluación corporal documentadas por sujeto.

- d) Masa Muscular: Hace referencia al volumen del tejido corporal correspondiente a la masa magra libre de grasa. Se utilizó esta variable, para determinar los cambios en el tono muscular relacionado con el esfuerzo físico realizado por la actividad de corte. Los datos fueron recolectados de las boletas de evaluación corporal documentadas por sujeto.
- e) Grasa Corporal: Hace referencia al porcentaje de peso corporal constituido por tejido adiposo, el cual funciona como una reserva energética del cuerpo. Se utilizó esta variable, para determinar los cambios en los niveles corporales de tejido graso, relacionado con el esfuerzo físico realizado por la actividad de corte. Los datos fueron recolectados de las boletas de evaluación corporal documentadas por sujeto.
- f) Rendimiento Laboral: Hace referencia a la cantidad de producto producido durante un tiempo determinado, en base a metas laborales estipuladas. Se utilizó esta variable, para determinar la cantidad en toneladas de caña de azúcar que una persona cortó diariamente durante la temporada de Zafra 2014-2015. Los datos fueron obtenidos de las boletas de registro de corte de diario de cada sujeto, reportados en la misma fecha que fueron realizadas cada una de las evaluaciones corporales.

B. Población y muestra

1. Población

Se tomaron las 156 boletas de evaluación corporal elaborados por el personal del Ingenio Magdalena, las cuales, contenían información de tres mediciones realizadas a cortadores de caña, durante el período de Zafra 2014-2015.

2. Muestra

Las boletas fueron seleccionados por medio de un muestreo aleatorio simple obtenido de la siguiente manera:

Nivel de confianza de 95%

p = es la probabilidad de que ocurra el evento (0.5)

q = es la probabilidad de que no ocurra el evento (0.5)

En donde N = tamaño de la población (156 boletas)

Z = es el estadístico correspondiente al nivel de confianza basado en una distribución normal (1.96).

E = error de muestreo

$$n = \frac{Nz^2 pq}{(N - 1)\epsilon^2 + z^2 pq}$$

Total muestra: 112 boletas seleccionadas

Así mismo, se tomó en cuenta la sub muestra de 30 cortadores seleccionados por el personal de Ingenio Magdalena. Esta sub muestra fue seleccionada de manera aleatoria, en el momento que fue realizada la tercera medición corporal. Cada uno de los sujetos, fue entrevistado sobre los alimentos y bebidas que había consumido durante el día.

3. Criterios de inclusión y exclusión

a) Criterios de Inclusión

- i. Cortadores de sexo masculino comprendidos entre 18 y 60 años, con procedencia de alguna comunidad o departamento ajeno a la costa sur de Guatemala.
- ii. Boletas con registro completo de tres mediciones corporales realizadas durante el período de Zafra 2014 – 2015.

b) Criterios de Exclusión

- i. Cortadores de sexo masculino mayores a 60 años, con procedencia de alguna comunidad o departamento de la costa sur de Guatemala.
- ii. Boletas con registro incompleto de tres mediciones corporales realizadas durante el período de Zafra 2014-2015.

C. Etapas de la investigación

1. Socialización

Para desarrollar el presente trabajo de investigación fue necesario socializar los objetivos del estudio, con jefes y gerentes de los departamentos de servicios generales y servicios de cosecha del Ingenio Magdalena. Asimismo, se solicitó autorización para la revisión de las boletas de evaluación corporal, recordatorios de 24 horas y los registros de rendimiento de corte.

2. Codificación y Elaboración de Base de Datos

- a) Se codificó el registro de cada sujeto de la muestra, para resguardar la identidad de cada persona.
- b) Por medio del programa Microsoft Excel 2013, se elaboró la base de datos de cada una de las tres mediciones corporales realizadas. Los datos recolectados fueron: código de planilla, edad, peso, talla, IMC, masa muscular y grasa corporal.
- c) Se elaboró otra base de datos, en donde se recabó la información correspondiente a los recordatorios de 24 horas realizados.

3. Estimación de Ingesta Calórica

- a) Para estimar la ingesta calórica se transcribieron en la base de datos, los 30 recordatorios de 24 horas obtenidos de la sub muestra de cortadores.
 - b) Cada uno de los recordatorios fue organizado según tiempo de comida. Se anotó el tamaño de la porción de cada alimento consumido y el peso del mismo en gramos.
 - c) Para obtener el detalle de las calorías y gramos de macronutrientes (proteínas, carbohidratos y grasas) de cada uno de los alimentos consumidos, fue necesario utilizar la Tabla de Composición de Alimentos de Centroamérica segunda versión (Menchú, Méndez, & Alfaro, 2012).
 - d) La cantidad de calorías y macronutrientes de los alimentos propuestos en la Tabla de Composición de Alimentos de Centroamérica está dada en base a 100 gramos de alimento. Por lo que, se utilizó regla de tres para estimar la cantidad de calorías y gramos de macronutrientes según el peso en gramos de cada porción de alimento consumido.
 - e) Se consolidó el total de las calorías y gramos de cada macronutriente, de los alimentos registrados en los recordatorios de 24 horas.
4. Estimación de Gasto Calórico
 - a) Se recolectaron las boletas de evaluación corporal de los sujetos incluidos en la sub muestra, para obtener la edad y el peso evaluado en la tercera medición realizada a los cortadores.
 - b) Por medio de la ecuación de FAO/WHO/UNU se estimó el metabolismo basal de cada sujeto. Posteriormente, el metabolismo basal fue ajustado con el nivel de actividad física propuesto por Hernández Triana, el cual fue medido en cortadores de caña de azúcar. (Hernández Triana, 2005)
 5. Evaluación del Estado Nutricional y Composición Corporal

- a) Se utilizaron los registros de medición corporal, para obtener la edad, peso, estatura, masa muscular y grasa corporal, de cada uno de los sujetos de la muestra. Posteriormente, se clasificó la información de la siguiente manera: 1ra Medición (inicio Zafra), 2da medición (mitad Zafra) y 3ra Medición (final Zafra).
 - b) Para la protección de identidad de cada sujeto, se asignó un código a cada persona según el módulo de procedencia, número de registro de evaluación y número de medición.
 - c) Se utilizó la fórmula de IMC para estimar el estado nutricional, según los puntos de corte establecidos en la definición de las variables.
 - d) Se utilizó la prueba t-student, con un intervalo de confianza de 95% y un valor crítico de 0.05, para establecer la significancia de cada variable por medición realizada, para ello se siguió el siguiente orden:
 - i. Evaluación de la primera y segunda medición.
 - ii. Evaluación de la segunda y tercera medición.
 - iii. Evaluación de la primera y tercera medición.
6. Correlación entre ingesta y gasto calórico y cambios en el estado nutricional
- a) Se utilizaron las boletas de evaluación corporal de los sujetos incluidos en la sub muestra, para obtener información sobre: peso, índice de masa corporal, masa muscular y grasa corporal.
 - b) Por medio de la prueba estadística de correlación de Pearson, se determinó la correlación de las variables corporales, ingesta y gasto calórico. Para ello fue necesario realizar dos pruebas estadísticas, las cuales siguieron el siguiente orden:
 - i. Correlación entre: peso, IMC, grasa corporal, masa muscular e ingesta calórica.

- ii. Correlación entre: peso, IMC, grasa corporal, masa muscular y gasto calórico.
7. Correlación entre rendimiento laboral y cambios en la composición corporal.
- a) Para realizar la correlación entre las variables corporales y el rendimiento corporal, se obtuvo el promedio de los tres registros de rendimiento laboral, grasa corporal y masa muscular de cada sujeto. Asimismo, se obtuvo el registro de la edad y la estatura.
 - b) Se determinaron las variables dependientes (rendimiento laboral) y las independientes (edad, estatura, grasa corporal y masa muscular).
 - c) Por medio del programa SPSS versión 14.0 Windows Integrated Student Versión, se realizó la prueba de regresión lineal, y se obtuvo el detalle de los coeficientes beta estandarizado y valores de significancia (p-valor) de cada una de las variables independientes.
 - d) Se utilizaron los coeficientes beta y las medias aritméticas de cada variable independiente para obtener el porcentaje de asociación. El cuál fue calculado de la siguiente manera: $\text{coeficiente B} / \text{media} * 100$.
 - e) Se crearon siete modelos de análisis, los cuales, determinaron cuál de las variables independientes tuvo mayor relación con la variable dependiente. Los modelos de análisis fueron los siguientes:
 - Modelo 1: rendimiento laboral, ajustado a edad
 - Modelo 2: rendimiento laboral, ajustado a estatura
 - Modelo 3: rendimiento laboral, ajustado a grasa corporal
 - Modelo 4: rendimiento laboral, ajustado a masa muscular
 - Modelo 5: rendimiento laboral, ajustado a edad y estatura
 - Modelo 6: rendimiento laboral, ajustado a grasa corporal y masa muscular
 - Modelo 7: rendimiento laboral, ajustado a edad, estatura, grasa corporal y masa muscular

VII. RESULTADOS

Los resultados del presente estudio se presentan en cinco secciones: (A) Caracterización de la población, (B) Ingesta y Gasto calórico, (C) Composición corporal, (D) Composición corporal, Ingesta y Gasto calórico, (E) Rendimiento laboral y Composición corporal

A. Caracterización de la población

En la Tabla 1, se presenta la caracterización general de la muestra de estudio, en ella se observa que el promedio de edad fue de 28 años y la estatura de 1.57 metros. El estado nutricional se mantuvo dentro de los parámetros normales (22.98 kg/mt^2), según los puntos de corte establecidos. La productividad laboral evidenció un promedio de corte a nivel general de la muestra, en 5.54 toneladas de caña de azúcar cortadas por persona.

Tabla 1
*Caracterización general de los sujetos de muestra,
Zafra 2014 – 2015, Ingenio Magdalena, Guatemala 2016.*

(n = 112)	Media ± DS (rango)
Edad (años)	28.34 ± 10.50 (18 - 58)
Estatura (metros)	1.57 ± 0.04 (1.42 - 1.68)
Índice de Masa Corporal (kg/mt^2)	23.03 ± 1.99 (17.9- 30.4)
Grasa Corporal (%)	15.05 ± 3.74 (7.4 – 27.4)
Masa Muscular (kilos)	45.92 ± 3.86 (36.7 – 57.4)
Productividad (ton/hombre/día)	5.54 ± 1.02 (2.41 - 8.33)

Fuente: Datos experimentales

En la Tabla 2, se presenta la caracterización general de la sub muestra de cortadores seleccionados por el personal del Ingenio Magdalena. Se observa que el promedio de edad fue de 27 años, el estado nutricional fue normal, según los puntos de corte establecidos (23.66 kg/mt^2).

Tabla 2
*Caracterización general de la sub muestra de estudio
 Zafra 2014 - 2015, Ingenio Magdalena, Guatemala 2016*

(n = 30)	Media ± DS (Rango)
Edad (años)	27.83 ± 10.4 (18 - 54)
Estatura (metros)	1.57 ± 0.05 (1.49 - 1.68)
Índice de Masa Corporal (kg/mt ²)	23.66 ± 2.29 (19.7 - 28.7)
Grasa Corporal (%)	16.16 ± 4.48 (7.95 - 26.45)
Masa Muscular (kilos)	46.37 ± 4.20 (39.45 - 55.5)

Fuente: Datos experimentales

B. Ingesta y Gasto calórico

En la tabla 3, se muestra la comparación energética entre la ingesta y el gasto calórico evaluada en la sub muestra de cortadores. Se observa que existe una diferencia estadísticamente significativa entre ambas variables, por lo que se rechaza la hipótesis nula planteada para el primer objetivo de esta investigación.

Tabla 3
*Comparación energética entre ingesta y gasto calórico
 Zafra 2014-2015, Ingenio Magdalena, Guatemala 2,016*

Variables	Media ± DS	p-valor
Ingesta Calórica	6,853 ± 1,225	0.00*
Gasto Calórico	4,237 ± 221	0.00*

* Resultados estadísticamente significativos para $p < 0.05$

Fuente: Datos experimentales

En la Tabla 4, se muestra la caracterización dietética de los macronutrientes aportados en la dieta de los cortadores. Se observa que existe una inadecuada distribución porcentual de los macronutrientes, ya que el 76% del total de las calorías aportadas por la dieta, proviene de una fuente de carbohidratos, a través del consumo de: tortillas, arroz, atoles, bebidas de cola, pan blanco y golosinas.

Sobre el consumo de proteínas, se evidenció que las fuentes principales de este nutriente lo obtienen a través del consumo de: carne de cerdo, pollo, huevo y embutidos.

Tabla 4

Caracterización dietética de los macronutrientes y alimentos aportados en la dieta Zafra 2014-2015, Ingenio Magdalena, Guatemala 2,016

Macronutrientes	Distribución (%) ± DS	p-valor	Tipo de Alimentos
Proteínas	12.0 ± 0.74	0.00*	Carne de cerdo, pollo, pescado, embutidos, huevo y animales silvestres.
Carbohidratos	76.2 ± 1.84	0.00*	Frijoles (blancos y negros), arroz, verduras, tortillas (13 unidades por ración), frutas, pan blanco (francés y de galleta), café, azúcar, atol (bienestarina), bebidas de cola, tamales, chuchitos y golosinas.
Grasas	13.9 ± 1.12	0.00*	Aceite girasol

*Resultados estadísticamente significativos para $p < 0.01$

Fuente: Datos experimentales

C. Composición corporal

En la Tabla 5, se muestra los cambios en el estado nutricional y en la composición corporal de los cortadores, durante las tres mediciones realizadas durante el período de Zafra 2014-2015. Se observa que en la evaluación de la primera y segunda medición, hubo incremento en el peso de los cortadores influenciado por una ganancia significativa de grasa corporal.

La evaluación de la segunda y tercera medición, evidenció una reducción significativa en el peso de los cortadores debido a la pérdida de grasa corporal. En la evaluación entre la primera y tercera medición no se observaron cambios de consideración. Al haber cambios significativos en el estado nutricional y en la composición corporal durante las mediciones realizadas, se rechaza la hipótesis nula planteada para el análisis de cambios en el estado nutricional y composición corporal de los cortadores durante el período de Zafra 2014-2015.

Tabla 5
Cambios en el estado nutricional y en la composición corporal según medición realizada, Zafra 2014-2015, Ingenio Magdalena, Guatemala 2016.

Variables Corporales	1ra y 2da Medición	2da y 3ra Medición	1ra y 3ra Medición
Peso	56.9 - 57.3*	57.3 - 56.9*	56.9 - 56.9
Índice de Masa Corporal	22.9 - 23.1*	23.1 - 22.9	22.9 - 22.9
Grasa Corporal	14.8 - 15.3*	15.3 - 14.9*	14.8 - 14.9
Masa Muscular	45.9 - 46.0	46.0 - 45.8	45.9 - 45.8

*Resultados estadísticamente significativos ($p < 0.05$)

Fuente: Datos experimentales

D. Composición corporal, Ingesta y Gasto calórico

En la Tabla 6, se muestra la correlación entre ingesta, gasto calórico y los cambios en el estado nutricional en la sub muestra de cortadores. Se evidencia una correlación significativa entre las variables gasto calórico, índice de masa corporal y masa muscular con un nivel de confianza de 99%. Así mismo, se observa correlación significativa entre el gasto calórico y grasa corporal con un nivel de confianza de 95%. Para la variable ingesta calórica, no se muestra correlación significativa en relación a las variables corporales.

Se evidencia que si existe correlación entre las variables corporales y el gasto calórico, por lo que se rechaza la hipótesis nula planteada en la determinación de correlación entre la ingesta, gasto calórico y cambios en la composición corporal de los cortadores durante el período de Zafra 2014-2015.

Tabla 6
Correlación entre ingesta, gasto y cambios en la composición corporal
Zafra 2014-2015, Ingenio Magdalena, Guatemala 2016

Variables	Media \pm DS	Ingesta Calórica		Gasto Calórico	
		p-valor	R	p-valor	R
Índice de Masa Corporal	23.66 \pm 2.29	0.165	0.260	0.000	0.754**
Masa Muscular	46.3 \pm 4.2	0.369	0.170	0.000	0.888**
Grasa Corporal	16.1 \pm 4.48	0.251	0.216	0.012	0.452*

** Correlación estadísticamente significativa para $r < 0.01$

* Correlación estadísticamente significativa para $r < 0.05$

Fuente: Datos experimentales

E. Rendimiento laboral y Composición corporal

En la Tabla 7, semuestra el comportamiento del rendimiento laboral de los cortadores según las mediciones realizadas. Se observa que al evaluar la primera medición, existe un diferencia estadísticamente significativa entre la segunda y tercera medición, sin embargo, no existe diferencia alguna entre la segunda y tercera medición.

Tabla 7

Comportamiento delrendimiento laboral de los cortadores según medición realizada Zafra 2014-2015, Ingenio Magdalena, Guatemala 2016

Variabes	1ra y 2da Medición	2da y 3ra Medición	1ra y 3ra Medición
Rendimiento laboral	5.11 - 5.85*	5.85 - 5.64	5.11 - 5.64*

*Resultados estadísticamente significativos ($p < 0.05$)

Fuente: Datos experimentales

En la Tabla 8, se muestra la relación entre el rendimiento laboral, el estado nutricional y la composición corporal según los reportes de medición. Se puede observar que durante la tres medición hubo una diferencia estadísticamente significativa para las variables grasa corporal y masa muscular.

Tabla 8

Relación entre el rendimiento laboral, estado nutricional y composición corporal según medición, Zafra 2014-2015, Ingenio Magdalena, Guatemala 2016

Medición	Media (\pm DS)	Media (\pm DS)	Media (\pm DS)	Media (\pm DS)
	Rend. Laboral (ton/día)	IMC (kg/mt ²)	Grasa Corp. (%)	Masa Musc. (kg)
1ra Medición	5.11 \pm 1.08	22.98 \pm 2.13	14.84 \pm 4.27*	45.91 \pm 4.10*
2da Medición	5.85 \pm 1.10	23.14 \pm 2.02	15.37 \pm 3.79*	46.01 \pm 3.96*
3ra Medición	5.64 \pm 1.14	22.98 \pm 2.11	14.93 \pm 3.83*	45.84 \pm 3.95*

*Resultados estadísticamente significativos ($p < 0.05$)

Fuente: Datos experimentales

En la Tabla 9, se muestra la regresión lineal entre el rendimiento laboral y los cambios en la composición corporal. Para realizar el análisis de las variables, se elaboraron siete modelos para determinar el comportamiento de dependencia con respecto al rendimiento laboral.

El modelo 1, muestra que el aumento en la edad de los cortadores, genera una reducción estadísticamente significativa en el rendimiento laboral en 1.3%, por otro lado, el modelo 2 evidencia que al haber un aumento en la estatura, hay un incremento en el rendimiento laboral en 6.9%. El modelo 3, muestra que al haber un incremento en el rendimiento laboral, los niveles de grasa corporal se reducen en 0.5%, sin embargo, el modelo 4, muestra que la masa muscular se incrementa en 0.4%.

El modelo 5, evidencia que al haber un aumento en la edad de los cortadores, el rendimiento laboral presenta una reducción de 1.3%, sin embargo, cuando el modelo es ajustado por la estatura, se observa que existe una reducción aun mayor (1.4%). El modelo 6, muestra que al haber un aumento en el rendimiento laboral los niveles de grasa corporal se reducen en 0.7%, mientras que la masa muscular permanece igual que lo obtenido en el modelo 4.

El modelo 7, muestra que al haber incremento en la edad de los cortadores el rendimiento laboral presenta una reducción estadísticamente significativa en 2.3%, los niveles de grasa corporal se incrementan en 2.7% y la masa muscular se reduce en 1.0%. La estatura en comparación con el resto de variables, evidencia un incremento en el rendimiento laboral en 20.6%, aunque no haya mostrado tener una relación estadísticamente significativa.

Por medio de los modelos planteados a través de la regresión lineal múltiple, se evidencia que si existe relación estadísticamente significativa entre las variables corporales y el rendimiento laboral. Es por ello que se rechaza la hipótesis nula, planteada para la determinación de correlación entre el rendimiento laboral y los cambios en la composición corporal de los cortadores durante el período de Zafra 2014-2015

Tabla 9

*Regresión entre el rendimiento laboral y cambios en la composición corporal de los cortadores
Zafra 2014- 2015, Ingenio Magdalena, Guatemala 2016*

Variables	Media \pm DS	Modelo 1		Modelo 2		Modelo 3		Modelo 4		Modelo 5		Modelo 6		Modelo 7	
		Coef. B	p-valor	Coef. B	p-valor	Coef. B	p-valor	Coef. B	p-valor	Coef. B	p-valor	Coef. B	p-valor	Coef. B	p-valor
Rendimiento Laboral (dependiente)	5.37 \pm 1.02														
Edad	28.34 \pm 10.5	-0.38	0.00*							-0.39	0.00*			-0.65	0.00*
		-1.3%	-							-1.4%	-			-2.3%	-
Estatura	1.57 \pm 0.04			0.11	0.26					-0.05	0.70			0.32	0.12
				6.9%	-					-3.1%	-			20.6%	-
Composición Corporal															
Grasa Corporal	14.88 \pm 3.83					-0.08	0.43					-0.10	0.28	0.41	0.02*
						-0.5%	-					-0.7%	-	2.7%	-
Masa Muscular	45.88 \pm 3.94							0.17	0.07			0.19	0.05*	-0.45	0.03*
								0.4%	-			0.4%	-	-1.0%	-

Fuente: Datos experimentales

Nota: los modelos fueron definidos de la siguiente manera: Modelo 1 (rendimiento laboral, ajustado a edad); Modelo 2 (rendimiento laboral, ajustado a estatura); Modelo 3 (rendimiento laboral, ajustado a grasa corporal); Modelo 4 (rendimiento laboral, ajustado a masa muscular); Modelo 5 (rendimiento laboral, ajustado a edad y estatura); Modelo 6 (rendimiento laboral, ajustado a grasa corporal y masa muscular) y Modelo 7 (rendimiento laboral, ajustado a edad, estatura, grasa corporal, y masa muscular).

*Resultados estadísticamente significativos ($p < 0.05$)

VIII. DISCUSIÓN

Actualmente existe escasa información en Guatemala, sobre los cambios en la composición corporal de cortadores de caña de azúcar durante el período de Zafra. Para lograr mantener las metas en corte y producción de azúcar, los cortadores deben ser capaces de soportar una alta demanda física durante jornadas laborales extensas. Los resultados obtenidos a través del análisis de los expedientes de evaluación corporal y recordatorios de 24 horas realizados por personal médico del Ingenio Magdalena, evidenciaron cambios significativos en la composición corporal de los cortadores y variaciones en la dieta regular.

Al finalizar el período de Zafra 2014-2015, se evidenció que el estado nutricional de los cortadores fue normal para los puntos de corte establecidos en este estudio, siendo 23.03 kg/mt^2 el valor promedio para el IMC. Sin embargo, es importante mencionar que para evaluar cambios en IMC, se deben realizar evaluaciones prolongadas para determinar cambios significativos en este indicador. Los niveles de grasa corporal evidenciaron una prevalencia en 15.05% y la masa muscular en 45.93kgs, ambos resultados se asemejan con los obtenidos en atletas de alto rendimiento.

La caracterización de los alimentos mostró estar adaptada a las costumbres alimentarias de los cortadores; sin embargo, el balance de los macronutrientes no es el recomendado según la Organización para la Agricultura y Alimentación (FAO), especialmente en relación al aporte de carbohidratos y grasas (Latham, 2002). Los tiempos de comida se caracterizaron por tener un alto aporte de carbohidratos, el cual, al relacionarlo con el peso promedio de la sub muestra, se evidenció que el consumo diario de carbohidratos había sido de 22.31 gramos por kilo de peso. La fuente proteica evidenció un aporte de 12% del total de las calorías ingeridas, y el consumo promedio de este macronutriente diario había sido de 3.5 gramos por kilo de peso.

El alto consumo de carbohidratos en los cortadores de caña, podría compararse con la necesidad de ingesta de éste macronutriente en la preparación de atletas de alto rendimiento, requiriendo un alto aporte de carbohidratos, protegiéndolos de la pérdida de masa muscular como fuente de energía.

El presentetrabajo de investigación determinó por medio de la evaluación de recordatorios de 24 horas, que el promedio de calorías aportadas por la dieta fue de 6,853, mientras que el gasto calórico fue valorado en 4,237 calorías, a través del uso de la ecuación de WHO/FAO/UNU. Estos resultados muestran que existe una diferencia energética de 38.2% entre la ingesta y el gasto calórico, por lo que un adecuado aporte de macronutrientes y calorías en la alimentación, permitirán tener mejores resultados en actividades de alta demanda física (Knechtle, 2013).

Al evaluar la composición corporal, se evidenció que los cortadores habían presentado una ganancia significativa de peso a la mitad del período de Zafra. Esta ganancia de peso, fue influenciada por el aumento en los niveles de grasa corporal en 0.6%, sin embargo, al finalizar la temporada de Zafra hubo una reducción de 0.5% en este indicador. Estos resultados evidencian que el alto esfuerzo físico realizado durante la temporada de Zafra, promueve el agotamiento de las reservas energéticas del cuerpo, a tal punto de comprometer el uso de la masa muscular como fuente de energía (Florêncio, Ferreira, Cavalcante, Assunção, & Sawaya, 2008).

La relación entre los cambios en la composición corporal, la ingesta y el gasto calórico, determinaron que existe una correlación estadísticamente significativa entre el gasto calórico, índice de masa corporal, grasa corporal y la masa muscular. Esto demuestra que al no tener reservas energéticas, los cortadores utilizan la masa muscular como fuente alterna para la obtención de energía. De acuerdo con Ferreira et al (Domingues Ferreira, Ribeiro Gonçalves, & Abreu Soares, 2001) una demanda física alta produce agotamiento de glucógeno durante una competencia de alto rendimiento, por lo que, esto promueve al uso de masa muscular para suplir demandas energéticas.

Dado que el alto esfuerzo físico empleado a las actividades de corte de caña es alto, es necesario hacer mención que este sobre esfuerzo físico, se debe a la necesidad de mantener un rendimiento laboral estándar durante la temporada de Zafra. Este estudio evidenció que el rendimiento laboral había sido de 5.54 ton/día; sin embargo, al evaluar esta variable en relación a las mediciones realizadas, se evidenció que hubo una diferencia significativa

entre el rendimiento laboral obtenido durante la primera medición y la segunda y tercera medición.

Un estudio realizado en cortadores de caña de Colombia evidenció que el rendimiento laboral promedio de la muestra seleccionada había sido de 9.70 toneladas por día. (Spurr, Maksud, & Barac-Nieto, 1977). Al comparar el rendimiento laboral de los cortadores colombianos y al obtenido en este estudio, se observa que existe una diferencia de 42.8% entre ambas muestras, por lo que se podría considerar que existen otros factores que influyen en la obtención de un adecuado rendimiento laboral en los cortadores.

El modelo de regresión lineal múltiple evidenció aquellas variables que influyeron sobre el rendimiento laboral. El incremento en la edad de los cortadores, mostró que puede llegar a reducir la capacidad de corte de una persona en 2.3%; así mismo, el alto esfuerzo físico empleado para tratar de mantener el rendimiento laboral, promueve el agotamiento de las reservas energéticas y musculares de los cortadores. Sin embargo, la estatura evidenció ser la variable con mayor influencia sobre el rendimiento de corte, ya que esta puede llegar a incrementar un 20% la capacidad de un cortador para aumentar el rendimiento laboral.

Otro de los resultados del estudio realizado en cortadores colombianos, evidenció que el perfil antropométrico de los cortadores tuvo una estatura promedio en 1.65 metros, al compararlo con el obtenido en la muestra de este estudio (1.57 metros), se observa que existe una diferencia de 8 centímetros. Por lo que se observa que la estatura puede llegar a influir en la obtención de mejores resultados en el rendimiento laboral de los cortadores; sin embargo, existen factores carenciales que han marcado el desarrollo físico de los cortadores guatemaltecos. (Spurr, Maksud, & Barac-Nieto, 1977) .

IX. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

A. Conclusiones

1. Durante el período de Zafra 2014-2015, se determinó que los cortadores de caña presentaron cambios en la composición corporal, los cuales evidenciaron una relación significativa con los valores de ingesta, gasto calórico y la obtención de un adecuado rendimiento laboral.
2. Se evidenció que la ingesta calórica cubre las necesidades energéticas establecidas por el gasto calórico; sin embargo, la distribución de los macronutrientes a través de la dieta no es óptima, ya que aporta mayor consumo de carbohidratos refinados y un bajo aporte de proteínas y grasas.
3. Se evidenció que la actividad de corte de caña promueve el agotamiento de las reservas energéticas del cuerpo, a través de la reducción de la grasa corporal en 0.5% y de la masa muscular en 0.17 kgs, para mantener la demanda calórica que el cuerpo necesita.
4. Se evidenció que el gasto calórico de los cortadores tiene una alta relación con el uso de la masa muscular, ya que el tipo de actividad física empleada promueve el agotamiento del glucógeno muscular, a tal punto, de utilizar el músculo como fuente de obtención de energía.
5. Por medio del modelo de regresión lineal múltiple, se evidenció que el incremento en el rendimiento laboral del cortador de caña, puede llegar a consumir 0.7% de la grasa corporal y 1% en la masa muscular para obtención de energía. Sin embargo, la edad condiciona el rendimiento laboral en 2.3% y la estatura puede llegar a incrementar este indicador en un 20.6%.

B. Recomendaciones

1. Se recomienda realizar un análisis detallado para la obtención del valor de la ingesta calórica de los cortadores, a través de la realización de recordatorios de 24 horas en una muestra mayor a la obtenida en este estudio. Así como de realizar este procedimiento en días consecutivos, para observar el patrón alimenticio de esta población.
2. Es recomendable evaluar el aporte calórico en los menús, para poder optimizar los recursos y realizar una adecuada distribución de macronutrientes y así promover las reservas de glucógeno a través del consumo de carbohidratos y el aumento en la masa muscular.
3. La evaluación de la dieta evidenció una inadecuada distribución de macronutrientes, sin embargo, actualmente se desconoce el consumo de micronutrientes por parte de los cortadores. Por lo que se recomienda realizar estudios que evalúen el consumo de micronutrientes, para evidenciar si existen carencias en el aporte y/o consumo de vitaminas y minerales.
4. La determinación del gasto calórico por medio de ecuaciones de estimación, puede llegar a incrementar o sub estimar el valor energético real de los cortadores por el uso de variables como la edad, peso y estatura. Por lo que es recomendable evaluar otro método más confiable y de bajo costo (ejemplo: bio-impedancia eléctrica), que permita brindar valores más exactos sobre las necesidades energéticas de esta población.
5. El modelo de regresión lineal múltiple evidenció que la estatura y edad de los cortadores influyen sobre el rendimiento laboral, por lo que se recomienda realizar un análisis detallado sobre la metodología empleada por las industrias azucareras, para la selección del personal encargado del corte de caña.

X. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Armstrong, L. e. (2007). Complicaciones por calor asociadas al esfuerzo durante el entrenamiento y la competencia. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 39(3), 29.
- Carmelo Junior, J. S., & Ferroli, E. (2011). Body composition measures of obese adolescents by the deuterium oxide dilution method and by bioelectrical impedance. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, 44(11), 1164-1170.
- Cordeiro, A. e. (2008). *Impactos da indústria canavieira no Brasil*. Instituto Brasileiro de Análises e Econômicas , Brasil.
- Cruz, J. e. (2011). La bioimpedancia eléctrica como método de estimación de la composición. *Revista Andaluza de Medicina del Deporte*, 167-174.
- Davila, S. (2013). *El agro en cifras 2013*. Ministerio de Agricultura, Ganaderia y Alimentación, Guatemala.
- Domingues Ferreira, A. M., Ribeiro Gonçalves, B., & Abreu Soares, E. (Abril de 2001). El consumo de hidratos de carbono y lípidos para el desempeño en los ejercicios de ultra-resistencia. *Brazilian Journal of Sports Medicine*, 7(2), 200-210. doi:10.1590/S1517-86922001000200005
- Eriksson, B., Hannestad, U., Löf, M., Eriksson, O., & Forsum, E. (Febrero de 2011). Fat-free mass hydration in newborns: assessment and implications for body composition studies. *Acta Paediatrica*, 100(5), 680-6.
- Florêncio, T., Ferreira, H., Cavalcante, J., Assunção, M., & Sawaya, A. L. (Marzo de 2008). Short stature and food habits as determinig factors for the low productivity of sugarcane labourers in the State of Alagoas, north-eastern Brazil. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 58(1), 33-9.
- Frankenfeld, C., Poudrier, J., Gillevet, P., & Yang, X. (Octubre de 2012). Dietary Intake Measured from a Self-Administered, Online 24-Hour Recall System Compared with

- 4-Day Diet Records in an Adult US Population. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*, 112/(10), 1642-1647.
- Froehle, A. (Mayo de 2008). Climate variable as predictors of basal metabolic rate: new equations. *American Journal of Human Biology*, 20(5), 510-529.
- González Jiménez, E., & Aguilar Cordero, M. J. (2011). Prevalencia de sobrepeso y obesidad nutricional e hipertensión arterial y su relación con indicadores antropométricos en una población de escolares de Granada y su provincia. *Nutricion Hospitalaria*, 26(5), 1004-1010.
- González Jiménez, E., & Schmidt Rio Valle, J. (2012). Regulacion de la ingesta alimentaria y del balance energético; factores y mecanismos implicados. *Nutrición Hospitalaria*, 27(6), 1850-1859.
- Guerrero Bellido, D., Carrera Arias, J., Soto González, A., & Martínez Olmos, M. (2010). Análisis de la composición corporal. En A. Gil Hernández, *Tratado de Nutrición: Nutrición Humana en el Estado de Salud* (Segunda edición ed., págs. 101-110). Panamericana.
- Hernández Triana, M. (2005). Requerimiento de energía alimentaria para la población cubana adulta. *Revista Cubana de Higiene y Epidemiología*, 43(1), 77-110.
- Jiménez, E. G. (2012). Composición Corporal: estudio y utilidad clínica. *El Sevier*, 60, 69-75.
- Knechtle, B. (2013). Nutrition in Ultra-Endurance Racing - Aspects of energy balance, fluid balance and exercise associated hyponatremia. *Medicina Sportiva*, 17(4), 200-210. doi:10.5604/17342260.1081297
- Latham, M. (2002). Nutrición Humana en el Mundo en Desarrollo. En M. Latham, *Nutrición Humana en el Mundo en Desarrollo* (págs. 99-106). Nueva York, Estados Unidos.

- Lawrence, K., & Ugrasbul, F. (2004). Prediction of daily energy expenditure during a feeding trial using measurements of resting energy expenditure, fat-free mass, or Harris-Benedict equations. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 80, 876-80.
- Levine, J. (2005). Measurement of energy expenditure. *Public Health Nutrition*, 8(7A), 1123-32.
- Lopes Rosado, E., Santiado de Brito, R., Bressan, J., & Martínez Hernández, J. A. (2014). Effectiveness of prediction equations in estimating energy expenditure sample of Brazilian and Spanish women with excess body weight. *Nutrición Hospitalaria*, 29(3), 513-518.
- Luz, V. a. (2011). *Migrant labor and wear-out in manual sugarcane harvesting in Sao Paulo*. Departamento de Saúde Colectiva, Faculdade de Ciências Médicas, Universidade Estadual de Campinas, Sao Paulo, Brasil.
- Mahan, K., & Escott Stump, S. (2009). *Food, Nutrition & Diet Therapy* (Doceava ed.). Barcelona, España: Elsevier Masson.
- Martínez, J. (2007). *Contribución a la Eficiencia en la Producción de Caña de Azúcar (Saccharum spp.), en la zona seis del Ingenio Madre Tierra*. Universidad de San Carlos de Guatemala , Facultad de Agronomía, Guatemala.
- Matiegka, J. (06 de Junio de 2005). *Wiley Online Library*. Obtenido de <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/ajpa.1330040302/abstract>
- Melgar, M., Meneses, A., Orozco, H., Pérez, O., & Espinosa, R. (12 de Abril de 2014). *Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar*. Obtenido de Cengicaña: <http://cengicana.org/es/publicaciones/libro-de-la-cana-de-azucar/Libro-Ca%C3%B1a-de-Az%C3%BAcar/Art%C3%ADculos-Libro-El-Cultivo-de-la-Ca%C3%B1a-de-Az%C3%BAcar/XII.-La-Cosecha-de-la-Ca%C3%B1a-de-Az%C3%BAcar/>
- Menchú, M. T., Méndez, H., & Alfaro, N. (2012). *Tabla de Composición de Alimentos de Centroamérica*. Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá, Guatemala .

- Moreno, J. M., & Gorgojo, L. (Octubre de 2007). Valoración de la ingesta dietética a nivel poblacional mediante cuestionarios individuales: sombras y luces metodológicas. *Revista Española de Salud Pública*, 81, 507-518.
- Okorodudu, D., Jumean, M., Romero Corral, A., Somers, V., & Lopez Jimenez, F. (2010). Diagnostic performance of body mass index to identify obesity as defined by body adiposity: a systematic review and meta-analysis. *International Journal of Obesity*, 34, 791-799.
- Organization, W. H. (1998). Obesity. Preventing and managing the global epidemic. . *Report of a WHO consultation on obesity*, (págs. 1-158). Ginebra.
- Organization, W. H. (2000). *World Health Organization*. Obtenido de http://www.who.int/nutrition/publications/obesity/WHO_TRS_894/en/
- Park, H., Park, K., Myung Hyun, K., & Gyo Sun, K. (2011). Gender Differences in Relationship between Fat-Free Mass Index and Fat Mass Index among Korean Children Using Body Composition Chart. *Yonsei Medical Journal*, 52(6), 948-952.
- Pereira-Lancha, L. O., Campos-Ferraz, P., & Lancha Junior, A. H. (Agosto de 2010). *US National Library of Medicine*. Obtenido de National Institutes of Health: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21041808>
- Pres, N. A. (2005). *Dietary References Intakes for: Energy, Carbohydrate, Fiber, Fat, Protein and Amino Acids*. Washington, D.C., Estados Unidos : The National Academies .
- Quintana, M. (2005). *Composición Corporal*. Universidad Politécnica de Madrid, Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte , España.
- Ramirez, M. (2008). Caña de Azúcar, Características Generales. (5, Ed.) *Cultivos para la producción sostenible de biocombustibles: Una Alternativa para la generación de empleos e ingresos*.

- Spears, K., Hyunsook, K., Behall, K., & Conway, J. (Mayo de 2009). US National Library of Medicine. *Journal of the American Dietetic Association*, 109(5), 836-45. Obtenido de National Institutes of Health: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19394470>
- Spurr, G. B., Maksud, M. G., & Barac-Nieto, M. (Octubre de 1977). Energy expenditure, productivity, and physical work capacity of sugarcane loaders. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 30(10), 1740-1746.
- Vargas, E. (1991). *Aspectos Tecnicos sobre Cuarenta y Cinco Cultivos Agricolas de Costa Rica*. Ministerio de Agricultura y Ganaderia, Dirección General de Investigación y Extensión Agrícola, San José, Costa Rica.
- Vargas, M., Lancheros Paez, L., & Barrera, M. d. (10 de Diciembre de 2010). *Scielo*. Obtenido de Scielo: <http://www.scielo.org.co/pdf/rfmun/v59s1/v59s1a06.pdf>
- Vásquez, F., Cardona, O., Andrade, M., & Salazar, G. (2005). Balance de energía compición corporal y actividad física en preescolares eutróficos y obesos. *Revista Chilena de Pediatría*, 76(3), 266-274.
- Welborn, T., & Dhaliwal, P. (2007). Preferred clinical measures of central obesity for predicting mortality. *European Journal of Clinical Nutrition*, 61(12), 1373-1379.
- Wickel, E., & Eisenmann, J. (2006). Within- and between-individual variability in estimated energy expenditure and habitual physical activity among young adults. *European Journal of Clinical Nutrition*, 60, 538-544.

XI. ANEXOS

ANEXO 1

INSTRUMENTO DE OBTENCIÓN DE DATOS

Instrucciones: el presente instrumento de evaluación y de recolección de datos consta de tres secciones (datos generales, evaluación nutricional y rendimiento laboral), el mismo será utilizado por el investigador, el cual, obtendrá los datos generados a lo largo del período de Zafra 2014-2015.

– DATOS GENERALES

Nombre Completo: _____

Edad: _____ Procedencia: _____ Municipio: _____

Módulo Habitacional: _____ Código: _____ Frente: _____ Cuadrilla: _____

– EVALUACIÓN NUTRICIONAL

Estatura:	
-----------	--

Indicador	1ra Medición	2da Medición	3ra Medición
Peso Corporal (kilos)			
Índice de Masa Corporal			
Masa Muscular (kilos)			
% de Grasa Corporal			
Gasto Calórico (calorías)			
Ingesta Calórica (calorías)			

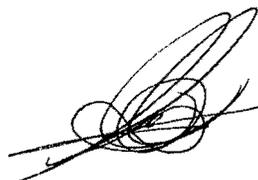
- RENDIMIENTO LABORAL

Indicador	1ra Medición	2da Medición	3ra Medición
Rendimiento Laboral (toneladas/caña/hombre/día)			

Nombre del Investigador: _____

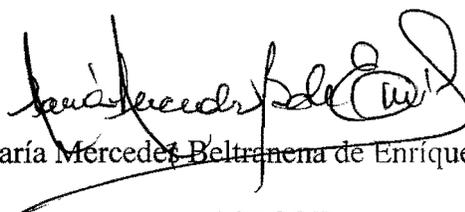
Módulo Habitacional: _____

Lugar y Fecha: _____



Alvaro José Jacobo Rosales

AUTOR



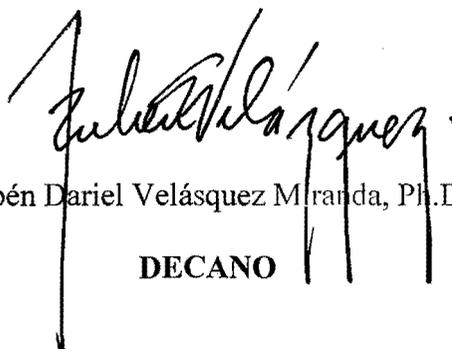
María Mercedes Beltránena de Enriquez, MSc.

ASESOR



María Ernestina Ardón Quezada, MSc.

DIRECTORA



Rubén Dariel Velásquez Miranda, Ph.D

DECANO