



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD CIENCIAS DE LA SALUD
CARRERA DE NUTRICIÓN Y SALUD COMUNITARIA**

**Tesis previa a la obtención del título de Licenciatura en Nutrición y Salud
Comunitaria**

**“ASOCIACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE METALES ESENCIALES
(COBRE-Cu, CALCIO-Ca, ZINC-Zn, MAGNESIO-Mg) CON EL ESTADO
NUTRICIONAL EN EL PERSONAL ADMINISTRATIVO DE LA
UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE DE
IBARRA – ECUADOR”**

AUTOR(AS):

PAOLA ESTEFANÍA AMUY GIACOMETTI

NANCY LILIANA ROSERO DÁVILA

DIRECTORA DE TESIS:

DRA. RAQUEL SALAZAR LUGO

IBARRA-ECUADOR

CONSTANCIA DE APROBACIÓN DEL TUTOR

Luego de haber sido designado por el Honorable Consejo Directivo de la Facultad de Educación, Ciencia y Tecnología de la Universidad Técnica del Norte de la Ciudad de Ibarra, he aceptado con satisfacción participar como Director del Trabajo de Grado del siguiente tema: “ASOCIACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE METALES ESENCIALES (COBRE-Cu, CALCIO-Ca, ZINC-Zn, MAGNESIO-Mg) CON EL ESTADO NUTRICIONAL EN EL PERSONAL ADMINISTRATIVO DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE DE IBARRA – ECUADOR” Trabajo realizado por las señoritas PAOLA ESTEFANIA AMUY GIACOMETTI Y NANCY LILIANA ROSERO DÁVILA, previo a la obtención del título de Licenciadas en Nutrición.

Al ser testigo presencial, y corresponsable directo del desarrollo del presente trabajo de investigación. Certifico que reúne los requisitos y méritos suficientes para el sustento ante el tribunal que sea designado oportunamente.

Es todo lo que puedo certificar por ser justo y legal.

DRA. RAQUEL SALAZAR LUGO
DIRECTORA DEL TRABAJO DE GRADO



AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE.

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto repositorio digital institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad. Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición de la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO	
CEDULA DE CIUDADANIA:	1720415288
APELLIDOS Y NOMBRES:	AMUY GIACOMETTI PAOLA ESTEFANÍA
DIRECCIÓN:	Av. Víctor Cartagena y Venezuela
EMAIL:	pashola@hotmail.com
TELÉFONO FIJO Y MOVIL:	0986550067

DATOS DE CONTACTO	
CEDULA DE CIUDADANIA:	27090766
APELLIDOS Y NOMBRES:	ROSERO DÁVILA NANCY LILIANA
DIRECCIÓN:	Calle Plutarco Larrea y Cristóbal Tobar Subía. El Olivo
EMAIL:	lilianard22@gmail.com
TELÉFONO FIJO Y MOVIL:	0996011378

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO	“ASOCIACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE METALES ESENCIALES (COBRE-Cu, CALCIO-Ca, ZINC-Zn, MAGNESIO-Mg) CON EL ESTADO NUTRICIONAL EN EL PERSONAL ADMINISTRATIVO DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE DE IBARRA – ECUADOR”.
AUTORAS:	Amuy, Paola; Rosero Nancy
FECHA:	2016/01/21
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Licenciadas en Nutrición y Salud Comunitaria
DIRECTOR DE TESIS:	DRA. RAQUEL SALAZAR LUGO

2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, AMUY GIACOMETTI PAOLA ESTEFANÍA con cédula Nro. 1720415288, y yo, ROSERO DÁVILA NANCY LILIANA con cédula Nro. 27090766 en calidad de autoras y titulares de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hacemos entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizamos a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior Artículo 144.

3. CONSTANCIAS

Las autoras manifiestan que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es original y que son las titulares de los derechos patrimoniales, por lo que asumen la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrán en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 21 días del mes de Enero de 2016.

LAS AUTORAS:

Firma 
Amuy Giacometti Paola Estefanía
C.C: 1720415288

Firma 
Rosero Dávila Nancy Liliana
C.C. 27090766

ACEPTACIÓN:


Ing. Betty Chávez
JEFE DE BIBLIOTECA

Facultado por resolución de Consejo Universitario



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Yo, AMUY GIACOMETTI PAOLA ESTEFANÍA con cédula Nro. 1720415288, y yo, ROSERO DÁVILA NANCY LILIANA con cédula Nro. 27090766, expresamos nuestra voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de propiedad intelectual del Ecuador, artículo 4, 5 y 6 en calidad de autores de la obra o trabajo de grado denominado: "ASOCIACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE METALES ESENCIALES (COBRE-Cu, CALCIO-Ca, ZINC-Zn, MAGNESIO-Mg) CON EL ESTADO NUTRICIONAL EN EL PERSONAL ADMINISTRATIVO DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE DE IBARRA – ECUADOR" que ha sido desarrollado para optar por el título de **Licenciadas en Nutrición y Salud Comunitaria**, en la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En calidad de autoras nos reservamos los derechos morales de la obra antes citada. Suscribimos este documento en el momento que hacemos entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

Ibarra, a los 16 días del mes de Enero de 2015.

LAS AUTORAS:

Firma 
Amuy Giacometti Paola Estefanía
C.C: 1720415288

Firma 
Rosero Dávila Nancy Liliana
C.C. 27090766

AGRADECIMIENTOS

A Dios por permitirnos llegar hasta el punto de culminar una de nuestras metas.

A la Universidad Técnica del Norte por darnos la oportunidad de recibir la formación académica para convertirnos en unas profesionales.

A nuestra Directora de Tesis Dra. Raquel Salazar un agradecimiento muy especial por habernos brindado su invaluable asesoría, su comprensión, confianza y apoyo incondicional sin el cual no hubiésemos podido desarrollar de manera satisfactoria este trabajo de investigación.

Al personal administrativo de la UTN que formo parte del proyecto y colaboro con información importante y su presencia para realizar esta investigación.

Agradecemos al Doctor José Luis Moreno del laboratorio de análisis de la Universidad Técnica del Norte por ayudarnos, apoyarnos con los análisis de las muestras de la población en estudios.

A la Universidad Técnica del Norte por recibirnos con los brazos abiertos y permitirnos que nos formáramos como unas profesionales dignas de representar a la institución con orgullo, gracias a los maestros de la carrera de nutrición y salud comunitaria quienes con mucha paciencia y buenos conocimientos nos permitieron triunfar.

A la Secretaria de Educación Superior, ciencia, tecnología e investigación, proyecto Prometeo y a la Dra. Raquel Salazar Lugo Prometeo Senescyt, por guiarnos, enseñarnos los sustentos necesarios técnicos y científicos que ella supo brindarnos durante la ejecución del Proyecto “Asociación de la concentración de metales esenciales (cobre-Cu, calcio-Ca, zinc-Zn, magnesio-Mg) con el estado nutricional en el personal administrativo de la Universidad Técnica del Norte de Ibarra – Ecuador

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de grado a Dios por darme la Bendición de realizar el sueño de ser una Nutricionista

A mis padres, por su incondicional apoyo en cada paso de mi vida y especialmente en el cumplimiento de esta meta.

A mi hermana por ser mi ejemplo y porque nunca me dejó sola a pesar de la distancia.

A mi hijo Evann por ser junto con mi esposo el principal motor de mi vida.

Liliana Rosero Dávila

Este trabajo va dedicado principalmente a Dios por sus bendiciones diarias, por haberme dado la vida y salud para salir a delante y poder culminar esta meta. A mi madre y hermana un agradecimiento eterno porque sin su apoyo nada fuese posible.

A mi hijo Emiliano por ser la razón de mi vida para salir a delante.

Al padre de mi hijo que desde el inicio de mi carrera estuvo ahí con palabras de aliento.

De igual manera dedico este trabajo a nuestra asesora de tesis Dra. Raquel Salazar por sus conocimientos, paciencia y orientación.

Paola Amuy Giacometti

TABLA DE CONTENIDOS

CONSTANCIA DE APROBACION DEL TUTOR.....	ii
AGRADECIMIENTOS.....	vi
DEDICATORIA.....	vii
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT.....	xiv

CAPITULO I

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.2. JUSTIFICACIÓN.....	2
1.3. OBJETIVOS.....	3
1.3.1. Objetivo General.....	3
1.3.2. Objetivos Específicos.....	3
1.4. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN.....	4

CAPITULO II

2. MARCO TEORICO.....	5
2.1. COBRE.....	5
2.2. CALCIO.....	6
2.3. ZINC.....	8
2.4. MAGNESIO	10
2.5. ESTADO NUTRICIONAL	111
2.5.1. IMC (Índice de Masa Corporal)	112
2.5.2. PERÍMETRO DE CINTURA (PC).....	12

CAPITULO III

3 METODOLOGÍA.....	15
3.1. Tipo de estudio.....	15
3.3. Sujetos de estudio	15
3.4 Variables de estudio.....	15
3.4. Operacionalización de variables	16
3.5. Métodos y técnicas de recolección de información	18

CAPITULO IV

2. RESULTADOS.....	22
4.1 VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS.....	35
4.2. DISCUSIÓN.....	36

3. CAPITULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	40
5.1 CONCLUSIONES.....	40
5.2 RECOMENDACIONES.....	41
5.3 REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	42
5.4. ANEXOS.....	48

LISTA DE FIGURAS

FIGURAS	TITULO	PAGINA
FIGURA 1	Porcentaje de metales esenciales (Cu, Zn, Ca y Mg) encontrados en la población estudiada...	22
FIGURA 2.	Porcentaje de Cu de acuerdo al género, encontrados en el personal administrativo de la Universidad Técnica del Norte periodo 2014 – 2015.....	24
FIURA 3	Porcentaje de Zn de acuerdo al género, encontrados en el personal administrativo de la Universidad Técnica del Norte periodo 2014 – 2015.....	25
FIGURA 4	Porcentaje de Ca de acuerdo al género, encontrados en el personal administrativo de la Universidad Técnica del Norte periodo 2014 – 2015.....	26
FIGURA 5	Porcentaje de Mg de acuerdo al género, encontrados en el personal administrativo de la Universidad Técnica del Norte periodo 2014 – 2015.....	27

TABLAS	TITULO	PAGINA
TABLA 1	Concentraciones promedios y desviaciones estándares de metales esenciales (Cu, Zn, Ca y Mg) en el personal administrativo de la Universidad Técnica del Norte, periodo 2014 – 2015	23
TABLA 2	Promedio de concentraciones de metales esenciales (Cu, Zn, Ca y Mg) de acuerdo al estado nutricional determinado por IMC en el personal administrativo de la Universidad Técnica del Norte, periodo 2014 2015	28
TABLA 3	Promedio de concentración de metales esenciales (Cu, Zn, Ca y Mg) de acuerdo a la evaluación de circunferencia de cintura del personal administrativo de la UniversidadTécnica del Norte, periodo 2014 – 2015	29
TABLA 4.	Promedio de concentración de metales esenciales (Cu, Zn, Ca y Mg) de acuerdo al porcentaje de agua del personal administrativo de la Universidad Técnica del Norte, periodo 2014 – 2015	30
TABLA 5	Promedio de concentración de metales esenciales (Cu, Zn, Ca y Mg) de acuerdo a la presión arterial del personal administrativo de la Universidad Técnica del Norte, periodo 2014 – 2015	31
TABLA 6	Promedio de concentración de metales esenciales (Cu, Zn, Ca y Mg) de acuerdo al Síndrome Metabólico según la IDF en el personal administrativo de la Universidad Técnica del Norte, periodo 2014 – 2015	33
TABLA 7	Concentración de metales esenciales (Cu, Zn, Ca y Mg) de acuerdo al Síndrome Metabólico según la ALAD en el personal administrativo de la Universidad Técnica del Norte, periodo 2014 – 2015	34

**ASOCIACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE METALES ESENCIALES
(COBRE-Cu, CALCIO-Ca, ZINC-Zn, MAGNESIO-Mg,) CON EL ESTADO
NUTRICIONAL EN EL PERSONAL ADMINISTRATIVO DE LA
UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE PERIODO 2014-2015**

RESUMEN

AUTORAS: Paola Amuy
Liliana Rosero

DIRECTORA: PhD. Dra. Raquel Salazar

En el presente estudio se analizaron las concentraciones de metales (Cobre-Cu, Zinc-Zn, Calcio-Ca, Magnesio-Mg) en relación al estado nutricional en el personal administrativo de la Universidad Técnica del Norte. La muestra consistió en 177 individuos (81 mujeres y 97 hombres) residentes en la ciudad de Ibarra. El estado nutricional se evaluó mediante el índice de masa corporal (IMC) tomando como puntos de corte de 18,5 a 24,9 normal, < 18,5 desnutrición >24,9 hasta 29,9 sobrepeso y >29,9 obesidad, perímetro de cintura (PC) con sus puntos de corte normal: ≥ 90 cm para hombres y ≥ 80 cm en mujeres, porcentaje de agua y grasa.

La determinación de los metales esenciales se realizó mediante el método denominado Espectrofotometría de Absorción Atómica. Las concentraciones medias obtenidas para los metales determinados están por debajo de los valores de referencia reportados en la literatura. Se demostró que las concentraciones de Mg estaban significativamente disminuidas en las personas con hipertensión. La deficiencia de Mg se ha relacionado con la patogénesis de la HT donde se ha demostrado una correlación inversa entre la presión sanguínea y los niveles de Mg en suero. También se ha demostrado que bajos niveles de Mg se asocia con la calcificación de la arteria coronaria en poblaciones con bajo riesgo de enfermedad cardiovascular por lo cual se debe realizar otro estudio con mayor población.

Palabras Clave: Cobre, calcio, zinc, magnesio, Estado Nutricional.

**ASSOCIATION FOR CONCENTRATION OF ESSENTIAL METALS
SUCH AS: (COPPER - CU, CALCIUM - CA, ZINC - ZN, MAGNESIUM- MG)
WITH NUTRITIONAL STATUS IN THE ADMINISTRATIVE STAFF OF THE
NORTH TECHNICAL UNIVERSITY FOR ACADEMIC YEAR 2014-2015
SESSION.**

ABSTRACT

This present study is focused on the concentration of metals such as: (Copper-Cu -Zn Zinc , Calcium - Ca, Mg- Mg) in relation to nutritional status of the administrative staff of the North Technical University as analyzed . The sample consist of 177 individuals of which (81 are women and 97 men) living in the city of Ibarra. Nutritional status was assessed by body mass index (BMI) used as benchmark with a cut of mark of 18.5 to 24.9 as normal weight, while malnutrition rate stand at less than 18.5 from 24.9 to 29.9 shows overweight persons. Greater than 29.9 were noticed to be obsessed. Waist circumference (WC) with normal pounce is rated at : $\geq 80\text{cm}$ $\geq 90\text{cm}$ for men and women, which is taken as percentage of water and fat . An experiment to determine the essential metals present in the body system was performed using the method known as atomic absorption spectrophotometry. The result shows an average concentration for certain metals obtained are within the reference values reported in the literature of healthy individuals that can be used to detect possible deficiencies or excesses of these poisonous Metals. The concentration values of copper , zinc , calcium, magnesium obtained were not statistically significant among the metal concentrations according to the nutritional parameter.

Keywords : copper, calcium , zinc , magnesium , nutritional status .

CAPÍTULO I

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las principales causas de la deficiencia de micronutrientes en muchos países en desarrollo, son: a) una inadecuada ingesta alimentaria, b) una baja biodisponibilidad por la forma de preparación de los alimentos, debido a la presencia de inhibidores o por interacciones con otros micronutrientes, y/o la presencia de infecciones asociadas. Aunque estos problemas persisten como interés básico de salud pública, no se pueden obviar otras deficiencias de múltiples micronutrientes. Dentro de los micronutrientes necesarios para la vida están los metales esenciales, los cuales son aquellos elementos químicos que, aunque presentes en cantidades muy pequeñas, en los tejidos corporales, son necesarios para que el organismo pueda realizar todos sus procesos bioquímicos indispensables para mantener la vida (Alarcon, 2009).

La deficiencia de estos micronutrientes también constituyen factores de riesgo para diversos tipos de enfermedades, algunas de ellas limitantes tanto físicos como mentales para el ser humano. El consumo deficiente de metales esenciales puede generar daños irreversibles a nivel individual, incrementando la morbimortalidad infantil y materna con impactos negativos durante todo el ciclo de vida y produce efectos negativos para el desarrollo de los países, a corto, mediano y largo plazo. Por esta razón, se convierten en un problema de salud pública especialmente en áreas rurales y en los grupos poblacionales de mayor vulnerabilidad: niños, niñas, mujeres embarazadas, adulto

mayores, indígenas y población que vive en situación de pobreza o indigencia(PAHO, 2012).

1.2. JUSTIFICACIÓN

La importancia de los metales esenciales para la vida y su asociación con los alimentos consumidos y por ende con el estado nutricional de los organismos, así como su reacción con algunas enfermedades emergentes tales como la diabetes y los trastornos neurodegenerativos ha motivado a la realización de este estudio en el cual se pretende conocer el estatus de algunos de estos minerales esenciales como lo son el cobre, el zinc el calcio y el magnesio en el personal administrativo de la universidad técnica del norte en donde ya se ha reportado un porcentaje de sobrepeso, obesidad (Acuña y Salcedo, 2014) dislipidemias y síndrome metabólico (Nicolalde y Maldonado, 2014) con el fin de realizar un diagnóstico sobre el estatus de metales esenciales en esta población que pueda servir de línea base para evaluaciones futuras que permitan seguir investigaciones o intervenciones proyectadas a mejorar la ingesta de estos micronutrientes.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo General

Evaluar la concentración de metales esenciales (Cobre-Cu, Zinc-Zn, Calcio-Ca, Magnesio-Mg) en relación al estado nutricional en el personal administrativo de la Universidad Técnica del Norte periodo 2014-2015

1.3.2. Objetivos Específicos

1. Determinar las concentraciones de cobre, zinc, calcio, magnesio en suero del personal administrativo de la Universidad Técnica del Norte de Ibarra Ecuador.
2. Determinar el IMC, PC, porcentaje de agua y grasa del personal administrativo de la Universidad Técnica del Norte de Ibarra Ecuador.
3. Comparar las concentraciones de metales esenciales de acuerdo al estado nutricional.

1.4. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN.

Hipótesis nula; no existe asociación significativa entre las concentraciones de metales esenciales cobre, calcio, zinc y magnesio y el estado nutricional en el personal administrativo de la Universidad Técnica del Norte

Hipótesis alternativa; existe asociación entre las concentraciones de metales esenciales cobre, calcio, zinc y magnesio y el estado nutricional en el personal administrativo Universidad Técnica del Norte

CAPÍTULO II

2. MARCO TEORICO

Los metales esenciales o minerales son aquellos elementos que, aunque presentes en cantidades muy pequeñas, en los tejidos corporales, son nutrientes esenciales por desempeñar una serie de funciones indispensables para mantener la vida. Ellos son de naturaleza inorgánica lo cual le da las características de ser resistentes al calor, estar involucrados en una gran cantidad de reacciones químicas del metabolismo, en el balance y regulación de los electrolitos, en el mantenimiento de los huesos y en procesos de coagulación y de transmisión del impulso nervioso. Particularmente su rol como cofactores enzimáticos es clave para muchos procesos celulares (Granados –Silvestre et al., 2014).

Las múltiples funciones de estos elementos, indica que su ingesta inadecuada puede dañar la función celular y fisiológica y con frecuencia causar la enfermedad (Alarcon, 2009).

2.1. COBRE

El cobre es un elemento que se encuentra en la naturaleza de forma natural y resulta indispensable para la formación y el buen funcionamiento de todos los seres vivos (Soltero et al., 2009). Es un componente esencial de numerosos sistemas enzimáticos de oxidación-reducción. Por ejemplo, es un componente de las enzimas citocromo

oxidasa, uricasa, tirosinasa, superóxido dismutasa, amino oxidasa, lisil oxidasa, y ceruloplasmina. Como componente de la enzima ceruloplasmina (ferroxidasa), el cobre está íntimamente involucrado en el metabolismo del hierro y por lo tanto en la síntesis y mantenimiento de las células rojas de la sangre. El cobre es también indispensable para la formación del pigmento melanina y por ende en la pigmentación de la piel, así como para la formación de huesos y tejido conectivo y para el mantenimiento de la integración de la vainas de mielina de las fibras nerviosas (FAO, 1975).

Su déficit puede producir anemia hipocrómica y microcítica, alteraciones neurológicas, defectos de la queratinización, formación de cartílago, osificación, anomalías de la pigmentación de la piel. La toxicidad del cobre puede originarse tras la ingesta accidental de soluciones de sales de cobre.

Los alimentos ricos en cobre son las carnes rojas, vísceras, crustáceos, semillas, leguminosas, salvado, chocolate y huevos (Lopez et al., 2008).

Los requerimientos diarios de este elemento están comprendidos en 900ug/día en mujeres y hombres.

Las concentraciones séricas elevadas de este elemento en el suero se asocian a intoxicaciones y de forma inespecífica a infecciones, daño hepático, colestasis e insuficiencia del páncreas exocrino (González y Jocho, 2002).

2.2. CALCIO

El calcio es el catión más abundante del organismo, representa el 2,24% del peso corporal libre de grasa. Junto con el fósforo son los principales constituyentes del

esqueleto; ambos forman parte de la hidroxiapatita presente en los huesos (Fernández et al., 2011).

El calcio específicamente tiene las siguientes funciones: constitución de fluidos y tejidos, regulación cardíaca, componente de los sistemas enzimáticos, conducción nerviosa, proliferación celular, estimulante de la secreción hormonal, contracción muscular, coagulación sanguínea y la más importante, el mantenimiento de la estructura y calidad de la masa ósea. Hay evidencias científicas de beneficios adicionales del calcio en la prevención de cáncer colon rectal, la regulación de presión sanguínea y la concentración de lípidos en el suero (Valencia et al., 2011).

No es fácil demostrar que muchas de las dietas de los adultos en los países en desarrollo, que suministran quizás sólo 250 a 300 mg de calcio al día, sean dañinas para la salud. Las mujeres que pasan por una serie de embarazos y lactancias prolongadas pueden perder calcio y estar en riesgo de osteomalacia. La carencia de vitamina D y no la carencia de calcio es la causa de esta condición. La osteoporosis es una enfermedad común del envejecimiento, sobre todo en las mujeres (FAO, 2010).

El calcio se absorbe en el intestino de forma pasiva y activa, siendo la forma activa la más importante cuando el consumo de calcio es sub-óptimo. La habilidad para responder ante un consumo bajo en calcio es limitada, por lo que la absorción activa no compensa la baja ingesta de calcio. En estas situaciones, el calcio es extraído de los huesos para mantener el 1% del calcio contenido en la sangre, músculo, y otros tejidos que ejercen funciones vitales en el cuerpo. Si la ingesta de calcio es persistentemente baja, los huesos se van haciendo cada vez más frágiles, lo cual puede conducir a la osteoporosis (Palacios, 2007).

La mejor biodisponibilidad del calcio se consigue mediante los alimentos, especialmente la leche y los productos lácteos, pero también a través del pescado que se consume con espinas, de algunos vegetales como la espinaca, la acelga o el brócoli, así como de algunas legumbres y frutos secos (Gonzales et al., 2012).

No es fácil establecer categóricamente las necesidades humanas de calcio, debido a que hay varios factores que influyen en la absorción y también existen variaciones considerables en las pérdidas de calcio de una a otra persona; las necesidades de calcio son mayores durante el embarazo y la lactancia, y los niños necesitan más calcio debido al crecimiento. Los niveles recomendados de consumo diario de calcio son los siguientes: 1000 a 1200mg/dl para adultos.

2.3. ZINC

El zinc es un nutriente esencial para la vida. Forma parte de numerosas enzimas se conoce que más de 100 enzimas necesitan zinc para su función catalítica. Tiene funciones catalíticas, estructurales y reguladoras. La anhidrasa carbónica, carboxipeptidasas, fosfatasa alcalina y la β -lactamasa son algunas enzimas en las que el rol catalítico del zinc es necesario para su función biológica (López et al., 2010).

Los estados carenciales de zinc pueden estar causados por diferentes factores como son: ingesta insuficiente, problemas en la absorción intestinal o pérdidas corporales excesivamente elevadas, así como el padecimiento de determinadas enfermedades. Las manifestaciones clínicas secundarias a la deficiencia de zinc en adultos se han descrito principalmente en pacientes que reciben nutrición parenteral pobre o exenta de este elemento, en pacientes con importantes pérdidas de líquidos gastrointestinales y en los

sometidos a diálisis crónica en pacientes quemados, con disfunciones renales y hemodializados.

Se desconocen los efectos del padecimiento de deficiencias ligeras, aunque las personas más susceptibles son las mujeres embarazadas, mujeres en países en vías de desarrollo, niños que sufren desnutrición y ancianos.

La deficiencia de este elemento en niños y jóvenes se debe a la falta o escasez de consumo de alimentos de origen animal, dieta con un alto contenido en fitatos, inadecuada ingesta de alimentos y un incremento de las pérdidas fecales el déficit de zinc puede ocasionar retraso en el crecimiento y en el desarrollo neuronal, incluso en algunos casos la muerte (Rubio, 2007).

No se reportan efectos adversos por consumo excesivo de zinc proveniente de alimentos. Las alteraciones reportadas por altos consumos asociados al uso crónico de suplementos de zinc, incluyen principalmente la deficiencia de cobre y con menos frecuencia la supresión de la respuesta inmunitaria y la disminución de lipoproteínas de alta densidad (García et al., 2013).

Los inhibidores de la absorción de zinc son fundamentalmente los fitatos de alto contenido en los cereales, oxalatos, hemicelulosa, calcio, hierro y cobre. La absorción puede ser facilitada por la presencia de proteína animal y la histidina y puede ocurrir a lo largo del intestino delgado.

Hay estudios que sugieren que la absorción a este nivel puede variar en función de diferentes tipos de alimentos y del estado nutricional del organismo en relación con este mineral. Una vez absorbido el zinc es transportado rápidamente y se concentra en el hígado, al que llega por la circulación portal (Torres, 2004).

El zinc se encuentra en una variedad de alimentos, pero las mayores concentraciones se dan en alimentos de origen animal, particularmente en vísceras y músculos de vacunos, porcinos, aves, pescados y mariscos y, en menor medida en huevos y lácteos. El contenido de zinc es relativamente alto en nueces, semillas, legumbres y cereales sin refinar y bajo en tubérculos, cereales refinados, frutas y verduras (López et al., 2010).

Los requerimientos varían de acuerdo a la edad y sexo 8mg/día en mujeres mayores de 19 años y en hombres mayores de 14 años 11mg/día

2.4. MAGNESIO

El magnesio es el cuarto catión más abundante del organismo y el segundo en importancia dentro de la célula (Aranda et al., 2000). El magnesio cumple varias funciones intracelulares. Estabiliza las enzimas en muchas reacciones que generan ATP, antagoniza el calcio en la contracción muscular, modula la señal de transducción y proliferación celular de la insulina y es importante para la adhesión celular y el transporte de membrana. Cerca del 99 % del magnesio total se localiza en el hueso, músculos y tejidos blandos no musculares. El magnesio extracelular supone cerca del 1 % y se encuentra fundamentalmente en el suero y en los hematíes.

El déficit de magnesio aumenta el riesgo de sufrir algunas enfermedades, como la diabetes tipo 2, la hipertensión y la arteriosclerosis (De Francisco,2013).La absorción de magnesio en el íleo ocurre a través de dos procesos, el primero es un proceso activo y saturable, que constituye la ruta principal de transporte de magnesio. Éste se realiza a través del canal de magnesio TRPM6 (transiente receptor potencial melastatin). Un

segundo mecanismo, que es pasivo y no saturable, se realiza a través de la ruta para celular (Perez, 2009).

- Los alimentos ricos en magnesio son: levadura de cerveza, chocolate en polvo, frutos secos y cereales (Aranda, 2000). Los requerimientos nutricionales de Mg para un adulto se sitúa entre 150 a 500mg/día para adultos.

2.5. ESTADO NUTRICIONAL

El estado nutricional es, primariamente, el resultado del balance entre las necesidades y el gasto de energía alimentaria y otros nutrientes esenciales, y secundariamente, el resultado de una gran cantidad de determinantes en un espacio dado representado por factores físicos, genéticos, biológicos, culturales, psico-socio-económicos y ambientales. Estos factores pueden dar lugar a una ingestión insuficiente o excesiva de nutrientes, o impedir la utilización óptima de los alimentos ingeridos (Figueroa, 2004).

2.5.1. IMC (Índice de Masa Corporal)

El índice de Masa Corporal (IMC) mide el estado nutricional calculando el peso dividido por la estatura al cuadrado. Fue diseñado por Quetelet, en el siglo XIX y aún es el más utilizado en la atención primaria de salud en Cuba y el mundo. Es en estos momentos el índice más validado por la Organización Mundial de la Salud en la evaluación del estado nutricional de adultos y a partir de ahí el diagnóstico de la obesidad. Los valores del IMC son un reflejo de las reservas corporales de energía (Rosales, 2012).

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS) el Índice de Masa Corporal se clasifica en:

IMC	CLASIFICACIÓN
< 18.5	Deficiencia Proteica Energética
18.5 – 24.9	Peso Normal
25 – 29.9	Sobrepeso
30 – 34.9	Obesidad Grado I
35 – 39.9	Obesidad Grado II
>40	Obesidad Grado III

2.5.2. PERÍMETRO DE CINTURA (PC)

La valoración y seguimiento del perímetro de cintura (PC), el cual, es una medida indirecta de adiposidad central que evalúa el riesgo de enfermedad cardio-metabólica y es utilizado como uno de los criterios de diagnóstico de síndrome metabólico, por tanto el uso de esta medida constituye una herramienta útil en atención primaria. Las medidas antropométricas de peso corporal, la estatura y en menor proporción el PC, constituyen la base de los sistemas de vigilancia alimentaria y nutricional en adultos (Díaz, 2012).

El perímetro de cintura se mide con una cinta métrica, alrededor de la cintura a nivel del ombligo. El paciente debe inspirar y luego eliminar todo el aire y así obtener la medición, la cual anotará para tener registros, donde además incluirá la fecha. Es tan preocupante el incremento del perímetro de cintura que su sola presencia (cuando es mayor a 80 cm. en mujeres y a 90 cm. en varones) nos permite pronosticar las enfermedades que ocurrirán, a nivel cardíaco (infarto), a nivel vascular (trombosis, embolia). (Repullo, 2013).

Puntos de corte para la circunferencia de cintura para poblaciones latinoamericanas según federación internacional de diabetes (idf de sus siglas en inglés; international diabetes federation).

Masculinos: ≥ 90 cm

Femenino: ≥ 80 cm

Los metales esenciales interactúan entre sí y con otras moléculas para mantener la homeostasis celular, de tal manera que aunque en algunas ocasiones no existe déficit de uno de estos, su función puede estar limitada por el déficit de otro elemento que forma parte de algunas de las enzimas que controlan el primero, un ejemplo puede encontrarse en las interacciones del metabolismo del hierro, zinc y cobre y su asociación con anemias y deficiencia del sistema inmune.

La ruptura de la homeostasis de estos metales esenciales están implicados en la patogénesis de enfermedades neurodegenerativas como la enfermedad de Alzheimer, y algunas demencias de tipo vascular (Kawahara et al., 2014).

Existen evidencias de que la deficiencia de metales esenciales específicamente el Zn, Mg y litio pueden conducir al desarrollo de la depresión y a comportamientos ansiogénicos (Mlyniec et al., 2014).

Estudios demuestran que bajos niveles de zinc, cobre y hierro son factores de riesgo para el desarrollo de la osteoporosis (Zheng, et al., 2014).

En cuanto a la relación de metales esenciales con la evaluación nutricional, se ha demostrado que la obesidad se asocia con deficiencia de cobre, hierro, zinc y magnesio

(López et al., 2014).El 32.6% de mujeres ecuatorianas (12-49 años) las cuales presentaron sobrepeso (freire et al., 2014). En cuanto a deficiencias de calcio, cobre y magnesio no existen datos en la literatura en poblaciones ecuatorianas adultas.

CAPÍTULO III

3. METODOLOGÍA

3.1. Tipo de estudio

La presente investigación es de tipo descriptivo analítico y transversal debido a que se realizó por una sola vez en un tiempo determinado y se describe la situación observada.

3.2.Lugar de estudio

Universidad Técnica del Norte ubicada en la Avenida 17 de Julio No. 5 – 21 del Barrio el Olivo Parroquia El Sagrario de Ibarra – Ecuador

3.3.Sujetos de estudio

La población estudiada fue de 177 personas, (81 mujeres y 97 hombres), se caracterizó por ser predominantemente mestiza, entre 20 y 60 años de edad, nivel de escolaridad superior completa y lugar de residencia en Ibarra

3.4 Variables de estudio

- ✓ Características socio demográficas
- ✓ Minerales esenciales
- ✓ Estado nutricional

3.4. Operacionalización de variables

VARIABLE	INDICADOR	ESCALA
Características socio demográficas	Edad	De 20 a 60 años Adulto
	Genero	Masculino Femenino
	Estado civil	Casada/o Soltera/o Unión libre Divorciada/o Viuda/o
	Etnia	Mestiza Afro ecuatoriano Indígena
	Nivel de educación	Analfabeto Primaria incompleta Primaria completa Secundaria incompleta Secundaria completa Superior Tercer nivel Cuarto nivel
Minerales esenciales en suero	Análisis bioquímico	Cu 80 a 154 ug/dl hombres 70 a 140 ug/dl mujeres Ca. 8.8 a 10.6 mg/dl Zn. 60 a 120 ug/dl Mg. 1.7 a 2.2 mg/dl.

Estado Nutricional	IMC	18,5-24,9 normal $\leq 18,5$ desnutrición ≥ 25 sobrepeso – obesidad
	CINTURA	normal: ≥ 90 cm Hombres normal: ≥ 80 cm Mujeres

3.5.Métodos y técnicas de recolección de información

Como criterios de exclusión se tomó en cuenta que las mujeres no se encuentren en estado de gestación y que no estén tomando medicación. El trabajo se realizó siguiendo las normas de bio ética establecidas en la declaración de Helsinki y los participantes expresaron su consentimiento informado por escrito.

Para recolectar los datos sociodemográficos se elaboró un formulario (anexo 1), donde se obtuvo que la mayoría de la población objeto de estudio están clasificados como adultos, que su estado civil es casado, que son de etnia mestiza, su nivel de instrucción es superior completa y que su lugar de residencia es en la ciudad de Ibarra (anexo 2)

Para la recolección de datos antropométricos se elaboró otro formulario (anexo 3) para ello se empleó una balanza marca Tanita que se utilizó para obtener el peso en kg, % de agua y grasa, un tallímetro de madera en la que se midió y una cinta métrica inextensible de lectura frontal la cual nos sirvió para medir la circunferencia de cintura y se calculó el Índice de Masa Corporal (IMC) en kg/m², que se categorizó como adecuado: de 18.5 a 25, sobrepeso >25 y bajo peso, inferior a 18.5 de acuerdo a la OMS.

Toma de muestra para determinación de metales

La extracción de sangre fue realizada por personal especializado en el laboratorio del Departamento de Bienestar Universitario.

Para la determinación de metales en suero se extrajo 5 ml de sangre por punción venosa en tubos limpios sin anticoagulante. Una vez extraída la sangre se dejó en reposo para que se contrajera el coágulo y se centrifugó a 3500 rpm se emplearon 5 minutos para lograr la total separación de los componentes celulares y el suero. Este último se tomó cuidadosamente y se guardó en tubos hasta su utilización.

Determinación de metales esenciales

La determinación de metales esenciales se realizó por Espectrofotometría de Absorción Atómica en el equipo (Espectrofotometro de Absorción Atomica Perkin Elmer. Modelo AAnalyst 400. Lámpara de Cátodo Hueco Marca Perkin Elmer, Modelo Lúmina en Horno de Grafito, Marca Perkin Elmer. Modelo AS 800 Autosampler) ubicado en el laboratorio de análisis de muestras de la FICAYA.

El proceso de determinación de metales esenciales se hizo a través de los siguientes pasos: nebulización, desorbatación, licoefacción, vaporización, atomización, ionización y cuantificación del metal presente en la muestra, todos estos pasos están implicados o intervienen en conjunto con los gases que acompañan al proceso de espectrofotometría estos gases pueden ser acetileno y aire en algunos casos el óxido nítrico debido a la alta temperatura que se alcanza en la llama del espectrofotometro que es aproximadamente de 1400 grados (°C), el catión metal presente en la muestra sufre un proceso de excitación seguido de un proceso de ionización lo que le permite ganar una energía, de tal manera que sus electrones periféricos, adquieran energía y suben a un nivel más elevado de energía; como estos electrones no pueden mantenerse permanentemente en estos niveles superiores de energía regresan a su estado básico o basal, emitiendo la energía ganada en forma de luz a una longitud de onda determinada y este incremento de luz es detectado por el espectrofotometro y traducido a una concentración en mg/l, mg/dl o en µm/dl.

Para la determinación de las concentraciones de metales se preparó una curva de calibración, la cual permitió establecer la relación que existe entre la concentración de un metal específico y la absorbancia que va a tener esta concentración, se desconoce la concentración del metal en la muestra problema, pero el espectrofotometro determinó la absorbancia de los metales y traducirlos a una concentración.

La longitud de ondas en las que se leyeron cada uno de los metales los especificados a continuación:

Metales	Longitud de Ondas
Cobre (Cu)	324,75 mm
Zinc (Zn)	213,86 mm
Calcio (Ca)	422,67 mm
Magnesio (Mg)	285,21 mm

El material empleado para la digestión de la muestra estaba previamente esterilizado y lavado con agua acidificada, se utilizó 100 ul de suero al que se le añadió 500 ul de ácido nítrico, 1 ml de óxido de lantano y 9,9 ml de agua grado HPLC para su digestión.

La digestión para algunos de los metales se realizaron en un horno de grafito a 2600 °C de temperatura, los solventes utilizados para el horno de grafito o para llama fueron : ácido nítrico libre de metales, agua grado HPLC (ultrapura), óxido de lantano

Los estándares certificados utilizados fueron: para Cu (AccuStandard C = 1000 µg /ml. Lote 212075097). Para Zn (AccuStandard C = 100 µg /ml. Lote 212105001) Para Ca (AccuStandard C = 1000 µg /ml. Lote 213125047). Para Mg (AccuStandard C = 1000 µg /ml. Lote 213095039).

La curva de calibración inicio desde 0 para todos los metales y para Cu fue hasta 1,6 mg/L; para Zn. hasta 0,75 mg/L; para Ca. hasta 5 mg/L y para Mg. hasta 0,25 mg/L

Las diluciones empleadas en este estudio fueron diferentes para cada metal (Anexo 4) y los puntos de corte utilizados como referencia son los mencionados en la Operacionalización de variables.

Análisis estadístico

Los datos obtenidos de concentraciones de metales esenciales son presentados en porcentajes. Se aplicó la prueba de Kruskal-Wallis (KW) para comparar las concentraciones de metales esenciales de acuerdo a la evaluación nutricional, el nivel de significancia se fijó en 95% los análisis fueron realizados con el programa estadístico Statgraphic Versión 2.0.

3.6. Recursos

3.6.1. Humanos

- ✓ Personal de laboratorio Ficaya
- ✓ Prometeo/Investigadora
- ✓ Personal administrativo de la Universidad Técnica del Norte
- ✓ Estudiantes

3.6.2. Materiales

- ✓ Equipo: balanza Tanita, Tallímetro, cinta métrica
- ✓ Materiales de oficina
- ✓ Computadora
- ✓ Internet
- ✓ Análisis estadístico

CAPITULO IV

4. RESULTADOS

El 83% de la población estudiada presento valores de cobre por debajo de los valores de referencia, 72% mostraron valores de zinc por debajo de los rangos de referencia, 91% mostraron valores de calcio por debajo de los rangos de referencia y 46% presentó hipomagnesemia (figura 1).

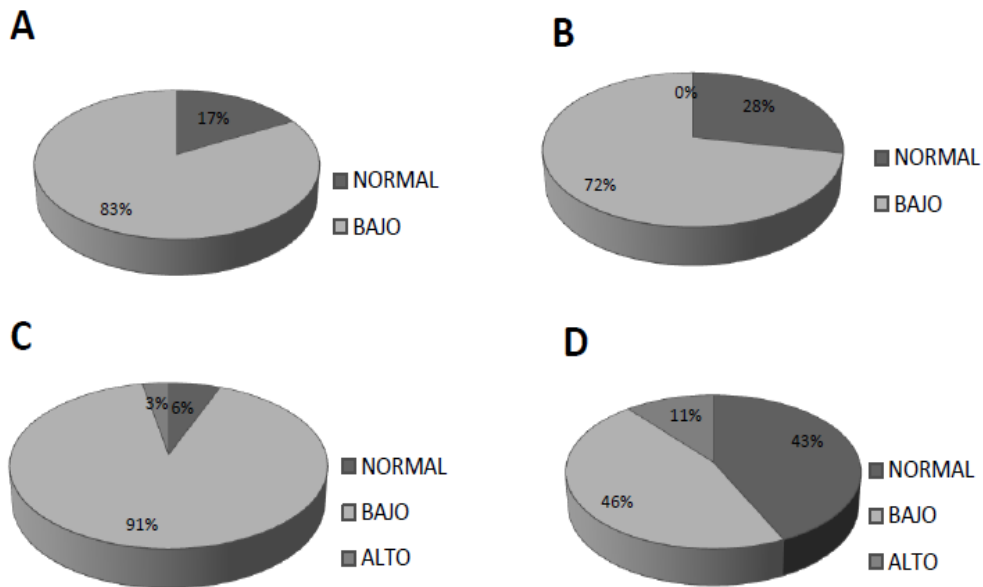


Figura 1. Porcentaje de metales esenciales (Cu, Zn, Ca y Mg) encontrados en la población estudiada.

En la Tabla 1 se presentan los valores promedios y desviaciones estándar de las concentraciones de metales esenciales (Cu, Zn, Ca y Mg) en el personal administrativo; agrupados de acuerdo al sexo se observó que no hubo diferencias estadísticamente significativas entre las concentraciones de los metales.

TABLA 1. Concentraciones promedios y desviaciones estándares de metales esenciales (Cu, Zn, Ca y Mg) por género en el personal administrativo de la Universidad Técnica del Norte, periodo 2014 – 2015.

METALES	MUJERES	HOMBRES	P
Cobre $\mu\text{g/Dl}$ ($\bar{X} \pm \text{DS}$)	63,5 \pm 11,9	62,5 \pm 10,1	0,55
Zinc $\mu\text{g/dL}$ ($\bar{X} \pm \text{DS}$)	54,7 \pm 22,6	53,0 \pm 24,5	0,62
Calcio mg/dL ($\bar{X} \pm \text{DS}$)	6,5 \pm 1,5	6,4 \pm 2,1	0,18
Magnesio mg/dL ($\bar{X} \pm \text{DS}$)	1,6 \pm 0,4	1,6 \pm 0,4	0,33

P<0,05= significativo

El 44% de la población femenina y el 41% de la población masculina presento valores de cobre por debajo de los rangos de referencia, mientras que el 15% de los hombres mostraron valores normales (figura 2).

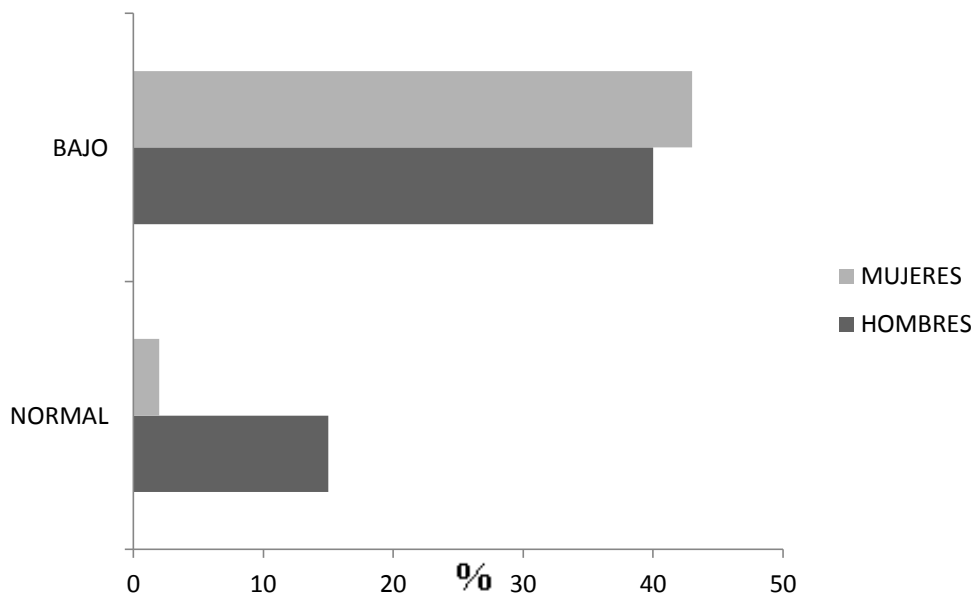


Figura 2. Porcentaje de Cu de acuerdo al género, encontrados en el personal administrativo de la Universidad Técnica del Norte periodo 2014 – 2015.

El 40% de la población masculina y el 30% de la población femenina presento valores de zinc por debajo de los rangos de referencia (figura 3).

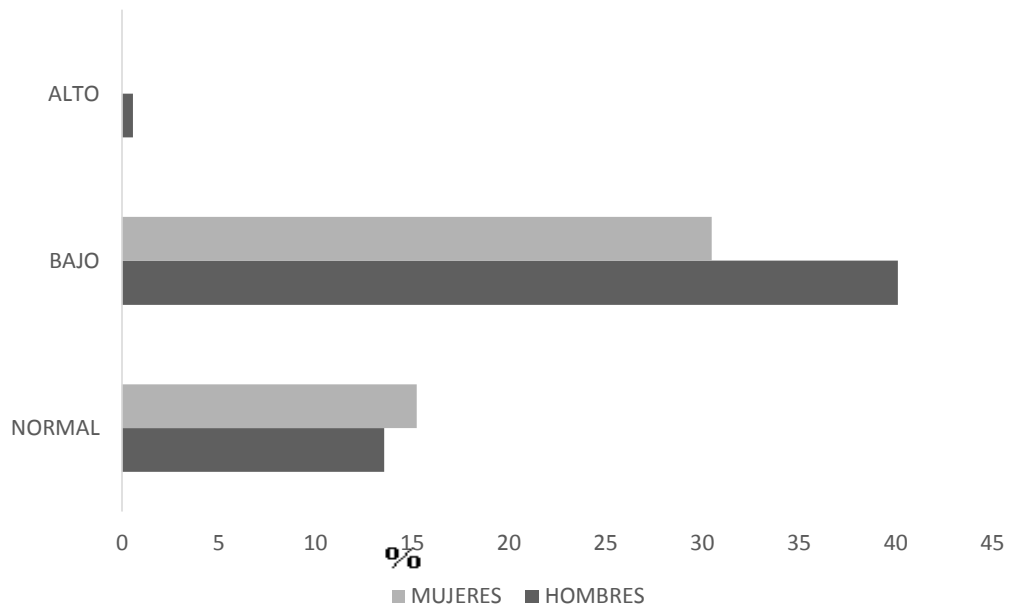


Figura 3. Porcentaje de Zn de acuerdo al género, encontrados en el personal administrativo de la Universidad Técnica del Norte periodo 2014 – 2015.

El 44% y el 47% de la población femenina y masculina respectivamente presentaron valores de calcio por debajo de los rangos de referencia, mientras que el 2% tanto de hombres y mujeres presentaron valores normales (figura 4).

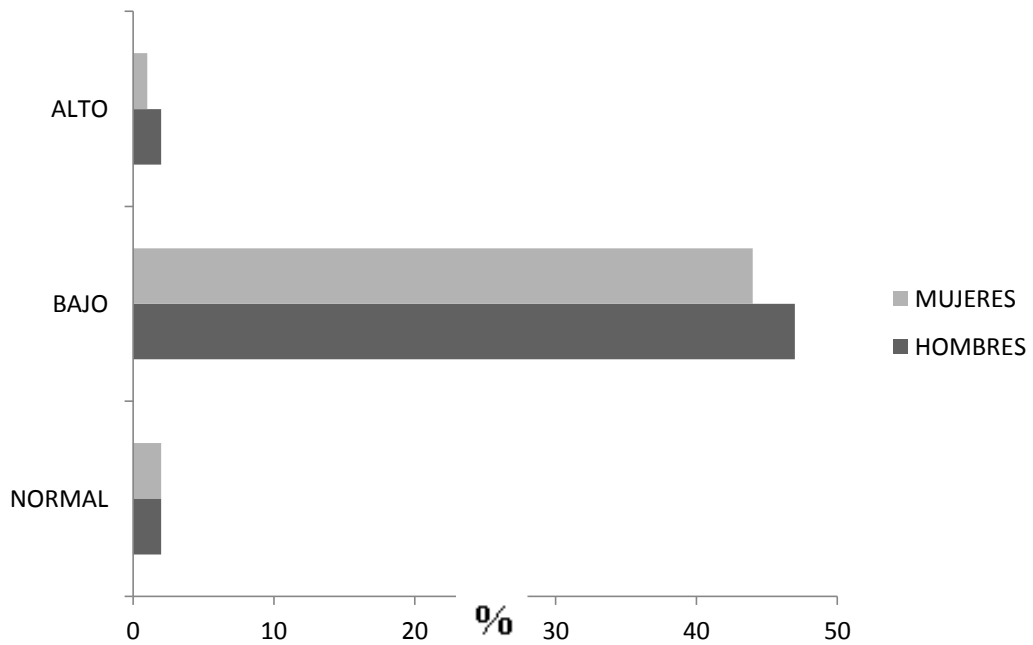


Figura 4. Porcentaje de Ca de acuerdo al género, encontrados en el personal administrativo de la Universidad Técnica del Norte periodo 2014 – 2015.

El 24% de la población femenina y masculina presento hipo magnesemia, el 26% y el 16% tanto de hombres y mujeres respectivamente presentaron valores normales; mientras que el 7 % de los hombres y el 4% de las mujeres presentaron valores de magnesio por arriba de los rangos de referencia (Figura 5).

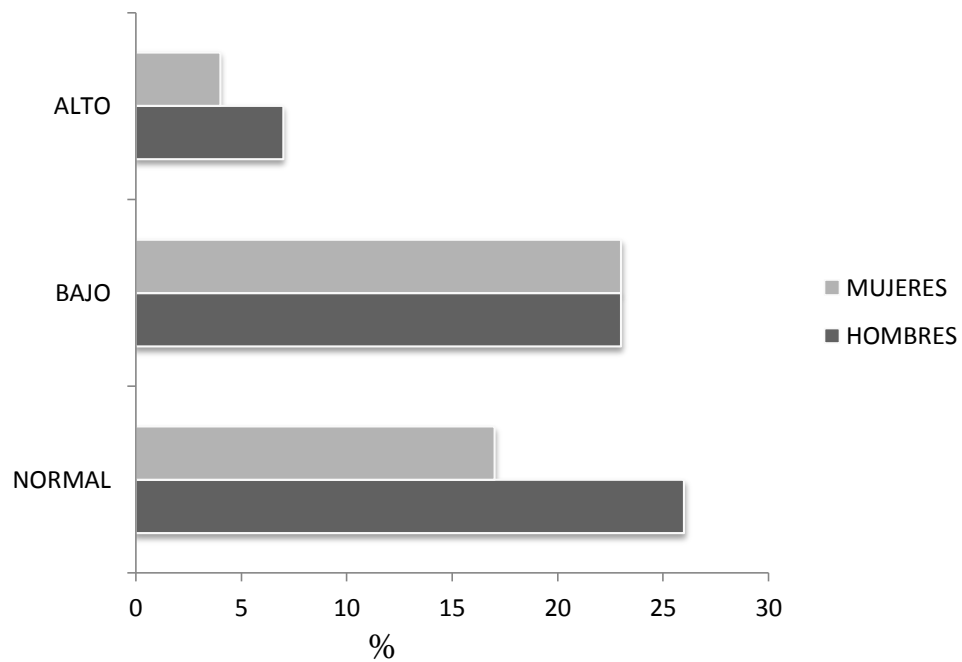


Figura 5. Porcentaje de Mg de acuerdo al género, encontrados en el personal administrativo de la Universidad Técnica del Norte periodo 2014 – 2015

No se observó diferencias estadísticamente significativas entre las concentraciones de los metales (Cu, Zn, Ca y Mg) de acuerdo al IMC (Tabla 2)

TABLA 2. Promedio de concentraciones de metales esenciales (Cu, Zn, Ca y Mg) de acuerdo al estado nutricional determinado por IMC en el personal administrativo de la Universidad Técnica del Norte, periodo 2014 2015

METALES	NORMOPESO	SOBREPESO	OBESIDAD	P
Cobre $\mu\text{g/dL}$ ($\bar{X} \pm \text{DS}$)	63,6 \pm 11,1	61,9 \pm 10,6	65,6 \pm 11,4	0,26
Zinc $\mu\text{g/dL}$ ($\bar{X} \pm \text{DS}$)	51,3 \pm 18,1	54,3 \pm 24,1	57,1 \pm 31,6	0,83
Calcio mg/Dl ($\bar{X} \pm \text{DS}$)	6,4 \pm 1,4	6,5 \pm 2,1	6,3 \pm 1,7	0,75
Magnesio mg/dL ($\bar{X} \pm \text{DS}$)	1,7 \pm 0,4	1,6 \pm 0,4	1,6 \pm 0,3	0,35

P<0,05= significativo

En relación a la circunferencia de la cintura; no hubo diferencias estadísticamente significativas entre las concentraciones de los metales de acuerdo a este parámetro nutricional (Tabla 3)

TABLA 3. Promedio de concentración de metales esenciales (Cu, Zn, Ca y Mg) de acuerdo a la evaluación de circunferencia de cintura del personal administrativo de la Universidad Técnica del Norte, periodo 2014 – 2015.

METALES	NORMAL	OBESIDAD ABDOMINAL	P
Cobre $\mu\text{g/dL}$ ($\bar{X} \pm \text{DS}$)	63,9 \pm 12,6	62,7 \pm 10,4	0,31
Zinc $\mu\text{g/dL}$ ($\bar{X} \pm \text{DS}$)	56,2 \pm 21,0	53,2 \pm 24,4	0,17
Calcio mg/dL ($\bar{X} \pm \text{DS}$)	6,7 \pm 1,5	6,4 \pm 1,9	0,18
Magnesio mg/dL ($\bar{X} \pm \text{DS}$)	1,6 \pm 0,4	1,6 \pm 0,4	0,8

P<0,05= significativo

En la tabla 4 se presentan los resultados de las concentraciones de metales esenciales (Cu, Zn, Ca y Mg) en el personal administrativo evaluado de acuerdo al porcentaje de agua; no hubo diferencias estadísticamente significativas entre las concentraciones de los metales de acuerdo a este parámetro.

TABLA 4. Promedio de concentración de metales esenciales (Cu, Zn, Ca y Mg) de acuerdo al porcentaje de agua del personal administrativo de la Universidad Técnica del Norte, periodo 2014 – 2015

METALES	BAJO	ADECUADO	P
Cobre $\mu\text{g/dL}$ ($\bar{X} \pm \text{DS}$)	62,2 \pm 10,8	63,1 \pm 11,0	0,61
Zinc $\mu\text{g/dL}$ ($\bar{X} \pm \text{DS}$)	58,4 \pm 32,1	51,9 \pm 19,2	0,1
Calcio mg/dL ($\bar{X} \pm \text{DS}$)	6,1 \pm 1,3	6,6 \pm 2,0	0,1
Magnesio mg/dL ($\bar{X} \pm \text{DS}$)			

P<0,05= significativo

En la tabla 5 se presentan los resultados de las concentraciones de metales esenciales (Cu, Zn, Ca y Mg) en el personal administrativo, se observó que el valor de P es significativo estadísticamente en la relación entre las concentraciones de los metales de acuerdo a la presión arterial

TABLA 5. Promedio de concentración de metales esenciales (Cu, Zn, Ca y Mg) de acuerdo a la presión arterial del personal administrativo de la Universidad Técnica del Norte, periodo 2014 – 2015

METALES	NORMOTENSO	PRE HIPERTENSO	HIPERTENSO 1	P
Cobre $\mu\text{g/dL}$ ($\bar{X} \pm \text{DS}$)	64,5 \pm 9,7	62,9 \pm 10,8	65,6 \pm 9,8	0,41
Zinc $\mu\text{g/dL}$ ($\bar{X} \pm \text{DS}$)	56,0 \pm 20,9	51,7 \pm 22,3	58,1 \pm 26,8	0,35
Calcio mg/Dl ($\bar{X} \pm \text{DS}$)	6,4 \pm 1,4	7,0 \pm 2,4	6,1 \pm 1,1	0,146
Magnesio mg/dL ($\bar{X} \pm \text{DS}$)	1,7 \pm 0,4	1,7 \pm 0,4	1,5 \pm 0,4	0,036

P<0,05= significativo

Las concentraciones de Magnesio son más bajas en las personas que presentaron HTA

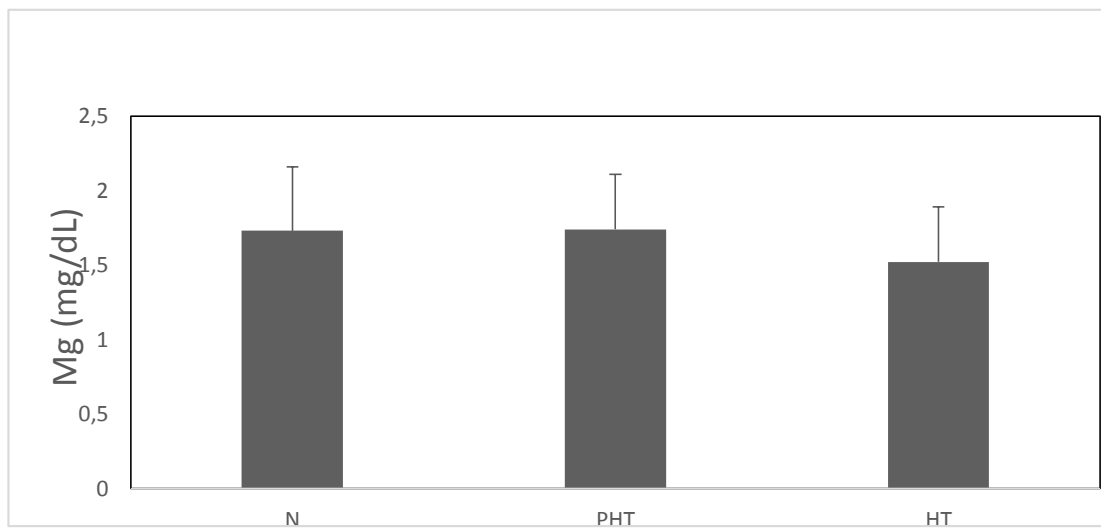


Figura 6. Concentraciones de Mg de acuerdo a la Presión Arterial, encontrados en la población estudiada

En la tabla 6 se presentan los resultados de las concentraciones de metales esenciales (Cu, Zn, Ca y Mg) de acuerdo al Síndrome Metabólico según IDF en el personal administrativo, se observó que no hubo diferencias estadísticamente significativas entre las concentraciones de los metales y el Síndrome Metabólico.

TABLA 6. Promedio de concentración de metales esenciales (Cu, Zn, Ca y Mg) de acuerdo al Síndrome Metabólico según la IDF en el personal administrativo de la Universidad Técnica del Norte, periodo 2014 – 2015

METAL	HOMBRES	MUJERES	P
Cobre $\mu\text{g/dL}$ ($\bar{X} \pm \text{DS}$)	62,85 \pm 10,7	63,04 \pm 11,9	0,92
Zinc $\mu\text{g/dL}$ ($\bar{X} \pm \text{DS}$)	54,59 \pm 25,3	53,56 \pm 17,7	0,799
Calcio mg/Dl ($\bar{X} \pm \text{DS}$)	6,4 \pm 1,5	6,7 \pm 2,68	0,29
Magnesio mg/dL ($\bar{X} \pm \text{DS}$)	1,66 \pm 0,40	1,66 \pm 0,43	0,96

P<0,05= significativo

En la tabla 7 se presentan los resultados de las concentraciones de metales esenciales (Cu, Zn, Ca y Mg) de acuerdo al Síndrome Metabólico según ALAD en el personal administrativo, se observó que no hubo diferencias estadísticamente significativas entre las concentraciones de los metales y el Síndrome Metabólico.

TABLA 7. Concentración de metales esenciales (Cu, Zn, Ca y Mg) de acuerdo al Síndrome Metabólico según la ALAD en el personal administrativo de la Universidad Técnica del Norte, periodo 2014 – 2015.

METAL	MUJERES	HOMBRES	P
Cobre $\mu\text{g/dL}$ ($\bar{X} \pm \text{DS}$)	65,5 \pm 10,9	64,1 \pm 11,	0,92
Zinc $\mu\text{g/dL}$ ($\bar{X} \pm \text{DS}$)	53,78 \pm 24,1	55,97 \pm 21,57	0,59
Calcio mg/Dl ($\bar{X} \pm \text{DS}$)	6,3 \pm 1,4	7,0 \pm 2,8	0,4
Magnesio mg/dL ($\bar{X} \pm \text{DS}$)	1,66 \pm 0,4	1,66 \pm 0,39	0,95

P<0,05= significativo

4.1 VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS

Se acepta la hipótesis nula: no existe asociación significativa entre las concentraciones de metales esenciales cobre, calcio, zinc y magnesio y el estado nutricional en el personal administrativo de la Universidad Técnica del Norte, al no hallarse un valor de $P = < 0,05$; por lo tanto se rechaza la hipótesis alternativa.

4.2. DISCUSIÓN

Los valores promedios de cobre y zinc se encontraron por debajo del rango de referencia para hombres y mujeres, estos resultados difieren de los encontrados por Diaz et al (2002) en una población adulta de las islas Canarias y de los observados por Caride et al., (2014) en una población adulta de Venezuela. Las diferencias encontradas en las concentraciones de estos metales en estas poblaciones podría deberse a diferencias en las concentraciones de los mismos en el suelo y a diferencias en los hábitos alimenticios en estas poblaciones.

Se ha demostrado que las personas que presentan déficit de cobre ya sea por la disminución en la ingesta o aumento de la pérdida, tienen niveles bajos en sangre y muestran una serie de trastornos debidos a la alteración de las funciones de las cuproenzima, tales como anemia, neutropenia y desmineralización ósea. (Soltero, 2009). en el caso de nuestro estudio no se encontraron personas con anemia ni leucopenia.

No se evidenciaron diferencias significativas entre hombres y mujeres para las concentraciones de zinc coincidiendo los resultados de y los rangos observados para este metal son similares a los reportados en la bibliografía que también muestran una amplia variación para individuos sanos (Weisstaub et al., 2008).

Florea et al (2012) hace referencia que los valores de plasma o suero de zinc son muy discutidos por los inconvenientes que presentan: a) No refleja los depósitos en el organismo con un rango normal. b) Fluctúa más de un 20% en un día. c) Los valores pueden verse afectados en situaciones de inflamación e infección aguda, unido a otros

factores como hipoalbuminemia, contraceptivos orales, embarazo, cirrosis, etc, o por interacción con otros minerales.

No se observó diferencia significativa en la concentración de zinc de acuerdo a la evaluación nutricional. La literatura muestra que en las concentraciones Zn, determinado por IMC muestra controversia acerca de las concentraciones de zinc sérico en sujetos con obesidad, ya que unos estudios reportan disminución y otros aumento de este elemento. (Gomez, 2006).

Las proteínas de origen animal ejercen un efecto potenciador de la absorción del Zn, mientras que la fibra y el fitato la disminuyen. El fitato es el principal inhibidor ya que forma un complejo fitato-calcio-zinc, extremadamente insoluble al pH de la parte superior del intestino delgado, donde se absorbe la mayor proporción del Zn. (Weisstaub et al., 2008).

Las concentraciones de Ca reportadas en este estudio están por debajo de los valores de referencia en poblaciones humanas en un 88%. Es necesario realizar una nueva evaluación para poder corroborar que los resultados registrados corresponden con los que presenta en realidad de la población., sin embargo, también se hace necesario evaluar las concentraciones de vitamina D la cual es un nutriente esencial que desempeña un papel importante en la homeostasis del calcio y la salud ósea. Las concentraciones bajas de vitamina D pueden producir disminución de la absorción de calcio, hiperparatiroidismo secundario, alto recambio óseo, osteoporosis y aumento del riesgo de fracturas. (Mendoza-Zubieta y Reza-Albarrán, 2011).

Los valores promedios de Mg estuvieron ligeramente por debajo de los valores de referencia., mostrándose en un 49.9% de personas con valores fuera del rango. La hipomagnisemia se define por concentraciones plasmáticas de magnesio inferiores a

1,8 mg/dl, concentraciones inferiores a 1,2 mg/dl, son consideradas graves. Las causas más frecuentes, están en relación con problemas nutricionales, pérdidas digestivas o renales, son más raras las relacionadas con mala absorción aislada (Rodríguez et al., 2013)

Se demostró que las concentraciones de Mg estaban significativamente disminuidas en las personas con hipertensión. La deficiencia de Mg se ha relacionado con la patogénesis de la HT donde se ha demostrado una correlación inversa entre la presión sanguínea y los niveles de Mg en suero (Sontia y Touyz, 2007). También se ha demostrado que bajos niveles de mg se asocia con la calcificación arteria coronaria en poblaciones coreanas con bajo riesgo de enfermedad cardio vascular (Lee et al., 2015).

Por otro lado, un metanálisis realizado por la División de Epidemiología Nutricional del Instituto Karolinska en Estocolmo (Suecia), tras revisar siete estudios prospectivos con 6.477 casos de accidente cerebro vascular y 241.378 participantes, concluyó una asociación inversa, modesta pero estadísticamente significativa, entre la ingesta de magnesio y el riesgo de accidente cerebro vascular. Los especialistas determinaron que un incremento de la ingesta de 100 mg/día por encima de las recomendaciones se asoció con una reducción del 8% en el riesgo de accidente cerebrovascular isquémico (Zudaire, 2012)

La hipomagnisemia puede ocurrir también debido a hiperinsulinemia durante el tratamiento de la cetoacidosis diabética, en el síndrome de realimentación o durante la administración intravenosa de dextrosa. En estos casos, la insulina produciría traslocación de magnesio al interior de las células (Rondón-Berríos, 2006). En un

estudio realizado en adultos Coreanos se encontró que la ingesta de magnesio suficiente podría ser útil para disminuir el riesgo de la presión arterial alta de mujeres obesas (Choi y Bae ,2015).

Las causas implicadas en la aparición de una deficiencia de micronutrientes son variadas y pueden agruparse del modo siguiente: a) alteraciones en la ingesta de nutrientes; b) alteraciones de la digestión y absorción: por enfermedades digestivas o resección quirúrgica del intestino, por formación de complejos con componentes de la dieta (p. ej., fitatos y cinc) o por interacciones entre metales (grandes cantidades de calcio disminuyen la absorción de cinc y grandes cantidades de cinc disminuyen la absorción de cobre); c) pérdidas extraordinarias por orina, drenajes, fístulas, etc., y d) demandas metabólicas exageradas, como en situaciones de hipercatabolismo: politraumatismos, sepsis y grandes quemados o procesos de rápida proliferación, como el embarazo, (Ballesteros, 2014).

CAPITULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- ✓ En el estudio realizado en el personal administrativo de la Universidad Técnica del Norte se encontró que las concentraciones de metales esenciales (Cu, Zn, Ca y Mg) se encuentran por debajo de los rangos de referencia en un 83%, 72%, 91% y 46% respectivamente.
- ✓ Se observó que no hubo diferencias estadísticamente significativas entre las concentraciones de los metales de acuerdo al IMC, perímetro de cintura , porcentaje de agua y Grasa
- ✓ Las concentraciones de Magnesio son mas bajas en las personas que presentaron hipertensión arterial.

5.2 RECOMENDACIONES

- ✓ Teniendo en cuenta que los resultados obtenidos demuestran que los niveles de concentraciones de metales esenciales son bajos en la población estudiada, se plantea la posibilidad de realizar nuevos estudios en poblaciones con similares características para establecer rangos de referencia dentro de la población adulta Ecuatoriana debido a que en el momento de comparar los resultados no se encontraron estudios similares realizados en el país.
- ✓ Este estudio ha constituido ser una investigación emblemática, que ha trascendido los esquemas que cotidianamente han sido realizados en la carrera de nutrición, por lo cual recomendamos continuar orientando a los estudiantes en investigaciones puras, lo que ha permitido crecer en conocimientos a las personas que intervenimos en ella.

5.3 REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Alarcon, O. (2009). Los Elementos Traza. *Revista Medica de la extension Portuguesa* , 4(3),107-127.

Aranda, P., Planells, E., & Lloppis, J. (2000). Magnesio. *Ars Pharmaceutica* ,41(1), 91-100.

Angel L de Francisco, Rodriguez. Mariano. (2013). Magnesio y enfermedad renal cronica. *Nefrología* ,33(3), 389-399.

Ballesteros-Pomar, M., y Ares-Luque, A. (2004). Déficit nutricionales carenciales. *Endocrino Nutr*;51(4):218-24.

Caride, M., González, A., Rojas, L., Peña, L., Ruotolo, A., Márquez, M., Solano, L.(2014) Niveles séricos de Magnesio, Hierro y Cobre en población de adultos de ciudad Bolívar, estado Bolívar, Venezuela .*Biomedicina* 26 (1): 25-32.

Díaz,J.,Gonzales, L.,Estrada,A., (2012). Comparación entre variables antropométricas. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición* ,62(2), 112.118.

Fernández,A., Sosa, P., Setton , D.,(2011). Calcio y Nutrición. *Sociedad Argentina de Pediatría* , 1-19.

Food and Agricultural Organisation of the United Nations. (2010). Nutrientes esenciales-minerales. FAO.

Figuroa, D. (2004). Estado nutricional como factor y resultado de la seguridad alimentaria y nutricional y sus representaciones en Brasil. *Revista de Salud Pública* ,6(2), 140-155.

Florea, D., Molina, J., Millán, L., Sáez, A., Pérez P., Planells, J., Salmerón, I., Planells, E., (2012). Nosotros y el cinc. *Nutrición Hospitalaria*, 27(3):691-700.

Freire ,W., Silva-Jaramillo, K., Ramírez-Luzuriaga, M., Belmont, P., Waters, W.(2014). The double burden of undernutrition and excess body weight in Ecuador. *ClinNutr.100*(6):36S-43S

González, J., & Jocho, J. (2002). Metodología recomendada para la medición del contenido de cobre en especímenes biológicos. *Sociedad Española de Bioquímica Clínica y Patología Molecular* , 21(2),62-66.

Gonzales, M., Rivera, A., & Moran, L. (2012). Estudio nutricional para evaluar el aporte de calcio sobre la dieta de una leche fermentada enriquecida en calcio y vitamina D en mujeres postmenopáusicas. *Nutricion Hospitalaria* ,27(2), 537-541.

Granados, S., Ortiz-López, M., Montufar-Robles, I., Menjívar-Iraheta, M.,
Micronutrients and diabetes, the case of minerals. *Cir Cir*,82(1), 25-119.

García, M., Landeta, M., Baptista, G., Murillo, C., Rincón, M., Bou, L. (2013).
Valores de referencia de hierro, yodo, zinc, selenio, cobre, molibdeno, vitamina
C, vitamina E, carotenoides y polifenoles para la población Venezolana.
Articulos Latinoamericanos de Nutricion ,63(4), 338-368.

Gómez, A., Hernández, E., González, M., Martínez, E. (2006) Efecto de la
administración oral de zinc sobre sensibilidad a la insulina y niveles séricos
de leptina y andrógenos en hombres con obesidad. *Rev Méd Chile* 134: 279-
284.

Kawahara, M., Mizuno, D., *Neurobiol, Aging*. (2014). Crosstalk between
metals and neurodegenerative diseases. *Nihon Eiseigaku Zasshi*. 69(3):155-65.

López-González, B., Molina-López, J., Florea, I., Quintero-Osso, B., Pérez de
la Cruz, A., Planells del Pozo, E. (2014). Association between magnesium-
deficient status and anthropometric and clinical-nutritional parameters in post
menopausal women. *Nutr Hosp*, 29(3):658-64.

López, D., Castillo, C., & Diazgranados, D. (2010). El zinc en la salud humana
– I. *Revista Chilena de Nutricion* , 234-239.

Lopez, L., Fernández, L., González, M., & Cuadrado, M. (2008). Elementos traza y ultratrazas. *Asociación Española de Biopatología Médica* , 6, 91-119.

OMS.(1973) Los oligoelementos en la Nutrición Humana Serie de informes técnicos N^o 628. Ginebra

Palacios, C. (2007). Lo nuevo en los requerimientos de calcio, propuesta para Venezuela. *Anales Venezolanos de Nutrición* , 20(2),99-107.

Part, M., Davies, C., Agüero, G., Pytka, K., Budziszewska, B., Nowak, G.(2014). Essential elements in depression and anxiety. *Pharmacol Rep.*66(4):534-44

Perez ,E., Santos.F.,Coto , (2009). Homeostasis del magnesio. Etiopatogenia, clínica y tratamiento de la hipomagnesemia. A propósito. *Nefrología* , 518-524.

Rubio, C., González, W., Izquierdo, M., Revert, I., Rodríguez, A., Hardisson . (2007). El zinc: oligoelemento esencial. *Nutrición hospitalaria* , 22(1),101-107.

Rosales, R. (2012). Antropometría en el diagnóstico de pacientes obesos; una revisión. *Nutrición Hospitalaria* ,27(6), 1803-1809.

Repullo, P. (2013). *Nutrición y Salud*. Madrid, España: Editorial MARBAN.

Rondón-Berrios , H., (2006) Hipomagnesemia. *AnFacMed Lima* ,67(1) 38-48

Soltero, D., Palafox, D., Herrera, I., Davila, A., Cuellar, J., & Gonzales. (2009). Determinacion de niveles de cobre en una poblacion estudiantil de la Facultad Ciencias quimicas por espectrofotometria de absorcion atomica en flama. *Aventuras del pensamiento* , 1-5.

Salas, A. (2012). Importancia del zinc en la nutricion humana. *SCEM UMSA* , 1, 35.45.

Torres, R., Bahr, P., (2004). El zinc: la chispa de la vida. *Revista Cubana de Pediatría* , 76(4),1-10.

Valencia, F., Roman, M., & Cardona, D. (2011). El calcio en el desarrollo de alimentos funcionales. *Revista Lasallista de Investigación* , 8(1),104-116.

Victoria Mendoza-Zubieta y Alfredo Reza-Albarrán.(2011) Vitamina D, obesidad y resistencia a la insulina:Un triángulo no tan amoroso,*Revista de Endocrinología y Nutrición*,19(4): 136-139.

Weisstaub, A., Menéndez, A., Montemerlo, H., Pastene, H., Piñeiro, A., Guidon, M., et al.(2008). Zinc plasmático, cobre sérico y zinc y cobre eritrocitarios en adultos sanos de Buenos Aires. *Acta Bioquímica Clínica Latinoamericana* 42 (3): 315-23.

Zheng, J., Mao, X., Ling, J., Quan, J.(2014).Low serum levels of zinc, copper, and iron as risk factors for osteoporosis: a meta-analysis. *Biol Trace Elem Res*, *160*(1):15-23.

ANEXOS

ANEXOS 1

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD CIENCIAS DE LA SALUD
CARRERA DE NUTRICIÓN Y SALUD COMUNITARIA
ENCUESTA**

Ci:
CÓDIGO

1. DATOS SOCIODEMOGRÁFICOS

1.1 Apellidos y nombres M F

1.3 Fecha de Nacimiento d/ m/ a/

1.4 Estado Civil

Soltero/a Casado/a UL Divorciado/a Viudo/a

1.5 Etnia

Mestiza Afro Indígena Blanco

1.6 Instrucción

Primaria completa Primaria incompleta

Secundaria completa Secundaria incompleta

Superior completa Superior incompleta 4to Nivel

1.7 Lugar de Residencia:

Ibarra Parroquia _____

Otavalo Parroquia _____

Antonio Ante Parroquia _____

Cotacachi Parroquia _____

Urcuquí Parroquia _____

Pimampiro Parroquia _____

2. ESTILOS DE VIDA SALUDABLES

2.1 Es fumador SI NO Ocasional (compromisos)

Cuantos cigarrillos fuma al día

De 1 – 5

Más de 6

Cuanto tiempo tiene fumando

Menos de 5 años

Más de 5 años

¿En los últimos dos meses fumo en alguna ocasión?

SI NO

Cuántas veces fuma durante la semana

Diario 4-6 Veces a la Semana 1-3 Veces a la Semana

Ud es fumador Pasivo SI NO

2.2 Consume usted bebidas alcohólicas? SI NO Ocasional

¿Qué toma?

Cerveza Wisky Ron Vino Puntas

Otros especifique:

.....

¿Cuántas veces a la semana toma?

Diario a media semana Fin de semana

¿En qué cantidad?

1 botella menos de una botella más de una botella

1 vaso (200 cc) menos de 1 vaso (200cc) más de 1 vaso (200 cc)

1 copa

1. Actividad Física

¿Ud realiza actividad física? SI NO (pase la pregunta 4)

Actividades físicas realizadas	Tipo de Actividad			Días/ Semana	Duración Horas	Minutos/ Semana	METS
	Leve Caminata Suave	Moderada Andar en bicicleta, natación recreativa, caminar, trotar lentamente, aeróbicos	Intensa Correr, saltar, futbol, deportes en general.				

2. HÁBITOS ALIMENTARIOS ALIMENTOS

2.1. ¿Ud come? en casa Familiares En Restaurante

2.2. ¿Con quién come? Con la familia con los compañeros

2.3. Ud desayuna SI NO De vez en cuando

2.4. Ud almuerza SI NO De vez en cuando

2.5. Ud merienda SI NO De vez en cuando

2.6. Usted come a media mañana SI NO De vez en cuando

2.7. Usted come a media tarde SI NO De vez en cuando

2.8. Udprefiere consumir los alimentos:
preparaciones Fritos En otras

2.9. ¿En la mesa ud añade sal a la comida? SI NO

2.10. Actualmente está tomando alguna Vitamina o Suplemento
dietético SI NO

3. Piense en lo que habitualmente usted come. Por favor díganos si come a no come los siguientes alimentos.

N°	ALIMENTOS	SI	NO	OCASIONAL
1	Toma leche o algún tipo de lácteos todos los días			
2	Come huevos por lo menos de 2 a 3 veces ala semana			
3	Come carne todos los días			
4	Come pescado con regularidad, por lo menos de 2 a 3 veces a la semana			
5	Come legumbres (frejol, arveja, lenteja, habas) por lo menos de 2 a 3 veces a la semana			
6	Come cereales (avena, trigo, cebada, quínoa) por lo menos de 2 a 3 veces a la semana			
7	Come arroz todos los días			
8	Consume pan, pastas (fideos, tallarines) en el día			
9	Come alguna fruta o jugo de fruta todos los días			
10	Come verduras crudas y cocinadas en ensalada todos los días			
11	Consume grasas como manteca, mantequilla, margarina, en el día			
12	Come alimentos fritos todos los días			
13	Consume aceites vegetales como: de oliva, maíz, girasol en el día			
14	Consume dulces, golosinas, productos de pastelería durante el día			
15	Come una vez o más a la semana en un local de comida rápida			
16	Toma por lo menos de 2 a 4 vasos de agua durante el día			

ANEXO 2

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD CIENCIAS DE LA SALUD

CARRERA DE NUTRICIÓN Y SALUD COMUNITARIA

FORMULARIO PARA RECOLECCIÓN DE DATOS ANTROPOMÉTRICOS

Código	Nombre	Fecha de aplicación	Edad	Sexo	Peso	Talla	% Grasa	% Agua	IMC	Cintura	Presión Arterial			
											1era toma	2da toma	3era toma	Promedio

Anexo 3

Determinación de Calcio

Curva de calibración de 4 puntos

X= 422,67 nm

Linear 5mg/l = 0,5 mg/dl

Curva 0,1 mg/dl

0,2 mg/dl

0,4 mg/dl

0,5 mg/dl

PROCEDIMIENTO

150 ml plasma + 5 ml HNO₃ diluir a 50 ml con H₂O

Tomar 0,1 ml muestra diluida

0,6 ml HNO₃/LaO

9,3 ml H₂O

M lectura AA \longrightarrow C. mg/dl plasma

XXX 0,158 mg/dl

100 ml = 1 dl

0,158 mg $\xrightarrow{\quad\quad\quad}$ 100 ml

= 33,333

f. dilución

X $\xrightarrow{\quad\quad\quad}$ 10 ml

X = 0,0158 mg Ca

0,0158 mg Ca \longrightarrow 0,1 ml plasma diluido

X $\xrightarrow{\quad\quad\quad}$ 50 ml

$$X = 7,9 \text{ mg Ca} \longrightarrow 50 \text{ ml}$$

$$7,9 \text{ mg Ca} \longrightarrow 0,150 \text{ ml plasma}$$

$$X \qquad \qquad \qquad 100$$

$$X = 5,26 \text{ mg/dl}$$

Determinación de Cobre

Linear 1,6 mg/l

0,16 mg/dl

Cu 0,05 mg/dl

0,075 mg/dl

0,10 mg/dl

0,5 mg/dl

A. Tomar 300 ml muestra + 5 ml HNO₃+ H₂O a 100 ml

B. 2,5 ml muestra diluida A y diluir a 25 ml con H₂O

0,2 ml muestra diluida B + 0,6 ml (HNO₃/LaD) + 9,2 ml H₂O> AA

$$\text{Muestra lectura AA.} \longrightarrow \text{C. final mg/dl}$$

XXX 0,167

$$0,167 \text{ mg/dl} \longrightarrow 100 \text{ dl}$$

$$X \qquad \qquad \qquad 10$$

$$X = 0,0167 \text{ mg} \longrightarrow 10 \text{ ml}$$

$$0,0167 \text{ mg} \longrightarrow 0,2 \text{ ml}$$

$$X \qquad \qquad \qquad 25$$

$$X = 2,0875 \text{ mg} \longrightarrow 0,3 \text{ ml plasma}$$

X 100

$$X = 69,78 \text{ mg}$$

Determinación de Zn

1,37 mg Zn \longrightarrow 100000 ml

X 10 ml

$X = 1,37 \times 10^{-4} \text{ mg}$ \longrightarrow 10 ml

$1,37 \times 10^{-4} \text{ mg Zn}$ \longrightarrow 4 ml

X 50000 ml

$$X = 1,7125 \text{ mg}$$

1,7125 mg Zn \longrightarrow 100 ml

1,7125 mg Zn \longrightarrow 2 ml

X 100 ml

$$X = 85,63 \text{ mg/ dl}$$

Determinación de Mg

0,023 mg \longrightarrow 1000 ml

X 50 ml

$$X = 1,15 \times 10^{-3} \text{ mg}$$

$1,15 \times 10^{-3} \text{ mg}$ \longrightarrow 50 ml

$1,15 \times 10^{-3} \text{ mg}$ \longrightarrow 0,05 ml

X 100 ml

$$X = 2,3 \text{ mg/ 100 ml}$$

$$\frac{0,023 \times 50}{100} \times \frac{100}{0,08}$$

$$0,023 \times 100 = 2,3$$