

**CUANTIFICACIÓN DEL CONTENIDO DE HIERRO, SODIO, CALCIO, ZINC, POTASIO Y MAGNESIO POR ESPECTROSCOPIA DE ABSORCIÓN ATÓMICA EN ALIMENTOS RECOLECTADOS EN CHUGCHILÁN (SIGCHOS-ECUADOR).**

**QUANTIFICATION OF THE CONTENT OF IRON, SODIUM, CALCIUM, ZINC, POTASSIUM AND MAGNESIUM BY ATOMIC ABSORPTION SPECTROSCOPY IN FOOD COLLECTED IN CHUGCHILAN (SIGCHOS-ECUADOR).**

**Palabras clave:** Agricultura, agrotóxicos, alimentos, micronutrientes, espectroscopía.

**Keywords:** Agriculture, pesticides, food, micronutrients, spectroscopy

**Mathew Enríquez H.<sup>1</sup> & Gabriela Cueva T.<sup>2</sup>**

**Mathew Enríquez H.:** Aplicación de la metodología, desarrollo de la investigación, redacción del manuscrito original y manejo de datos.

**Gabriela Cueva T.:** Revisión y edición del manuscrito final.

**1** Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Escuela de Ciencias Químicas. Quito, Ecuador (mjenriquezh@puce.edu.ec)

**2** Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Escuela de Ciencias Químicas. Quito, Ecuador (gfcueva@puce.edu.ec)

## CERTIFICACIÓN

Certifico que la Disertación de Licenciatura en Ciencias Químicas con mención en Química Analítica, del Sr. Mathew Joel Enríquez Hidalgo ha sido concluida de conformidad con las normas establecidas; por lo tanto, puede ser presentada para la calificación correspondiente.



M. Sc. Gabriela Fernanda Cueva Tirira

Directora de la titulación

Quito, 4 de mayo de 2022

# **CUANTIFICACIÓN DEL CONTENIDO DE HIERRO, SODIO, CALCIO, ZINC, POTASIO Y MAGNESIO POR ESPECTROSCOPIA DE ABSORCIÓN ATÓMICA EN ALIMENTOS RECOLECTADOS EN CHUGCHILÁN (SIGCHOS-ECUADOR).**

## **QUANTIFICATION OF THE CONTENT OF IRON, SODIUM, CALCIUM, ZINC, POTASSIUM AND MAGNESIUM BY ATOMIC ABSORPTION SPECTROSCOPY IN FOOD COLLECTED IN CHUGCHILAN (SIGCHOS-ECUADOR).**

### ***RESUMEN***

Este trabajo tiene como objetivo principal la cuantificación de sodio (Na), calcio (Ca), potasio (K), zinc (Zn), hierro (Fe) y magnesio en Mora, Naranja, Fresa, Mandarina, Papa, Zanahoria, Chocho, Haba, Arveja y Cebolla, estos alimentos fueron recolectados en la Parroquia de Chugchilán - Sigchos Ecuador para su posterior análisis bromatológico (humedad, ceniza, grasa y proteína) y espectroscópico, utilizando la técnica de Espectroscopia de Absorción Atómica (AAS) para los elementos citados. Con esta cuantificación se analizará si existen diferencias significativas entre los datos experimentales y los determinados por la Tabla de Composición de Alimentos Ecuatorianos publicado por la Universidad de Cuenca, por el uso indiscriminado de agroquímicos como pesticidas. Se realizó una valoración ANOVA entre los datos experimentales obtenidos y los teóricos tabulados, se planteó hipótesis nula (existe diferencia significativa) y una hipótesis alternativa (no existe diferencia significativa) mediante el cálculo del valor estadístico  $p$ . Se puede concluir que existen diferencias significativas entre las concentraciones de los elementos analizados y lo reportado en la Tabla de composición de Alimentos, por lo que se puede mencionar que el uso de plaguicidas y sobre todo herbicidas como el glifosato que es un compuesto quelante y el cual es utilizado mayoritariamente en todos los cultivos de la zona de estudio, no permite la correcta absorción de micronutrientes por parte de la planta, generando una disminución del valor nutricional del vegetal.

### ***ABSTRACT***

The main objective of this work is the quantification of sodium (Na), calcium (Ca), potassium (K), zinc (Zn), iron (Fe), and magnesium in Blackberry, Naranja, Strawberry, Tangerine, Potato, Carrot, Lupine, Broad bean, pea and onion, these foods were collected in the Parish of Chugchilán - Sigchos Ecuador for

their subsequent bromatological (moisture, ash, fat and protein) and spectroscopic analysis, using the Atomic Absorption Spectroscopy (AAS) technique for the elements mentioned. . With this quantification, it will be analyzed if there are significant differences between the experimental data and those determined by the Ecuadorian Food Composition Table published by the University of Cuenca, due to the indiscriminate use of agrochemicals such as pesticides. An ANOVA assessment was performed between the experimental data obtained and the theoretical data tabulated, a null hypothesis was proposed (there is a significant difference) and an alternative hypothesis (there is no significant difference) by calculating the statistical value p. It can be concluded that there are significant differences between the concentrations of the elements analyzed and that reported in the Food Composition Table, so it can be mentioned that the use of pesticides and especially herbicides such as glyphosate, which is a chelating compound, and which is mainly used in all crops in the study area, does not allow the correct absorption of micronutrients by the plant, generating a decrease in the nutritional value of the plant.

## ***INTRODUCCIÓN***

Cada vez es más difícil ignorar el hecho de que los agrotóxicos juegan un papel fundamental en la agricultura de los diferentes alimentos que se cosechan y se distribuyen por todo el Ecuador. Un estudio realizado por la Pontificia Universidad Católica del Ecuador estableció que el 93% de la población ecuatoriana sufre de desnutrición por causa de ingesta de alimentos altamente contaminados con agroquímicos (Rojas, 2015). La mayor parte de los agrotóxicos son productos químicos que se encargan de combatir plagas, malas hierbas o enfermedades de las plantas (Coto et al., 2016). Este término incluye a las sustancias destinadas a utilizarse como reguladoras del crecimiento de las plantas, defoliantes, desecantes, agentes para reducir la densidad de fruta o para evitar su caída prematura, y las sustancias aplicadas a los cultivos antes o después de la cosecha para proteger el producto contra la deterioración durante el almacenamiento y

transporte (FAO, 1986a). Cabe recalcar que la Comisión del Codex Alimentarius (1984), establece que los fertilizantes, nutrientes para las plantas y animales, los aditivos alimentarios y los medicamentos de veterinaria han sido excluidos del término “agrotóxico”. (FAO, 1986).

En un estudio realizado por Paredes, 2017 establece que, los agrotóxicos principalmente se clasifican por su uso, donde se encuentran los acaricidas, fungicidas, bactericidas, insecticidas, nematocidas, herbicidas, rodenticidas y molusquicidas. Así mismo, se pueden clasificar según su composición química, es decir, en agroquímicos inorgánicos como son los derivados del cobre, azufre, derivados del mercurio, sales de zinc, sales de manganeso, sales de arsénico, cianuros, cloratos y boratos. También están los agroquímicos orgánicos, siendo los más reconocidos los organoclorados, organobromados, organoclorados,

organofosforados, carbamatos, piretroides, piretrinas, dinifenoles, fenólicos, misceláneos y aceites minerales. La acción tóxica de todos los agroquímicos mencionados anteriormente es de contacto, sistémicos, digestivos, fumigantes, repelentes y acción biológica.

La agricultura dentro del país ha sido una de las actividades económicas que más se practican en las comunidades rurales. A pesar de que el tipo de agricultura que se realiza dentro de cada comunidad tiene un impacto positivo con el medio ambiente, permitiendo preservar la tierra y minimizar los daños producidos por los suelos, revalorizando la vitalidad del entorno en el desarrollo rural, el constante crecimiento demográfico y la necesidad de más alimento ha llevado a que los campesinos se acoplen a un sistema capitalista introduciendo agrotóxicos en sus cultivos (Rodríguez, 2016). Esta práctica nace de la idea de preservar los mismos e incrementar su producción, más no velar por la calidad del producto que salga a la venta (Rosero, 2009).

Alimentos como el chocho, papa, naranjilla, mora y caña de azúcar se ven seriamente amenazados por plagas y enfermedades como son: trips, gusano blanco, pulguilla de la papa, minadores de hoja (Aldás, 2012), Tizón tardío de la papa

(*Phytophthora infestans*), (Revelo et al., 2010); agentes que a largo y mediano plazo dañan al cultivo. Por tal motivo, el uso de agroquímicos como *plaguicidas carbámicos*, que poseen estructura ( $R^1-NH_2-CO-OR^2$ ) donde  $R^1$  y  $R^2$  son grupos alquilo o arilo, se ha manejado para el control de las plagas agrícolas (Rendón, 2013). De una manera similar, se utiliza *Daconil 720* que es un clorotanol (2,4,5,6-tetracloroisofaltonitrilo) que actúa esencialmente protegiendo a las plantas contra infecciones micóticas impidiendo que el hongo pueda obtener energía para desarrollar a cabo sus procesos vitales (Barragán, 2017). Así mismo, está el *Benacor WP* que es un benomil, con una composición química de benzimidazoles ( $C_{14}H_{18}N_4O_3$ ) el cual es un fungicida sistémico selectivamente tóxico para microorganismos e invertebrados, especialmente para lombrices de tierra; pero no para los mamíferos. Por último, tenemos al *Glifosato* que es un aminofosfato y un aminoácido natural de la glicina, este es una herbicida de amplio espectro, desarrollado para la eliminación de hierbas y arbustos. El uso de este herbicida, es el más utilizado en el mundo, causando controversia alrededor del mundo por el punto de vista toxicológico y daños al medio ambiente (Barragán, 2010).

**Tabla N°1.- Toxicidad en plaguicidas en función del DL50 (Paredes, 2017)**

Clasificación			DL50 AGUDA (ratas) mg/kg peso corporal			
Clase	Peligro	Color	Vía Oral		Vía Cutánea	
			SÓLIDO	LÍQUIDO	SÓLIDO	LÍQUIDO
I a	Sumamente peligroso	Rojo	≤5	≤20	≤10	≤40
I b	Altamente peligroso	Rojo	5>50	20>200	10>100	40>400
II	Moderadamente peligroso	Amarillo	50>500	200>2000	100>1000	400>400
III	Ligeramente peligroso	Azul	500>2000	2000>3000	>1000	>4000
IV	Normalmente no ofrecen peligro	Verde	>2000	>3000		

El uso de plaguicidas en Ecuador superó los 28 millones de kg, de los cuales el 97% corresponden a insecticidas de categoría II moderadamente peligrosos (organofosforados y carbamatos) (Villafuerte, 2011). El uso desmedido de estos ha tenido una significancia importante en cuanto a la reducción y debilitamiento de la planta. Un claro ejemplo de esto es la papa, ya que se ve afectado principalmente el tubérculo, tamaño de la planta, color y maduración de la cáscara. Además de los problemas mencionados, si los plaguicidas son aplicados directamente al suelo, estos pueden llegar a causar efectos tóxicos y perjudiciales como la eutrofización, infertilidad, muerte de microorganismos, etc. (Sánchez et al., 1984).

Este estudio tiene la finalidad de presentar un análisis de la variación de las concentraciones de sodio (Na), potasio (K), calcio (Ca), hierro (Fe) magnesio (Mg) y zinc (Zn) en algunos alimentos recolectados en Chugchilán Latacunga-Ecuador, debido al uso de agrotóxicos en su cultivo. Se recurrirá al uso de la Espectrometría de Absorción Atómica (AAS) para la cuantificación de la

concentración de cada metal en los alimentos. Para realizar este análisis de micronutrientes se eligió a la mora, papa, chocho, arveja, mandarina, zanahoria, cebolla, haba, fresa, naranjilla, como medios de estudio, por la incidencia que estos han tenido en la economía nacional. Los cultivos de mora y caña de azúcar representan aproximadamente 2500 hectáreas de superficie sembrada (INEC, 2014). La papa se convierte en uno de los alimentos de mayor producción, ya que este representa 34014 hectáreas de superficie sembrada; tomando en cuenta únicamente a Carchi, Pichincha, Tungurahua, Chimborazo y Cotopaxi (Aldás, 2012). La mandarina se convierte en uno de los frutos más producidos por el Ecuador ya que según el (MAG, 2017), a escala nacional hay 14 950 hectáreas sembradas en Manabí, Los Ríos, Esmeraldas, Guayas, Pichincha, Cotopaxi, Sucumbíos, Napo, Morona Santiago, Tungurahua y El Oro. En la provincia de Tungurahua, la arveja es uno de los cultivos principales para el desarrollo de su economía, por tal razón, la siembra de este alimento alcanza los 37,1%. En otras zonas se dedican a cultivar los productos más comerciales, de ahí viene que el 25% de agricultores siembra haba, el 19,3%

siembra zanahoria y el 18,6% se encarga de la siembra de cebolla blanca (Arévalo, 2019).

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### ***Muestreo***

Se realizó un muestreo aleatorio simple en la zona de Chugchilán-Sigchos-Ecuador de acuerdo con las condiciones establecidas por el documento de Agrocalidad realizado por la Agencia de Regulación Fito y Zoonosanitario ARCFZ. (2015).

### ***Metodología***

Para el análisis químico se utilizaron los métodos descritos por la AOAC. Para la determinación de la humedad se aplicó el método 925.10 (AOAC, 1925) con estufa Binder FD 115, a  $\pm 130^{\circ}\text{C}$  hasta obtener peso constante. El contenido de cenizas se determinó por el método gravimétrico 923.03 (AOAC, 2010) y se utilizó una mufla SNOL 10740 a partir de la destrucción de la materia orgánica presente en la muestra por calcinación y determinación gravimétrica del residuo. El contenido de grasa se obtuvo mediante el método de extracción continua 920.39 (AOAC, 2010) con un equipo de extracción micro-Soxhlet. La extracción de proteína se la realizó siguiendo el Método 2.062 (AOAC, 2010) por digestión con Ácido Sulfúrico y Peróxido de Hidrógeno para su posterior digestión y titulación con un equipo semiautomático Velp Kjeldahl. Para la determinación de metales por Espectrometría de Absorción Atómica, es necesario que las muestras estén en solución, para esto se realizó una digestión vía húmeda asistida por microondas. Se

pesó 0.5 g de ceniza de alimento previamente calcinado, el cual se transfirió a un vial de digestión, se le añadió 5 mL de ácido nítrico concentrado y 2 mL de peróxido de hidrógeno. Finalmente, los viales ingresaron a un microondas *CEM Mars 6* por una hora, se lavó el vial con 2 porciones de 5 mL de agua destilada y se transfirió todo el contenido del vial a un balón aforado de 25 mL que se lo completó con agua desionizada. Como último paso se transfirió todo el contenido del balón a tubos Falcon previamente etiquetados.

### ***Análisis de Fe, Na, Zn, K, Ca y Mg***

Se realizaron curvas de calibración de los metales mencionados anteriormente, con la preparación de una solución estándar de 100 mg/L a partir del estándar con una concentración de 1000 mg/L. (Dávila, 2015). La curva de calibración se realizó siguiendo la tabla 2.

Para obtener óptimos resultados se confirmaron las condiciones instrumentales de operación del espectrofotómetro de Absorción atómica Perkin Elmer AAnalyst 400, con la confirmación del estado funcional del Software WinLab32AA, la colocación de las lámparas de cátodo hueco en cada espacio, la limpieza previa del nebulizador y la alineación del mechero.

Se determinó la absorbancia de los blancos y de los estándares para elaborar la curva de calibración y, posterior a esto, se realizó la lectura de las muestras para obtener los datos experimentales y realizar los cálculos necesarios en el tratamiento estadístico seleccionado.

### ***Tratamiento estadístico de datos.***

En los grupos de datos obtenidos del análisis de Fe, Na, Zn, K, Ca y Mg se realizó la determinación de promedios, desviación estándar y la estándar relativa. Además, se realizó una

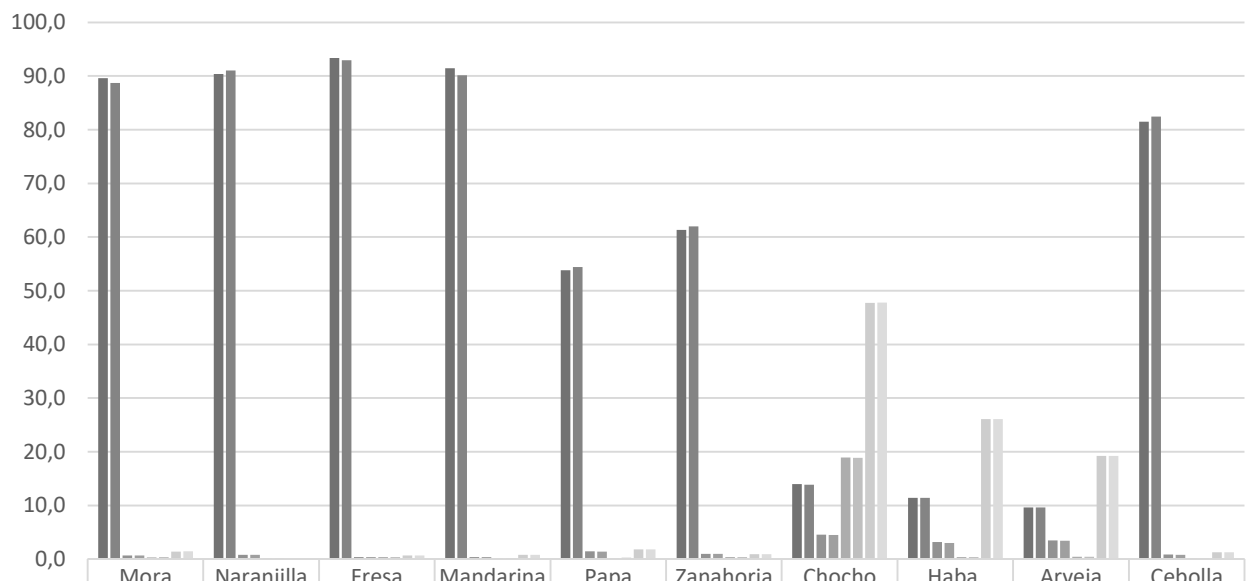
valoración ANOVA a cada uno de los grupos. La prueba  $p$  permite analizar los datos a fin de rechazar las hipótesis planteadas (alternativa H1: existe diferencia significativa entre variables) o nula H0: no existe diferencia significativa entre variables).

***Tabla 2.- Estándares y rango de concentración utilizado en curvas de calibración.***

<b>Estándar</b>	<b>Curva de calibración</b>
Calcio marca Merck lote HC69463978	0,5 -4,0 mg/L
Hierro marca Merck lote HC60086281	0,3 -5,0 mg/L
Magnesio marca IV lote K2-MG 04003	0,01-0,50 mg/L
Potasio marca Merck lote HC72203230	0,3-1,0 mg/L
Sodio marca IV lote K2-NA651097	0,05 – 0,5 mg/L
Zinc marca IV lote M2-ZN656655	0,05 – 0,7 mg/L

## ***RESULTADOS***

**Ilustración N° 1.- Comparación de porcentajes teóricos vs experimentales de proteína, ceniza, grasa y humedad en los vegetales estudiados.**



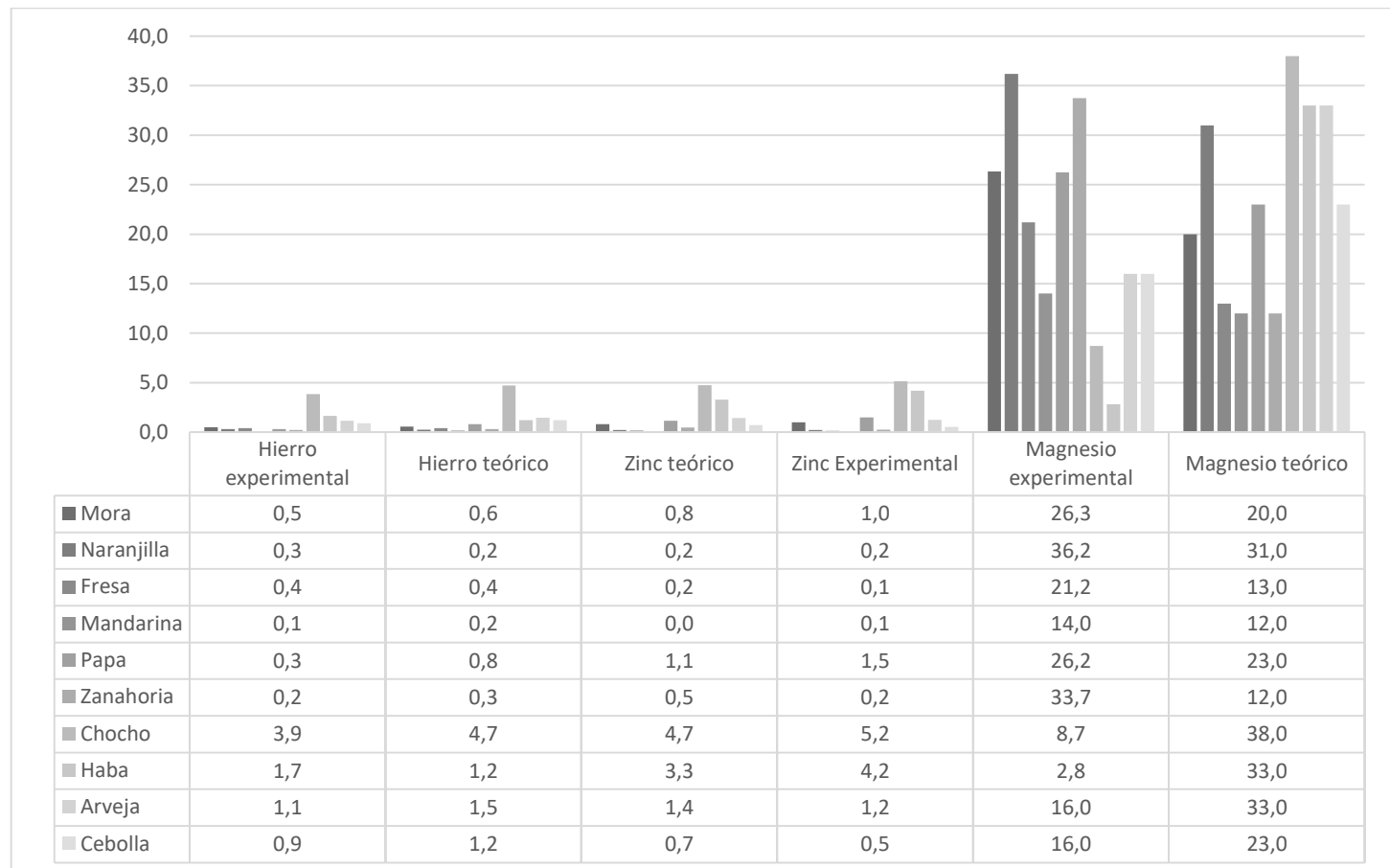
	Mora	Naranja	Fresa	Mandarina	Papa	Zanahoria	Chocho	Haba	Arveja	Cebolla
■%Humedad experimental	89,6	90,4	93,3	91,5	53,8	61,3	14,0	11,4	9,6	81,5
■%Humedad teórica	88,7	91,1	93,0	90,2	54,4	62,0	13,8	11,4	9,6	82,5
■%Ceniza experimental	0,7	0,8	0,4	0,4	1,4	1,0	4,6	3,2	3,5	0,8
■%Ceniza teórica	0,7	0,8	0,4	0,4	1,4	1,0	4,5	3,0	3,4	0,8
■%Grasa experimental	0,3	0,1	0,4	0,2	0,2	0,4	18,9	0,4	0,4	0,2
■%Grasa teórica	0,4	0,1	0,4	0,2	0,2	0,4	18,9	0,4	0,4	0,2
■Proteína experimental	1,4	0,1	0,7	0,8	1,8	0,9	47,7	26,1	19,2	1,3
■Proteína teórica	1,4	0,1	0,7	0,8	1,8	0,9	47,8	26,1	19,2	1,3

■%Humedad experimental ■%Humedad teórica ■%Ceniza experimental ■%Ceniza teórica  
 ■%Grasa experimental ■%Grasa teórica ■Proteína experimental ■Proteína teórica

En la Ilustración N°1 se indica los datos de las pruebas bromatológicas (determinación de humedad, ceniza, grasa y proteínas) a las que fueron sometidos los diferentes alimentos que fueron recolectados, como son la mora, la

naranja, la fresa y la mandarina, chocho, haba, arveja, papa, zanahoria y cebolla. Se realizó una comparación de los datos experimentales con los datos teóricos extraídos de la Tabla de Composición de los alimentos ecuatorianos (Ortiz et al., 2018) con los que se obtuvo (o calculó) la desviación estándar relativa de cada uno de los grupos de datos bromatológicas, y obtener la cuantificación del porcentaje de cada uno de estos parámetros.

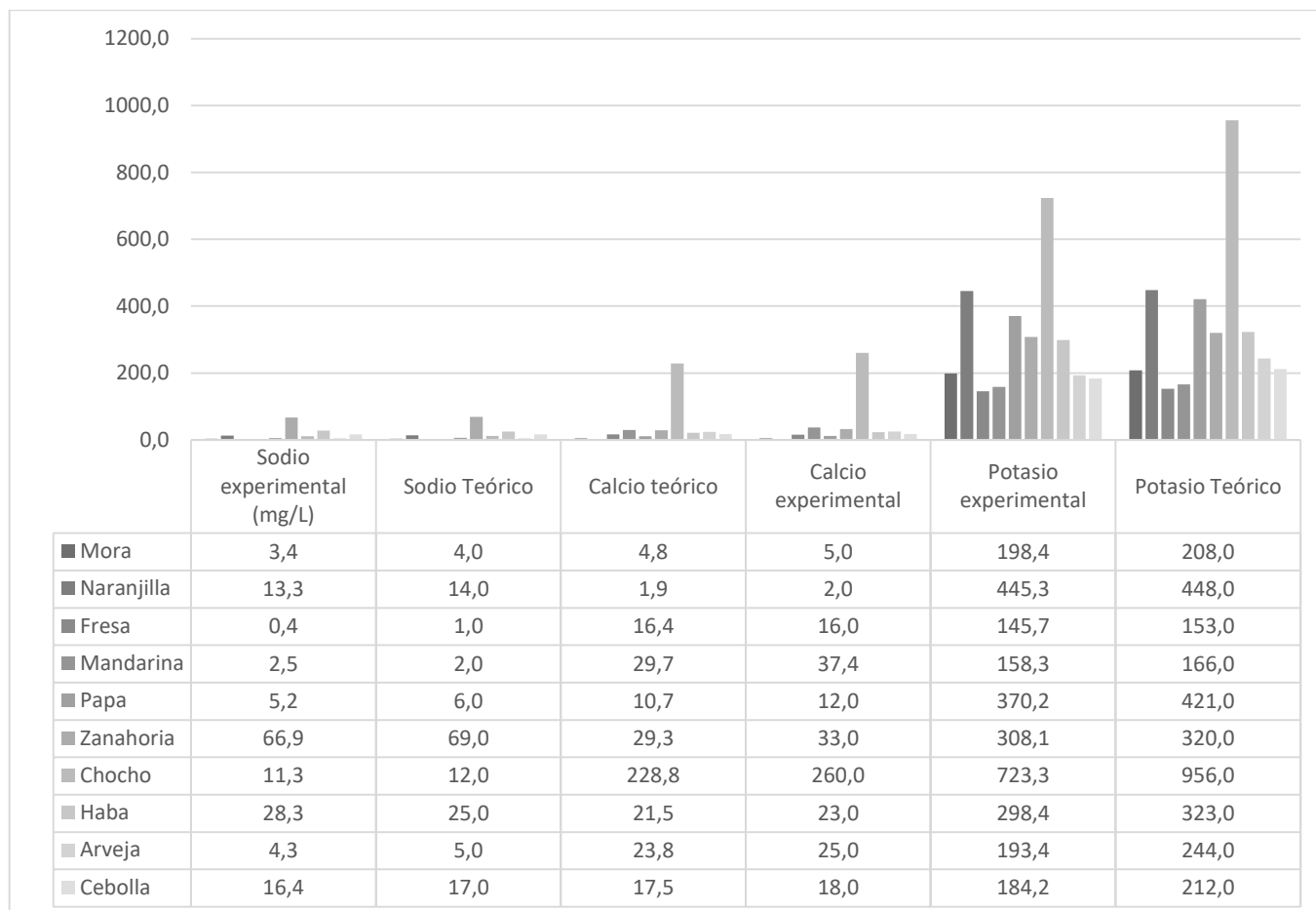
**Ilustración N° 2.- Comparación de valores experimentales y teóricos (mg/L) de hierro (Fe), magnesio (Mg) y zinc (Zn) en los vegetales estudiados.**



En la Ilustración N°2 están descritos los valores experimentales de Fe, Mg y Zn obtenidos del ensayo por AAS junto con los valores teóricos

obtenidos de la Tabla de Composición de Alimentos Ecuatorianos (Ortiz et al., 2018).

**Ilustración N° 3.- Comparación de valores teóricos y experimentales (mg/L) de sodio (Na), calcio (Ca) y potasio (K) en los vegetales estudiados**



En la Ilustración N°3 están descritos los valores experimentales de Na, K y Ca obtenidos del ensayo por AAS junto con los valores teóricos

obtenidos de la Tabla de Composición de Alimentos Ecuatorianos (Ortiz et al., 2018).

**Tabla 3.- Valores estadísticos P obtenidos para Na, K, Ca, Zn, Fe y Mg.**

Analito	Mora	Naranja	Fresa	Mandarina	Papa	Zanahoria	Chocho	Haba	Arveja	Cebolla	
<b>Valor-p; Sodio teórico-Experimental</b>	0,05	0,06	0,05	0,06	0,07	0,08	0,07	0,06	0,07	0,08	
<b>Resultado</b>	H0: p ≥ 0,05		H1:P < 0,05		H0: p ≥ 0,05						
<b>Valor-p; Potasio teórico - experimental</b>	0,04	0,06	0,05	0,06	0,03	0,04	0,03	0,04	0,02	0,06	
<b>Resultado</b>	H1:P < 0,05		H0: p ≥ 0,05			H1:P < 0,05	H0: p ≥ 0,05			H1:P < 0,05	H0: p ≥ 0,05
<b>Valor-p; Hierro teórico - experimental</b>	0,08	0,06	0,05	0,05	0,3	0,06	0,05	0,06	0,07	0,09	
<b>Resultado</b>	H0: p ≥ 0,05				H1:P < 0,05	H0: p ≥ 0,05					

<b>Valor-p; Magnesio teórico - experimental</b>	0,07	0,04	0,04	0,06	0,07	0,03	0,02	0,02	0,04	0,04
<b>Resultado</b>	H0: $p \geq 0,05$	H1:P < 0,05		H0: $p \geq 0,05$		H1:P < 0,05			H0: $p \geq 0,05$	H1:P < 0,05
<b>Valor-p; Calcio teórico - experimental</b>	0,08	0,09	0,08	0,04	0,06	0,07	0,06	0,08	0,07	0,07
<b>Resultado</b>	H0: $p \geq 0,05$			H1:P < 0,05	H0: $p \geq 0,05$					
<b>Valor-p; Zinc teórico - zinc experimental</b>	0,06	0,09	0,08	0,08	0,06	0,04	0,07	0,04	0,06	0,04
<b>Resultado</b>	H0: $p \geq 0,05$				H1:P < 0,05	H1:P < 0,05	H0: $p \geq 0,05$	H1:P < 0,05	H0: $p \geq 0,05$	H1:P < 0,05

La Tabla N° 3 muestra los valores estadísticos p obtenidos a partir de la valoración ANOVA para la cual se tomó en cuenta los datos experimentales y teóricos de la concentración del sodio, potasio, hierro, magnesio, calcio y zinc. A su vez se establece si es que los resultados permiten aceptar o rechazar las hipótesis planteadas. Si es que el valor p es mayor al nivel de significancia (0,05) de rechaza la hipótesis alterativa por otro lado, si el valor p es menor al nivel de significancia (0,05) se rechaza la hipótesis nula.

## **DISCUSIÓN**

La determinación bromatológica en los diferentes alimentos representa una gran importancia para garantizar la estabilidad del alimento destinado al consumidor. Mediante este análisis podemos determinar factores como la humedad, que indica la estabilidad del producto y con esto predecir la cantidad de agua que se perdería durante el procesamiento del alimento (Boatella, 2004). De los vegetales estudiados y por los resultados descritos en la Ilustración N°1, se puede concluir

que la naranjilla tiene el mayor porcentaje de humedad con un  $90,40 \pm 0,51\%$ . El porcentaje de ceniza se define como el residuo inorgánico (minerales constituyentes que permanecen en el residuo en forma de óxidos, sulfatos, fosfatos, silicatos y cloruros), que se obtiene al incinerar el alimento. Esta determinación es importante para detectar posibles contaminaciones metálicas en los alimentos (Pérez, 2014). Tomando en cuenta los resultados descritos anteriormente se encontró que el chocho tiene un mayor porcentaje de cenizas con un  $4,56 \pm 0,59\%$ . Otro parámetro a evaluar son las grasas, las cuales se definen como un grupo heterogéneo de compuestos insolubles en agua y solubles en disolventes orgánicos. La importancia de esta determinación radica en que se puede conocer si el alimento reúne los requisitos de estándar de identidad, si se considera uniforme, además de entender los efectos de las grasas, y conocer sus propiedades nutricionales y funcionales (Guillén, 2009). En las muestras analizadas, el chocho tiene la mayor cantidad de grasa con un  $18,90 \pm 0,11\%$ . Por otro lado, las

proteínas son cadenas de aminoácidos que se pliegan adquiriendo una estructura tridimensional, formadas básicamente de carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno, y desempeñan una enorme cantidad de funciones biológicas, entre ellas funciones estructurales, enzimáticas, transportadoras, etc. (Guillén, 2009). De las muestras analizadas, el chocho es el alimento con mayor porcentaje de proteína con un 47,72%.

En la Ilustración N°2 se pueden apreciar los datos obtenidos del análisis de micronutrientes (Zn, Mg y Fe), mientras que en la Ilustración N°3 se observan los datos obtenidos del análisis de Ca, Na y K. La obtención experimental de estos datos se la realizó mediante la técnica de Espectroscopia de Absorción Atómica y se comparó con datos teóricos obtenidos de la Tabla de Composición de Alimentos Ecuatorianos (Ortiz et al., 2018) y desviación estándar relativo establecido para cada uno de los grupos analizados. Se escogieron estos micronutrientes ya que son elementos inorgánicos esenciales para el cuerpo humano, actuando como componentes estructurales y reguladores de procesos corporales (Carbajal, 2017). Estos micronutrientes son importantes en la alimentación debido a que no pueden ser sintetizados naturalmente por el cuerpo humano y por tanto deben formar parte de nuestra alimentación diaria. En este estudio se determinó que la zanahoria es el alimento con un mayor contenido de sodio con  $66,92 \pm 2,16$  mg/L, mientras que, la fresa tiene la menor cantidad de

sodio con  $0,37 \pm 64,98$  mg/L. En el caso del chocho se encontró que contiene mayor concentración de potasio con  $723,33 \pm 19,59$  mg/L, mayor concentración de hierro con  $3,85 \pm 14,36$  mg/L y mayor concentración de calcio con  $228,77 \pm 9,04$  mg/L. Por otro lado, el menor contenido de potasio se vio reflejado en la fresa con  $445,67 \pm 3,47$  mg/L; el menor contenido de hierro, en la mandarina con  $0,11 \pm 21,75$  mg/L y menor concentración de calcio, en la naranjilla con  $1,90 \pm 3,62$  mg/L. El haba es el alimento que contiene una mayor concentración de zinc con  $3,29 \pm 17,18$  mg/L y con  $0,02 \pm 78,56$  mg/L la mandarina es el alimento con menor concentración de zinc.

En estadística general y contrastes de hipótesis, el valor  $p$  se define como la probabilidad de que un valor estadístico calculado sea posible dada una hipótesis nula cierta. En la Tabla N°3, se establecen valores estadísticos  $p$  para cada uno de los analitos determinados mediante una comparación de los datos teóricos y experimentales aplicando la valoración ANOVA. Para el tratamiento de datos obtenidos se plantearon 2 hipótesis, como hipótesis nula se estableció que no existe diferencia significativa entre datos teóricos y experimentales, como hipótesis alternativa se establece que existe diferencia significativa entre datos. Para esta investigación utilizamos un nivel de significancia de 0,05 y se tomó en cuenta el valor  $p$  (Ríos, 2018). De acuerdo con los resultados presentados en la Tabla N° 3 se rechaza la hipótesis nula para el sodio y potasio en mora, papa, chocho, haba y

arveja; para el hierro en la papa debido a que existe una diferencia significativa entre datos teóricos y experimentales. De igual manera para el magnesio se rechaza la hipótesis nula en naranjilla, fresa, zanahoria, chocho, haba y cebolla; para el calcio se rechaza en la mandarina. En el caso del zinc se encontró rechazo de la hipótesis nula para la zanahoria, haba y cebolla. Datos preliminares del análisis agroquímico de la zona seleccionada para este estudio, y que pertenece al proyecto de investigación que financió este trabajo, se determinó el uso de glifosato como principal herbicida en los cultivos de la comunidad, para eliminar plantas indeseadas y que estas no afecten directamente al cultivo. La molécula de Glifosato pertenece a una clase única de agentes fuertemente quelantes y el proceso de adsorción de este herbicida lo hace muy persistente en el suelo. El glifosato forma complejos superficiales con minerales que contienen hierro, sodio, calcio, magnesio, zinc y potasio (Aparicio et al. 2015), siendo este uno de los motivos por lo que se observa una diferencia significativa entre los datos obtenidos y los datos establecidos teóricamente con estos minerales, dentro de los alimentos. En un estudio realizado por (Oviedo. A, 2021) se obtuvo que los suelos en donde se cosecharon los alimentos estaban contaminados de glifosato con las cantidades que nos indica la Tabla N°4.

**Tabla N°4.- Concentración de Glifosato en los suelos de cultivo.**

Cultivo	Concentración Glifosato (mg/L)
---------	--------------------------------

Chocho	0,70
Papa	0,53
Haba	0,55
Zanahoria	0,53
Arveja	0,52
Cebolla	0,50
Mandarina	0,51
Fresa	0,53
Naranjilla	0,76
Mora	0,55

La molécula de glifosato posee características anfotéricas, esta característica hace que la molécula tenga una actividad quelante muy potente con cationes divalentes ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$  y  $\text{Zn}^{2+}$ ), formando así complejos estables con estos minerales. El control de plagas con glifosato está asociado con una disminución del rendimiento de la planta y por lo tanto del fruto, esto se da por las múltiples enfermedades que contrae la raíz y la alteración de las propiedades microbiológicas del suelo y demás indicadores químicos que existe en el suelo (Tofiño, 2020). Como se aprecia en la Tabla N°4, el suelo del chocho junto a la naranjilla son los suelos que contienen mayor concentración de Glifosato, por lo que podría ser una posible causa de las diferencias significativas en la concentración de potasio y magnesio para el chocho y la naranjilla.

## **CONCLUSIÓN**

El presente estudio logró cuantificar de manera efectiva Na, K, Ca, Zn, Fe y Mg en mora, naranjilla, fresa, mandarina, papa, zanahoria, chocho, haba, arveja y cebolla. Los resultados presentados evidencian una variación significativa de la concentración de micronutrientes en estos alimentos analizados, que pueden vincularse al uso de pesticidas, herbicidas y plaguicidas en especial del Glifosato. Con esta información se puede concluir que en la parroquia de Chugchilán - Sigchos – Ecuador, el uso de agroquímicos en los cultivos está provocando una disminución del contenido de micronutrientes en los vegetales estudiados, y por ende podría relacionarse con la ingesta disminuida de estos elementos, y derivar en aspectos nutricionales como desnutrición en la población de esta comunidad y de sectores consumidores de los alimentos mencionados.

## **AGRADECIMIENTOS**

Al proyecto de investigación denominado “Uso de agrotóxicos en la agricultura familiar/comunitaria y su influencia en la calidad de los alimentos y en la salud de poblaciones indígenas”. A la Pontificia Universidad Católica del Ecuador por financiar dicho proyecto.

## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- Aldás, M. (2012). Uso de insecticidas en el cultivo de papa por los socios de la corporación de asociaciones agropecuarias del cantón Quero.
- AOAC. (1925). *Solids (total) and loss on drying*. AOAC.
- AOAC. (2010). *Cenize determination*. AOAC.
- AOAC. (2010). *Determinación de fibra cruda*. AOAC.
- AOAC. (2010). *Microchemical determination of nitrogen*. AOAC.
- Arévalo Andrés. (2019). *Evaluación de un Biofertilizante líquido a base de excretas de cerdo en arveja*. Cevallos. Universidad Técnica de Ambato
- Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario. (2015). *Documento de agrocalidad*. Quito: Agencia de Regulación Fito y Zoosanitario.
- Boatella, J. (2004). *Química y bioquímica de los alimentos*. Barcelona: Edicions Universitat Barcelona.
- Barragán, Y. (2017). *Contaminación del suelo por la utilización de fungicidas en el cultivo de mora en el cantón Chillanes, provincia de Bolívar*. Guayaquil: Universidad de Guayaquil.

- Camargo, A. (07 de mayo de 2016). *Campus Virtual Facultad de Ciencias Agrarias*. Obtenido de campus.fca.uncu.edu.ar/.../TOXICOLOGÍA%20DE%20PLAGUICIDAS
- Censos., I. i. (2014). *INEC*. Obtenido de Uso y manejo de agroquímicos en la agricultura 2014: inec/Encuestas\_Ambientales/plaguicidas/Plaguicidas2014/Modulo\_Uso\_y\_Manejo\_de\_Agroquimicos.pdf
- Coto, Y. V. (2016). *Alimentos con sabor a agroquímicos. Contaminación agrotóxica de alimentos y sus efectos en la salud de la población costarricense*. Chorotega: UNA.
- Dávila, P. (2015). *Determinación de sodio, potasio, hierro, zinc y calcio en tres leguminosas: garbanzo,soya y maní, por espectrofotometría de absorción atómica de llama*. Quito: PUCE.
- Edgar Rojas, P. L. (2015). *Diagnóstico situacional de la soberanía y seguridad alimentaria nutricional en la parroquia de Sigchos*. Quito: PUCE.
- FAO. (1986). *The state of food and agriculture*. Roma: FAO.
- Guillén, V. (2009). *Estructura y propiedades de las proteínas*. Valencia: Universidad de valencia.
- J Revelo, W. V. (2010). Cultivo ecológico de la naranjilla. *Manual técnico N°77 INIAP*, 120.
- Ministerio de Agricultura y Ganadería. (2015). Quito: Cultivo de mandarina en el Ecuador. El Comercio.*
- Ortiz, J., Astudillo, G., Donoso, S., & Ochoa, A. (2018). Tabla de Alimentos. In Food Composition Table.
- Paredes, M. (2017). *Evaluación de la biodegradación de un insecticida carbamato en una muestra de suelo de cultivo de papa*. Quito: UPS.
- Pérez, J. (2014). *Prácticas análisis químico de los alimentos*. Zaragoza: Universidad de Zaragoza.
- Rendón, M. (2013). *Determinación de residuos de carbamato mediante LG-ESI-MS/MS en tomate riñón expandidos en mercados de Guayaquil*. Guayaquil: Escuela Superior Politécnica del Litoral.
- Rodríguez, A. (2016). Transformaciones rurales y agricultura familiar en América Latina. Una mirada a través de los hogares. *CEPAL*.
- Rosero, F. (2009). La construcción del sistema de soberanía alimentaria y nutrición del Ecuador. *Cafolis*, 27-33.
- Sánchez, M. S. (1984). *Los plaguicidas. Adsorción y evolución en el suelo*.

Salamanca: Instituto de recursos naturales  
y agrobiología.

Villafuerte, P. (2011). *Factores predisponibles  
para la intoxicación por fosforados en el  
hospital general de Latacunga.*  
Latacunga: Escuela Superior Politécnica  
de Chimborazo.

# PARÁMETROS PARA ACEPTACIÓN DE ARTÍCULOS DE LA REVISTA INFOANALÍTICA.

## *PORTADA*

### TÍTULO DEL ARTÍCULO EN ESPAÑOL

### TÍTULO DEL ARTÍCULO EN INGLÉS

Nombre de cada autor<sup>1</sup>: Ejemplo: José Dávila P.<sup>1</sup>, Carla Casas L.<sup>2</sup> & Francisco Chiriboga J.<sup>3\*</sup>

**Palabras clave:** Incluir de 4 a 6 palabras claves, en orden alfabético, que se refieran al tipo de contenido del artículo, para que facilite la búsqueda.

**Keywords:** Las palabras claves deben también constar en idioma inglés.

En esta página se debe colocar una declaración sobre la contribución de cada uno de los autores al artículo. Se puede considerar: conceptualización; aplicación de metodología; desarrollo de la investigación; aplicación de software; manejo de datos; validación de datos o métodos; redacción del manuscrito original; redacción, revisión y edición del manuscrito final; entre otros.

## *DESARROLLO DEL ARTÍCULO*

### TÍTULO DEL ARTÍCULO EN ESPAÑOL

### TÍTULO DEL ARTÍCULO EN INGLÉS

## RESUMEN

Se deberá presentar un resumen de todo el contenido, claro y conciso, en un máximo de 250 palabras. El contenido del resumen será en un solo párrafo y sin divisiones de columna.

## ABSTRACT

A summary in English of all the content should be presented, clear and concise, with maximum 250 words. The content of the summary will be written in a single paragraph and without column divisions.

## INTRODUCCIÓN

Los artículos deberán cumplir con los siguientes parámetros para su aprobación y publicación:

1. Exigencia de originalidad: los artículos publicados en la Revista infoANALÍTICA deben ser originales e inéditos, y no pueden estar publicados en ninguna otra revista ya sea virtual o impresa. Para asegurar este apartado, los autores deben firmar un documento de originalidad y ceder el derecho de autor. De esta manera, los autores se comprometen a respetar la información académica de otros autores, y a ceder los derechos de autor a la Revista infoANALÍTICA, para que el artículo pueda ser editado, publicado y distribuido.
2. En la Revista infoANALÍTICA se publicarán trabajos de docentes e investigadores de la PUCE, así como de autores externos a la Universidad.
3. Los artículos podrán estar escritos en español o inglés.
4. Los artículos científicos no podrán tener menos de 5 páginas ni más de 10 con gráficas incluidas, con un total máximo de 25.000 caracteres.
5. Los artículos de revisión deberán tener entre 10 y 30 páginas y un máximo de 100 citas bibliográficas.

6. El artículo a publicarse debe ser remitido con una carta al editor de la revista.
7. Para asegurar la calidad científica de los artículos presentados para su publicación, se realiza un proceso de revisión por pares ciegos.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

Se explicará de forma detallada los materiales utilizados y los métodos que fueron utilizados en el desarrollo de la investigación.

## **RESULTADOS**

Se deberá presentar de manera clara y ordenada los resultados, haciendo uso de tablas diagramas o gráficos. Ubicar las Tablas y Figuras en la posición del texto donde sean explicativas dentro del contexto que se está refiriendo el autor. Los Cuadros y Tablas deben estar en formato Word y las figuras pueden estar en formato JPG o Word.

Las Figuras deben llevar el texto en la parte inferior y con letra en negrita.

Las imágenes por ningún motivo podrán ser modificadas en Photoshop, Illustrator o cualquier otro software de diseño, la única modificación posible de realizar es el aumento o reducción del color y contrastes.

### **Figura 1. InfoANALÍTICA está indexada a Latindex desde el año 2019**

Las Tablas deben llevar el texto explicativo en la parte superior y con letra en negrita.

**Tabla 1. Volumen y número publicado por año de la revista infoANALÍTICA**

<b>Volumen</b>	<b>Año</b>
1 Núm. 1	2013
2 Núm. 1	2014
3 Núm. 1	2015
4 Núm. 1	2016
5 Núm. 1	2017
6 Núm. 1	2018
6 Núm. 2	2018
7 Núm. 1	2019

Si las imágenes son obtenidas de publicaciones anteriores, deben ser citadas.

## **DISCUSIÓN**

En esta sección se deberá analizar los resultados obtenidos con base en referencias bibliográficas. La forma de citar en los artículos se ha basado en el método APA (American Psychological Association) sexta edición.

Las citas se usarán de la siguiente manera: (Aguirre, 2007) en el caso de un solo autor, para dos autores (Aguirre & Pérez, 2007) y para más de dos autores (Aguirre et al., 2007). Estas citas irán entre el texto y a pie de página sólo se marcarán citas de internet y también datos explicativos sobre términos, autores, entre otros.

## **CONCLUSIÓN**

Con base en los resultados y la discusión se expondrán las principales conclusiones del trabajo.

## **AGRADECIMIENTO**

En esta sección los autores pueden indicar las fuentes de financiamiento o el agradecimiento a personas o entidades colaboradoras.

## LISTA DE REFERENCIAS

La lista de referencia estará por orden alfabético por la primera letra de la referencia. En caso de usar artículos o libros del mismo autor, éste debe tener un orden cronológico desde el más antiguo al más nuevo. Cada referencia tiene el formato de párrafo francés (hanging indent).

El formato para escribir la literatura citada será usado siguiendo el modelo APA (American Psychological Association) sexta edición.

Para documentos electrónicos: no hay que incluir el nombre de la base de datos donde se encontró el artículo, pero sí en el caso de las tesis y los libros electrónicos. No se incluye la fecha en que se recuperó el artículo. No se escribe punto después de la dirección web (URL).

Libro con un autor: Apellido del autor, inicial del nombre del autor. (año de publicación). Nombre del libro en cursiva. Ciudad: Editorial. Ejemplo:

Flores de Fernández, R. (1965). *Historia de la enfermería en Chile: Síntesis de su evolución educacional*. Santiago: Universidad de Chile.

Libro con más de un autor y edición: Apellido del autor, inicial del nombre. y Apellido del segundo autor, inicial del nombre. (fecha de publicación). Nombre del libro en cursiva (número de la edición). Ciudad: Editorial. Ejemplo:

Hoffman, C.P. y Lipkin, G.B. (1981). *Simplified nursing* (19. ed.). Philadelphia: J.B. Lippincott.

Libro sin autor o editor: Título del libro en cursiva (número de edición) (año de publicación). Ciudad: Editorial. Ejemplo:

*Merriam-Webster's collegiate dictionary* (10. ed.) (1993). Springfield: Merriam-Webster.

Parte o capítulo de un libro: Apellido del autor, inicial del nombre. y Apellido del segundo autor, inicial del nombre (año de publicación). Título del capítulo del libro. En Apellido del autor del libro, inicial del nombre. Título del libro en cursiva (número de edición, páginas). Ciudad: Editorial. Ejemplo:

O'Neil, J.M. y Egan, J. (1992). Men's and women's gender role journeys; Methaphor for healing, transition and transformation. En B.R. Wainrib (Ed.). *Gender issues across the life cycle* (4. ed., pp.107-123). Nueva York: Springer.

Artículo de revista científica con un autor: Apellido del autor, nombre del autor (año de publicación). Título del artículo. Nombre de la revista en cursiva, número de la revista (volumen), páginas. Ejemplo:

Prieto, A. (2001). Instrumento de evaluación de campos clínicos para la enseñanza profesional de enfermería (ECCE). *Horizonte de Enfermería*, 12(1), 11-21.

Artículo de revista científica con más de un autor: Apellido del autor, inicial del nombre, apellido del segundo autor, inicial del nombre, apellido del tercer autor, inicial del nombre, y apellido del cuarto autor, inicial del nombre (año de publicación). Título del artículo. Nombre de la revista en cursiva, número de la revista (volumen), páginas. Ejemplo:

Kernis, M.H., Cornell, D.P., Sun, C.R., Berry, A., & Harlow, T. (1993). There's more to self-esteem than whether it is high or low: The importance of stability of self-esteem. *Journal of Personality and Social Psychology*, 65(6), 1190-1204.

