

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DEL ESTADO DE MEXICO  
FACULTAD DE MEDICINA  
LICENCIATURA EN NUTRICION  
DEPARTAMENTO DE EVALUACION PROFESIONAL**



**“PROPUESTA DE SOFTWARE DIETETICO COMO AUXILIAR PARA  
EL TRATAMIENTO DE LA ENFERMEDAD RENAL CRONICA”**

**TESIS PARA OBTENER EL TITULO DE LICENCIADO EN NUTRICION**

**PRESENTA**

**JOSE ALBERTO LOPEZ HERNANDEZ**

**DIRECTORES DE TESIS:**

**M.S.P. ALEJANDRA DONAJI BENITEZ ARCINIEGA**

**DR. EN H. ARTURO GARCIA RILLO**

**REVISORES:**

**L.N. JESUS ARTURO ISASSI MEJIA**

**M.N.H NORMA YOLANDA ORTIZ OLAYA**

**L.N. MARIA PACHECO GUTIERREZ**

**TOLUCA, MEXICO 2013**

**TITULO:**

**PROPUESTA DE SOFTWARE DIETETICO COMO AUXILIAR PARA EL  
TRATAMIENTO DE LA ENFERMEDAD RENAL CRONICA.**

## **Indice.**

<b>1.</b>	<b>Resumen</b>	<b>4</b>
<b>2.</b>	<b>Marco teórico</b>	<b>6</b>
<b>3.</b>	<b>Planteamiento del problema</b>	<b>13</b>
<b>4.</b>	<b>Justificaciones</b>	<b>14</b>
<b>5.</b>	<b>Hipótesis</b>	<b>15</b>
<b>6.</b>	<b>Objetivos</b>	<b>15</b>
<b>6.1.</b>	<b>Objetivo general</b>	<b>15</b>
<b>6.2.</b>	<b>Objetivos específicos</b>	<b>15</b>
<b>7.</b>	<b>Método</b>	<b>16</b>
<b>7.1.</b>	<b>Diseño de estudio</b>	<b>16</b>
<b>7.2.</b>	<b>Operacionalización de variables</b>	<b>16</b>
<b>7.3.</b>	<b>Universo de trabajo y muestra</b>	<b>17</b>
<b>7.4.</b>	<b>Instrumento de investigación</b>	<b>17</b>
<b>7.5.</b>	<b>Desarrollo del proyecto</b>	<b>17</b>
<b>7.6.</b>	<b>Límite de espacio y tiempo</b>	<b>18</b>
<b>7.7.</b>	<b>Diseño de análisis</b>	<b>18</b>
<b>8.</b>	<b>Implicaciones éticas</b>	<b>18</b>
<b>9.</b>	<b>Resultados</b>	<b>19</b>
<b>10.</b>	<b>Conclusiones</b>	<b>32</b>
<b>11.</b>	<b>Sugerencias</b>	<b>32</b>
<b>12.</b>	<b>Limitaciones</b>	<b>32</b>
<b>13.</b>	<b>Fortalezas</b>	<b>33</b>
<b>14.</b>	<b>Bibliografía</b>	<b>34</b>
<b>15.</b>	<b>Anexos</b>	<b>40</b>

## 1. RESUMEN

La Enfermedad Renal Crónica (ERC), conlleva a alteraciones metabólicas relevantes que desencadenan alteraciones en el estado de nutrición como el Síndrome de Desgaste Proteico-Energético, ya que en el 18-75% existe una malnutrición e inflamación en personas con ERC, incluso durante el tratamiento de terapia de remplazo renal como la Diálisis Peritoneal. En la práctica clínica de la nutrición, el diseño de una herramienta informática para el cálculo y estimación de la ingestión dietética, facilitará la atención y el manejo nutricional del paciente, a través de un mejor monitoreo sobre su tratamiento acorde a su diagnóstico clínico y nutricional. **OBJETIVO:** Realizar una herramienta informática (software dietético), que facilite el dietocálculo para el tratamiento nutricional del paciente con Enfermedad Renal Crónica. **MÉTODO:** La base de alimentos incluidos para el software fue a partir de la guía del Sistema de Equivalentes para Pacientes Renales, y de las guías del tratamiento de Diálisis, así como el programa de informática Visual Basic. **RESULTADOS:** Se diseñaron 4 algoritmos diferentes: para sujeto sano, para pacientes con enfermedad renal crónica, paciente controlado y paciente descompensado. **CONCLUSIONES:** La propuesta de software es punto de partida para la orientación de los modelos y los procesos que el lenguaje computacional aceptará para el modelaje de las opciones de salida que permitirá integrar en un futuro un software para el tratamiento dietético de los pacientes renales.

## ABSTRACT

Chronic kidney disease (CKD) leads to significant metabolic alterations resulting in nutritional deficiencies such as Wasting Syndrome Protein-Energy, present in 18-75% of chronic renal patients even in renal replacement therapy. In clinical nutrition software design is a tool for the calculation and estimation of dietary intake for patients and to improve the nutritional treatment according to clinical and nutritional conditions. **OBJECTIVE:** To propose the theoretical elements of a dietetic-software tool, that facilitates energy and nutritional estimation for nutritional treatment in patients with chronic kidney disease. **METHOD:** The food database was included for the software from the System Guide for Kidney

Patients equivalents, and dialysis treatment guidelines as well as the computer program Visual Basic. **RESULTS:** We designed four different algorithms: for healthy subjects, for chronic renal patient, for controlled renal patient and, for non compensated renal patient. **CONCLUSIONS:** The proposed software will permit to design models for a computer language to integrate software for dietary management of renal patients.

## 2. MARCO TEÓRICO.

### a) **Software y su aplicación en la Nutrición en México.**

Hoy en día, el diseño de herramientas de informática, han sido de gran ayuda para facilitar el trabajo del hombre. A través del desarrollo de un software, en el campo clínico, es un auxiliar para la atención del paciente, ya que al tener su información concentrada en un archivo y al generar una base de datos y con los fundamentos correspondientes puede obtenerse un diagnóstico y tratamiento más preciso.

Tal es el caso de las herramientas diseñadas en el campo de la Nutrición, como lo son el Nutripac, Nutris, Nutrikcal, Nutrimind, en México, que son un tipo de software que ayudan en el cálculo dietético, cálculo nutrimental, la evaluación y diagnóstico del estado de nutrición de los pacientes a evaluar.

Por igual, actualmente, se han desarrollado herramientas para estandarización de cuestionarios de recordatorios de 24 horas, como el software EPIC-Soft en Europa <sup>(1)</sup>. Los cuales dan información estimada sobre la ingestión dietética. Que para su desarrollo, es necesario tener una base de datos sobre la composición de los alimentos, así como los algoritmos necesarios para obtener la información que se quiere recabar, como peso, estatura, Índice de Masa Corporal (IMC), fórmulas para el cálculo automático a las necesidades energéticas y nutrimentales de cada individuo.

Por otro lado, el Método de Múltiples Fuentes (en inglés Multiple Source Method), diseñado para la estimación dietética, menciona que es indispensable la seguridad de la información para que no sea alterada y desconfigurada. Por ello, se recomienda cifrar los datos para proteger su transferencia entre los usuarios y el programa, pues la encapsulación se realiza para separar datos de los múltiples usuarios, así como tener un almacenamiento temporal, durante la interacción de usuario con la sesión del programa. Esto es más sugerible si está a disposición en un sitio web <sup>(2)</sup>

Por lo tanto, el diseño de una herramienta informática para el cálculo y estimación de la ingesta dietética, facilita la atención y el manejo nutricional del

paciente. Obteniéndose un mejor monitoreo sobre su tratamiento acorde a su diagnóstico clínico y nutricional <sup>(1, 2, 3)</sup>

## **b) Enfermedad Renal Crónica, Diálisis y Nutrición.**

### **- Enfermedad Renal Crónica**

De acuerdo a la National Kidney Foundation, la Enfermedad Renal Crónica (ERC) es el daño renal mayor a 3 meses, y definido por anormalidades estructurales o funcionales del riñón, con o sin disminución del Volumen de Filtrado Glomerular (VFG), y que se manifiesta por: anormalidades anatómo o histopatológicas, anormalidad sanguíneas, urinaria o anormalidades en exámenes imagenológicos y por una reducción en la Tasa de Filtrado Glomerular menor a 60 mL/min/1,73 m<sup>2</sup>. Al estimar la tasa de Filtrado Glomerular en pacientes con ERC, los clasifica en cinco estadios <sup>(4, 5, 6)</sup>

Pues las diversas causas de ERC **(anexo 1)** <sup>(5, 7, 8)</sup>, conllevan a alteraciones metabólicas relevantes en la excreción de sodio, el balance hídrico, acidosis, hiperazoemia, hipercalcemia, hiperfosfatemia y disminución de la hormona D<sub>3</sub> o 1,25 dihidroxicolecalciferol “Calcitonina”; así mismo, alteraciones en el estado de nutrición, como el Síndrome de Caquexia o Síndrome de Desgaste Proteico-Energético (Protein Energy Wasting “PEW”) <sup>(9, 10, 11, 12, 13, 14)</sup>

### **- Diálisis Peritoneal, Desgaste Energético-Proteico (Protein Energy Wasting PEW) y Caquexia.**

La Diálisis Peritoneal (DP), es uno de los tratamientos de terapia de remplazo renal, que se otorga para la insuficiencia renal crónica, en estadio 5, mediante el cual se depura la sangre de solutos y toxinas y eliminando por igual el exceso del líquido en el cuerpo **(anexo 2)**. Que al ser sustancias de pequeño peso molecular (urea, potasio, cloro, fosfatos, bicarbonato, calcio, magnesio, creatinina, ácido úrico y proteínas como la albúmina), atraviesan fácilmente la membrana peritoneal <sup>(15)</sup>

Sin embargo, durante el tratamiento de terapia de remplazo renal, en el 18-75% de los casos existe una malnutrición e inflamación en personas con ERC, donde la pérdida de masa muscular y tejido graso ocurre. A ello, se han

otorgado diferentes términos y definiciones (por distintos autores) para nombrar esta condición, conduciendo a errores conceptuales e interpretación errónea de datos. Por eso, la Sociedad Internacional de Metabolismo y Nutrición Renal (The International Society of Renal Nutrition and Metabolism “ISRNM”) recomienda el termino Desgaste Proteico-Energético (Protein-Energy Wasting “PEW”). Siendo este síndrome el mayor factor de riesgo para resultados adversos y la muerte <sup>(13, 16, 17, 18, 19, 20)</sup>

El PEW, al asociarse con una disminución de la capacidad funcional en relación al estrés metabólico, se convierte en uno de los fuertes predictores de mortalidad en los pacientes con ERC **(anexo 3)** <sup>(13, 16, 19, 20)</sup>

En cuanto el termino Caquexia, es definido por la ISRNM, como la forma severa de PEW asociado con un profundo desorden fisiológico, metabólico, psicológico e inmunológico <sup>(13, 16, 20)</sup>, y que se caracteriza por la pérdida de músculo con o sin merma de grasa, detrimento de peso en adultos y causante de la falla de crecimiento en niños, esto de acuerdo a lo expuesto por la Sociedad de Caquexia y Transtornos de Emaciación (Society for Cachexia and Wasting Disorders “SCWD”) <sup>(19)</sup>. Y su presencia, puede condicionar al desarrollo de consecuencias potenciales **(anexo 4)**.

Así mismo, una disminución en el IMC, el riesgo de muerte cardiovascular aumenta un 6%. De la misma manera, la evidencia científica indica que la baja en los niveles séricos de albumina o una inadecuada ingesta proteica, se correlaciona con la mortalidad. Pues la disminución de 1g/dl de los niveles de albúmina sérica, está asociado con un incremento del 39% en el riesgo de muerte cardiovascular. Una buena atención por parte de las clínicas de diálisis, los cuidados y el buen desempeño, proporcionan mejores resultados a los pacientes con ERC, en comparación de aquellos pacientes que son atendidos en clínicas de un rendimiento menor <sup>(13)</sup>

A pesar de todo ello, la mala alimentación en personas con enfermedad renal, se asocia con un incremento en la incidencia de complicaciones, mayor tiempo de hospitalización e incremento en mortalidad <sup>(21)</sup>. Afectándose a su vez

su estado nutricional <sup>(13, 19, 20)</sup>. Por ello, la ISRNM propone cuatro categorías para el diagnóstico de PEW (**anexo 5**).

Dentro de los criterios para el diagnóstico de Caquexia, la anemia es característico de este síndrome, y no de PEW. Entre otras de las mediciones como el déficit de masa magra y el examen de fuerza muscular y fatiga son criterios que focalizan en el diagnóstico de caquexia <sup>(16)</sup>

Los niveles de marcadores bioquímicos como, la albúmina (<3.8g/dl), el colesterol (<100mg/dl) y prealbúmina (11 mg/dl) se asocian con el mejoramiento o empeoramiento de la sobrevida <sup>(13, 19, 20, 21)</sup>

#### - **Nutrición en el paciente renal.**

Para el tratamiento de la ERC, el procedimiento requerido para la terapia sustitutiva de reemplazo renal, lo son: diálisis peritoneal, hemodiálisis y trasplante renal; junto con la indicación de un tratamiento farmacológico y nutricional específico, el cual dependerá del grado de la función renal y los objetivos que se pretenden alcanzar (**anexo 6**) <sup>(5, 6, 24)</sup>

Sin embargo, el control de ingestión de nutrimentos inorgánicos como fósforo, sodio, potasio, calcio, ha llevado a un restricción de alimentos que condiciona a la inadecuada ingesta de vitaminas y nutrimentos inorgánicos como el hierro, causando su deficiencia; marcándose más con la interacción con los fármacos y el cocinado de alimentos <sup>(5, 24, 25, 26)</sup>

En tanto, el requerimiento de la ingesta proteica, sugerible por las guías KDOQI que se basan en las guías de la Asociación Dietética Americana; y demostrado en resultados de estudios de intervención, recomiendan un incremento de 1.2-1.3g/Kg/d de proteína en pacientes que se encuentran bajo el tratamiento terapia de diálisis peritoneal, y 1.2g/Kg/d en pacientes quienes se

encuentran en hemodiálisis. Con un aporte energético obtenido del resultado de 30-35Kcal/Kg/d <sup>(13, 27)</sup>

Así mismo se debe tener un control en la ingesta de Fosforo, calcio, sodio, potasio y líquidos **(anexo 7)**.

La ingestión dietética de sodio de 2000-4000mg/d se realiza para lograr un esfuerzo en el control de la hipertensión, evitar la sed excesiva y consumo de líquidos, sobre todo en pacientes con oliguria y anuria. Ya que una restricción moderada de sodio de 1000-1500mg en la población general y personas con ERC, puede reducir aproximadamente 10mmHg <sup>(28)</sup>

Como frecuentemente, los pacientes con ERC presentan hiperfosfatemia, asociándose con consecuencias perjudiciales, como el hiperparatiroidismo secundario, calcificación arterial y osteodistrofia renal, y con ello el incremento de la mortalidad <sup>(29, 30)</sup>. Debido a que el fósforo se encuentra naturalmente en alimentos ricos en proteína, su restricción dietética en estos pacientes debe de ser entre 800-1000mg/dl, por lo que es indispensable conocer las cantidades de este mineral, contenidas en los alimentos que conforman la dieta para así otorgar al paciente una alimentación rica en proteínas pero reducida en fósforo, sobre todo cuando el fósforo sérico sea >4.6mg/dl, con la restricción de fósforo en la dieta se evita el desarrollo de consecuencias por hiperfosfatemia <sup>(13, 29,30)</sup>

La suplementación oral puede proporcionarse, incluso a niños con ERC, puesto que provee un adicional de 7-10Kcal/Kg/d de energía y 0.3-0.4g/Kg/d de proteína, lo cual hace posible para alcanzar los objetivos recomendados para la Ingesta de Energía Diaria (IED) e Ingesta de Proteína Diaria (IPD). Sin embargo, para llegar a los niveles de energía y proteína, se debe de otorgar de 2-3 veces al día el suplemento oral, siendo preferible una hora después de las comidas principales. Siendo el suplemento ideal, aquel que se encuentre libre de fosforo <sup>(13, 27)</sup>

Por otro lado, la alimentación enteral y parenteral, es manejada comúnmente en pacientes hospitalizados; otorgándose a pacientes quienes presenten factores que limiten la ingesta por vía oral y cuando el paciente se encuentra desnutrido.

**c) La Guía del Sistema de Alimentos Equivalentes para Pacientes Renales en México y la labor del Nutriólogo con un software para la atención a pacientes renales.**

Actualmente, existe la guía de Sistema de Alimentos Equivalentes para Pacientes Renales en México <sup>(31)</sup>. La cual es una herramienta didáctica y sencilla para el cálculo individual dietético de los pacientes con insuficiencia renal y hepática, que a través de una lista extensa de alimentos se permiten diseñar dietas sin modificar las costumbres dietéticas de estos enfermos. Este sistema, además, incluye el índice glucémico y la carga glucémica, la cual permite un control eficiente de los alimentos ricos en hidratos de carbono, siendo fundamental para el tratamiento de pacientes con diabetes mellitus y en fase sustitutiva renal.

El Sistema de Alimentos Equivalentes para Pacientes Renales modificado en proteínas, agua, calcio, sodio, fósforo y potasio, incluye además de los alimentos naturales, alimentos enlatados y aquellos que pertenecen a la cocina mexicana tradicional. Siendo una herramienta útil, para prescribir un plan de alimentación variable, y con forma de intercambio de alimentos de acuerdo a los gustos y posibilidades fisiológicas y económicas del paciente enfermo (adaptación según las características geográficas, socio culturales y económicas). Manejando medidas caseras como taza, cuchara, entre otras; la versión del Sistema de Alimentos Equivalentes para Pacientes Renales, su base de datos es formada por las tablas de composición del Instituto Nacional de Nutrición Salvador Zubirán, y de la Composición de alimentos de Departamento de Agricultura de los EEUU <sup>(31)</sup>

De esta manera, resaltando que la nutrición de cualquier individuo es muy importante, el desarrollo de herramientas informáticas realizan la labor del

Nutriólogo más fácil, mejorando la atención brindada al paciente en tratamiento; por ejemplo, software como NutPlan, Nutrikal, Nutris, Nutrimind y Nutripack, por mencionar algunos utilizados en México, incluyen un modelo de evaluación a través de complejos matemáticos y expresiones probabilísticas, que se traducen en una adecuación y prescripción de tratamiento nutricional después de una evaluación antropométrica, clínica y nutricional hecha por el Nutriólogo en la consulta clínica <sup>(32, 33)</sup>. Condicionando la labor del Licenciado en Nutrición en un trabajo más sencillo, eficaz y cómodo al tratar a pacientes con cierta enfermedad, como pueden ser, pacientes con ERC. Pues la realización de cálculos por un software diseñado para el tratamiento nutricional de la ERC, nos permite adecuar las cantidades de macro nutrientes y micro nutrientes, sobre todo de aquellos de mayor atención en la ERC, como fósforo, potasio, calcio, sodio y líquidos. De tal manera que la variedad de alimentos que pueden conformar ese listado, ayudará para la elaboración de menús variables dando opciones para no homologar la dieta.

### 3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

Dentro de las enfermedades crónicas que han ido en aumento está la enfermedad renal crónica “ERC” <sup>(34)</sup>. Evidenciándose un gasto proteico-energético (*Protein-Energy Wasting “PEW”*) en 18-75% de los casos de ERC y bajo tratamiento de diálisis. Estos pacientes padecen concomitantemente de enfermedad coronaria e hipertensión, y complicaciones propias de la ERC como anorexia, desnutrición calórico-proteica, trastorno de metabolismo mineral, trastornos electrolíticos especialmente hiperkalemia, hipervolemia, hiperfosfatemia <sup>(10, 14, 35, 36)</sup>

La intervención para mejorar el estado nutricional y prevenir o corregir el gasto y sarcopenia tiene el potencial de mejorar la calidad de vida. Sin embargo, estas intervenciones se ven limitadas cuando el cálculo de requerimientos energéticos y nutrimentales no se realiza adecuadamente. Se ha demostrado que las diferencias entre los métodos de dietocálculo favorecen la disminución de la calidad en la atención clínico – nutricional de pacientes con enfermedades crónicas como las renales.

Hoy en día, existen *softwares* que auxilian en el cálculo y evaluación dietética como el *NutPlan* y el *The Monte Carlo Computational System* (en Europa); Nutrikcal, Nutris y Nutripac (en México) que incluyen un modelo de evaluación, que a través de algoritmos matemáticos y expresiones de probabilística individual de datos, permitiendo calcular el total de alimentos e ingestión de nutrimentos, elaboración de plan dietético individual o por grupo <sup>(32, 33)</sup>.

Al ser de ayuda para el cálculo del plan nutricional, de la evaluación clínica y nutricional, haciendo más sencillo el tratamiento de pacientes en general. Surge la siguiente pregunta de investigación:

¿El *software* responde mejor a las necesidades del dietocálculo para el tratamiento clínico – nutricional de pacientes con Enfermedad Renal Crónica?

#### **4. JUSTIFICACIÓN**

La Enfermedad Renal Crónica (ERC) es un problema de salud pública mundial, el número de pacientes se ha incrementado tanto en países desarrollados como en desarrollo. En México se estima una incidencia de 377 de cada 1000 000 casos y una prevalencia de 1.142 <sup>(37)</sup>

La importancia del manejo nutricional del paciente con ERC, radica en parte, en la prontitud de la intervención dietética y de su eficiencia para mejorar el perfil cardiovascular, los valores bioquímicos como la albúmina sérica, la prevención de complicaciones metabólicas y en general, la calidad y sobrevida de estos pacientes.

Actualmente, el desarrollo de herramientas informáticas que faciliten el quehacer del licenciado en nutrición en el manejo nutricional del paciente con ERC, ha sido limitado. La generación de propuestas en el ámbito clínico-nutricional, pretende favorecer el aprovechamiento de los recursos y de las capacidades de los licenciados en nutrición y de cada una de las instituciones de salud tanto en el ejercicio público, como en el privado.

La innovación tecnológica es parte importante de la capacitación en competencias profesionales en el área de la salud, promoviendo la integración de equipos interdisciplinarios que permitan el mejoramiento en la atención nutricional y clínica.

## 5. HIPÓTESIS

El diseño de un software dietético, basado en la guía de Sistema de Alimentos Equivalentes para Pacientes Renales <sup>(31)</sup>, con inclusión de fórmulas de evaluación antropométrica y nutricional, auxiliará en el tratamiento nutricional para el paciente con enfermedad renal.

## 6. OBJETIVOS

### 6.1 Objetivo General

Realizar una herramienta informática (*software* dietético), que facilite el dietocálculo para el tratamiento nutricional del paciente con Enfermedad Renal Crónica.

### 6.2 Objetivos Específicos:

- Diseñar un *software* que integre variables antropométricas, clínicas y dietéticas para el diagnóstico del estado de nutrición (valoración global) en pacientes con Enfermedad Renal Crónica.
- Integrar en el diseño del *software*, una base de datos con valores nutrimentales de los alimentos, con base en el Sistema de Alimentos Equivalentes para Pacientes Renales de mayor consumo en México, que permitan el manejo nutricional de la Enfermedad Renal Crónica.
- Elaborar un programa con algoritmos para el diagnóstico nutricional y elaboración del plan dietético del paciente con ERC.

## 7. MÉTODO

Tipo de estudio: Descriptivo, prospectivo, transversal.

**7.1 Diseño del estudio:** utilizando como base el programa Access ó Visual Basic en ambiente Windows (elaboración de macros), se diseñaron algoritmos que permiten el diagnóstico del estado de nutrición y el tratamiento dietético de pacientes con Enfermedad Renal Crónica.

### 7.2 Operacionalización de variables

Variable	Definición Teórica	Definición operacional	Nivel de medición	Indicadores
Datos antropométricos	Cifras numéricas de mediciones corporales que se requieren en las fórmulas para el diagnóstico del estado de nutrición.	Pérdida de masa magra Pérdida de masa grasa subcutánea Pérdida de peso corporal	Cuantitativo de razón	Estatura (cm) Índice de masa corporal (kg/m <sup>2</sup> ) Circunferencia media de bazo (cm) Porcentaje de grasa corporal (%)  Peso Real (Kg) Peso seco (Kg)
Datos bioquímicos	Cifras numéricas de componentes séricos que se requieren para el diagnóstico del estado de nutrición.	Disminución ó elevación de la concentración sérica de albúmina y colesterol total	Cuantitativo de razón	Albúmina (mg/dl) Colesterol total (mg/dl) Triglicéridos (mg/dl) Función Renal Residual (ml/min/1.73m <sup>2</sup> ) Creatinina (mg/dl) Paratohormona (pg/ml) Proteína C Reactiva (mg/dl) Bicarbonato sérico
Datos clínicos	Características del paciente	Edema Ascitis Síntomas	Nominal	1. Presencia 2. Ausencia

	en el curso de una enfermedad	gastrointestinales: anorexia, náuseas, vómito, diarrea.		
Datos nutrimentales	Cifras de los componentes de los equivalentes de cada alimento incluyendo la carga energética y composición nutrimental.	Energía Proteínas Lípidos Hidratos de Carbono Agua Calcio Fósforo Potasio Sodio	Cuantitativo de razón	Kcal Gr ml mg

### 7.3 Universo de trabajo y muestra

Se utilizaron 21 cifras de datos correspondientes a las variables para la elaborar la base de datos que sirvió para el diseño del *software* y sus algoritmos. Asimismo, se utilizaron los datos nutrimentales de al menos 800 alimentos del Sistema de Alimentos Equivalentes para pacientes renales.

### 7.4 Instrumento de investigación.

Base de datos elaborada utilizando:

- a) Sistema de alimentos equivalentes para pacientes renales.
- b) Guía de tratamiento nutricional en diálisis.

### 7.5 Desarrollo del proyecto.

Se analizó eligiendo los alimentos del sistema de equivalentes para pacientes renales más comunes y se capturaron para elaborar la base de datos correspondiente. Asimismo, se emplearon los criterios diagnósticos para la

misma base de datos y posteriormente, se diseñó en lenguaje Windows utilizando los programas Access y Excel los algoritmos necesarios para la obtención del diagnóstico del estado de nutrición y las guías para el dietocálculo para pacientes renales. Finalmente, se corrieron dichos algoritmos con casos hipotéticos para su comprobación y los criterios de clasificación esperados.

### **7.6 Límite de tiempo y espacio**

El diseño de la propuesta del *software* se realizó en las instalaciones de la Facultad de Medicina durante los meses de septiembre 2012 y mayo del 2013.

### **7.7 Diseño de análisis**

Con base en los datos de la base y el diseño de los algoritmos del programa diseñado, se analizó cualitativamente el software de acuerdo con las directrices nutricionales para el manejo del paciente con enfermedad renal crónica. Se compararon los resultados con los elementos teóricos existentes en el área del tratamiento clínico – nutricional de la enfermedad renal crónica.

## **8. IMPLICACIONES ÉTICAS.**

Las fuentes de los datos nutrimentales se citaron correctamente. El diseño del software derivó en el registro del mismo ante la oficina de Patentes para lo correspondiente al respecto de los derechos de autor.

El autor del software es el alumno tesista.

## 9. RESULTADOS

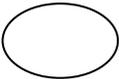
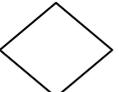
Se presentan a continuación los elementos básicos para fundamentar el lenguaje de programación del diseño, en un futuro, de un software nutricional, ya que debido a la necesidad de contar con un programador y un diseñador gráfico, la conclusión del software queda en proceso, además de contar con el recurso financiero en este momento para desarrollarlo.

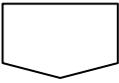
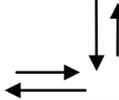
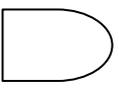
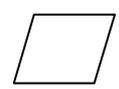
A pesar de lo anterior, se describen los elementos que como Licenciado en Nutrición se deben dominar para la solicitud del diseño del software, sin que esto limite el propósito académico del presente trabajo de tesis de Licenciatura en Nutrición.

Se diseñaron 4 algoritmos diferentes para el tratamiento de pacientes con enfermedad renal crónica (paciente sano, paciente controlado y paciente descompensado).

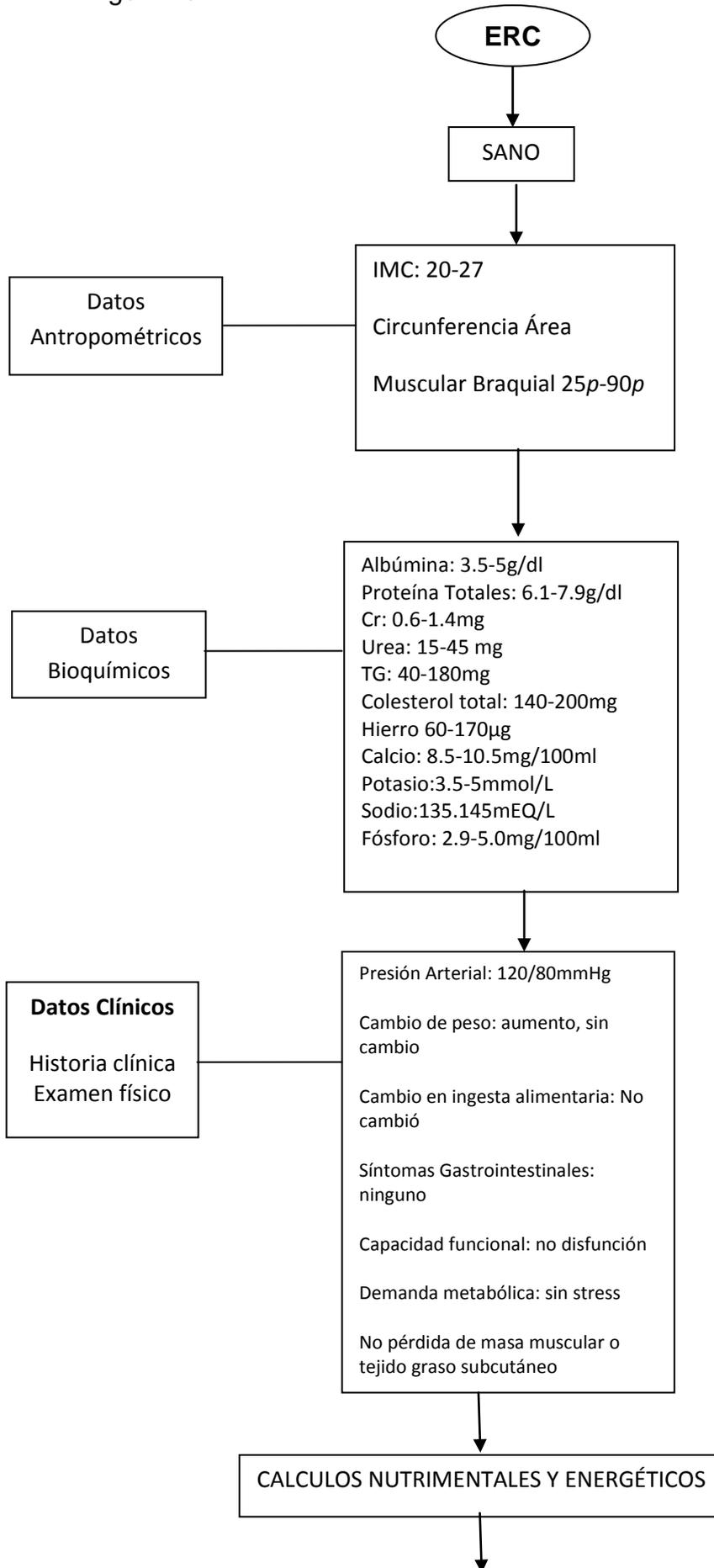
Entendiéndose por algoritmo, al conjunto ordenado y finito de operaciones que permiten hallar la solución a un problema. Consiste en una representación gráfica, como el diagrama de flujo, la cual es una forma de representar el algoritmo, que por medio de dibujos simbolizan de manera gráfica, las distintas operaciones que deben de ser realizadas por un operador (humano o mecánico) para la resolución de un problema, indicando el orden lógico de las mismas y las posibles alternativas.

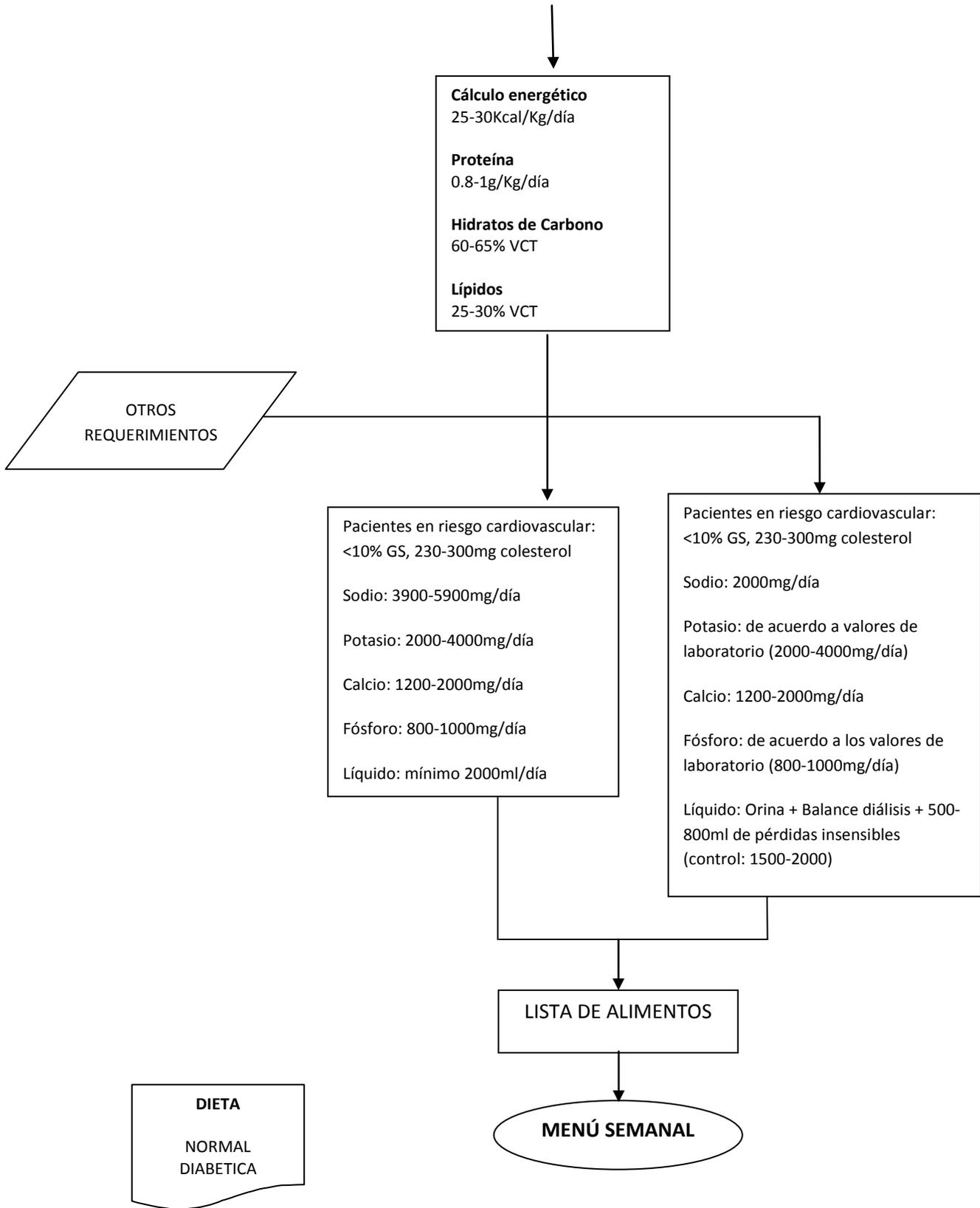
La simbología del algoritmo es la siguiente:

Símbolo	Función
	Simboliza el inicio y el fin del algoritmo, también se puede utilizar para una interrupción
	Descripción de actividad o procedimiento
	Alternativa o decisión

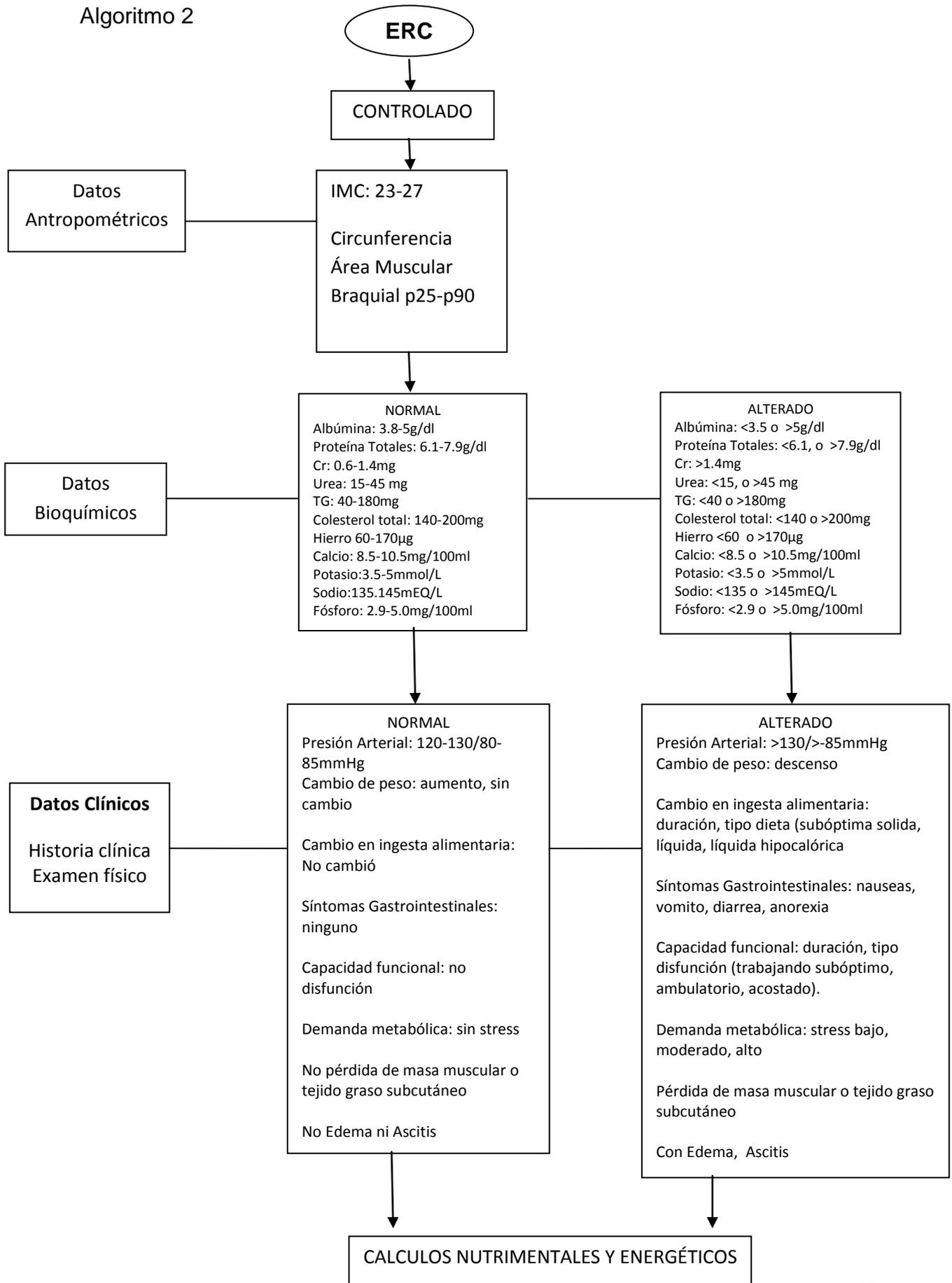
	Conector dentro de la misma página
	Conector fuera de la pagina
	Dirección del flujo
	Documento generado
	Línea de correspondencia
	Recesión
	Entrada y salida
	Descripción de actividades o procedimientos simultáneos

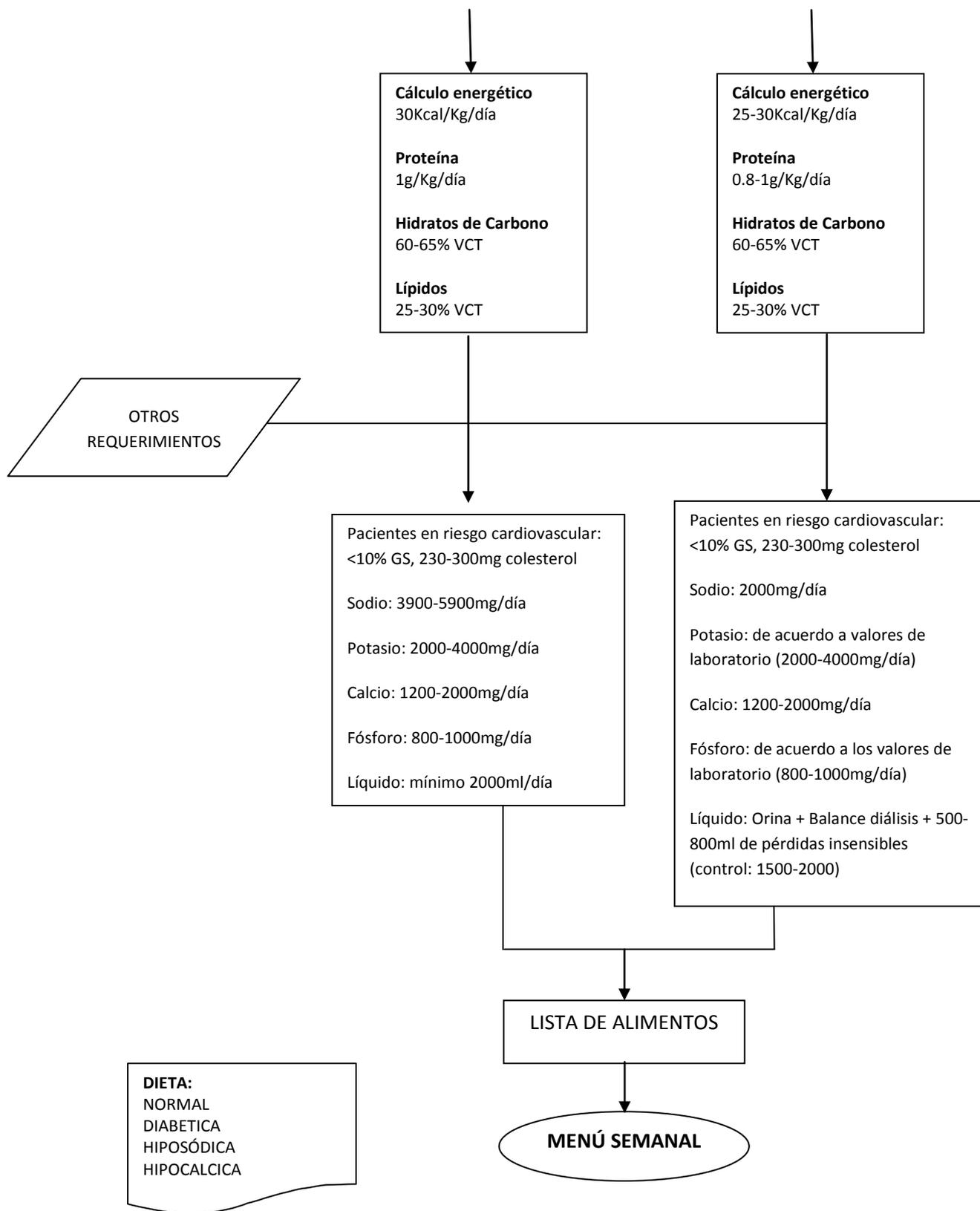
# Algoritmo 1



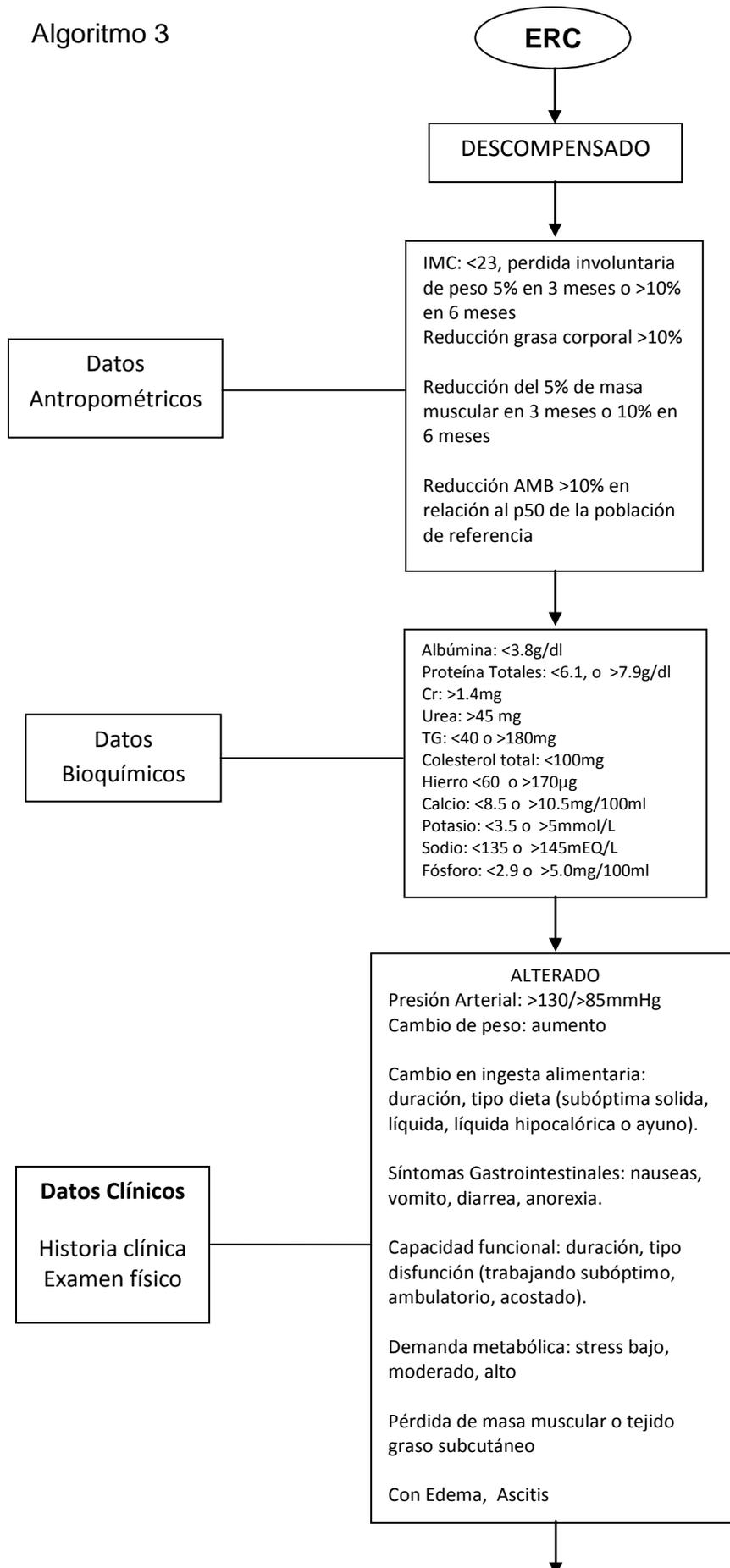


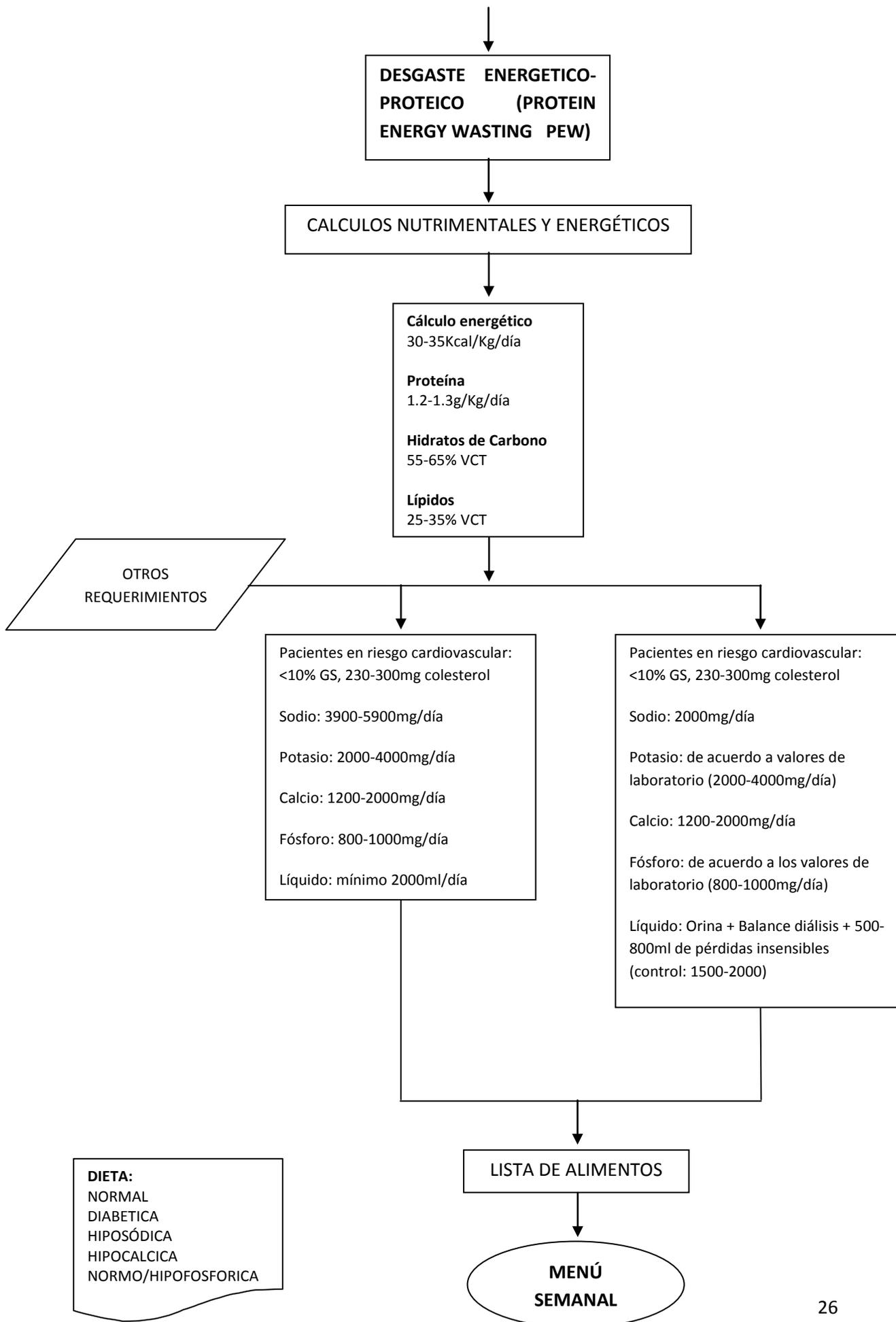
Algoritmo 2



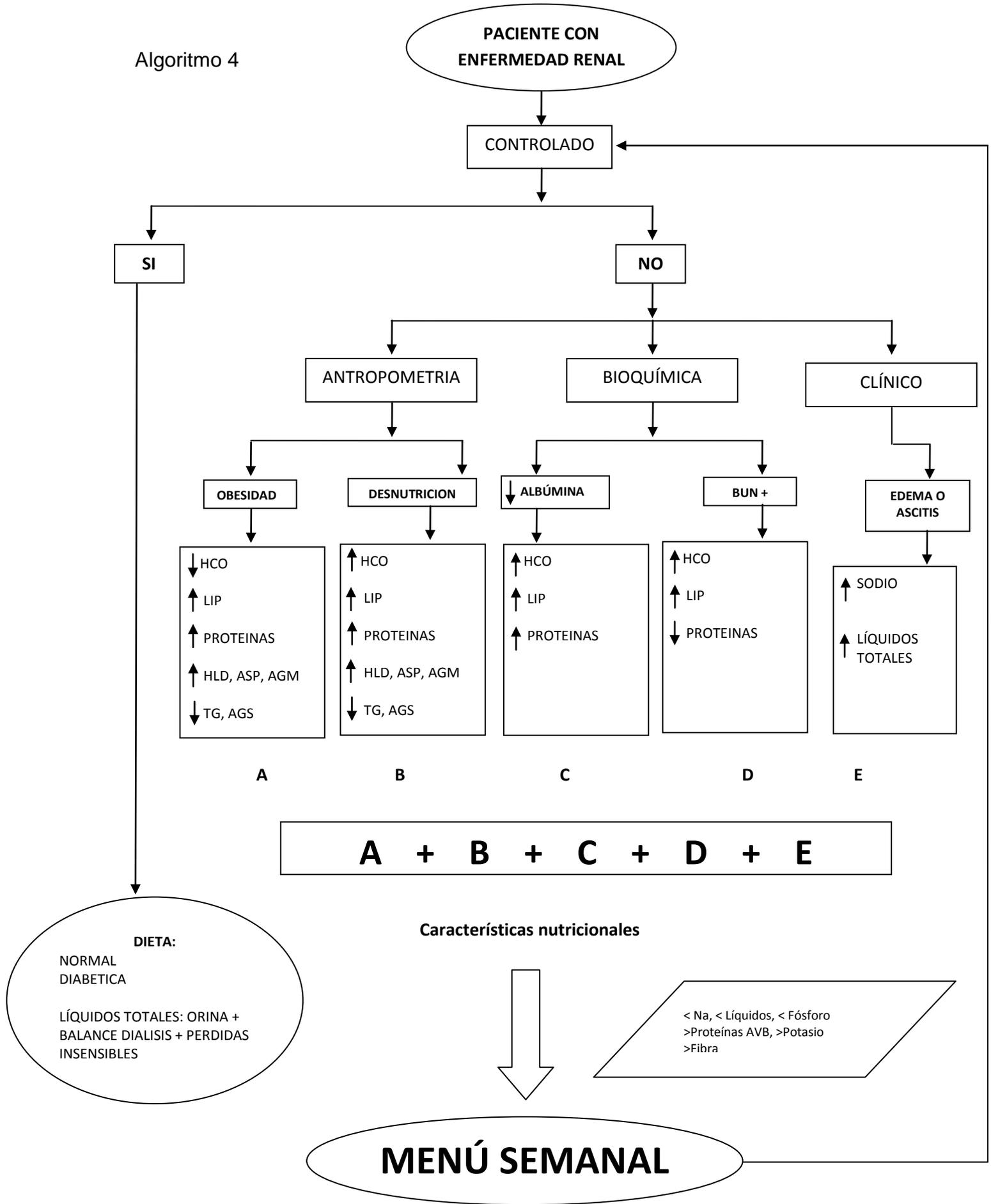


### Algoritmo 3





Algoritmo 4



Posteriormente, se diseñó un software que integra variables de antropometría (peso ideal, peso en paciente amputado, peso ajustado libre de edema en pacientes con obesidad mórbida, estatura a partir de una medición directa u obtenida al medir la altura de rodilla o por la medición de brazada e IMC), evaluación de composición corporal (área muscular de brazo), además de variables clínicas (edema, ascitis, síntomas gastrointestinales como anorexia, náusea, vómito y diarrea) y dietéticas útiles para el diagnóstico del estado de nutrición (valoración global subjetiva) en pacientes con enfermedad renal crónica.

Se aplicaron las fórmulas necesarias a una plantilla, la cual es un compendio de cálculos acordes con las fórmulas de referencia para la estimación de los requerimientos nutricionales y de dieta sugeridos en el ámbito de la nutrición clínica para pacientes renales, que incluyen variables de pacientes hipotéticos renales, para estimar requerimientos energéticos (basales) y nutricionales, con base en la Guía del Sistema Mexicano de Alimentos Equivalentes para Pacientes Renales que además de incluir la distribución energética, también considera el contenido de agua, calcio, fósforo, potasio y sodio en bajo, moderado y alto; considera fórmulas para el cálculo energético (35Kcal/Kg/d para pacientes menos de 60 años o 30-35Kcal/Kg/d para pacientes mayores a 60 años), para la obtención del requerimiento de proteína (1.2g/Kg ideal, libre de edema o post diálisis/d) y porcentaje de distribución de los otros macronutrientes (Hidratos de Carbono 50-60% del valor calórico total VCT y Lípidos 25-35% del VCT); así mismo, un cálculo para el balance de líquidos (500-800ml+diuresis en 24hrs+balance total de diálisis) y las cantidades recomendadas de sodio (menos de 2400mg/d), fósforo (8-10mg/Kg/d al inicio de la terapia dialítica; 10-17mg/Kg/d en pacientes normofosfóricos), potasio (1950-3900mg/d), calcio (menos de 2000mg/d), hierro (200mg/d). De lo anterior se obtuvo la siguiente plantilla:

Energía (Kcal)	35 Kcal/Kg/día personas menores de 60 años 30-35 Kcal/Kg/día personas mayores de 60 años
Proteínas (g)	1.2 g/Kg ideal/día

Lípidos (g)	25% del Valor Calórico Total 35% del Valor Calórico Total
Hidratos de Carbono (g)	50% del Valor Calórico Total 60% del Valor Calórico Total
Líquidos (ml)	500ml + diuresis residual en 24hrs + Balance de diálisis 800ml + diuresis residual en 24hrs + Balance de diálisis
Cloruro de sodio (g)	1.7 – 5.1 g/día Menos de 2400 mg/día
Potasio (mg)	1.950 – 3.900 mg/día
Fósforo (mg)	8-10 mg/Kg/día Inicio de terapia dialítica 10-17 mg/Kg/día normofosfóricos
Calcio (mg)	Menos de 2000mg/día
Hierro (mg)	200 mg/día
Antropometría	<p>Contextura/estructura corporal: R = Estatura cm /Circunferencia del Carpo cm</p> <p>Contextura física y edad : PI = (Estatura m)<sup>2</sup> x R</p> <p>Peso Kg: Peso ideal Kg H = 50 + 0.906 x (Kg postdiálisis – 152.4) M= 45.5 + 0.0906 x (Kg postdiálisis – 152.4)</p> <p>Peso en Paciente Amputado Kg= ((Kg postdiálisis)/(100-%amputado)) x 100</p> <p>Peso Ajustado Libre de Edema en Pacientes con Obesidad Mórbida Kg= Kg postdiálisis – [(Kg ideal – Kg postdiálisis) x 0.25]</p> <p>Talla: Talla = Brazada (cm)</p>

	<p>Altura de rodilla</p> <p>H: 6-18 años = <math>AR \times 2.2 + 40.54</math></p> <p>19-59 años = <math>AR \times 1.86 + 71.85</math></p> <p>60-80 años = <math>AR \times 2.06 + 59.01</math></p> <p>M: 6-18 años = <math>AR \times 2.15 + 43.21</math></p> <p>19-59 años = <math>AR \times 1.86 - (edad \times 0.05) + 70.23</math></p> <p>60-80 años = <math>AR \times 1.91 - (edad \times 0.17) + 75</math></p>
Evaluación de Composición Corporal	<p>H: <math>AMB = \frac{[(\pi \times PCT_{cm} - CB_{cm})^2]}{4 \pi} - 10</math></p> <p>M: <math>AMB = \frac{[(\pi \times PCT_{cm} - CB_{cm})^2]}{4 \pi} - 6.5</math></p>
Valoración Renal	<p>Volumen de Filtrado Glomerular estimado (ml/min/1.73m<sup>2</sup>)</p> <p>eVFG = <math>175 \times (Creatinina \text{ sérica})^{-1.154} \times Edad^{-0.203} \times (0.742 \text{ si es mujer})</math></p>

A partir de la plantilla de fórmulas, se diseñó un cálculo para la estimación energética, con el Sistema de Alimentos Equivalentes (en grupos de alimentos: verduras, frutas, cereales y tubérculos sin grasa o con grasa; alimentos de origen animal con muy bajo, bajo, moderado y alto en el contenido de grasa; leche descremada, semidescremada, entera y con azúcar; aceites y grasa sin proteína o con proteína; azúcares sin grasa o con grasa; líquidos, condimentos y bebidas alcohólicas), el cual automáticamente calcula el producto, la suma y la diferencia del cálculo energético individualizado.

Además de incluir el líquido de ingreso, obtenido del balance hídrico (diuresis 24hrs + balance de líquido de diálisis + alimentos+ pérdidas insensibles de agua), y la estimación de componentes como calcio, fósforo, potasio, sodio que ayudarán a elegir el aporte y selección de los alimentos en la dieta que se ofrecerá.

Se diseñó un apartado para el historial clínico que incluye datos de identificación del individuo, datos antropométricos (peso, estatura), IMC, valores bioquímicos de albúmina, colesterol total, diuresis en 24hrs, balance de líquidos, datos clínicos (edema, ascitis o síntomas gastrointestinales) que puedan presentar los pacientes con ERC y que se encuentran en terapia de diálisis e indiquen el tipo de tratamiento nutricional adecuado. Así mismo, una valoración de la función renal residual. Datos necesarios para integrar la base algorítmica del software.

Se ha incluido, además, una lista de alimentos, bebidas y condimentos, de la Guía del Sistema Mexicano de Alimentos Equivalentes para Pacientes Renales, la cual conjuntamente contiene una división de los alimentos altos, moderados o reducidos en el contenido de fósforo, potasio, sodio y su división en el contenido de grasa, con cantidades equivalentes a mililitros, gramos y medidas caseras (pieza, taza, cuchara, frasco, rebanada, sobre, vaso, lata).

Las fórmulas pueden auxiliar para la evaluación antropométrica y corporal, en el cálculo del peso si el paciente tuviera amputado una parte de su cuerpo ( $\text{Peso postdiálisis}/(100-\%\text{amputado})\times 100$ ), o si se encuentra con edema y obesidad mórbida ( $\text{Peso postdiálisis}-(\text{Peso ideal}-\text{Peso postdiálisis} \times 0.25)$ ); en la estimación de la talla a través de la medición de la altura de rodilla o por brazada; incluso para determinar un grado de desnutrición al utilizar la circunferencia media de brazo y el pliegue cutáneo tricípital, se adicionan también. Y no por mucho más importancia, se añade el apartado para el cálculo de la función renal residual ( $\text{Kru: Volumen de orina ml} \times \text{Nitrógeno en orina/ tiempo en min} \times \text{Nitrógeno en suero}$ ) y volumen de filtrado glomerular estimado ( $175 \times \text{Creatinina sérica}^{-1.154} \times \text{edad}^{-0.203} \times 0.742$  si es mujer  $\times 1.212$  si es africano) la cual es más utilizada en la práctica clínica debido a su facilidad y economía a pesar de sobrestimar un resultado (de acuerdo a lo expuesto por el Dr. Richard Glasscock en el XX Curso Bienal de Diálisis y XI Curso de Nutrición Renal), y tal resultado es arrojado al historial clínico.

Finalmente, el algoritmo 4 permite obtener mediante las fórmulas y cálculos anteriores, la elaboración de propuestas de menús (de 1 semana) que se basa con el cálculo de equivalentes hecho al inicio y con los alimentos de la lista presentada, conociendo su estimación de aporte calórico, distribución energética, y composición en cuanto al contenido de fósforo, potasio, sodio, calcio y agua. Siendo estos últimos los componentes de mayor relevancia que se deben de cuidar en el paciente renal, en este caso, de un paciente en diálisis. Para lograr como objetivo una adecuada alimentación y cuidado del estado de nutrición.

## **10. CONCLUSIONES**

En términos del diseño de un software, la propuesta que se está obteniendo, es una serie de entradas para la orientación de los modelos y procesos que el lenguaje computacional aceptará para el modelaje de las opciones de salida que permitirá integrar en un futuro un software para el tratamiento dietético de los pacientes renales.

Por lo tanto, su diseño, basado en la guía del Sistema de Alimentos Equivalentes para Pacientes Renales, con inclusión de fórmulas de evaluación antropométrica y nutricional, auxiliará en el tratamiento nutricional para el paciente con enfermedad renal.

## **11. SUGERENCIAS**

La aplicación de esta propuesta de software, permitirá conocer su utilidad en el manejo nutricional de un paciente con enfermedad renal crónica en diálisis. Servirá de modelo de partida para integrar en un futuro un software para el tratamiento dietético de los pacientes renales.

## **12. LIMITACIONES**

- a) La necesidad de contar con un programador y un diseñador gráfico para la integración del software.
- b) El alto costo del desarrollo final del software.
- c) No contar con recursos propios para solventar estas necesidades

### **13.FORTALEZAS**

- a) Garantía de contar con algoritmos sustentados en las bases clínico-nutricionales derivadas de la evidencia científica.
- b) Identificación de un área de oportunidad para el desarrollo de un modelo de trabajo interdisciplinario.
- c) Claridad de la presentación de los escenarios hipotéticos que permitirán la adecuada concepción del software en un futuro.
- d) Demostración de una necesidad de atención en el diseño de herramientas clínico-nutricionales en el ejercicio profesional del Licenciado en Nutrición.

## 14. BIBLIOGRAFIA.

1. Huybrechts I, Casagrande C, Nicolas G, Geelen A, Crispim SP, De Keyzer W, Freisling H, De Henauw S, De Maeyer M, Krems C, Amiano P, de Boer EJ, Ocké MC, de Vries JH and Slimant N, on behalf of the EFCOVAL Consortium. Inventory of experiences from national/regional dietary monitoring surveys using EPIC-Soft. *European Journal of Clinical Nutrition* 2011;65:S16-S28.
2. Harttig U, Haubrock J, Knuppel and Boeing H, on behalf of the EFCOVAL Consortium. The MSM program: web-based statistics package for estimating usual dietary intake using the Multiple Source Method. *European Journal of clinical Nutrition* 2011;65:S87-S91.
3. Severo M, Lopes C, Lucas R, Barros H. Development of a tool for the assessment of calcium and vitamin D intakes in clinical settings. *Osteoporos Int* 2009;20:231-37.
4. Covic, A.; Voroneanu, L.; Goldsmith, D. The Effects of Vitamin D Therapy on Left Ventricular Structure and Function – Are These the Underlying Explanations for Improved CKD Patient Survival?. *UK. Nephron Clin Pract* 2010; Vol. 116:187–195.
5. Secretaria de Salud. 2006. NORMA Oficial Mexicana NOM-043-SSA2-2005, Servicios básicos de salud. Promoción y educación para la salud en materia alimentaria. Criterios para brindar orientación.
6. Tan, X.; Wen, X.; Liu, Y. Paricalcitol inhibits renal inflammation by promoting vitamin D receptor-mediated sequestration of NF-kB signaling. *J Am Soc Nephrol.* 2008; Vol. 19:1741-1752.

7. F DeLuca, H. Overview of general physiologic features and functions of vitamin D. USA. Am J Clin Nutr 2004; Vol. 80(suppl):1689S-1696S.
8. Mendez Duran, A.; Mendez, J., F.; Tapia Yañez, T.; Muñoz Montes, A.; Aguilar Sanchez, A. Epidemiología de insuficiencia renal crónica en México. Dial Traspl. 2010; Vol. 31(01):7-11.
9. Agarwal, R. Vitamin D, proteinuria, diabetic nephropathy, and progression of CKD. Indiana University School of Medicine and Richard L Roudebush VA Medical Center, Indianapolis, Indiana. Clin J Am Soc Nephrol. 2009; Vol. 4:1523-1528.
10. Bhan, I.; Sherri-Ann, M.; Ye, J.; Tonelli, M. and Thadhani, R. Clinical measures identify vitamin D deficiency in dialysis. Clin J Am Soc Nephrol 2010; Vol. 5:460-467.
11. Cozzolino M., Malindretos P. The Role of Vitamin D Receptor Activation in Chronic Kidney Disease. Renal division, S. Paolo Hospital, University of Milan, Milan, Italy. Hippokratia 2010; Vol. 14(1):7-9.
12. Hauser K., et. al. "Harrison Principios de Medicina Interna". Ed 16°. Mc Graw-Hill Interamericana Editores S.A. de C.V. 2006.
13. Jadeja P., Yashpal; Kher, Vijay. Protein Energy Wasting In Chronic Kidney Disease: An Update With Focus On Nutritional Interventions To Improve Outcomes. Indian Journal of Endocrinology and Metabolism. Mar-Apr 2012, Vol 16:246-251.
14. León García, D, et. al. Guía para el manejo de enfermedad renal crónica-ERC- Basada en evidencia. FEDESALUD. Fundación para la investigación y desarrollo de la salud y de la seguridad social. Colombia. 2005.

15. Rivas Martin, Rocio; Sanchez Martin, María Inmaculada. Dialisis Peritoneal. Tratado De Enfermeria Cuidados Críticos. Hospital Universitario Gregorio Marañón. Madrid, España. ISSN: 1885-7124. Este sitio se actualizó por última vez el 13/04/2012.
16. Fouque D, Kalantar-Zadeh K, Kopple J, Cano N, Chauveau P, Cuppari L, et al. A proposed nomenclature and diagnostic criteria for protein-energy wasting in acute and chronic kidney disease. *Kidney Int* 2008;73:391-8.
17. Kalantar-Zadeh K., Ikizler TA, Block G, Avram MM; Kopple JD. Malnutrition-inflammation complex syndrome in dialysis patients: Causes and consequence. *Am J Kidney Dis* 2003;42:864-81.
18. Kopple JD. McCollum Award Lecture, 1996: Protein-energy malnutrition in maintenance hemodialysis patients. *Am J Clin Nutr* 1996;65:1544-57.
19. Mak , Robert H.; Ikizler, Alp T.; Kovesdy, Csaba P.; Raj, Dominic S.; Stenvinkel, Peter; Kalantar-Zadeh, Kamyar. Wasting In Chronic Kidney Disease. *J Cachexia Sarcopenia Muscle*. 2011. 2:9-25.
20. Noriega Berbel, Marina; Peron Rodríguez Pinto, Milene; Ponce, Daniela; Luis Balbi, André. Nutritional Aspects In Acute Kidney Injury. *Rev Assoc Med Bras* 2011; 57(5):587-592.
21. Kalantar-Zadeh K, Kilpatrick RD, Kuwae N, McAllister CJ, Alcom Jr H, Kopple JD, et al. Revisiting mortality predictability of serum albumin in the dialysis population: time dependency, longitudinal changes and population-attributable fraction. *Nephrol Dial Transplant*. 2005;20:1880-8.

22. Obialo CI, Okonofua EC, Nzerue MC, Tayade AS, Riley LJ. Role of hypoalbuminemia and hypocholesterolemia as predictors of mortality in acute renal failure. *Kidney Int* 1999;56:1058-63.
23. Guimaraes SM, Lima EQ, Cipullo JP, Lobo SM, Burdmann EA. Low insulin growth factor-1 and hypocholesterolemia as mortality predictors in acute kidney injury in the intensive care unit. *Crit Care Med* 2008;36:3165-70.
24. Treviño Becerra, A.; Bonilla Delgadillo, J.; Voleno Palomares, N. A.; Meza Coria, C. Disminución sérica de la vitamina 25 hidroxivitamina D3 en pacientes con diálisis peritoneal. México. *Dial Traspl.* 2011; Vol. 32(2): 54-56.
25. National Kidney Foundation. Clinical practice guidelines for nutrition in chronic renal failure. Available from: [http://www.kidney.org/professionals/kdoqi/guidelines\\_updates/doqi\\_nut.html](http://www.kidney.org/professionals/kdoqi/guidelines_updates/doqi_nut.html). [Last Accessed 2012 Feb 10].
26. Steifkova, K.; Spustova, V.; Krivosikova, Z.; Gazdikova, K.; Fedelesova, V.; Dzurik, R. Insulin resistance and vitamin D deficiency in patients with chronic kidney disease stage 2-3. Slovakia. *Physiol. Res.* 2010; Vol. 60:149-155.
27. Opazo M., Ma. Angélica; Razeto W., Ma. Elvira; Huanca A., Paula. Guía Nutricional para Hemodiálisis. Intervención Nutricional en afecciones clínicas de la Enfermedad Renal Crónica Terminal en Hemodiálisis. Sociedad Chilena de Nefrología. Diciembre 2010.
28. Gozewijn D. Laverman- Gerjan Navis. Improvement Of Sodium Status To Optimize The Efficacy Of Renin-Angiotensin System Blockade. *Curr Hypertens Rep* 2011. 13:397-399.

29. Kalantar-Zadeh, Kamyar; Gutekunst, Lisa; Mehrotra, Rajnish; Kovesdy, Casaba P.; Bross, Rachele; Shinaberger, Christian S.; Noori, Nazanin; Hirschberg, Raimund; Benner, Debbie; Nissenson, Allen R.; Kopple, Joel D. Understanding sources of dietary phosphorus in the treatment of patients with chronic kidney disease.
30. Kalantar-Zadeh K, Cano NJ, Budde K, Chazot C, Kovesdy CP, Mak RH, et al. Diets and enteral supplements for improving outcomes in chronic kidney disease. *Nat Rev Nephrol* 2011;7:369-84.
31. Pérez Lizaur AB, Palacios González B. Sistema de Alimentos Equivalentes para Pacientes Renales. Modificado en proteínas, agua, calcio, fósforo, potasio y sodio. Fomento de Nutrición y Salud A.C. 2009.
32. Gurinovic M, Kadvan A, Bucchini L, Matthys C, Torres D, Novakovic R, Smith R, Glibetic M. EURRECA nutritional planning and dietary assessment software tool: NutPlan. *Eur J Clin Nutr.* 2010 Jun;64 Suppl 2:S38-42.
33. McNamara C, Naddy B, Rohan D, Sexton J. Design, development and validation of software for modelling dietary exposure to food chemicals and nutrients. *Food Addit Contam.* 2003 Oct;20 Suppl 1:S8-26.
34. F Holick, M. Vitamin D and health in the 21st century: Bone and beyond. Sunlight and vitamin D for bone health and prevention of autoimmune diseases, cancers, and cardiovascular disease. *American Journal of Clinical Nutrition* 2008; Vol. 80(6):16785-16885.

35. Negri, A.L. Guías K-DOQI de metabolismo fosfocálcico en insuficiencia renal crónica: objetivos de tratamiento, cumplimiento y nuevas drogas para su manejo. *Nefrología*. 2007; Vol. 27(6):670-672.
  
36. Soriano Cabrera, S. Definición y clasificación de los estadios de la enfermedad renal crónica. Prevalencia. Claves para el diagnóstico precoz. Factores de riesgo de enfermedad renal crónica. *Nefrología*, 2004; Vol. 24(6):27-34.
  
37. Torres Torres, F. Cambios en el patrón alimentario de la ciudad de México. *Problemas del desarrollo Revista Latinoamericana de Economía*. 2007; Vol. 38(151):127-150.

## 15. ANEXOS

### Anexo 1. Causas de la enfermedad renal crónica <sup>(5,7,8)</sup>.

- Enfermedades sistémicas con afectación renal: Nefropatía Vascular, Hipertensión, Nefropatía Diabética.
- Alteraciones renales: Glomerulonefritis, Enfermedad Poliquística Congénita, Pielonefritis, Pérdida traumática de tejido renal, Alteraciones congénitas renales.
- Alteraciones nefrológicas extra renales: Obstrucción.

### Anexo 2. Objetivos de la diálisis peritoneal <sup>(15)</sup>.

Depuración de toxinas urémicas y el balance hidrosalino adecuado.

Junto con ello:

- a. mayor función renal residual
- b. estabilidad hemodinámica
- c. control de la presión arterial
- d. una dieta más liberal que permite el balance nitrogenado positivo y una ingesta calórica adecuada
- e. menor grado de anemia
- f. prevención de la enfermedad renal ósea a largo plazo, sin necesidad de acceso vascular con optimización de la calidad de vida al ser un tratamiento domiciliario con mayor independencia y menor coste social.

### Anexo 3. Causas potenciales del Síndrome Gasto Proteico-Energético en la enfermedad renal <sup>(13, 16, 19, 20)</sup>.

Anorexia, acidosis, anemia

Desordenes endocrinos, deficiencia de vitamina D, ↑PTH, Diabetes, disminución de insulina/señaladores IGF

↑Producción de citoquinas inflamatorias

Estrés oxidativo y carbonílico

Sobrecarga de volumen

↓Ingesta de nutrientes, prescripción de dietas restrictivas

Perdida de nutrientes durante la diálisis

Factores relacionados con el tratamiento de diálisis, injerto AV, membrana de diálisis

Condiciones de comorbilidad : DM, enfermedad cardiovascular, infección, envejecimiento

**Anexo 4. Manifestaciones potenciales del Síndrome Gasto Proteico-Energético en la Enfermedad Renal <sup>(13)</sup>.**

↑ Mortalidad, ↑ Hospitalización, ↓ Calidad de vida

Paradojas de supervivencia

Enfermedad cardiovascular aterosclerótica

↓ peso, ↓ IMC, ↓ grasa corporal, sarcopenia

↓ Albumina, transtiretina y lípidos, ↑ CRP

**Anexo 5. Criterios fácilmente utilizables para el diagnóstico clínico del Gasto Proteico-Energético en la Enfermedad Renal Crónica <sup>(13, 19, 20)</sup>.**

1. Química sérica

Albumina sérica <3.8g/100 ml (Bromcresol Green)

Prealbumina sérica (transtiretina) <30mg/100 ml (únicamente para pacientes con mantenimiento de diálisis; los niveles pueden variar de acuerdo a los niveles de TFG de pacientes con ERC estadios 2-5)

Colesterol sérico <100 mg/100 ml

2. Masa corporal

IMC <23

Perdida involuntaria de peso a través del tiempo: 5% en tres meses o 10% en seis meses

Porcentaje total de grasa corporal <10%

3. Masa muscular

Perdida muscular: reducción del 5% de masa muscular en tres meses o 10% en seis meses

Reducción de masa muscular de la circunferencia media de brazo (una reducción >10% en relación con el percentil 50 de la población de referencia)

#### Aclaramiento de creatinina

##### 4. Ingesta dietética

Baja intencional de la IDP  $<0.80\text{g/Kg/d}$ , en por lo menos dos meses para pacientes dializados o  $<0.6\text{g/Kg/d}$  para pacientes con ERC estadio 2-5

Baja intencional de IDE  $<25\text{Kcal/Kg/d}$  en por lo menos dos meses

Por lo menos tres resultados de las cuatro categorías listadas (y al menos una prueba seleccionada de cada categoría) deben cumplirse para el diagnóstico de PEW relacionado a la enfermedad renal relacionada. De manera óptima, cada criterio debe ser documentado en al menos tres ocasiones preferiblemente de dos a cuatro semanas por separado.

La ingesta dietética de energía (IDE), ingesta dietética de proteína (IDP), tasa de catabolismo proteico normalizado de nPCR, aclaramiento de nitrógeno proteico normalizado nPNA.

- a. No es válido si las concentraciones bajas se deben a la gran anomalía urinaria, o pérdidas gastrointestinales de proteínas, enfermedad hepática o medicamentos para bajar el colesterol.
- b. Un IMC inferior podría ser deseable en la población asiática; el peso debe ser libre de edema, por ejemplo, peso seco postdialisis.
- c. Las mediciones deben ser realizadas por un antropometrista capacitado.
- d. El aclaramiento de creatinina es influenciado por la masa muscular y la ingesta de alimentos.
- e. Puede ser evaluado por intervenciones o diarios dietéticos, o por la ingesta de proteínas o por el cálculo equivalente de aclaramiento total de nitrógeno, como se determina por la medición de cinética de la urea.

#### **Anexo 6. Objetivos nutricionales para el tratamiento en diálisis.**

Retrasar o detener, si es posible, la progresión del daño renal en la situación del mantenimiento.

Mantener un buen estado nutricional.

Impedir o minimizar los síntomas o complicaciones de la insuficiencia renal.

Asegurar en el caso de los niños un adecuado crecimiento y desarrollo.

<b>Anexo 7. Selección de parámetros nutricionales para distintos niveles de la Enfermedad Renal <sup>(13, 25)</sup>.</b>			
Parámetro nutricional	Estadio 1-4 ERC	Estadio 5 hemodiálisis	Estadio 5 diálisis peritoneal
Calorías (Kcal/Kg/d)	35 <60 años 30-35 ≥60 años	35 <60 años 30-35 ≥60 años	35 <60 años 30-35 ≥60 años, incluyendo calorías de la diálisis
Proteína (g/Kg/d)	0.6-0.75	1.2	1.2-1.3
Grasa (% Kcal totales)	Para pacientes en riesgo por Enfermedad cardiovascular, <10% grasas saturadas, 250-300 mg de colesterol.		
Sodio (mg/d)	2000	2000	2000
Potasio (mg/d)	De acuerdo a los valores de laboratorio	2000-3000	3000-4000
Calcio (mg/d)	1200	≤2000 de la dieta y medicinas	≤2000 de la dieta y medicinas
Fósforo (mg/d)	De acuerdo a los valores de laboratorio	800-1000	800-1000
Líquido (ml/d)	Sin restricciones con la producción normal de orina	1000+ orina	Control: 1500-2000

(13, 25)