



NutriLab[®]

v1.0

Sistema de soporte a la prescripción y verificación de nutrición parenteral en el adulto

<https://yerayfh.com/nutrilab/>

Desarrollador	YerayFH - Yeray Reyes de la Mata
Servicio	Farmacia Hospitalaria — Hospital Universitario Puerto Real
Contacto	ydelamata01@gmail.com

AVISO LEGAL: Esta herramienta es un prototipo de apoyo a la decisión clínica con fines de investigación y docencia. NO constituye un producto sanitario validado y NO sustituye el criterio clínico del profesional sanitario.

1. Descripción General de la Aplicación

NutriLab® es un Sistema de Soporte a la Decisión Clínica (CDSS) diseñado para automatizar, optimizar y verificar la prescripción de nutrición parenteral (NP) en el paciente adulto hospitalizado. Permite calcular en tiempo real la composición de mezclas individualizadas y verificar la estabilidad físico-química de la mezcla antes de su elaboración, incluyendo: la precipitación de fosfato cálcico (producto $Ca \times P$), la estabilidad de la emulsión lipídica (Número de Agregación Crítica, CAN), y la osmolaridad total de la mezcla según la vía de administración. Compatible con bolsas comerciales prefabricadas del hospital (Olimel, Smoflipid, Periolimel) y con mezclas totalmente individualizadas compuestas en la cabina de flujo laminar. Genera la hoja de elaboración gravimétrica para el Servicio de Farmacia con los volúmenes exactos de cada materia prima. Incorpora un sistema de diez alertas de seguridad jerarquizadas que detectan situaciones de riesgo para el paciente o la mezcla antes de que lleguen a la validación final.

2. Indicaciones y Aplicabilidad Clínica

La aplicación esta diseñada para los siguientes escenarios clínicos y situaciones de uso:

- Prescripción individualizada de NP total y NP parcial en pacientes adultos hospitalizados: planta, UCI, oncología, cirugía y pacientes con NP domiciliaria.
- Verificación de la estabilidad físico-química de la mezcla: precipitación de fosfato cálcico (límite ASPEN), estabilidad del CAN lipídico y osmolaridad.
- Calculo automatico del gasto energético total (GET), del aporte proteico necesario y de la velocidad de infusión de glucosa (VIG) ajustados al paciente.
- Gestion de bolsas comerciales prefabricadas del hospital: carga de plantillas estandarizadas y verificación de compatibilidad.
- Generacion de la hoja de elaboración gravimétrica para el Técnico de Farmacia en la cabina de flujo laminar: volúmenes exactos de cada materia prima.
- Prevencion del síndrome de realimentación: alerta preventiva cuando se identifican factores de riesgo combinados.
- Calculo del aporte hídrico, calorico y proteico con desglose por macronutriente y verificación frente a los objetivos nutricionales del paciente.
- Calculo de la concentración final de cada iones en la mezcla y verificación frente a los límites de seguridad por vía de administración (central vs. periférica).

3. Datos de Entrada (Inputs)

Tabla completa de los campos que el usuario debe introducir. Los marcados con (*) son obligatorios; el resto son opcionales pero amplian la capacidad de análisis:

Campo / Parametro	Descripcion detallada	Rango / Valores válidos
Peso real (kg)	Peso actual del paciente en kg. Se usa para el calculo del gasto energético basal (GEB) y para los objetivos proteicos. Rango: 35 a 160 kg.	35 - 160 kg
Talla (cm)	Altura del paciente en cm, necesaria para el calculo del Índice de Masa Corporal (IMC) y del peso	140 - 210 cm

	ideal (Devine). Rango: 140 a 210 cm.	
Factor de estres/actividad	Factor multiplicador del GEB para obtener el GET: 1.0 (reposo, sin estres), 1.1 (estres leve), 1.2-1.3 (estres moderado, cirugia), 1.4-1.5 (estres severo, quemados, UCI). Rango: 1.0 a 1.5.	1.0 - 1.5
Vía de administración	Central o Periférica. Limita la osmolaridad máxima de la mezcla: central sin límite, periférica <= 900 mOsm/L. Activa el aviso de osmolaridad periférica.	Central Periférica
Glucosa (g/día)	Aporte de glucosa monohidrata o anhidra en gramos por día. Rango habitual: 100 a 450 g/día. La aplicación calcula la VIG resultante.	50 - 500 g/día
Aminoácidos (g/día)	Aporte de mezcla de aminoácidos en gramos por día. Rango habitual: 60 a 200 g/día según el estado catabolico. Mínimo 2.5% de concentración para estabilizar la emulsión.	20 - 200 g/día
Lípidos (g/día)	Aporte de emulsión lipídica en gramos por día. Puede ser cero (mezcla sin lípidos, 2 en 1). Rango: 0 a 150 g/día.	0 - 150 g/día
Na+ (mEq)	Sodio en mEq por día. Fuente: NaCl 20%, acetato sodico.	Según clínica
K+ (mEq)	Potasio en mEq por día. Fuente: KCl 15%, fosfato monopotásico.	Según clínica
Ca2+ (mEq o mmol)	Calcio en mEq o mmol por día. Fuente: gluconato cálcico o cloruro cálcico.	Según clínica
PO4 (mmol)	Fosfato en mmol por día. Fuente: glicerofosfato sodico (organico) o fosfato monopotásico (inorganico). Crítico para el producto Ca x P.	Según clínica
Mg2+ (mEq o mmol)	Magnesio en mEq o mmol por día. Fuente: sulfato de magnesio.	Según clínica
Tipo de sales Ca/P	Selector de toggle: sales ORGANICAS (glicerofosfato) o INORGANICAS (ClCa y fosfato inorganico). Afecta al límite del producto Ca x P según ASPEN.	Organicas Inorganicas
Temperatura de conservacion	Temperatura a la que se conservara la bolsa (4 degC en frigorifico, temperatura ambiente 22-25 degC). Afecta a las curvas de solubilidad del fosfato cálcico.	4 - 25 degC
Vitaminas y oligoelementos	Se anade la ampolla de multivitaminico y la ampolla de	Si No

	oligoelementos si están indicados. Toggle de inclusion / exclusion.	
--	--	--

4. Resultados Generados (Outputs)

La aplicación genera los siguientes resultados tras introducir los datos y lanzar el calculo:

- OSMOLARIDAD ESTIMADA DE LA MEZCLA (mOsm/L): valor calculado con semaforo de seguridad. Verde = dentro del límite por la vía seleccionada. Naranja/Rojo = supera el límite para vía periférica.
- PRODUCTO Ca x P: producto de la concentración de calcio por la de fosfato en la mezcla calculado, comparado con el límite de seguridad ASPEN para el tipo de sal seleccionado (organica vs. inorganica). Semaforo verde / rojo.
- NÚMERO DE AGREGACIÓN CRÍTICA (CAN): número adimensional que estima la estabilidad de la emulsión lipídica frente a los cationes multivalentes. Si supera el umbral, la emulsión puede desestabilizarse (coalescencia).
- APORTE CALORICO TOTAL (kcal/día): desglose por macronutriente (% calorías de glucosa, lípidos y proteínas), comparado con el GET estimado del paciente. Aviso de sobrealimentación si supera el 130%.
- VELOCIDAD DE INFUSIÓN DE GLUCOSA VIG (mg/kg/min): crítica para detectar glucotoxicidad (VIG > 5 mg/kg/min en adultos críticos).
- VOLUMEN TOTAL DE LA BOLSA (mL): suma de todos los componentes para ajustar el balance hídrico diario.
- HOJA DE ELABORACIÓN GRAVIMÉTRICA: documento con el volumen en mL de cada materia prima necesaria para la elaboración de la bolsa en la cabina de flujo laminar.
- PANEL DE ALERTAS ACTIVAS: todas las alertas de seguridad que están activas en el momento del calculo, con descripcion y referencia de guía clínica.

5. Sistema de Alertas de Seguridad Clínica

La aplicación incorpora un sistema de alertas jerarquico con tres niveles de gravedad. Cada alerta se activa automaticamente cuando los datos introducidos superan los umbrales de seguridad. Las alertas críticas bloquean o marcan visualmente el resultado con animacion pulsante. Las advertencias requieren la atencion del clínico pero no bloquean el uso. Las informativas aportan contexto adicional:

Nombre de la Alerta	Nivel	Descripcion / Causa / Acción recomendada
PRECIPITACIÓN Ca x P	Crítica / Bloqueante	El producto de la concentración de calcio por la de fosfato supera el umbral de seguridad ASPEN (diferente para sales organicas e inorganicas). La precipitación de fosfato cálcico en la mezcla puede provocar embolismo pulmonar si la bolsa se administra. Esta alerta es bloqueante y requiere reformulacion de la mezcla.
ESTABILIDAD CAN LIPIDICO	Crítica	El Número de Agregación Crítica (CAN) de cationes multivalentes

		supera el umbral de estabilidad de la emulsión. Riesgo de coalescencia (rotura) de la emulsión lipídica. Reducir cationes divalentes o la concentración lipídica.
VELOCIDAD DE INFUSIÓN DE GLUCOSA (VIG)	Crítica	La velocidad de infusión de glucosa supera el límite de seguridad (5 mg/kg/min en adultos). Valores superiores pueden asociarse a hiperglucemia por glucotoxicidad y esteatosis hepática.
TASA DE INFUSIÓN DE LÍPIDOS	Crítica	La tasa de infusión de lípidos supera el límite recomendado de 0.11 g/kg/h. Tasas superiores pueden saturar la capacidad de aclaramiento lipídico, causando hipertrigliceridemia y disfunción inmune.
OSMOLARIDAD PERIFÉRICA	Crítica	La osmolaridad calculada de la mezcla supera los 900 mOsm/L para una vía de administración periférica. Riesgo de flebitis química, trombosis venosa y necrosis perivenosa. Requiere cambio a vía central o reformulación.
CONCENTRACIÓN Na+ FUERA DE RANGO	Advertencia	La concentración de sodio en la mezcla está fuera del rango de seguridad habitualmente aceptado para el tipo de vía seleccionada. Verificar con el farmacéutico antes de la elaboración.
K+ EN NUTRICIÓN PARENTERAL (POTASIO)	Advertencia / Crítica	El aporte de potasio supera el límite diario recomendado (4 mEq/kg/día) o la concentración máxima segura para la vía seleccionada (<60 mEq/L en vía periférica y <150 mEq/L en vía central). Previene arritmias y flebitis química.
AMINOÁCIDOS < 2.5% (ESTABILIDAD TNA)	Advertencia	La concentración de aminoácidos en la mezcla es inferior al 2.5%, nivel mínimo necesario para mantener estable la emulsión lipídica en una mezcla 3-en-1 (todo-en-uno). Riesgo de desestabilización de la emulsión.
SOBREALIMENTACIÓN	Advertencia	El aporte calórico total supera el 130% del gasto energético total estimado del paciente. La sobrealimentación en NP se asocia a lipogénesis hepática, esteatosis

		hepática, hiperglucemia y aumento de las complicaciones infecciosas.
RIESGO DE SÍNDROME DE REALIMENTACIÓN	Advertencia / Crítica	Se activa si el paciente presenta desnutrición severa (IMC < 16) o desnutrición moderada/leve (IMC < 18.5) combinada con una ingesta calórica inicial superior a 15 kcal/kg/día. Previene hipofosfatemia grave y fallo multiorgánico.

6. Guía de Uso Paso a Paso (Manual de Instrucciones)

Siga estos pasos en el orden indicado. Cada paso es necesario para obtener resultados correctos y completos:

Paso 1. Accede a NutriLab desde el navegador. Introduce los datos antropométricos del paciente: peso real (kg) y talla (cm). La aplicación calcula automáticamente el IMC, el peso ideal y el gasto energético basal (GEB según la ecuación de Harris-Benedict o Mifflin-St Jeor).

Paso 2. Selecciona el factor de estrés/actividad en el selector correspondiente. El GET (Gasto Energético Total) se actualiza automáticamente como $GET = GEB \times \text{Factor de Estrés}$.

Paso 3. Selecciona la vía de administración (Central o Periférica). Esta selección activa o desactiva el límite de osmolaridad y condiciona las alertas de seguridad.

Paso 4. Introduce los aportes de macronutrientes: glucosa (g/día), aminoácidos (g/día) y lípidos (g/día). El panel derecho muestra en tiempo real la osmolaridad, el producto Ca x P, el CAN y el aporte calórico total.

Paso 5. Introduce los electrolitos en el bloque correspondiente: Na⁺, K⁺, Ca²⁺, Fosfato, Mg²⁺. Selecciona el tipo de sales de calcio y fosfato (orgánicas vs. inorgánicas) con el toggle correspondiente.

Paso 6. Introduce la temperatura de conservación prevista de la bolsa (4 degC si va a refrigeración, o temperatura ambiente si se administra el mismo día). Esta variable afecta a las curvas de solubilidad del Ca x P.

Paso 7. Activa o desactiva la adición de multivitamínico y oligoelementos con los toggles correspondientes si están indicados para el paciente.

Paso 8. Revisa el panel derecho de seguridad en tiempo real: verifica que la osmolaridad (mOsm/L) es adecuada para la vía seleccionada, que el producto Ca x P está por debajo del umbral ASPEN, y que el CAN es seguro. Todos los parámetros deben mostrarse en verde antes de proceder.

Paso 9. Si alguna alerta está activa (aparece en el panel de alertas o con semáforo naranja/rojo), reformula la mezcla ajustando los macronutrientes o electrolitos hasta que la alerta desaparezca. Nunca proceder a la elaboración con alertas críticas activas.

Paso 10. Si el paciente es candidato a bolsa comercial prefabricada, pulsa el botón "Bolsas Hospital" para cargar la plantilla de la bolsa comercial correspondiente (Olimel N7E, Periolimel N4E, etc.). El sistema verificará los parámetros de la bolsa comercial con las mismas alertas de seguridad.

Paso 11. Cuando todos los parametros esten en rango seguro, pulsa "Hoja de Elaboración" para generar el documento PDF con los volúmenes exactos de cada materia prima para la cabina de flujo laminar del Servicio de Farmacia.

Paso 12. El farmacéutico clínico válida el documento antes de que el Técnico de Farmacia proceda a la elaboración. La hoja de elaboración incluye: fecha, datos del paciente (anonimizados), componentes y volúmenes en mL, y las condiciones de conservacion y administración.

7. Notas Importantes y Limitaciones

NutriLab® NO sustituye la validación farmacéutica ni el criterio del medico prescriptor. Toda prescripción de NP debe ser validada por un farmacéutico clínico antes de su elaboración.

Admite la introducción de valores decimales (tanto con punto "." como con coma ",") en todos los campos de Macronutrientes, Electrolitos y antropometría, facilitando un ajuste preciso de las dosis.

Los límites de estabilidad del producto Ca x P se basan en las guías ASPEN 2014 (American Society for Parenteral and Enteral Nutrition). El umbral difiere entre sales organicas (límite mayor) e inorganicas (límite más restrictivo).

La aplicación funciona con calculo local en el navegador. No transmite los datos de prescripción a servidores externos. Los datos de bolsas comerciales guardadas se almacenan localmente en el navegador (IndexedDB).

Para imprimir la hoja de elaboración, use la funcion de impresion nativa del navegador (Ctrl+P en Windows / Cmd+P en Mac). El diseño está optimizado para formato A4.

La VIG (Velocidad de Infusión de Glucosa) recomendada en adultos críticos es ≤ 5 mg/kg/min. Valores superiores pueden asociarse a hiperglucemia por glucotoxicidad.

El síndrome de realimentación es una complicación potencialmente mortal que puede ocurrir en

pacientes con desnutrición severa o ayuno prolongado al iniciar NP. Cuando la alerta de riesgo de realimentación está activa, se recomienda iniciar con el 50% del GET e incrementar progresivamente a lo largo de 3-4 días con monitorización estrecha de fósforo, magnesio, potasio y glucemia.