

| | | |
|--|---|---------------|
| Protocolo de impresión 3D de Alimentos | Versión: 01 | Página 1 de 5 |
| | Elaboró: IVÁN BELLO y ANA RODRÍGUEZ Revisó: ALBERTO GARCÍA Y ANGEL ORTIZ | |
| PROYECTO PAPIME PE201123 | Aprobó: DR. ROEB GARCÍA Fecha: 16/03/2023 | |

I. Procedimientos

Procedimiento Clave: IA3D-F

Objetivo

Diseñar una formulación alimenticia por medio de hidrogeles que sea fisicoquímicamente estable y con tenga características, texturales, reológicas y microbiológicas deseadas, para facilitar la nutrición humana de personas neurodivergentes.

Alcance

Inicia con la necesidad de un alimento con características sensoriales deseadas por un grupo específico de personas neurodivergentes. Termina con el desarrollo de una formulación para un producto alimenticio impreso en 3D con las características sensoriales deseadas que cumpla con las necesidades nutricionales de éste grupo.

Responsabilidades

Formulador:

- Conocer e investigar acerca de la intolerancia de personas neurodivergentes a ciertas características sensoriales en los alimentos y su consecuencia en la nutrición.
- Conocer las necesidades nutricionales del grupo de personas al que está dirigido el desarrollo, de acuerdo con su etapa fisiológica
- Definir las características sensoriales que resuelvan el problema
- Elaborar diferentes formulaciones a partir de gelificantes, espesantes y aditivos nutricionales, con características reológicas que permitan su uso como material de impresión 3D
- Generar una bitacora de experimentación que contenga todos los datos relacionados con el desarrollo de las formulaciones.
- Realizar un análisis químico proximal para garantizar que se cumple con las necesidades nutricionales de la población objetivo.
- Garantizar la ingesta segura de la formulación por medio de la normatividad vigente y análisis microbiológicos.

| | | |
|---|---|----------------------|
| Protocolo de impresión 3D de Alimentos | Versión: 01 | Página 2 de 5 |
| | Elaboró: IVÁN BELLO y ANA RODRÍGUEZ Revisó: ALBERTO GARCÍA Y ANGEL ORTIZ | |
| PROYECTO PAPIME PE201123 | Aprobó: DR. ROEB GARCÍA Fecha: 16/03/2023 | |

- Garantizar que la formulación cumple con las características reológicas necesarias para su correcta impresión en 3D.
- Entregar la formulación al responsable de la impresión 3D

Políticas

- Uso de bata obligatorio
- Uso de equipo de seguridad obligatorio
- Vestimenta de acuerdo con las normas de protección civil en un laboratorio.
- Llenado de bitacora por cada actividad realizada.
- Uso de materiales y buenas practicas de manufactura que garanticen la inocuidad del producto final.

Desarrollo

| Responsable | Actividad | Documento |
|-------------|---|-------------------------|
| Formulador | 1. Conocer las características sensoriales y nutricionales que se desean en el producto final | Bitácora de formulación |
| Formulador | 2. Investigar las propiedades fisicoquímicas y nutricionales de la materia prima disponible, así como la sinergia entre ella | Bitácora de formulación |
| Formulador | 3. Determinar teóricamente las propiedades físicas y coloidales de la formulación para conocer los equipos, condiciones y orden de mezclado de la misma | Bitácora de formulación |
| Formulador | 4. Elaborar un draft de la formulación que incluya los porcentajes a utilizar de cada ingrediente. | Bitácora de formulación |
| Formulador | 5. Pesar los ingredientes a utilizar y realizar el proceso de mezclado definido en el punto 3 utilizando buenas practicas de manufactura | Bitácora de formulación |
| Formulador | 6. Realizar pruebas reológicas para garantizar que la formulación pueda imprimirse en 3D. ¿LA | Bitácora de formulación |

| | | |
|---|---|----------------------|
| Protocolo de impresión 3D de Alimentos | Versión: 01 | Página 3 de 5 |
| | Elaboró: IVÁN BELLO y ANA RODRÍGUEZ Revisó: ALBERTO GARCÍA Y ANGEL ORTIZ | |
| PROYECTO PAPIME PE201123 | Aprobó: DR. ROEB GARCÍA Fecha: 16/03/2023 | |

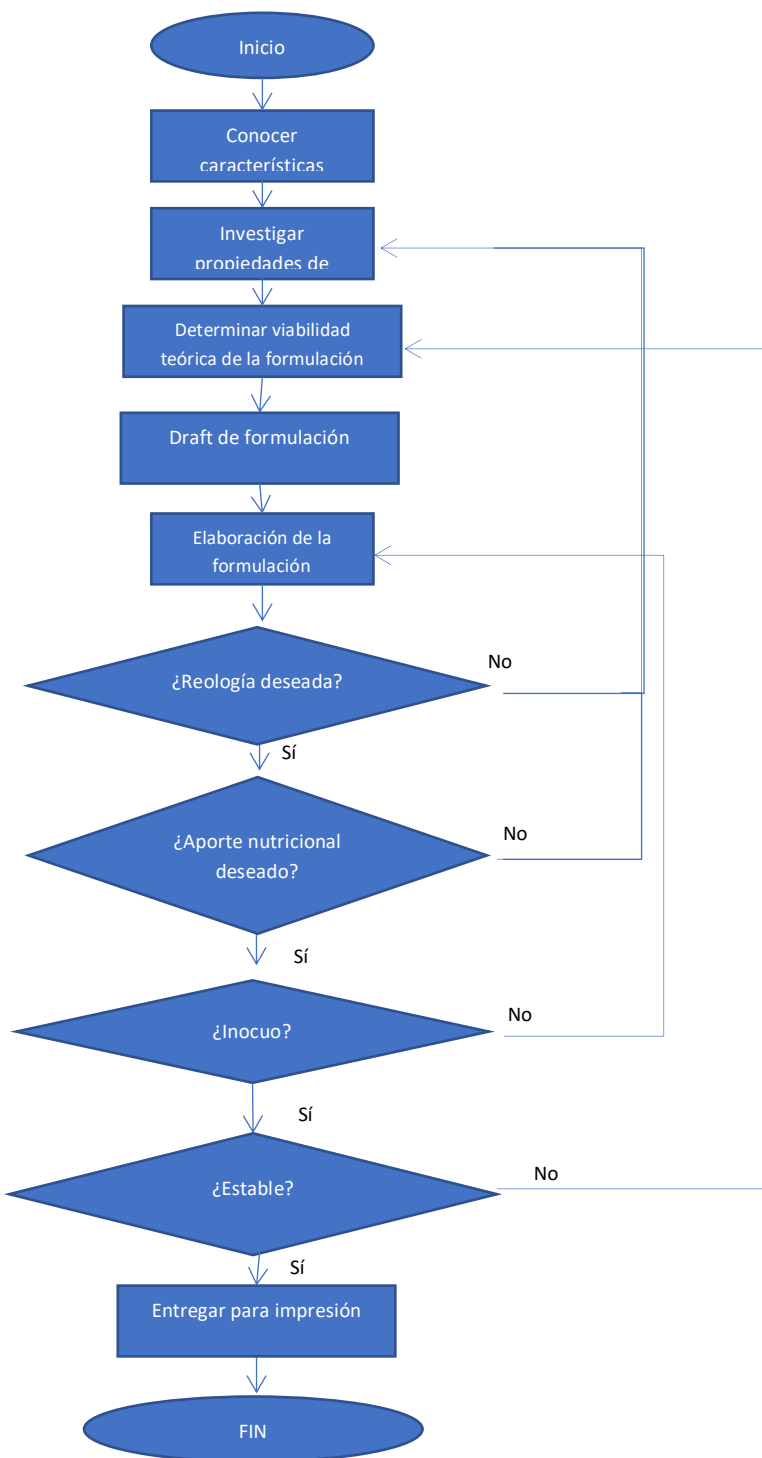
| | | |
|------------|--|-------------------------|
| | formulación cuenta con las características requeridas? 6.1. No, paso 2 6.2. Sí, paso 7 | |
| Formulador | 7. Realizar análisis químico proximal a la formulación para garantizar su aporte nutricional. ¿La formulación cumple con el aporte nutricional deseado? 7.1 Sí, paso 8 7.2 No, Paso 2 | Bitácora de formulación |
| Formulador | 8. Realizar un análisis microbiológico para garantizar la inocuidad de la formulación. ¿La formulación cumple con los estándares de inocuidad? 8.1 Sí, paso 9 8.2 No, paso 5 | Bitácora de formulación |
| Formulador | 9. Evaluar las características sensoriales de la formulación en las condiciones de consumo ¿La formulación cumple con las características sensoriales deseadas? 9.1 Sí, paso 10 9.2 No, paso 2 | Bitácora de formulación |
| Formulador | 10. Evaluar la estabilidad fisicoquímica de la formulación en relación con el tiempo deseado. ¿La formulación es estable? 10.1 Sí, Paso 11 10.2 No, Paso 3 | Bitácora de formulación |

| | | |
|---|---|----------------------|
| Protocolo de impresión 3D de Alimentos | Versión: 01 | Página 4 de 5 |
| | Elaboró: IVÁN BELLO y ANA RODRÍGUEZ Revisó: ALBERTO GARCÍA Y ANGEL ORTIZ | |
| PROYECTO PAPIME PE201123 | Aprobó: DR. ROEB GARCÍA Fecha: 16/03/2023 | |

| | | |
|------------------------|---|-------------------------|
| Formulador Impresor | 11. Entregar la formulación para su impresión en 3D | Bitácora de formulación |
| | 12. Fin | |

| | | |
|---|---|----------------------|
| <h1>Protocolo de impresión 3D de Alimentos</h1> | Versión: 01 | Página 5 de 5 |
| | Elaboró: IVÁN BELLO y ANA RODRÍGUEZ Revisó: ALBERTO GARCÍA Y ANGEL ORTIZ | |
| PROYECTO PAPIME PE201123 | Aprobó: DR. ROEB GARCÍA Fecha: 16/03/2023 | |

Diagrama de Flujo



| | | |
|--|---|---------------|
| Protocolo de impresión 3D de Alimentos | Versión: 01 | Página 1 de 4 |
| | Elaboró: IVÁN BELLO y ANA RODRÍGUEZ Revisó: ALBERTO GARCÍA Y ANGEL ORTIZ | |
| PROYECTO PAPIME PE201123 | Aprobó: DR. ROEB GARCÍA Fecha: 16/03/2023 | |

I. Procedimientos

Procedimiento Clave: IA3D-I

Objetivo

Desarrollar una técnica de impresión 3D que conserve las propiedades nutricionales de la formulación y contribuya a las características sensoriales deseadas mediante el control de las variables involucradas en el proceso.

Alcance

Inicia con el diseño del prototipo de impresión, que considera las propiedades reológicas de la formulación y el control de la variables del proceso. Termina con un producto alimenticio impreso en 3D con propiedades nutricionales y características sensoriales deseadas.

Responsabilidades

Operador de Impresión:

- Conocer e investigar acerca de las actividades previas al proceso de impresión, tales como el manejo del software controlador de la impresora, el software de diseño del prototipo de impresión, las variables independientes implicadas en el proceso de impresión y la manipulación de la impresora.
- Efectuar el buen uso y mantenimiento del equipo de impresión y sus accesorios.
- Cumplir con las condiciones de almacenamiento de la formulación a imprimir
- Llevar un registro de las fechas de elaboración de las formulaciones recibidas y utilizarlas de acuerdo a las prácticas PEPS
- Llevar un registro de los prototipos impresos y las formulaciones utilizadas en ellos
- Trabajar con buenas prácticas de manufactura e higiene.
- Mantener el area de trabajo, equipo y accesorios limpios y en buenas condiciones.
- Respetar las variables de pre-procesamiento establecidas por el formulador y proponer las variables relacionadas al proceso que contribuyan a obtener el producto deseado.
- Generar una bitacora de experimentación que contenga todos los datos relacionados con el proceso de impresión.

| | | |
|---|---|----------------------|
| Protocolo de impresión 3D de Alimentos | Versión: 01 | Página 2 de 4 |
| | Elaboró: IVÁN BELLO y ANA RODRÍGUEZ Revisó: ALBERTO GARCÍA Y ANGEL ORTIZ | |
| PROYECTO PAPIME PE201123 | Aprobó: DR. ROEB GARCÍA Fecha: 16/03/2023 | |

- Confirmar que la formulación cumple con las características reológicas para su impresión.

Políticas

- Uso de bata obligatorio
- Uso de equipo de seguridad obligatorio
- Vestimenta de acuerdo con las normas de protección civil en un laboratorio.
- Llenado de bitacora por cada actividad realizada.
- Uso de materiales y buenas practicas de manufactura que garanticen la inocuidad del producto final.

Desarrollo

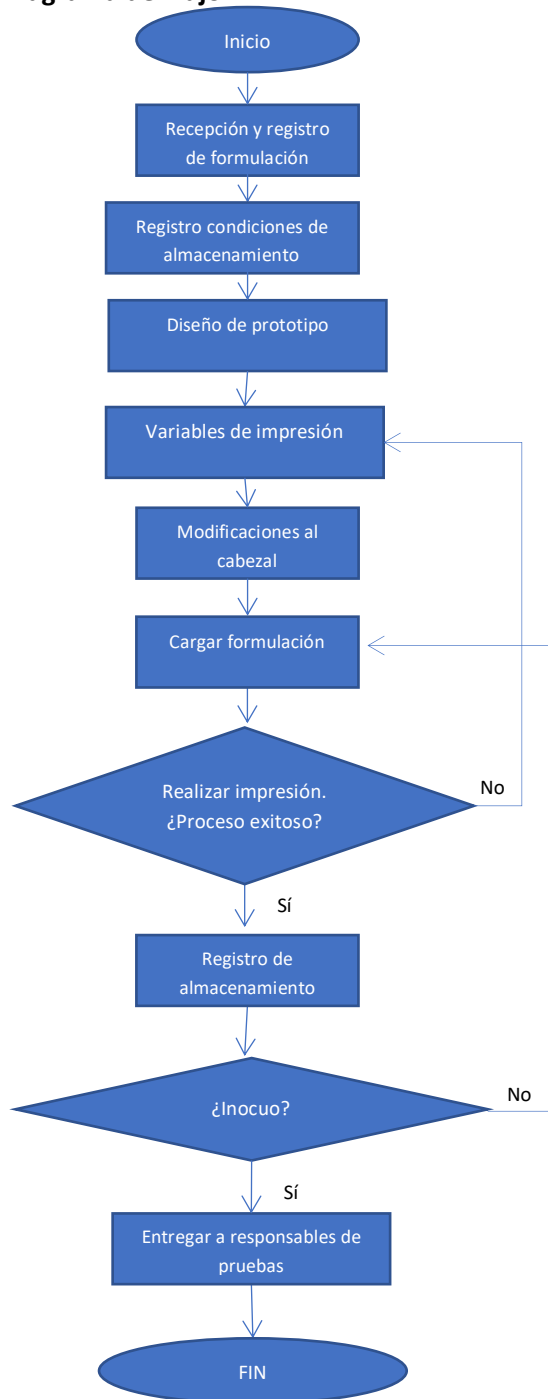
| Responsable | Actividad | Documento |
|-----------------------|---|-----------------------------------|
| Operador de impresión | 1. Recepción de formulación, registro y etiquetado | Bitácora de muestras de impresión |
| Operador de impresión | 2. Registrar las condiciones de almacenamiento y pre-procesamiento de la formulación. | Bitácora de muestras de impresión |
| Operador de impresión | 3. Diseño digital del prototipo de impresión 3D | Bitácora de impresión |
| Operador de impresión | 4. Establecer las variables independientes del proceso de impresión para obtener el producto deseado. | Bitácora de impresión |
| Operador de impresión | 5. Realizar las modificaciones pertinentes al cabezal de la impresora 3D junto con los accesorios a utilizar de acuerdo con las características de la formulación y del producto final. | Bitácora de impresión |
| Operador de impresión | 6. Cragar la formulación en el cabezal modificado de la impresora | |

| | | |
|---|---|----------------------|
| Protocolo de impresión 3D de Alimentos | Versión: 01 | Página 3 de 4 |
| | Elaboró: IVÁN BELLO y ANA RODRÍGUEZ Revisó: ALBERTO GARCÍA Y ANGEL ORTIZ | |
| PROYECTO PAPIME PE201123 | Aprobó: DR. ROEB GARCÍA Fecha: 16/03/2023 | |

| | | |
|-----------------------|---|-----------------------------------|
| Operador de impresión | 7. Realizar la impresión del producto alimenticio. ¿La impresión fue exitosa? 7.1 Sí, paso 8 7.2 No, paso 4 | Bitácora de impresión |
| Operador de impresión | 8. Registro del almacenamiento del producto alimenticio impreso, con las condiciones de almacenamiento definidas por el formulador | Bitácora de muestras de impresión |
| Operador de impresión | 9. Entregar el producto impreso a los responsables de las pruebas microbiológicas de producto terminado. ¿El producto es inocuo? 9.1 Sí, paso 10 9.2 No, paso 6 | Bitácora de muestras de impresión |
| Operador de impresión | 10. Entregar el producto impreso a los responsables de las pruebas de textura, estabilidad, y análisis químico proximal de producto terminado | |
| Operador de impresión | 11. Fin | |

| | | |
|---|---|----------------------|
| <h1>Protocolo de impresión 3D de Alimentos</h1> | Versión: 01 | Página 4 de 4 |
| | Elaboró: IVÁN BELLO y ANA RODRÍGUEZ Revisó: ALBERTO GARCÍA Y ANGEL ORTIZ | |
| PROYECTO PAPIME PE201123 | Aprobó: DR. ROEB GARCÍA Fecha: 16/03/2023 | |

Diagrama de Flujo



| | | |
|--|---|---------------|
| Protocolo de impresión 3D de Alimentos | Versión: 01 | Página 1 de 5 |
| | Elaboró: IVÁN BELLO y ANA RODRÍGUEZ Revisó: ALBERTO GARCÍA Y ANGEL ORTIZ | |
| PROYECTO PAPIME PE201123 | Aprobó: DR. ROEB GARCÍA Fecha: 16/03/2023 | |

I. Procedimientos

Procedimiento Clave: IA3D-P

Objetivo

Verificar que el producto final sea estable a través de tiempo y que cumpla con las características sensoriales y nutricionales deseadas por el consumidor final, mediante pruebas de textura, análisis químico proximal y pruebas de estabilidad.

Alcance

Inicia con la recepción del producto impreso terminado. Termina con la verificación del cumplimiento de las características sensoriales, nutricionales y de estabilidad deseadas.

Responsabilidades

Analista de textura:

- Conocer e investigar acerca de la intolerancia de personas neurodivergentes a ciertas características sensoriales en los alimentos y su consecuencia en la nutrición.
- Conocer e investigar la teoría detrás del análisis textural.
- Estar capacitado en el uso del texturómetro y sus cabezales, así como en la interpretación de los resultados.
- Cumplir con las condiciones de almacenamiento del producto impreso terminado.
- Llevar un registro de las fechas de elaboración de las muestras recibidas y utilizarlas de acuerdo a las prácticas PEPS
- Llevar un registro de los prototipos impresos y las formulaciones utilizadas en ellos.
- Trabajar con buenas prácticas de manufactura e higiene.
- Mantener el área de trabajo, equipo y accesorios limpios y en buenas condiciones.
- Generar una bitácora de experimentación que contenga todos los datos relacionados con las pruebas texturales.

| | | |
|---|---|----------------------|
| Protocolo de impresión 3D de Alimentos | Versión: 01 | Página 2 de 5 |
| | Elaboró: IVÁN BELLO y ANA RODRÍGUEZ Revisó: ALBERTO GARCÍA Y ANGEL ORTIZ | |
| PROYECTO PAPIME PE201123 | Aprobó: DR. ROEB GARCÍA Fecha: 16/03/2023 | |

Analista de composición química

- Conocer e investigar acerca de la intolerancia de personas neurodivergentes a ciertas características sensoriales en los alimentos y su consecuencia en la nutrición.
- Conocer e investigar la teoría detrás del análisis químico proximal.
- Estar capacitado en la metodología de los diferentes procedimientos del análisis químico proximal.
- Cumplir con las condiciones de almacenamiento del producto impreso terminado.
- Llevar un registro de las fechas de elaboración de las muestras recibidas y utilizarlas de acuerdo a las prácticas PEPS
- Llevar un registro de los prototipos impresos y las formulaciones utilizadas en ellos.
- Trabajar con buenas prácticas de manufactura e higiene.
- Mantener el área de trabajo, equipo y accesorios limpios y en buenas condiciones.
- Generar una bitácora de experimentación que contenga todos los datos relacionados con las pruebas de composición química.
- Realizar un manejo responsable de los residuos químicos generados durante el análisis.

Análisis de estabilidad

- Conocer e investigar las propiedades fisicoquímicas y nutricionales de la materia prima utilizada en la formulación, así como la sinergia entre ella.
- Conocer e investigar la teoría detrás del análisis de estabilidad en hidrocoloides.
- Estar capacitado en la metodología para el análisis de estabilidad en hidrocoloides.
- Cumplir con las condiciones de almacenamiento del producto impreso terminado.
- Llevar un registro de las fechas de elaboración de las muestras recibidas y utilizarlas de acuerdo a las prácticas PEPS
- Llevar un registro de los prototipos impresos y las formulaciones utilizadas en ellos.
- Trabajar con buenas prácticas de manufactura e higiene.
- Mantener el área de trabajo, equipo y accesorios limpios y en buenas condiciones.
- Generar una bitácora de experimentación que contenga todos los datos relacionados con las pruebas de estabilidad.

| | | |
|---|---|----------------------|
| Protocolo de impresión 3D de Alimentos | Versión: 01 | Página 3 de 5 |
| | Elaboró: IVÁN BELLO y ANA RODRÍGUEZ Revisó: ALBERTO GARCÍA Y ANGEL ORTIZ | |
| PROYECTO PAPIME PE201123 | Aprobó: DR. ROEB GARCÍA Fecha: 16/03/2023 | |

Políticas

- Uso de bata obligatorio
- Uso de equipo de seguridad obligatorio
- Vestimenta de acuerdo con las normas de protección civil en un laboratorio.
- Llenado de bitácora por cada actividad realizada.
- Uso de materiales y buenas practicas de manufactura que garanticen la inocuidad del producto final.

Desarrollo

| Responsable | Actividad | Documento |
|-------------|---|----------------------|
| Analista | 1. Recepción de producto impreso terminado, registro y etiquetado | Bitácora de análisis |
| Analista | 2. Registrar las condiciones de almacenamiento del producto impreso. | Bitácora de análisis |
| Analista | 3. Desarrollar la metodología de experimentación de acuerdo a las pruebas a realizar. | Bitácora de análisis |
| Analista | 4. Tener los materiales e insumos necesarios para la experimentación. | |
| Analista | 5. Llevar a cabo las pruebas a realizar, de acuerdo a la metodología propuesta. | |
| Analista | 6. Realizar el análisis estadístico propuesto en la metodología. | |
| Analista | 7. Reportar los resultados de las pruebas realizadas | Bitácora de análisis |
| Analista | 8. Verificar que el producto impreso terminado sea estable y cumpla con las características sensoriales y nutricionales. ¿Cumple con las características? | Bitácora de análisis |

| | | |
|---|---|----------------------|
| Protocolo de impresión 3D de Alimentos | Versión: 01 | Página 4 de 5 |
| | Elaboró: IVÁN BELLO y ANA RODRÍGUEZ Revisó: ALBERTO GARCÍA Y ANGEL ORTIZ | |
| PROYECTO PAPIME PE201123 | Aprobó: DR. ROEB GARCÍA Fecha: 16/03/2023 | |

| | | |
|----------|---|-----------------|
| | 8.1 Sí, paso 10 8.2 No, paso 9 | |
| Analista | 9. Informar al equipo de los resultados no satisfactorios y reiniciar con el proceso IA3D-F | Informe interno |
| Analista | 10. Informar al equipo de los resultados satisfactorios | Informe interno |
| Analista | 11. Elaborar reporte final | Reporte final |
| | 12. Fin | |

| | | |
|---|---|----------------------|
| Protocolo de impresión 3D de Alimentos | Versión: 01 | Página 5 de 5 |
| | Elaboró: IVÁN BELLO y ANA RODRÍGUEZ Revisó: ALBERTO GARCÍA Y ANGEL ORTIZ | |
| PROYECTO PAPIME PE201123 | Aprobó: DR. ROEB GARCÍA Fecha: 16/03/2023 | |

Diagrama de Flujo

