

# Estrategias de alimentación y nutrición en misiones espaciales



## I. Introducción

- Breve historia de la alimentación en el espacio.
- Importancia de la nutrición en misiones espaciales.

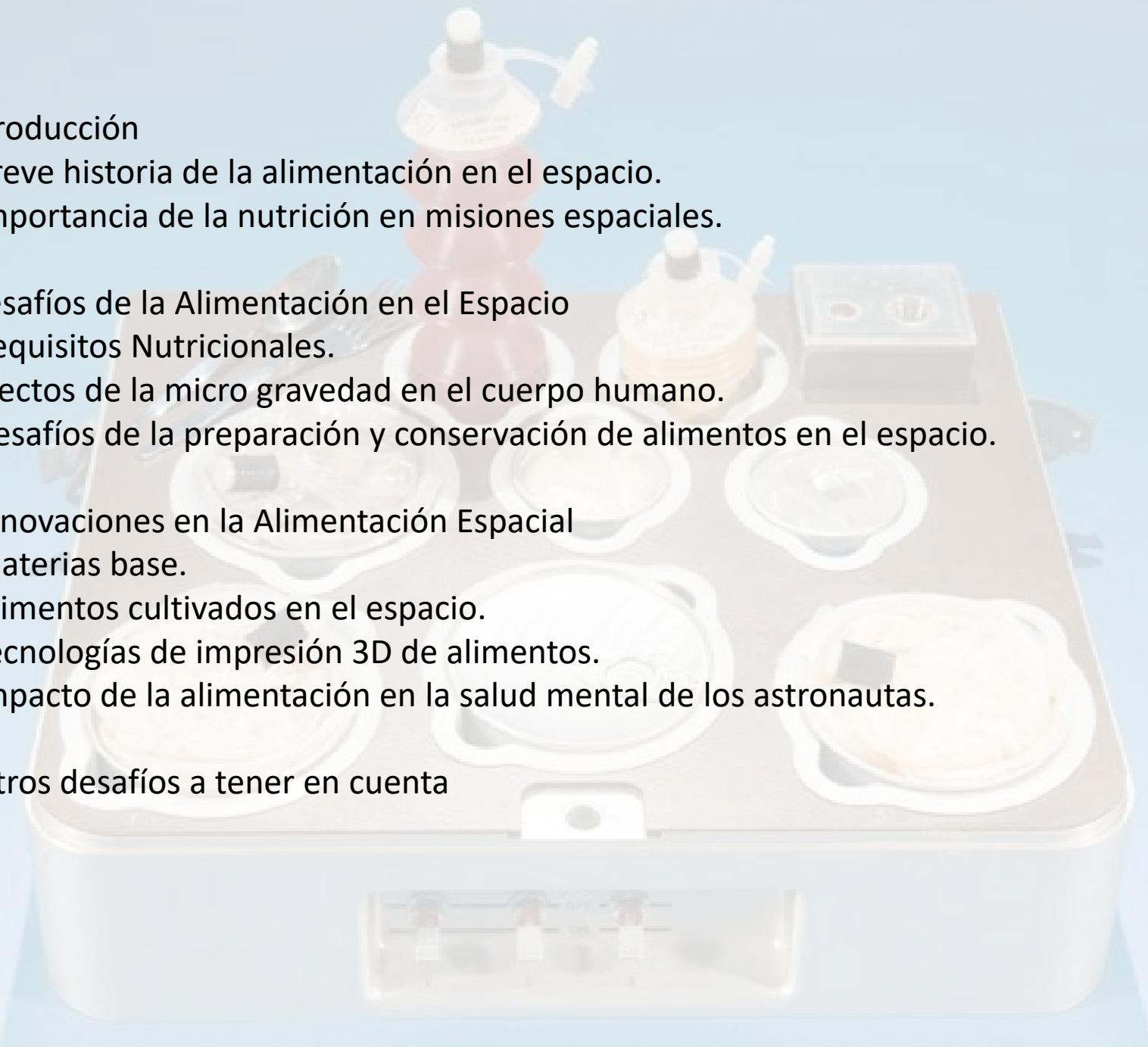
## II. Desafíos de la Alimentación en el Espacio

- Requisitos Nutricionales.
- Efectos de la micro gravedad en el cuerpo humano.
- Desafíos de la preparación y conservación de alimentos en el espacio.

## III. Innovaciones en la Alimentación Espacial

- Materias base.
- Alimentos cultivados en el espacio.
- Tecnologías de impresión 3D de alimentos.
- Impacto de la alimentación en la salud mental de los astronautas.

## IV. Otros desafíos a tener en cuenta



## I. Desde comida en tubos hasta pizza y fruta fresca



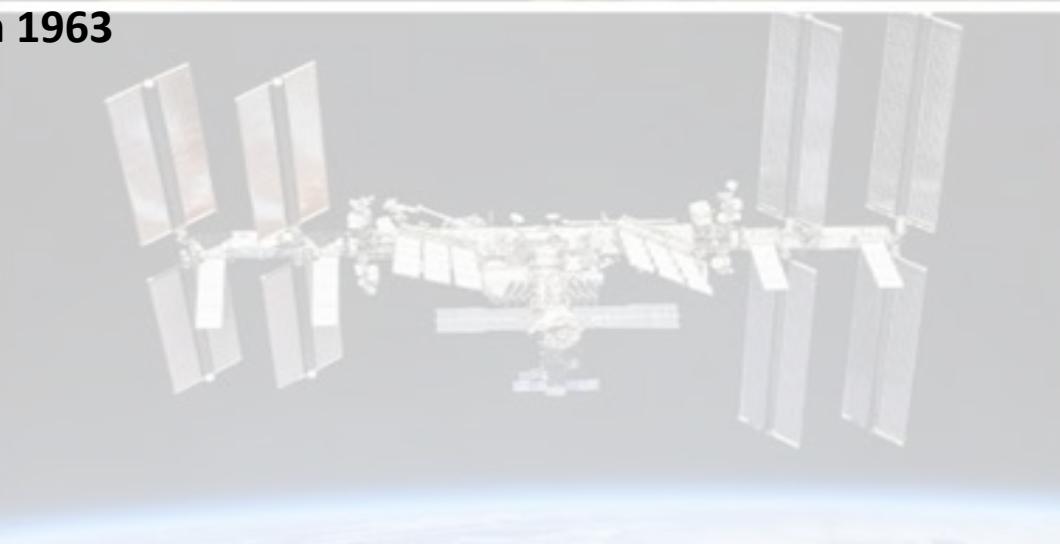
## I. Desde comida en tubos hasta pizza y fruta fresca



## I. Desde comida en tubos hasta pizza y fruta fresca



**Valentina V. Tereshkova  
comiendo de un tubo durante  
la misión Vostok 6, en 1963**



## I. Desde comida en tubos hasta pizza y fruta fresca



Valentina V. Tereshkova  
comiendo de un tubo durante  
la misión Vostok 6, en 1963



alimentos criodesecados o  
deshidratados con el  
programa Gemini (1965)

## I. Desde comida en tubos hasta pizza y fruta fresca



**Edward G. Gibson en la cocina del Skylab**

## I. Desde comida en tubos hasta pizza y fruta fresca

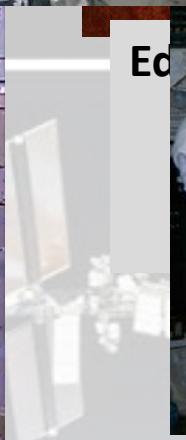


transbordador espacial en 1981

## I. Desde comida en tubos hasta pizza y fruta fresca



Estación Espacial Internacional en 2017



## I. Desde comida en tubos hasta pizza y fruta fresca



Estación Espacial Internacional en 2017



## **I. Importancia de la nutrición en misiones espaciales**

## I. Importancia de la nutrición en misiones espaciales

La nutrición desempeña un papel esencial en la salud física y mental de los astronautas durante las misiones espaciales. Garantizar una ingesta adecuada de calorías, proteínas, vitaminas y minerales es fundamental para mantener a los astronautas en óptimas condiciones y permitirles llevar a cabo con éxito sus misiones en el espacio.

## I. Importancia de la nutrición en misiones espaciales

La nutrición desempeña un papel esencial en la salud física y mental de los astronautas durante las misiones espaciales. Garantizar una ingesta adecuada de calorías, proteínas, vitaminas y minerales es fundamental para mantener a los astronautas en óptimas condiciones y permitirles llevar a cabo con éxito sus misiones en el espacio.



1. Mantenimiento de la salud de los astronautas.
2. Prevención de la pérdida de masa ósea y muscular.

# I. Importancia de la nutrición en misiones espaciales

La nutrición desempeña un papel esencial en la salud física y mental de los astronautas durante las misiones espaciales. Garantizar una ingesta adecuada de calorías, proteínas, vitaminas y minerales es fundamental para mantener a los astronautas en óptimas condiciones y permitirles llevar a cabo con éxito sus misiones en el espacio.



1. Mantenimiento de la salud de los astronautas.
2. Prevención de la pérdida de masa ósea y muscular.
3. Energía para la actividad física.

## I. Importancia de la nutrición en misiones espaciales

La nutrición desempeña un papel esencial en la salud física y mental de los astronautas durante las misiones espaciales. Garantizar una ingesta adecuada de calorías, proteínas, vitaminas y minerales es fundamental para mantener a los astronautas en óptimas condiciones y permitirles llevar a cabo con éxito sus misiones en el espacio.

1. Mantenimiento de la salud de los astronautas.
2. Prevención de la pérdida de masa ósea y muscular.
3. Energía para la actividad física.
4. Mantenimiento de la salud física y mental.



# I. Importancia de la nutrición en misiones espaciales



1. Mantenimiento de la salud de los astronautas.
2. Prevención de la pérdida de masa ósea y muscular.
3. Energía para la actividad física.
4. Mantenimiento de la salud física y mental.
5. Suministro de alimentos seguros y estables.



## II. Desafíos de la Alimentación en el Espacio: requisitos nutricionales

## II. Desafíos de la Alimentación en el Espacio: requisitos nutricionales

Los **requerimientos nutritivos** del ser humano los podemos resumir clasificándolos de acuerdo a las necesidades que tenemos de tres tipos de substancias:

## II. Desafíos de la Alimentación en el Espacio: requisitos nutricionales

Los **requerimientos nutritivos** del ser humano los podemos resumir clasificándolos de acuerdo a las necesidades que tenemos de tres tipos de substancias:

- 1) Substancias nutritivas que necesitamos para formar los tejidos de nuestro cuerpo



## II. Desafíos de la Alimentación en el Espacio: requisitos nutricionales

Los **requerimientos nutritivos** del ser humano los podemos resumir clasificándolos de acuerdo a las necesidades que tenemos de tres tipos de substancias:

- 1) Substancias nutritivas que necesitamos para formar los tejidos de nuestro cuerpo
- 2) Substancias nutritivas que nos proporcionan la energía necesaria



## II. Desafíos de la Alimentación en el Espacio: requisitos nutricionales

Los **requerimientos nutritivos** del ser humano los podemos resumir clasificándolos de acuerdo a las necesidades que tenemos de tres tipos de substancias:

- 1) Substancias nutritivas que necesitamos para formar los tejidos de nuestro cuerpo
- 2) Substancias nutritivas que nos proporcionan la energía necesaria
- 3) Aquellas substancias imprescindibles para que se puedan realizar las funciones de las otras dos substancias anteriores



## II. Desafíos de la Alimentación en el Espacio: requisitos nutricionales

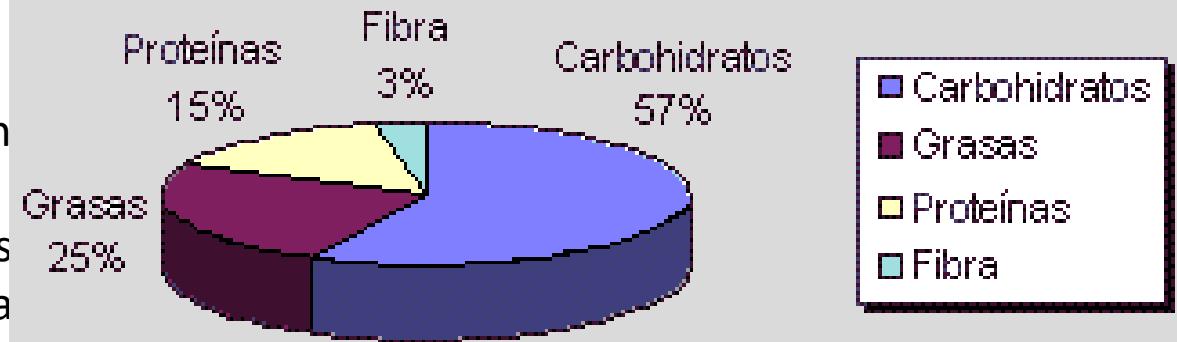
Los **requerimientos nutritivos** del ser humano los podemos resumir clasificándolos de acuerdo a las ne

1) Substancias

2) Substancias n

3) Aquellas subs  
otras dos substanc

### *La dieta equilibrada (RDA)*



## II. Desafíos de la Alimentación en el Espacio: efectos de la microgravedad en el cuerpo humano.

## II. Desafíos de la Alimentación en el Espacio: efectos de la microgravedad en el cuerpo humano.

1. Desmineralización ósea. Esto puede hacer que los huesos sean más frágiles y propensos a fracturas.

## II. Desafíos de la Alimentación en el Espacio: efectos de la microgravedad en el cuerpo humano.

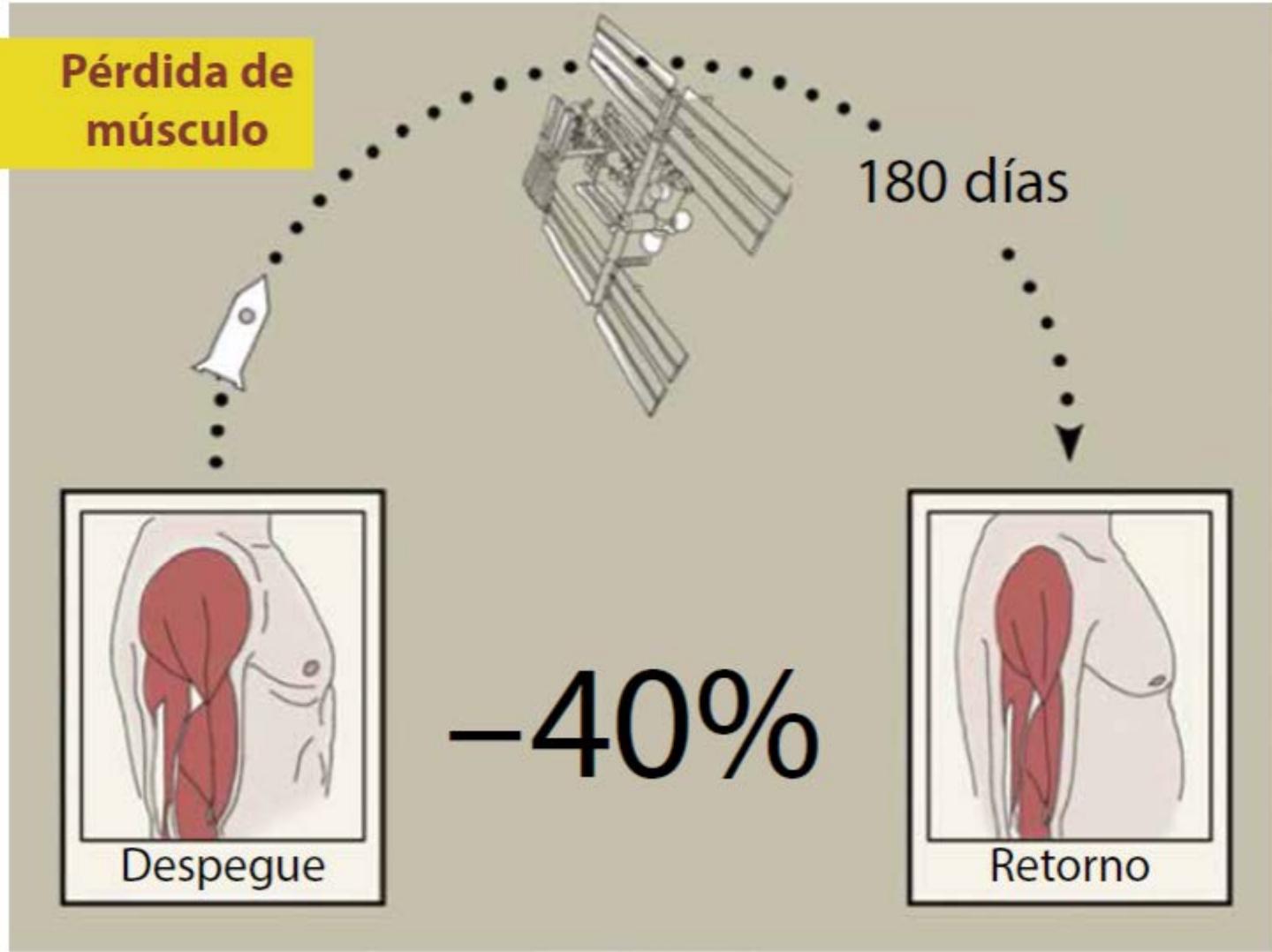
1. Desmineralización ósea. Esto puede hacer que los huesos sean más frágiles y propensos a fracturas.
2. Atrofia muscular: los músculos pueden debilitarse y disminuir de tamaño.

## II. Desafíos de la Alimentación en el Espacio: efectos de la microgravedad en el cuerpo humano.

1. Desmineralización ósea. Esto puede hacer que los huesos sean más frágiles y propensos a fracturas.

2. Atrofia muscular.

**Pérdida de  
músculo**



## II. Desafíos de la Alimentación en el Espacio: efectos de la microgravedad en el cuerpo humano.

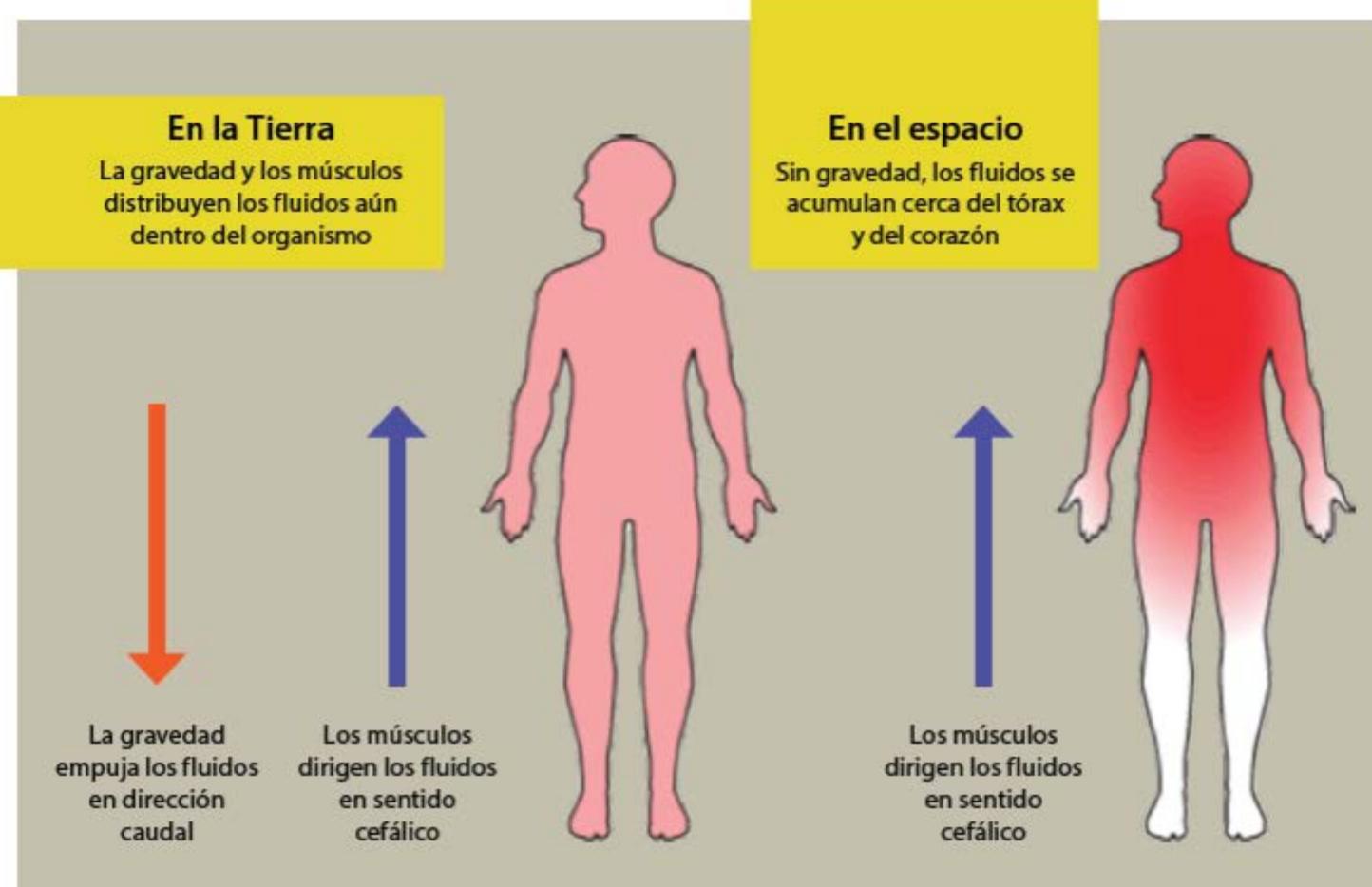
1. Desmineralización ósea. Esto puede hacer que los huesos sean más frágiles y propensos a fracturas.
2. Atrofia muscular: los músculos pueden debilitarse y disminuir de tamaño.
3. Problemas cardiovasculares: mayor presión en la cabeza y una disminución de la presión en las piernas.

## II. Desafíos de la Alimentación en el Espacio: efectos de la microgravedad en el cuerpo humano.

1. Desmineralización ósea. Esto puede hacer que los huesos sean más frágiles y propensos a fract

2. At

3. Pr  
las p

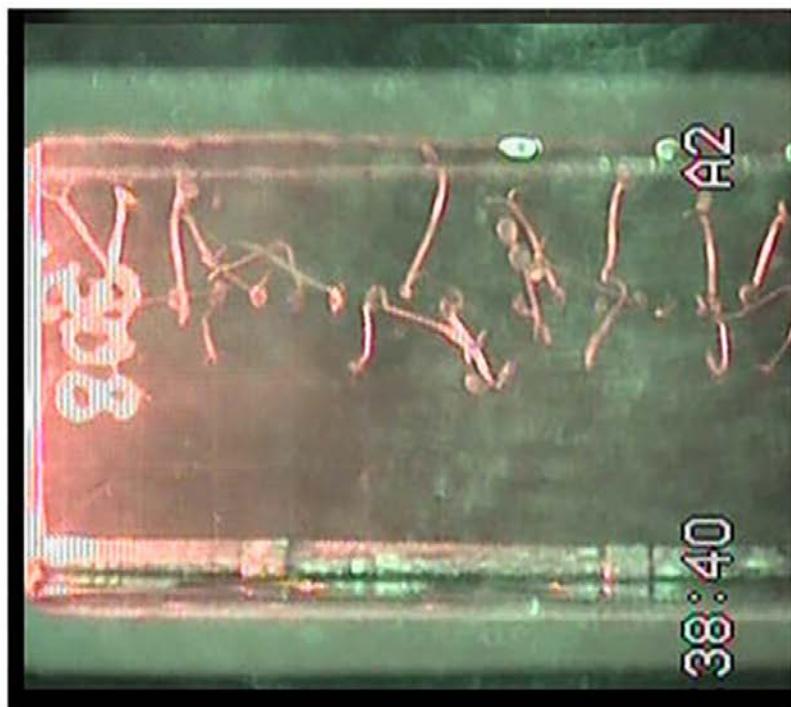


## II. Desafíos de la Alimentación en el Espacio: efectos de la microgravedad en el cuerpo humano.

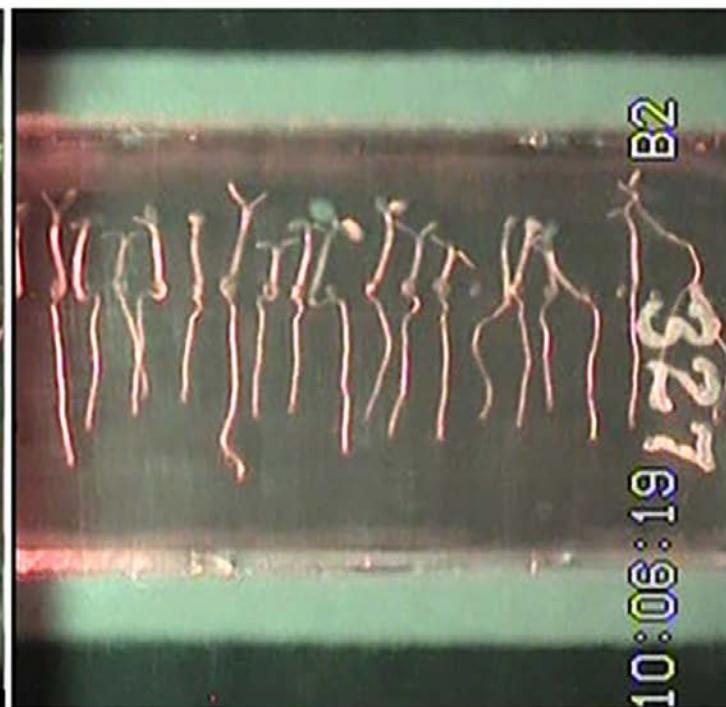
1. Desmineralización ósea. Esto puede hacer que los huesos sean más frágiles y propensos a fracturas.

2. Atrofia muscular: los músculos pueden debilitarse y disminuir de tamaño.

3. Problemas de salud: la microgravedad puede causar deshidratación, náuseas y mareos. Puede haber cambios en la presión arterial y la función renal. Los huesos y los músculos pierden masa y fuerza.



micro-g



control 1g

## II. Desafíos de la Alimentación en el Espacio: efectos de la microgravedad en el cuerpo humano.

1. Desmineralización ósea. Esto puede hacer que los huesos sean más frágiles y propensos a fracturas.
2. Atrofia muscular: los músculos pueden debilitarse y disminuir de tamaño.
3. Problemas cardiovasculares: mayor presión en la cabeza y una disminución de la presión en las piernas.
4. Problemas visuales.

## II. Desafíos de la Alimentación en el Espacio: efectos de la microgravedad en el cuerpo humano.

1. Desmineralización ósea. Esto puede hacer que los huesos sean más frágiles y propensos a fracturas.
2. Atrofia muscular: los músculos pueden debilitarse y disminuir de tamaño.
3. Problemas cardiovasculares: mayor presión en la cabeza y una disminución de la presión en las piernas.
4. Problemas visuales.
5. Problemas gastrointestinales: redistribución de fluidos en el cuerpo, hinchazón facial y otros síntomas incómodos.

## II. Desafíos de la Alimentación en el Espacio: efectos de la microgravedad en el cuerpo humano.

1. Desmineralización ósea. Esto puede hacer que los huesos sean más frágiles y propensos a fracturas.
2. Atrofia muscular: los músculos pueden debilitarse y disminuir de tamaño.
3. Problemas cardiovasculares: mayor presión en la cabeza y una disminución de la presión en las piernas.
4. Problemas visuales.
5. Problemas gastrointestinales: redistribución de fluidos en el cuerpo, hinchazón facial y otros síntomas incómodos.
6. Cambios en el sistema inmunológico: más susceptibles a infecciones.

## II. Desafíos de la Alimentación en el Espacio: efectos de la microgravedad en el cuerpo humano.

1. Desmineralización ósea. Esto puede hacer que los huesos sean más frágiles y propensos a fracturas.
2. Atrofia muscular: los músculos pueden debilitarse y disminuir de tamaño.
3. Problemas cardiovasculares: mayor presión en la cabeza y una disminución de la presión en las piernas.
4. Problemas visuales.
5. Problemas gastrointestinales: redistribución de fluidos en el cuerpo, hinchazón facial y otros síntomas incómodos.
6. Cambios en el sistema inmunológico: más susceptibles a infecciones.
7. alteraciones en las vías de expresión génica en micro gravedad.

## II. Desafíos de la Alimentación en el Espacio: efectos de la microgravedad en el cuerpo humano.

1. Desmineralización ósea. Esto puede hacer que los huesos sean más frágiles y propensos a fracturas.
2. Atrofia muscular: los músculos pueden debilitarse y disminuir de tamaño.
3. Problemas cardiovasculares: mayor presión en la cabeza y una disminución de la presión en las piernas.
4. Problemas visuales.
5. Problemas gastrointestinales: redistribución de fluidos en el cuerpo, hinchazón facial y otros síntomas incómodos.
6. Cambios en el sistema inmunológico: más susceptibles a infecciones.
7. alteraciones en las vías de expresión génica en micro gravedad.

Problemas psicológicos: El aislamiento y la falta de conexión con la Tierra pueden tener efectos psicológicos en los astronautas, como el estrés, la ansiedad y la depresión.

## II. Desafíos de la Alimentación en el Espacio: efectos de la microgravedad en el cuerpo humano.

1. Desmineralización ósea. Esto puede hacer que los huesos sean más frágiles y propensos a fracturas.

2. Atrofia muscular.

3. Problemas con la circulación sanguínea en las piernas.

4. Problemas con la digestión.

5. Problemas con otros síntomas.

6. Cambios en el apetito.

7. alteraciones mentales.

Problemas psicológicos y efectos psicosociales.



• Cambios en la presión en la sangre.

• Dolor de cabeza, mareo, fatiga facial y mareo.

• Pueden tener problemas de salud mental y alteraciones mentales.

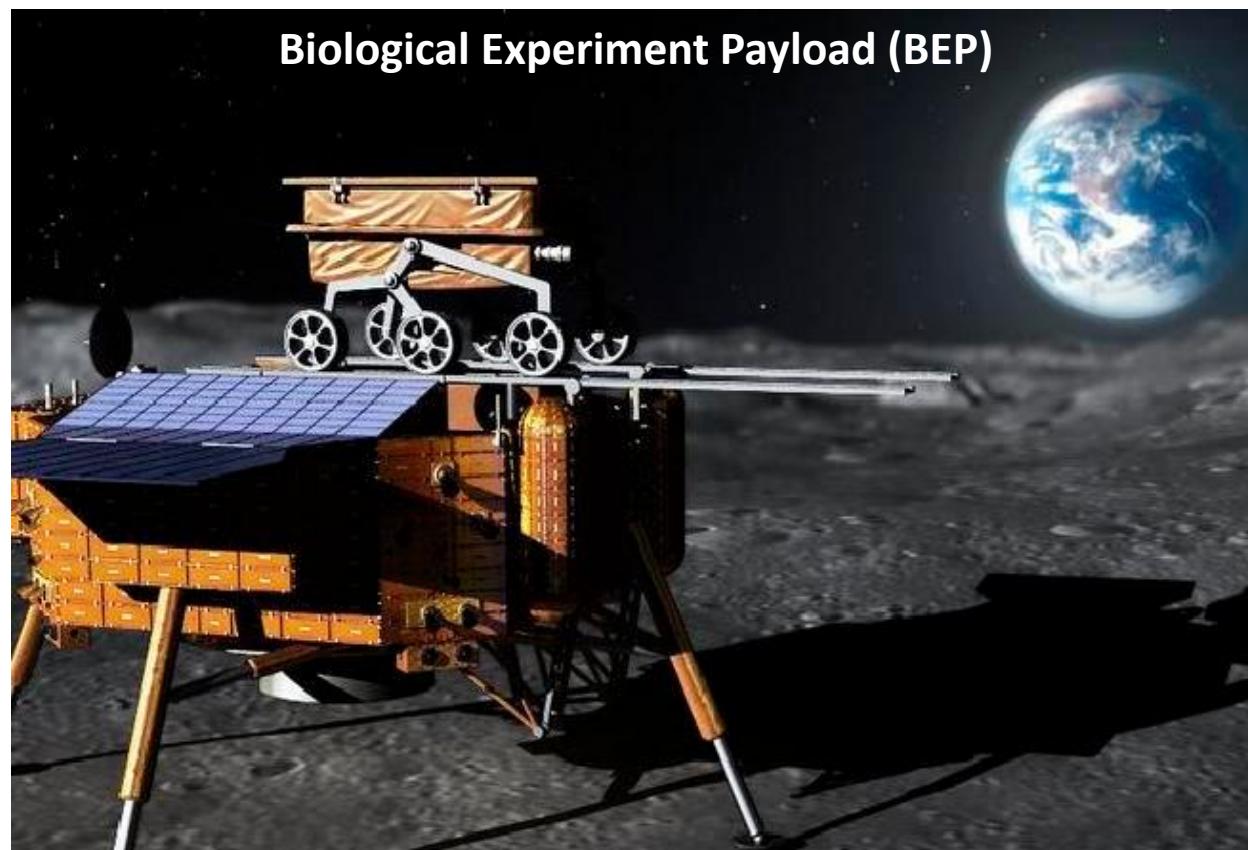
## II. Desafíos de la Alimentación en el Espacio: desafíos de la preparación y conservación de alimentos en el espacio

## II. Desafíos de la Alimentación en el Espacio: desafíos de la preparación y conservación de alimentos en el espacio

Los sistemas de producción de alimentos en el espacio enfrentan varios desafíos. Uno de los principales desafíos es la falta de recursos naturales (agua y tierra fértil) que son esenciales para el cultivo de alimentos. Además, las condiciones extremas del espacio, como la microgravedad y la radiación cósmica, pueden afectar negativamente el crecimiento y desarrollo de las plantas.

## II. Desafíos de la Alimentación en el Espacio: desafíos de la preparación y conservación de alimentos en el espacio

Los sistemas de producción de alimentos en el espacio enfrentan varios desafíos. Uno de los principales desafíos es la falta de recursos naturales (agua y tierra fértil) que son esenciales para el cultivo de alimentos. Además, las condiciones extremas del espacio, como la microgravedad y la radiación cósmica, pueden afectar negativamente el crecimiento y desarrollo de las plantas.



## II. Desafíos de la Alimentación en el Espacio: desafíos de la preparación y conservación de alimentos en el espacio



**Normas y Certificaciones de la Industria de los Alimentos Procesados**



## II. Desafíos de la Alimentación en el Espacio: desafíos de la preparación y conservación de alimentos en el espacio



**Normas y Certificaciones de la Industria de los Alimentos Procesados**



También es importante tener en cuenta las limitaciones de espacio y peso en las misiones espaciales. Los sistemas de producción y conservación de alimentos deben ser compactos y ligeros para poder ser transportados a bordo de naves espaciales. Además, deben ser capaces de producir alimentos suficientes para satisfacer las necesidades nutricionales de la tripulación durante largas misiones espaciales.

## II. Desafíos de la Alimentación en el Espacio: desafíos de la preparación y conservación de alimentos en el espacio



**Normas y Certificaciones de la Industria de los Alimentos Procesados**



También es importante tener en cuenta las limitaciones de espacio y peso en las misiones espaciales. Los sistemas de producción y conservación de alimentos deben ser compactos y ligeros para poder ser transportados a bordo de naves espaciales. Además, deben ser capaces de producir alimentos suficientes para satisfacer las necesidades nutricionales de la tripulación durante largas misiones espaciales.

Otro desafío importante es la necesidad de desarrollar sistemas cerrados y autosuficientes para la producción de alimentos. Esto significa que los sistemas deben ser capaces de reciclar y reutilizar los recursos, como el agua y los nutrientes, para minimizar la dependencia de suministros externos.

## II. Desafíos de la Alimentación en el Espacio: desafíos de la preparación y conservación de alimentos en el espacio



mentos  
e  
n  
o,  
el

misiones  
e  
Además,

También, las misiones  
e  
deben ser  
Además,  
deben ser capaces de producir alimentos suficientes para satisfacer las necesidades  
nutricionales de la tripulación durante largas misiones espaciales.

Otro desafío importante es la necesidad de desarrollar sistemas cerrados y autosuficientes para la producción de alimentos. Esto significa que los sistemas deben ser capaces de reciclar y reutilizar los recursos, como el agua y los nutrientes, para minimizar la dependencia de suministros externos.

### III. Innovaciones en la alimentación espacial: materias base y alimentos cultivados en el espacio

### III. Innovaciones en la alimentación espacial: materias base y alimentos cultivados en el espacio



### III. Innovaciones en la alimentación espacial: materias base y alimentos cultivados en el espacio

Consumo: entre 2 y 3% PV y  
50 l agua por dia

De 3 a 4 reses por hectárea  
cultivada



GRANJAS



### III. Innovaciones en la alimentación espacial: materias base y alimentos cultivados en el espacio

Consumo: entre 2 y 3% PV y  
50 l agua por dia

De 3 a 4 reses por hectárea  
cultivada



GRANJAS



Consumo: 75 gm.  
pienso y 0.5 l  
agua por dia

### III. Innovaciones en la alimentación espacial: materias base y alimentos cultivados en el espacio

Consumo: entre 2 y 3% PV y  
50 l agua por dia

De 3 a 4 reses por hectárea  
cultivada



GRANJAS



Consumo: 75 gm.  
pienso y 0.5 l  
agua por dia

Cultivos en el espacio: La NASA lanza Veggie

### III. Innovaciones en la alimentación espacial: materias base y alimentos cultivados en el espacio

Consumo: entre 2 y 3% PV y



Cultivos en el espacio: La NASA lanza Veggie

### III. Innovaciones en la alimentación espacial: materias base y alimentos cultivados en el espacio



Cultivos en el espacio: La NASA lanza Veggie

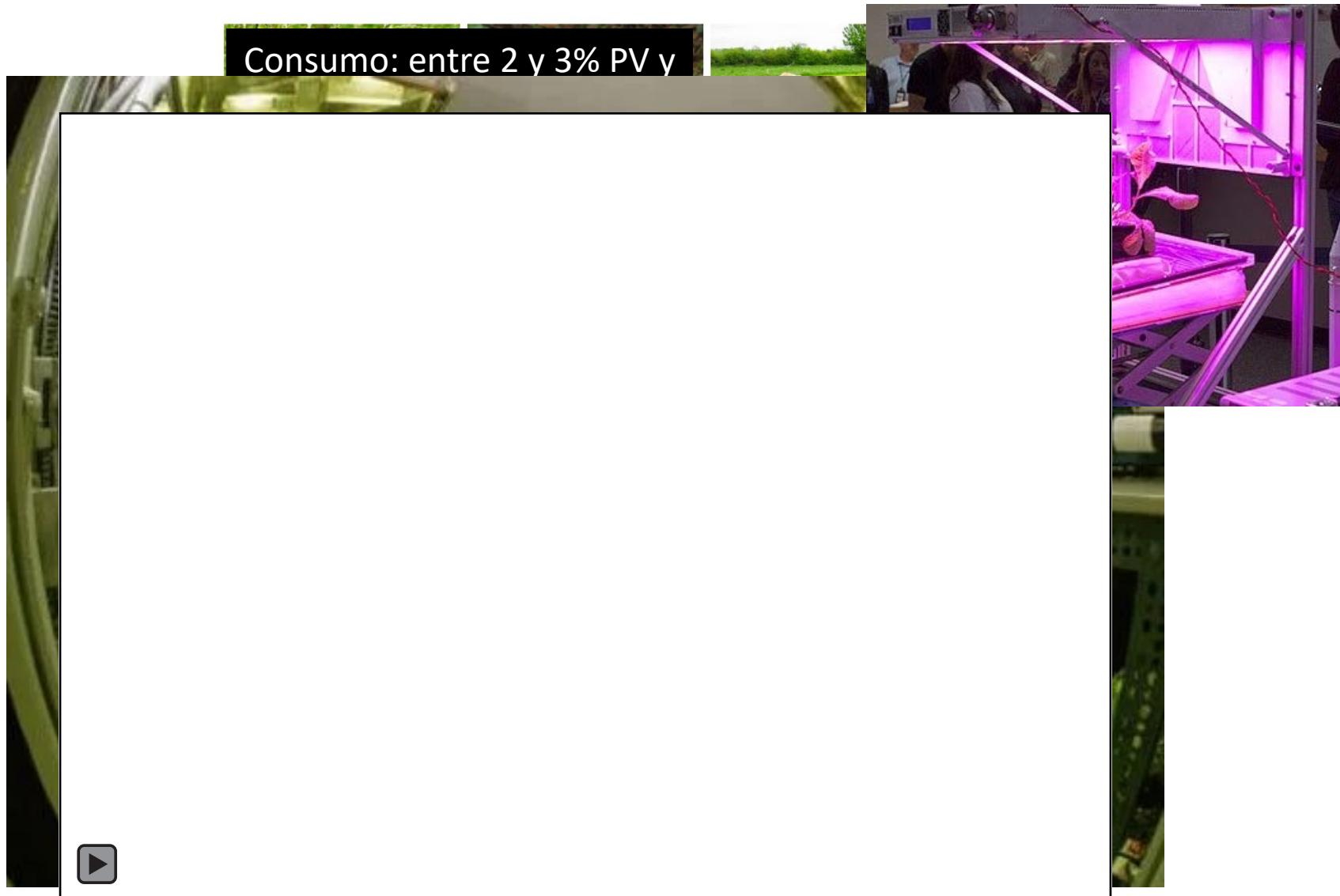
### III. Innovaciones en la alimentación espacial: materias base y alimentos cultivados en el espacio



Cultivos en el espacio: La NASA lanza Veggie  
Reciclado y producción de alimentos, Melissa.

### III. Innovaciones en la alimentación espacial: materias base y alimentos cultivados en el espacio

Consumo: entre 2 y 3% PV y



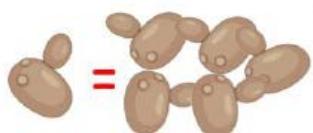
Cultivos en el espacio: La NASA lanza Veggie  
Reciclado y producción de alimentos, Melissa.

### III. Innovaciones en la alimentación espacial: materias base y alimentos cultivados en el espacio

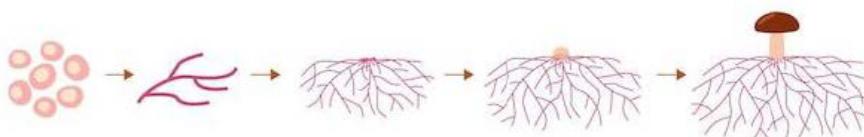


Cultivos en el espacio: La NASA lanza Veggie  
Reciclado y producción de alimentos, Melissa.  
Cultivos celulares (Upside Foods y Good Meat ), hongos, levaduras...

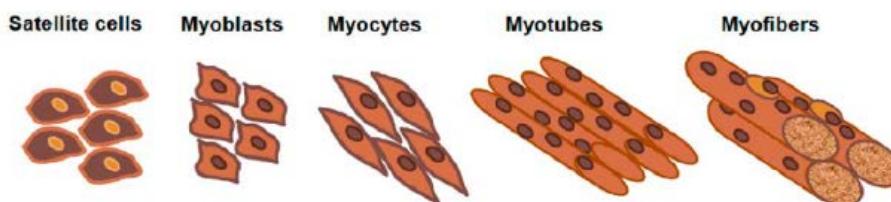
### III. Innovaciones en la alimentación espacial: materias base y alimentos cultivados en el espacio



Yeast for oils/fats, proteins and vitamins



Mycelium\* for protein



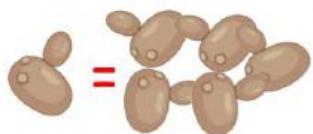
muscle cells for protein

\*the root-like structure of fungus

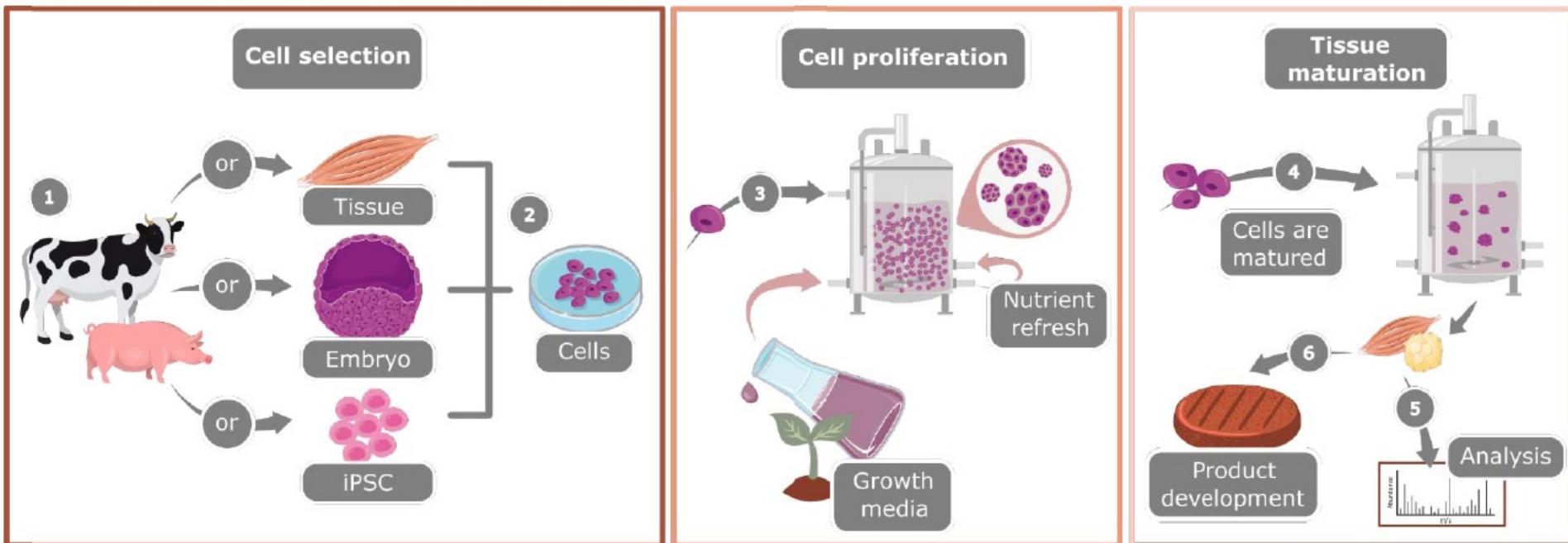


Cultivos en el espacio: La NASA lanza Veggie  
Reciclado y producción de alimentos, Melissa.  
Cultivos celulares (Upside Foods y Good Meat ), hongos, levaduras...

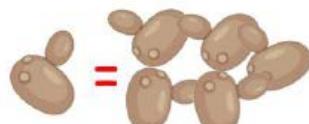
### III. Innovaciones en la alimentación espacial: materias base y alimentos cultivados en el espacio



Yeast for oils/fats, proteins and vitamins



Cultivos celulares (Upside Foods y Good Meat ), hongos, levaduras...



## Advantages and disadvantages of different production hosts

Host	Pros	Cons
Bacteria	<ul style="list-style-type: none"><li>Simplest genome</li><li>Good molecular tools, plasmids</li><li>Fast growth</li><li>Simple media components</li><li>Scalable</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Mutation rate</li><li>General acceptance</li><li>Lack of post-transcriptional modifications (proteins)</li><li>Down stream processing</li></ul>
Yeast and filamentous fungi	<ul style="list-style-type: none"><li>High product yields</li><li>Robustness</li><li>Scalable, several commercial scale food grade systems operating</li><li>Eukaryotic</li><li>Secretion capacity of proteins</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Strain construction laborious</li><li>Cost of media components</li><li>Possible fungal pathogenicity</li></ul>
Microalgae	<ul style="list-style-type: none"><li>Robustness</li><li>Produce many unique molecules</li><li>Heterotrophic growth</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Poorly characterized organisms</li><li>Fewer molecular tools</li><li>cell wall structure may hinder product recovery</li></ul>

02/05/2023 VTT – beyond the obvious



02/05/2023 VTT – beyond the obvious



media



development

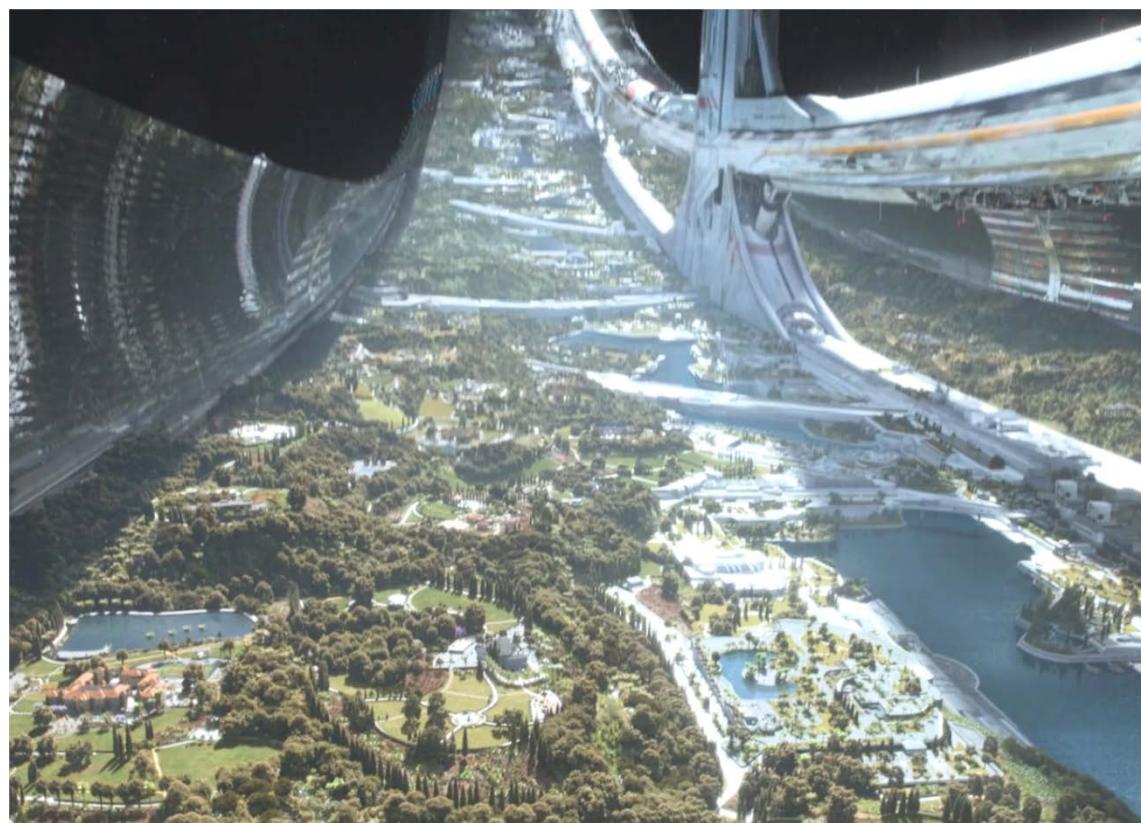


sis

Cultivos celulares (Upside Foods y Good Meat ), hongos, levaduras...

### III. Innovaciones en la alimentación espacial: materias base y alimentos cultivados en el espacio

### III. Innovaciones en la alimentación espacial: materias base y alimentos cultivados en el espacio



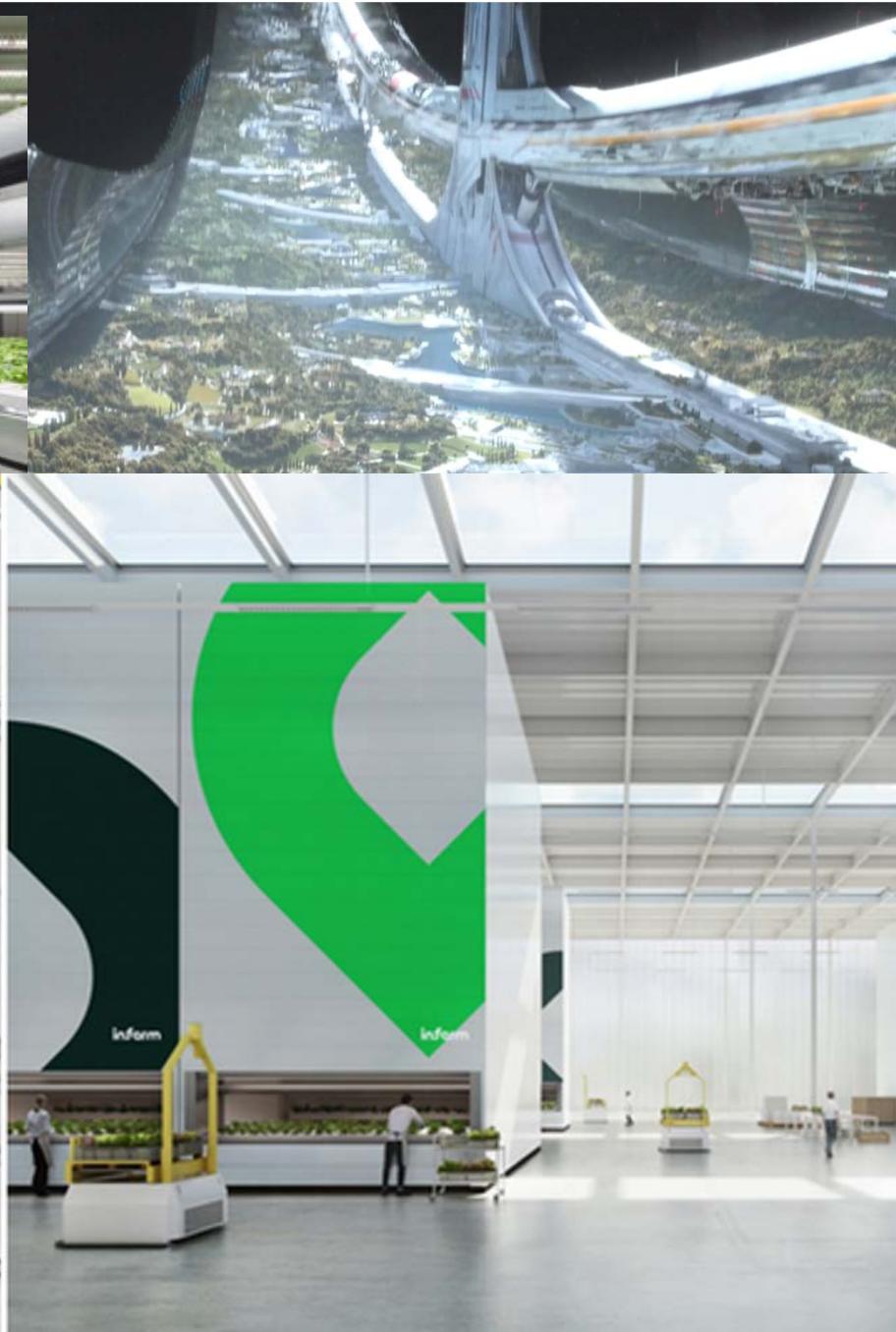
### III. Innovaciones en la alimentación espacial: materias base y alimentos cultivados en el espacio



### III. Innovaciones en la alimentación espacial: materias base y alimentos cultivados en el espacio



### III. Innovaciones en la alimentación espacial: materias base y alimentos cultivados en el espacio



### III. Innovaciones en la alimentación espacial: materias base y alimentos cultivados en el espacio



### III. Innovaciones en la alimentación espacial: materias base y alimentos cultivados en el espacio



Growing towers at Infarm's facility near Bedford

### III. Innovaciones en la alimentación espacial: materias base y alimentos cultivados en el espacio



Growing towers at Infarm's facility near Bedford



Investigaciones de la Estación Espacial Internacional han demostrado que **el cultivo de alimentos no solo es viable en el espacio, sino que estos alimentos ostentan el mismo poder nutricional que los resultantes de los experimentos realizados en la tierra con las mismas condiciones.** AECOC INNOVATION HUB



Investigaciones de la Estación Espacial Internacional han demostrado que **el cultivo de alimentos no solo es viable en el espacio, sino que estos alimentos ostentan el mismo poder nutricional que los resultantes de los experimentos realizados en la tierra con las mismas condiciones.** AECOC INNOVATION HUB

Space environment		Study	Minerals	Average daily intake necessary (mg/day)	Ground control (mg/kg)	On-orbit (mg/kg)	Associated diseases
Low earth orbit	Tiangong II	Shen et al, 2018, Acta Astronautica	Ca	1000	928	642	Hypocalcemia, Osteoporosis, Hypoparathyroidism, Pseudohypoparathyroidism
			Mg	310	365	274	Hypomagnesemia, osteoporosis, Potential contribution to hypertension and cardiovascular diseases. Impaired glucose metabolism, potentially increasing the risk of type 2 diabetes.
			Fe	18	9.3	6.9	Iron deficiency anemia, iron refractory iron deficiency anemia, restless leg syndrome
	ISS veggie	Khodadad et al, 2020, Frontiers in Plant Science	Ca	1000	456	418	Hypocalcemia, Osteoporosis, Hypoparathyroidism, Pseudohypoparathyroidism
			Mg	310	266.3	271.3	Hypomagnesemia, osteoporosis, Potential contribution to hypertension and cardiovascular diseases. Impaired glucose metabolism, potentially increasing the risk of type 2 diabetes.
			Na	1500	189	227	Hyponatremia
			P	700	338.6	368	Hypophosphatemia, Osteocalcin in adults, Potential for anemia and compromised immune function.



Investigaciones de la Estación Espacial Internacional han demostrado que **el cultivo de alimentos no solo es viable en el espacio, sino que estos alimentos ostentan el mismo poder nutricional que los resultantes de los experimentos realizados en la tierra con las mismas condiciones.** AECOC INNOVATION HUB

### DEL POLVO A LA SEMILLA: UNA HISTORIA DEL GARBANZO LUNAR. *bioRxiv*, 2024



Figura 3: El día 13, se observaron tasas de germinación del 100 %. Los experimentos están etiquetados como en la Figura 2. La mezcla para macetas muestra hojas grandes y mayor ramificación, mientras que las plantas en mezclas que simulan el regolito lunar muestran signos de xenomorfismo, con una superficie foliar reducida, una menor cantidad de crecimiento de las hojas y una menor altura de los brotes. Además, los niveles de clorofila son más bajos en LRS100 (amarillamiento de las hojas).



Investigaciones de la Estación Espacial Internacional han demostrado que **el cultivo de alimentos no solo es viable en el espacio, sino que estos alimentos ostentan el mismo poder nutricional que los resultantes de los experimentos realizados en la tierra con las mismas condiciones.** AECOC INNOVATION HUB

### DEL POLVO A LA SEMILLA: UNA HISTORIA DEL GARBANZO LUNAR. *bioRxiv*, 2024

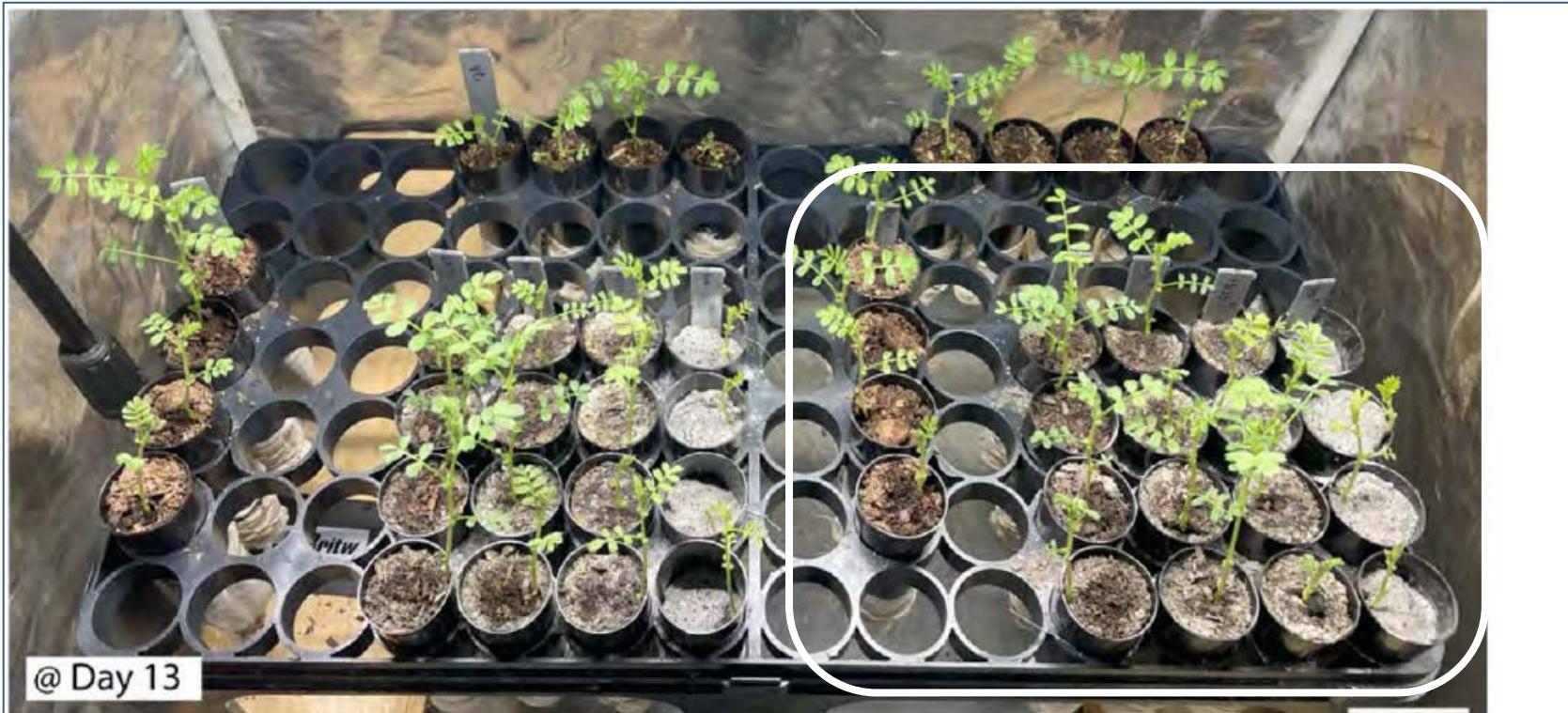
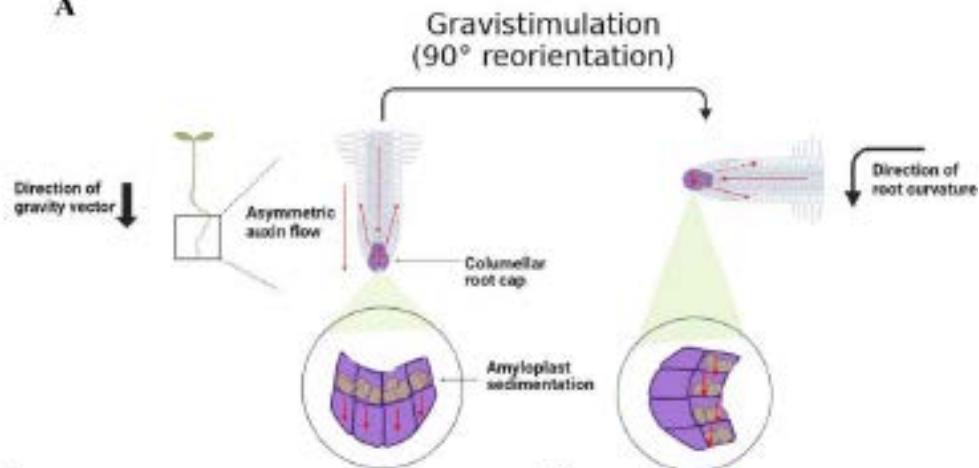


Figura 3: El día 13, se observaron tasas de germinación del 100 %. Los experimentos están etiquetados como en la Figura 2. La mezcla para macetas muestra hojas grandes y mayor ramificación, mientras que las plantas en mezclas que simulan el regolito lunar muestran signos de xenomorfismo, con una superficie foliar reducida, una menor cantidad de crecimiento de las hojas y una menor altura de los brotes. Además, los niveles de clorofila son más bajos en LRS100 (amarillamiento de las hojas).

A



C

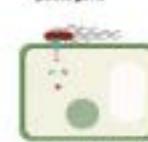
Normal Gravity      Microgravity



Stomatal entry by human bacterial pathogens



Infection of roots by human bacterial pathogens



Human bacterial pathogens suppress plant immunity using T2SS effectors



Plant infection by fungal pathogens

Currently unknown

Currently unknown

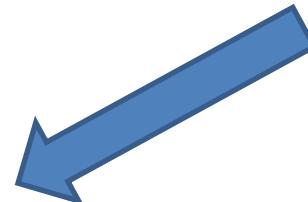
Currently unknown

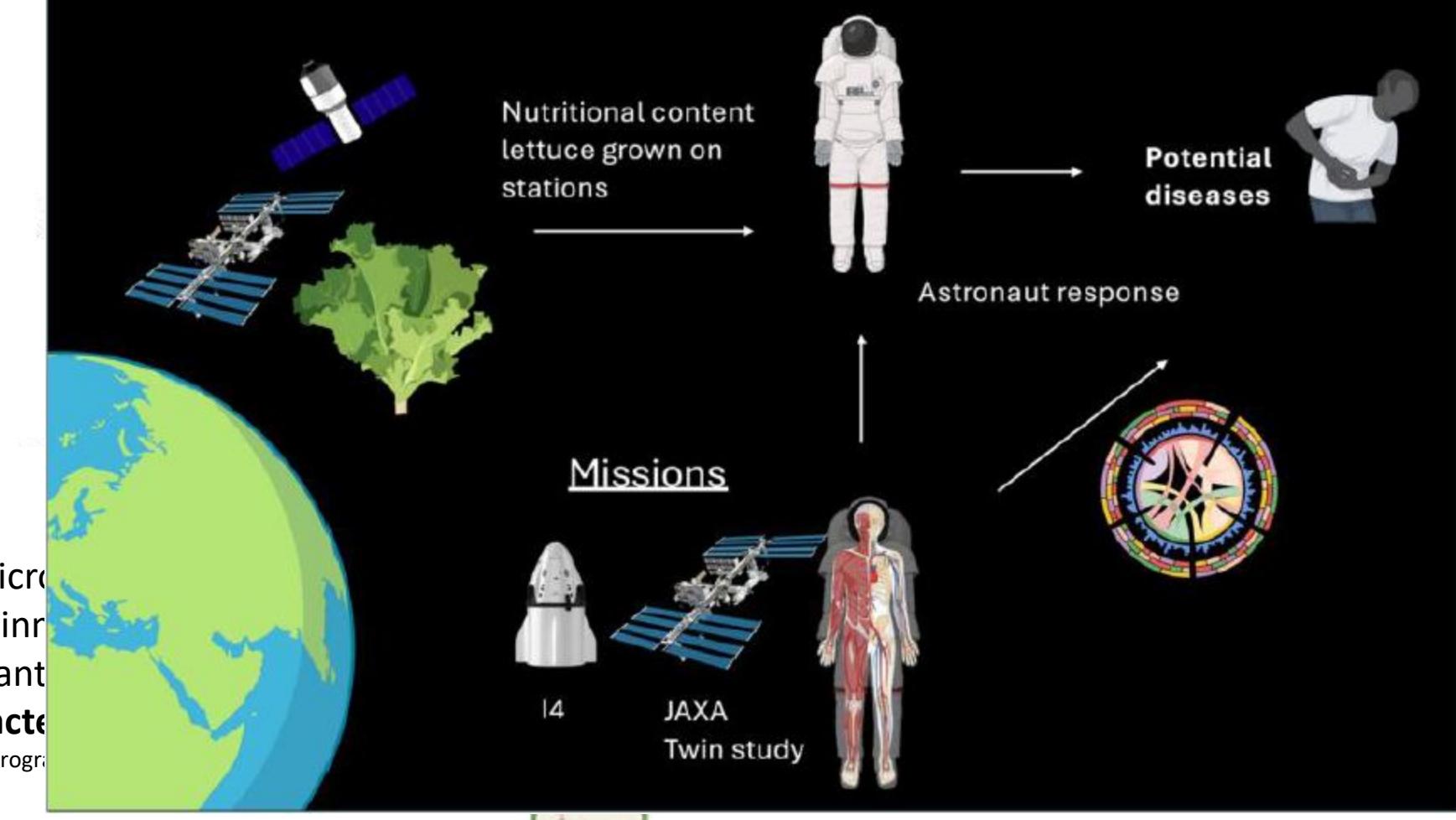
Increased susceptibility to fungal pathogens

Microgravedad y evasión de la inmunidad innata de las plantas por **patógenos bacterianos humanos**.

Microgravedad (2023)

Los estudios demuestran una mayor susceptibilidad a los patógenos fúngicos en microgravedad





Marco conceptual de las deficiencias nutricionales inducidas por el espacio y su posible impacto en la salud de los astronautas. Modelo representativo que destaca la calidad nutricional de los cultivos en órbita terrestre baja (LEO) y los efectos fisiológicos de dichas deficiencias en los astronautas durante diversas misiones, que pueden verse exacerbadas por alteraciones en la expresión genética y potencialmente derivar en el desarrollo de enfermedades.

### III. Innovaciones en la Alimentación Espacial: Tecnologías de impresión 3D de alimentos

### III. Innovaciones en la Alimentación Espacial: Tecnologías de impresión 3D de alimentos

La impresión tridimensional constituye una nueva tecnología de procesamiento en la industria alimentaria. La libertad de diseño permite al usuario fabricar productos alimenticios novedosos con formas intrincadas digitalizadas, **texturas** novedosas y alto **valor nutricional** mediante la combinación de **diferentes ingredientes** alimentarios y metodologías de impresión.

### III. Innovaciones en la Alimentación Espacial: Tecnologías de impresión 3D de alimentos

La impresión tridimensional constituye una nueva tecnología de procesamiento en la industria alimentaria. La libertad de diseño permite al usuario fabricar productos alimenticios novedosos con formas intrincadas digitalizadas, **texturas** novedosas y alto **valor nutricional** mediante la combinación de **diferentes ingredientes** alimentarios y metodologías de impresión.

Impacto de la alimentación en la salud mental de los astronautas

### III. Innovaciones en la Alimentación Espacial: Tecnologías de impresión 3D de alimentos



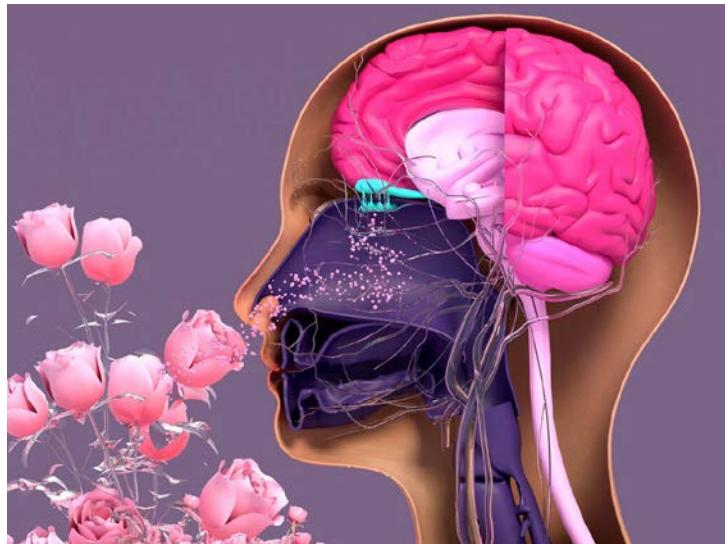


Foto: iStock.

El 75% de lo que consideramos sabor, es en realidad olor

## LA PERCEPCIÓN DEL OLOR

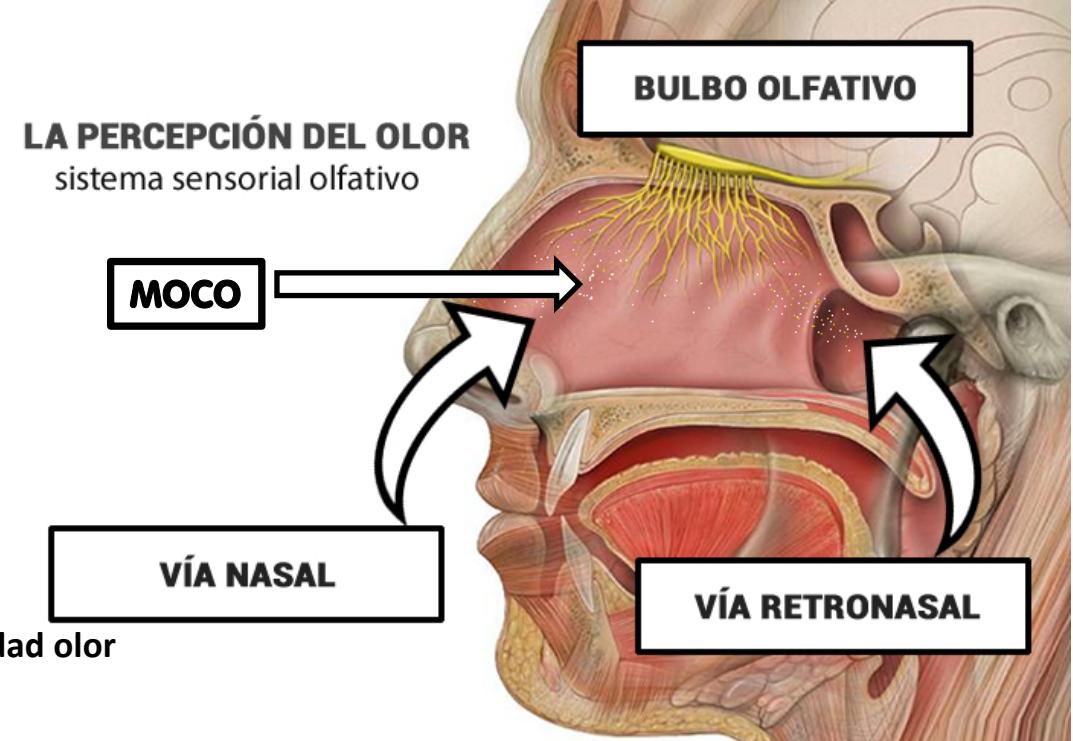
sistema sensorial olfativo

**MOCO**

**BULBO OLFACTIVO**

**VÍA NASAL**

**VÍA RETRONASAL**



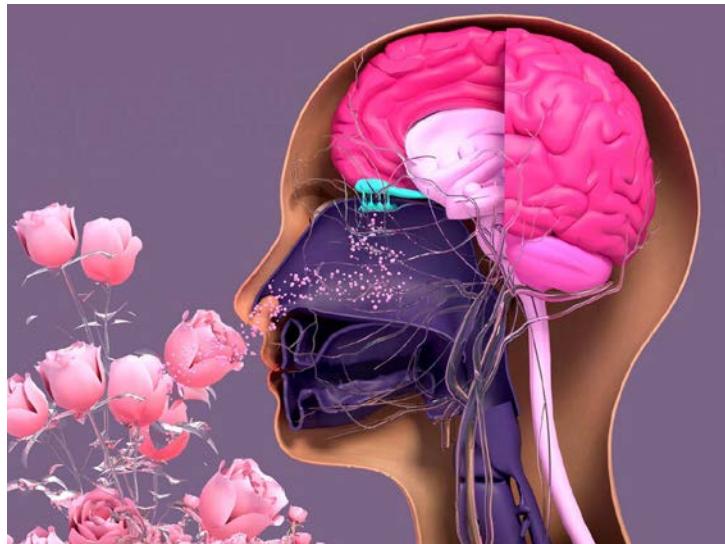
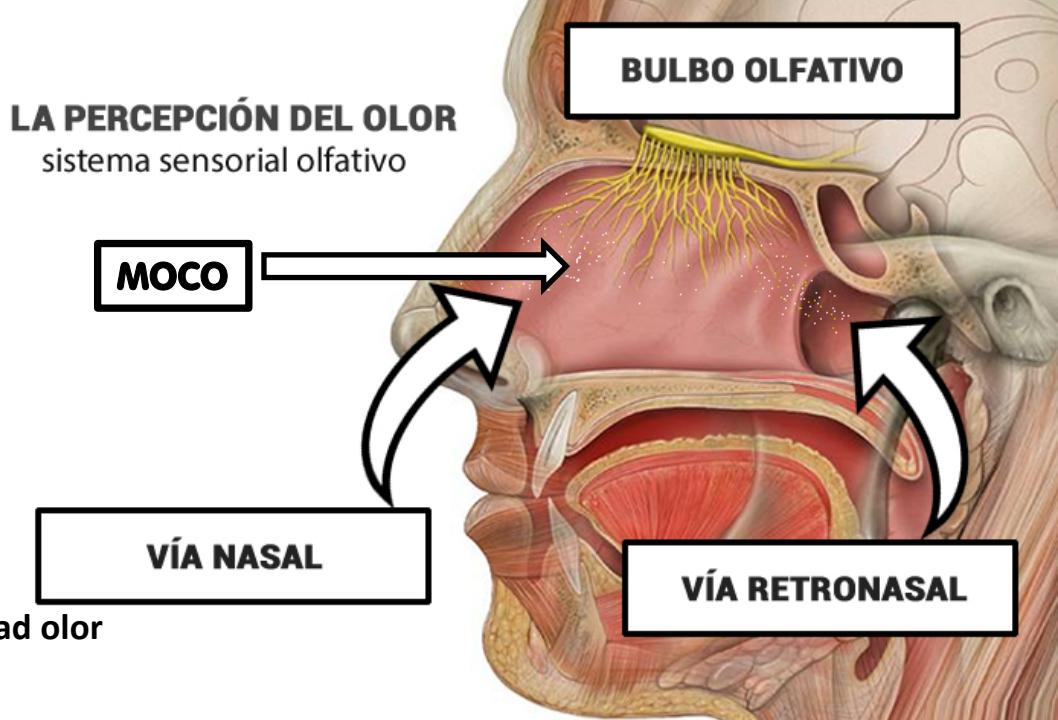


Foto: iStock.

El 75% de lo que consideramos sabor, es en realidad olor



## Percepción de olores en naves espaciales

Revista internacional de ciencia y tecnología de los alimentos 2024, 59

El estudio demuestra en los individuos una variación en la percepción olfativa en VR, Con el potencial de soledad en un entorno espacial aislado.

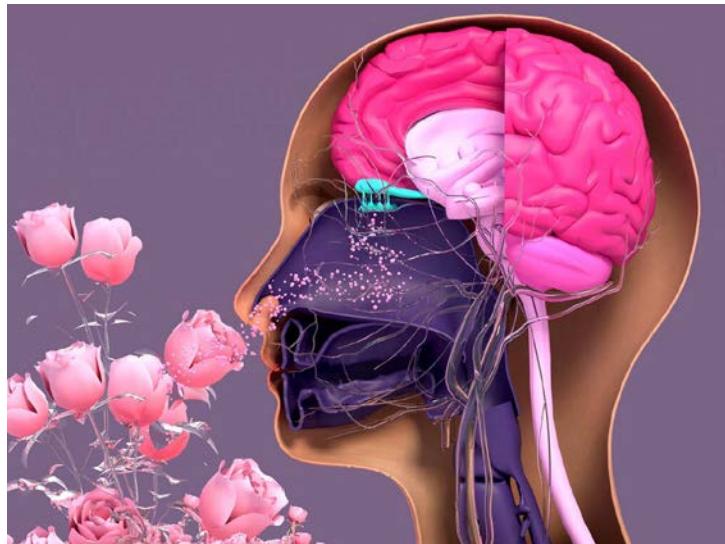
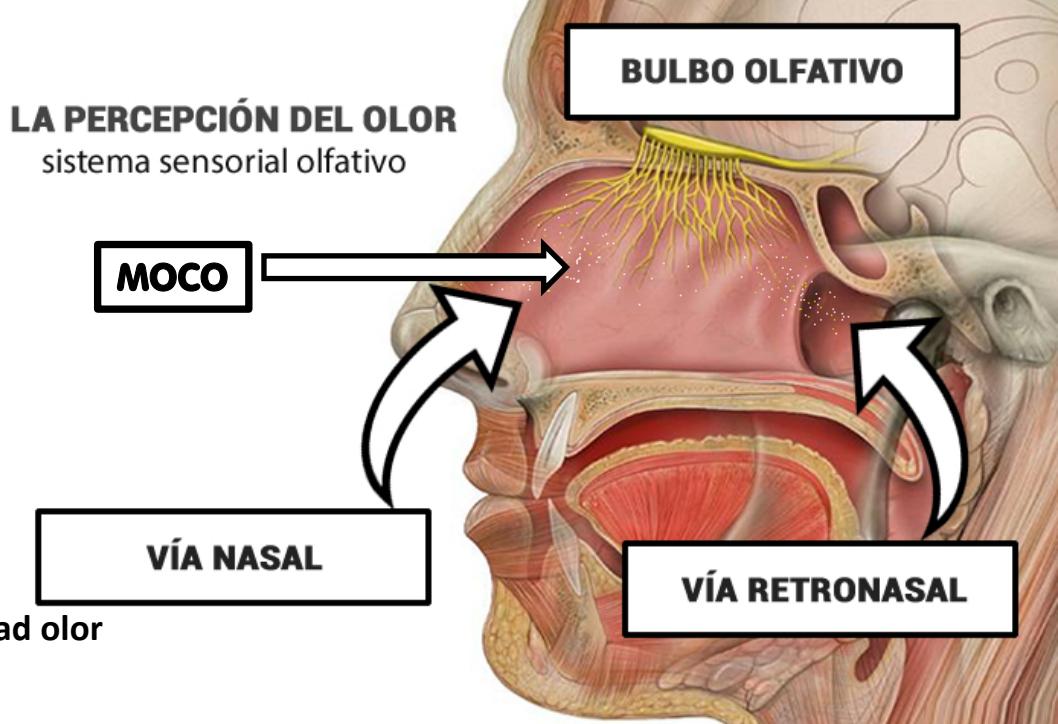


Foto: iStock.

El 75% de lo que consideramos sabor, es en realidad olor



## Percepción de olores en naves espaciales

Revista internacional de ciencia y tecnología de los alimentos 2024, 59

El estudio demuestra en los individuos una variación en la percepción olfativa en VR, Con el potencial de soledad en un entorno espacial aislado.

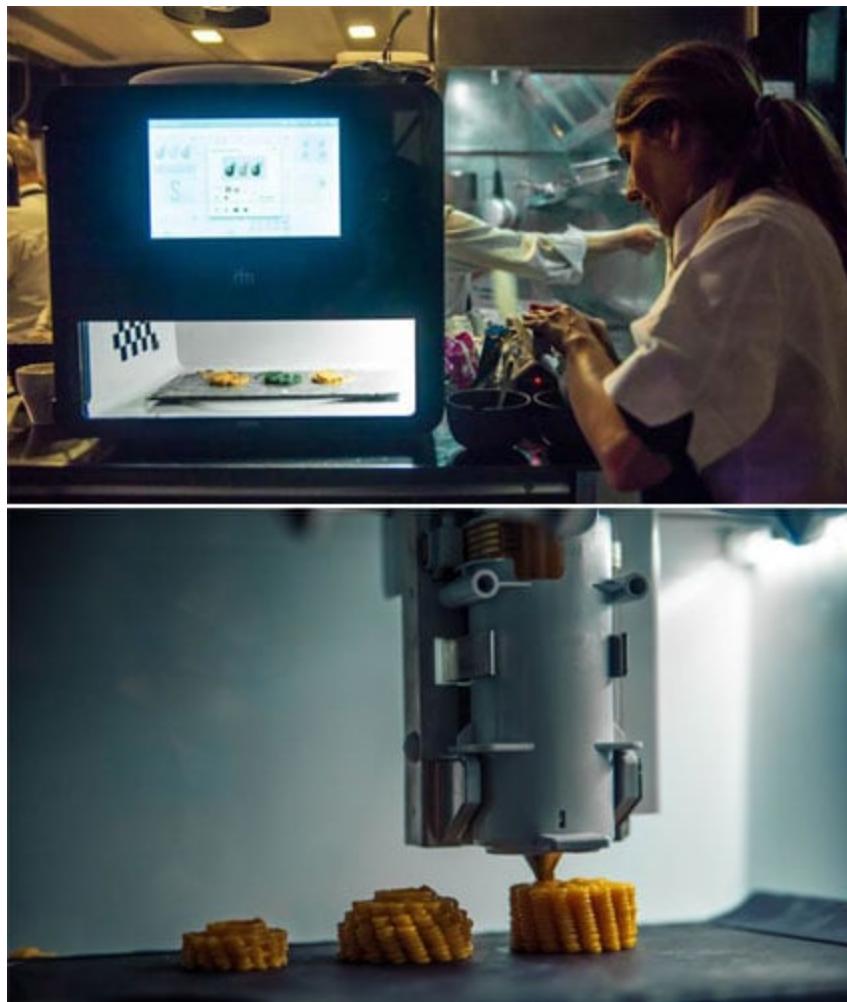
Percepción de odorizantes en microgravedad  
Sistemas de ultrafiltración  
Alteración de las condiciones en las vías nasales

### III. Innovaciones en la Alimentación Espacial: Tecnologías de impresión 3D de alimentos

### III. Innovaciones en la Alimentación Espacial: Tecnologías de impresión 3D de alimentos

Impresión 3D basada en extrusión

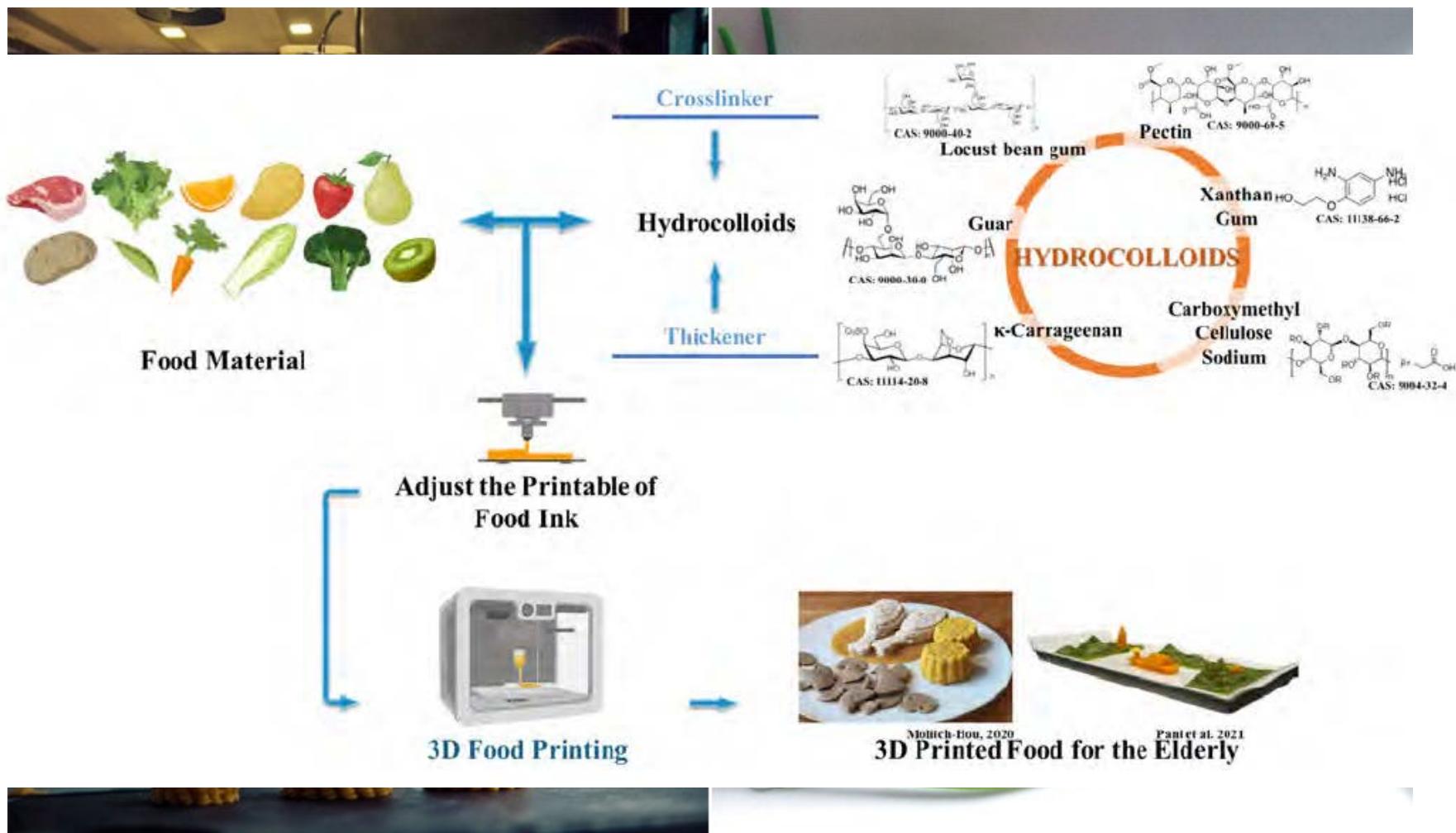
### III. Innovaciones en la Alimentación Espacial: Tecnologías de impresión 3D de alimentos



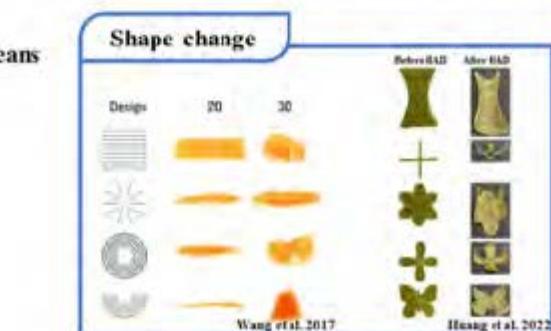
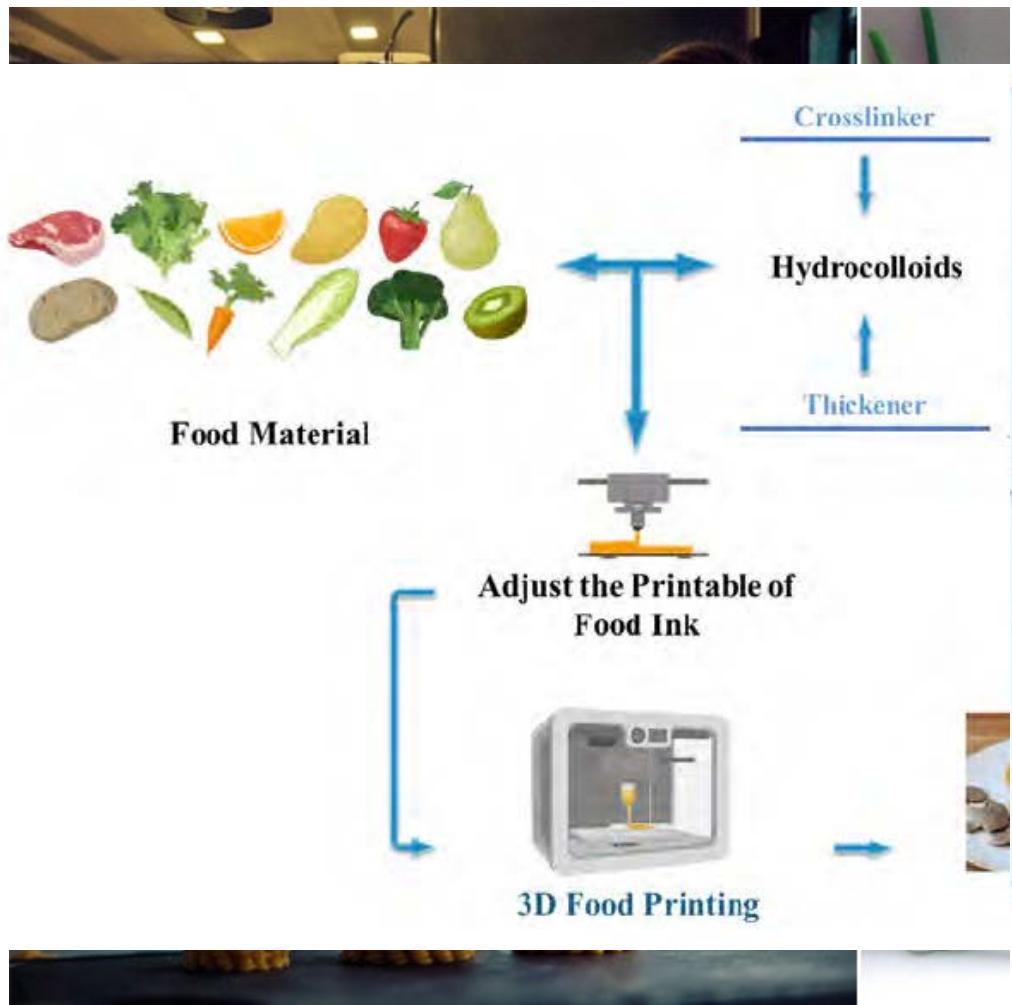
### III. Innovaciones en la Alimentación Espacial: Tecnologías de impresión 3D de alimentos



### III. Innovaciones en la Alimentación Espacial: Tecnologías de impresión 3D de alimentos



### III. Innovaciones en la Alimentación Espacial: Tecnologías de impresión 3D de alimentos



### III. Innovaciones en la Alimentación Espacial: Tecnologías de impresión 3D de alimentos

Color Change



**Table 1.** Protein supplement of 3D food printing from various sources.

Source	Food Base	Physical Properties	3D Printable	Reference
Egg white protein	A complex system containing egg white protein, gelatin, cornstarch, and sucrose	The heat-induced egg white gel, gelatin, and gelatinized starch cross-linked complex gel network had excellent shape-retention properties.		[39]
Plant-based protein: pea protein	Fruit-banana matrix	The incorporation of pea protein isolate increased the entanglement between the banana matrix and the protein, increased the storage modulus and adhesion force, and improved the tailing effect of ink.	 PPI 0% PPI 5% PPI 10% PPI 15% PPI 20%	[41]
Plant-based protein: peanut protein	Fruit and vegetable powder	The rheological properties and taste of the peanut protein and fruit/vegetable 3D-printing ink and product were better than those of other normal proteins, such as whey protein isolate, pea protein, casein, and wheat hydrolyzed protein.	 Hawthorn Powder Lemon Powder Purple Sweet Potato Powder Potato Powder Spinach Powder	[42]
Plant-based protein: faba bean protein	-	The protein, starch, and fiber mixture of faba bean was a nutritious 3D-printing ink. The protein-rich printed products became clayey after chewing by the tasters.	 Honeycomb Grid Fiber-rich Starch-rich Protein-rich Protein- & starch-rich	[43]



### III. Innovaciones en la Alimentación Espacial: Tecnologías de impresión 3D de alimentos

Color Change



**Table 1.** Protein supplement of 3D food printing from various sources.

Source	Food Base	Physical Properties	3D Printable	Reference
Egg white protein	A complex system containing egg white protein, gelatin, cornstarch, and sucrose	The heat-induced cross-linked structure provides shape-retention		[39]
Plant-based protein: pea protein	Fruit-banana matrix	The incorporation of pea protein between the banana matrix provides a modulus and strength		[41]
Plant-based protein: peanut protein	Fruit and vegetable powder	The rheological properties of the fruit/vegetable powder are similar to other normal proteins, such as casein, and wheat protein		[42]
Plant-based protein: faba bean protein	-	The protein, starch, and fiber mixture of faba bean was a nutritious 3D-printing ink. The protein-rich printed products became clayey after chewing by the tasters.		[43]



### III. Innovaciones en la Alimentación Espacial: Tecnologías de impresión 3D de alimentos

Color Change



**Table 1.** Protein supplement of 3D food printing from various sources.

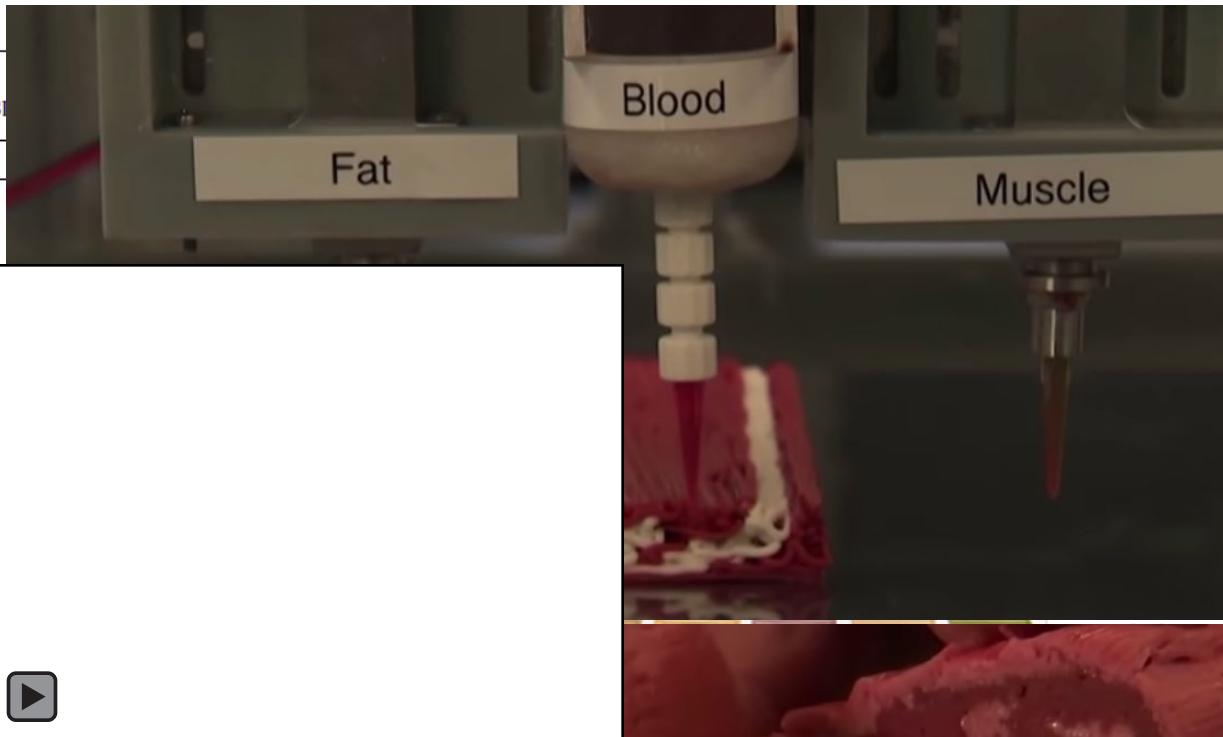
Source	Food Base	Physical Properties	3D Printable	Reference
Egg white protein	A complex system containing egg white protein, gelatin, cornstarch, and sucrose	The heat-induced cross-linked structure provides shape-retention		[39]
Plant-based protein: pea protein	Fruit-banana matrix	The incorporation of pea protein between the banana matrix provides a modulus and strength		[41]
		The rheological properties of the food base		[42]
				[43]

### III. Innovaciones en la Alimentación Espacial: Tecnologías de impresión 3D de alimentos

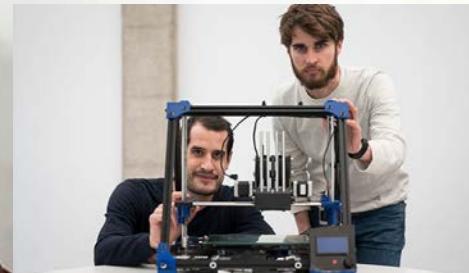
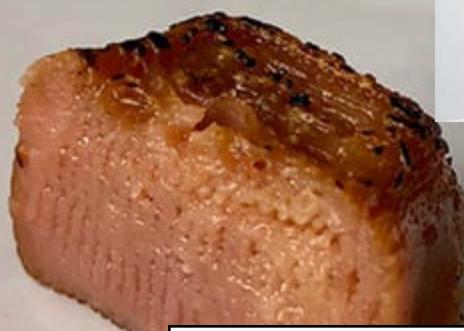
Foods 2023, 12, 1842

**Table 1.** Protein supplement of 3D-printed meat.

Source	Food Base	
Egg white protein	A complex system containing egg white protein, gelatin, cornstarch, and sucrose	The heat-induced cross-linked collagen provides shape-retention
Plant-based protein: pea protein	Fruit-banana matrix	The incorporation of plant-based protein between the banana matrix provides a modulus and a texture similar to meat

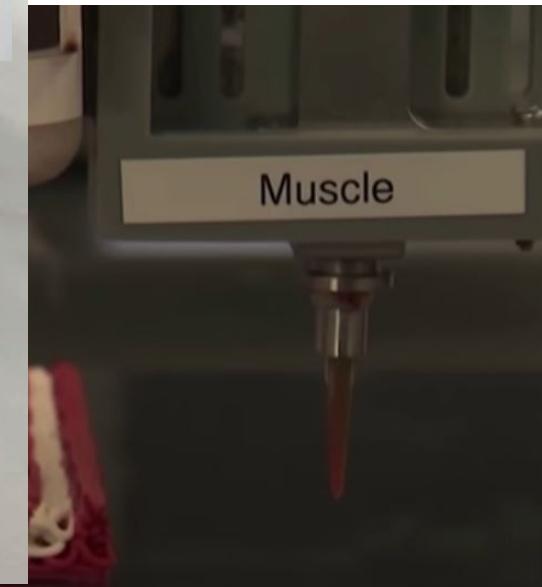


La pieza de cerdo  
impresa en 3D. El  
principal desafío es  
reproducir la  
textura de la carne  
| Créditos: Nova  
Meat



ón 3D de alimentos

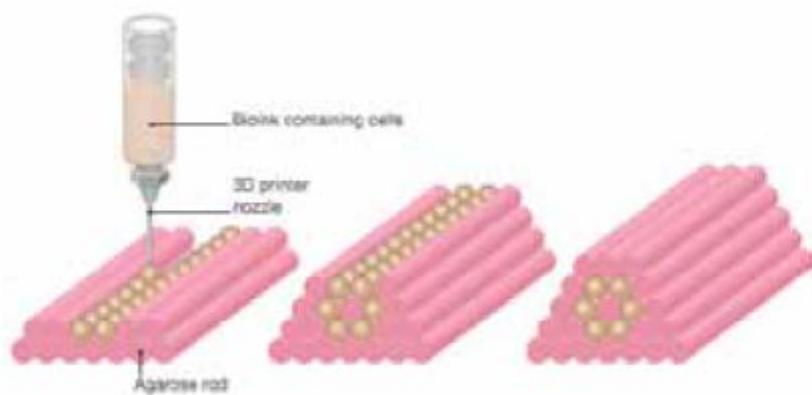
Color Change



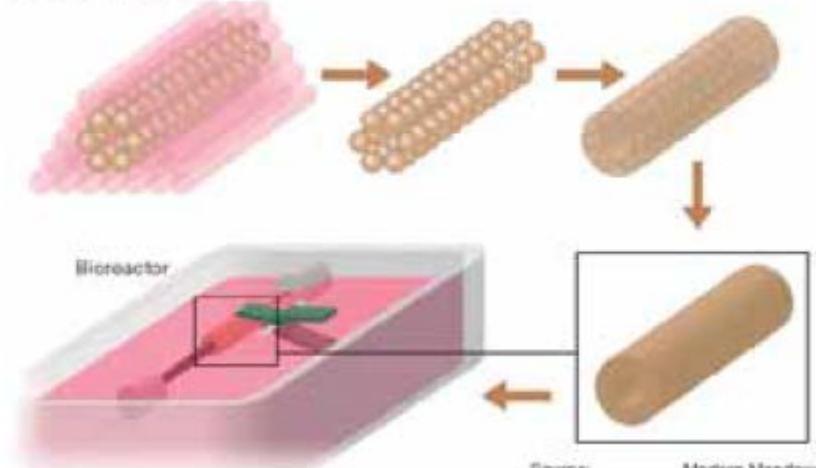
### III. Innovaciones en la Alimentación Espacial: Tecnologías de impresión 3D de alimentos

- ▼ Modern Meadow. Cómo funciona la bioimpresión. Izquierda: Cómo funciona la bioimpresión. Se imprime la biotinta, que contiene varios tipos de célula, en moldes hechos de gel de agarosa. Derecha: Al cabo de unos días, la biotinta se fusiona y se retira el soporte de agarosa. El tejido se introduce en un biorreactor y se aplica estimulación de baja frecuencia para hacer madurar las fibras musculares.

How bioprinting works



How bioprinting works



Source: Modern Meadow

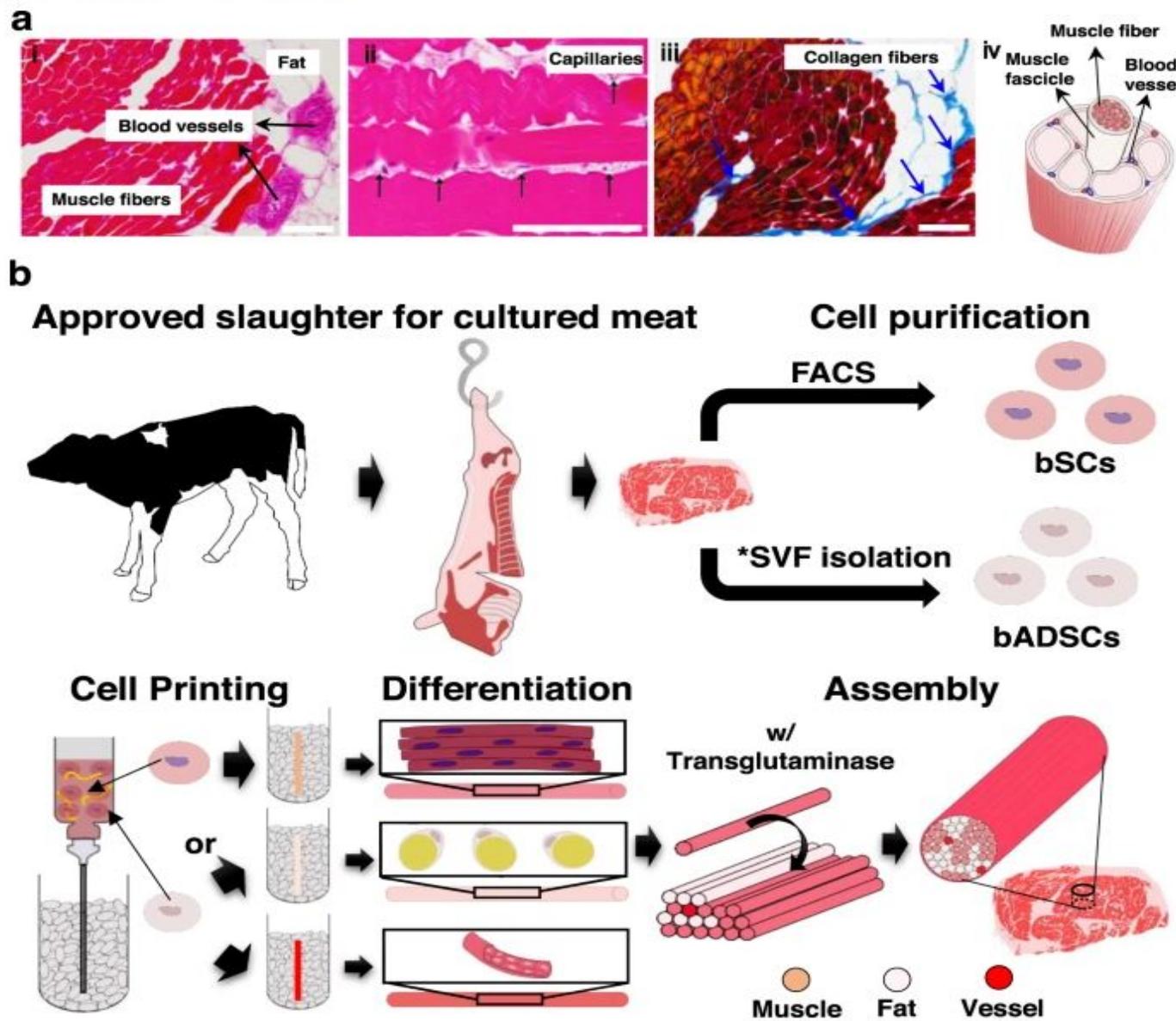
Pearse, D. «Transforming Mealtimes with 3D-Printed Food» [en línea], *Horizon. The EU Research & Innovation Magazine*, 2014. [Consulta: 8 gener 2015] Disponible a: [http://horizon-magazine.eu/article/transformingmealtimes-3d-printed-food\\_en.html](http://horizon-magazine.eu/article/transformingmealtimes-3d-printed-food_en.html)

### III. Innovaciones en la Alimentación Espacial: Tecnologías de impresión 3D de alimentos

**Esquema de carne de carne de res Wagyu estructurada por la tecnología kintaro-ame de impresión de 3D: Universidad de Osaka**

### III. Innovaciones en la Alimentación Espacial: Tecnologías de impresión 3D de alimentos

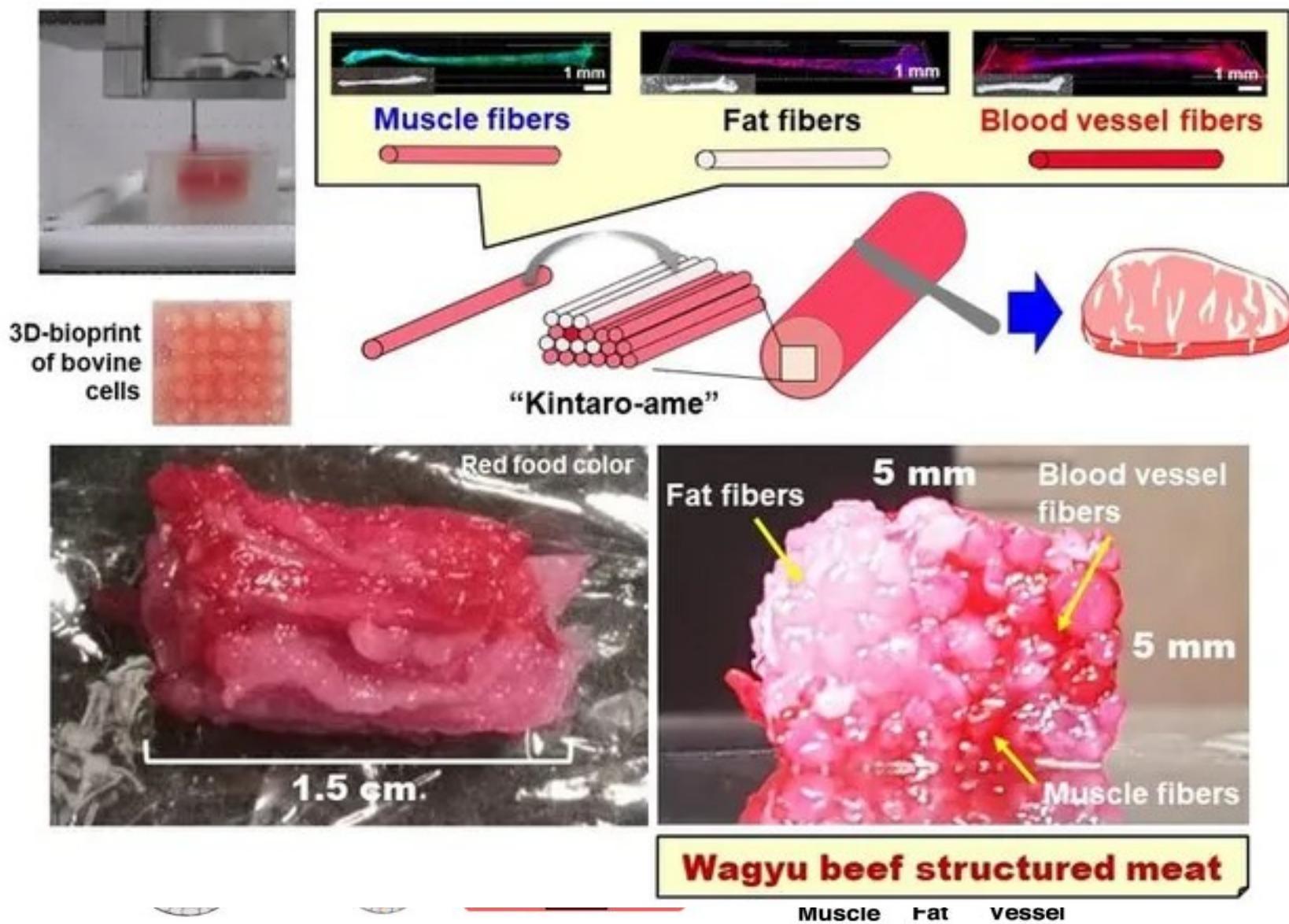
**Fig. 1: Overview of the work.**



Esquema de carne de carne de res Wagyu estructurada por la tecnología kintaro-ame de impresión de 3D: Universidad de Osaka

### III. Innovaciones en la Alimentación Espacial: Tecnologías de impresión 3D de alimentos

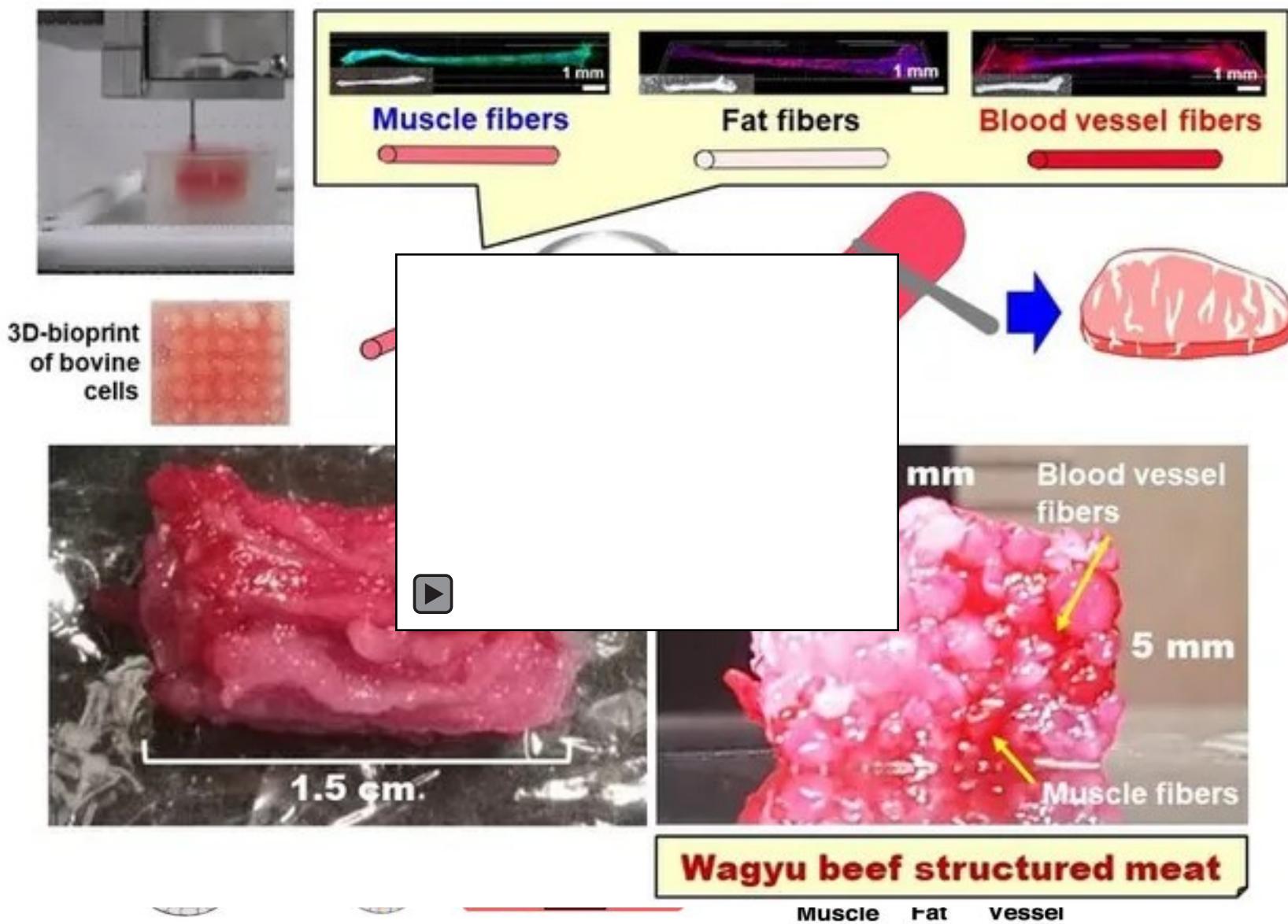
**Fig. 1: Overview of the work.**



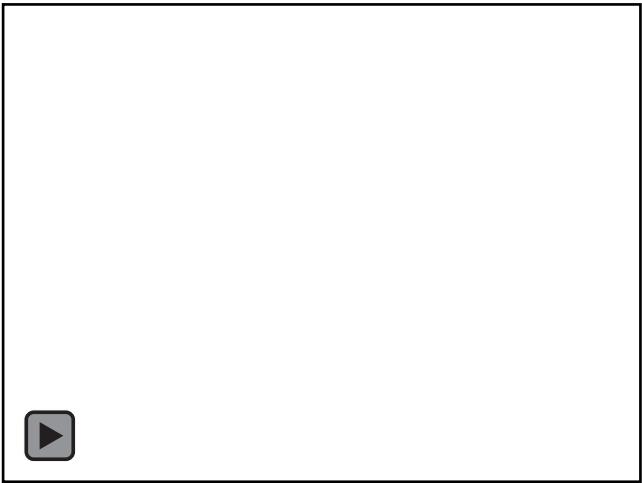
Esquema de carne de carne de res Wagyu estructurada por la tecnología kintaro-ame de impresión de 3D: Universidad de Osaka

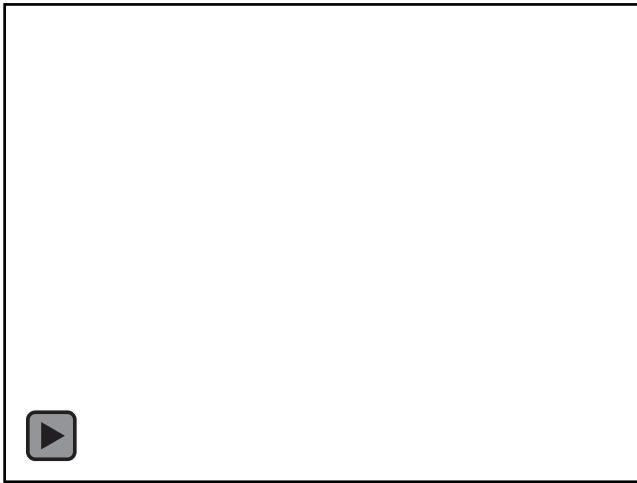
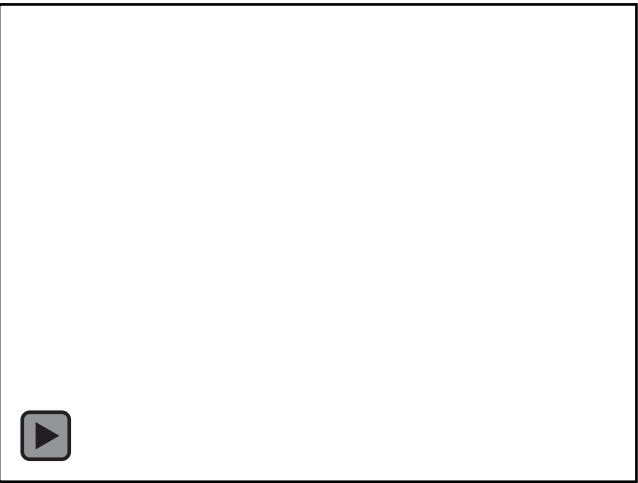
### III. Innovaciones en la Alimentación Espacial: Tecnologías de impresión 3D de alimentos

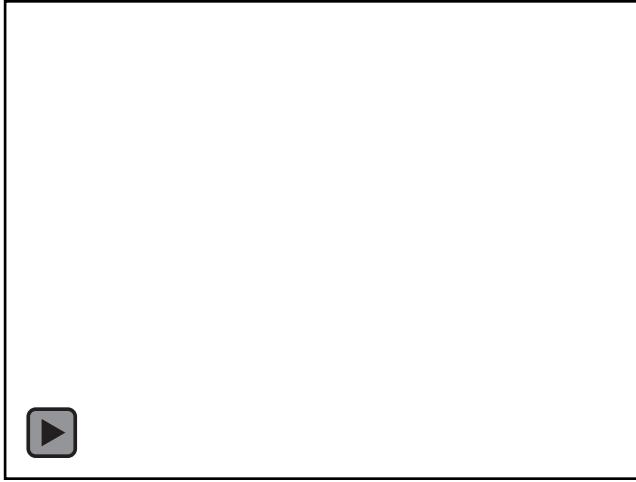
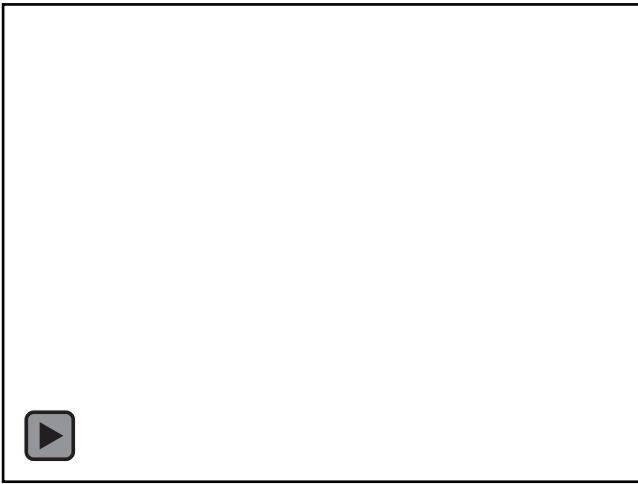
**Fig. 1: Overview of the work.**



Esquema de carne de carne de res Wagyu estructurada por la tecnología kintaro-ame de impresión de 3D: Universidad de Osaka







### III. Innovaciones en la Alimentación: Espacial Impacto de la alimentación en la salud mental de los astronautas

#### **Nutrición y salud mental:**

### III. Innovaciones en la Alimentación: Espacial Impacto de la alimentación en la salud mental de los astronautas

#### **Nutrición y salud mental:**

##### **1. Equilibrio de nutrientes**

### III. Innovaciones en la Alimentación: Espacial Impacto de la alimentación en la salud mental de los astronautas

#### **Nutrición y salud mental:**

##### **1. Equilibrio de nutrientes**

##### **2. Regulación del estado de ánimo:**

**Serotonina:** La dieta influye en la producción de neurotransmisores como la serotonina, que afecta el estado de ánimo y la sensación de bienestar.

### III. Innovaciones en la Alimentación: Espacial Impacto de la alimentación en la salud mental de los astronautas

#### **Nutrición y salud mental:**

##### **1. Equilibrio de nutrientes**

##### **2. Regulación del estado de ánimo:**

**Serotonina:** La dieta influye en la producción de neurotransmisores como la serotonina, que afecta el estado de ánimo y la sensación de bienestar.

##### **3. Impacto psicológico:** Variedad y calidad de alimentos

### III. Innovaciones en la Alimentación: Espacial Impacto de la alimentación en la salud mental de los astronautas

#### Nutrición y salud mental:

- 1 Frutas frescas enteras y otros alimentos flotan alrededor del astronauta de la NASA Chris Cassidy. Crédito de la imagen: NASA



### III. Innovaciones en la Alimentación: Espacial Impacto de la alimentación en la salud mental de los astronautas

#### **Nutrición y salud mental:**

##### **1. Equilibrio de nutrientes**

##### **2. Regulación del estado de ánimo:**

**Serotonina:** La dieta influye en la producción de neurotransmisores como la serotonina, que afecta el estado de ánimo y la sensación de bienestar.

##### **3. Impacto psicológico:** Variedad y calidad de alimentos

##### **4. Rendimiento cognitivo:** Función cerebral

### III. Innovaciones en la Alimentación: Espacial Impacto de la alimentación en la salud mental de los astronautas

El astronauta de la NASA e ingeniero de vuelo de la Expedición 68, Frank Rubio, observa el comportamiento de una burbuja de agua que flota libremente dentro del módulo del laboratorio Kibo en la Estación Espacial Internacional. Crédito de la imagen: NASA

como la  
ar.



### III. Innovaciones en la Alimentación: Espacial Impacto de la alimentación en la salud mental de los astronautas

#### **Nutrición y salud mental:**

##### **1. Equilibrio de nutrientes**

##### **2. Regulación del estado de ánimo:**

**Serotonina:** La dieta influye en la producción de neurotransmisores como la serotonina, que afecta el estado de ánimo y la sensación de bienestar.

##### **3. Impacto psicológico:** Variedad y calidad de alimentos

##### **4. Rendimiento cognitivo:** Función cerebral

*La comida puede ser un aspecto reconfortante y socialmente significativo para los astronautas, especialmente en contextos de aislamiento.*

### III. Innovaciones en la Alimentación: Espacial Impacto de la alimentación en la salud mental de los astronautas

#### Nutrición y salud mental:

##### 1. Equilibrio de nutrientes

##### 2. Regulación del

Serotonina: La dieta

serotonina, que afe

##### 3. Impacto psicoló

##### 4. Rendimiento co

*La comida puede  
astra*



El astronauta de la NASA e ingeniero de vuelo de la Expedición 65, Victor Glover, prepara su comida mientras celebra su cumpleaños a bordo de la estación espacial. Crédito de la imagen: NASA

A 3D rendering of a robotic arm, specifically a gripper, interacting with a tissue-like environment. The gripper is shown in a closed position, ready to grasp a small, green, irregularly shaped object. The background consists of a dense layer of reddish-brown, rounded cells, possibly representing muscle tissue or a similar biological material. Scattered throughout this tissue are numerous small, green, rod-like structures, which could be bacteria, viruses, or other cellular components. The lighting is soft, creating a sense of depth and highlighting the textures of the cells and the metallic surfaces of the robot.

#### IV. Otros desafíos a tener en cuenta

## IV. Otros desafíos a tener en cuenta

### La microbiota



#### IV. Otros desafíos a tener en cuenta

##### La microbiota



La investigación sobre la microbiota en el espacio es crucial para comprender cómo la vida humana y animal pueden adaptarse y mantenerse saludable durante misiones prolongadas en el espacio o en bases permanentes.

#### IV. Otros desafíos a tener en cuenta

##### La microbiota



La investigación sobre la microbiota en el espacio es crucial para comprender cómo la vida humana y animal pueden adaptarse y mantenerse saludable durante misiones prolongadas en el espacio o en bases permanentes.

Comprender cómo la microbiota se ve afectada por el entorno espacial puede proporcionar información valiosa sobre cómo mantener la salud microbiótica en situaciones extremas, así como desarrollar estrategias para mejorar la salud gastrointestinal y la inmunidad en general.

#### IV. Otros desafíos a tener en cuenta

#### IV. Otros desafíos a tener en cuenta

Desarrollo de Estrategias de Contingencia:

#### IV. Otros desafíos a tener en cuenta

# Plan de Contingencias



Desarrollo de Estrategias de Contingencia:

#### IV. Otros desafíos a tener en cuenta

# Plan de Contingencias



#### Desarrollo de Estrategias de Contingencia:

- Las misiones de colonización deben contar con planes de contingencia sólidos en caso de fallos en el suministro de alimentos. Esto podría incluir la capacidad de realizar misiones de reaprovisionamiento desde la Tierra o la producción de alimentos de emergencia en la estación. Almacenes orbitales.

#### IV. Otros desafíos a tener en cuenta



#### Desarrollo de Estrategias de Contingencia:

- Las misiones de colonización deben contar con planes de contingencia sólidos en caso de fallos en el suministro de alimentos. Esto podría incluir la capacidad de realizar misiones de reaprovisionamiento desde la Tierra o la producción de alimentos de emergencia en la estación. Almacenes orbitales.

#### IV. Otros desafíos a tener en cuenta



##### Desarrollo de Estrategias de Contingencia:

- Las misiones de colonización deben contar con planes de contingencia sólidos en caso de fallos en el suministro de alimentos. Esto podría incluir la capacidad de realizar misiones de reaprovisionamiento desde la Tierra o la producción de alimentos de emergencia en la estación. Almacenes orbitales.
- Los sistemas de soporte vital, como la purificación del agua y la gestión de residuos, también están estrechamente relacionados con la seguridad alimentaria y deben tenerse en cuenta.

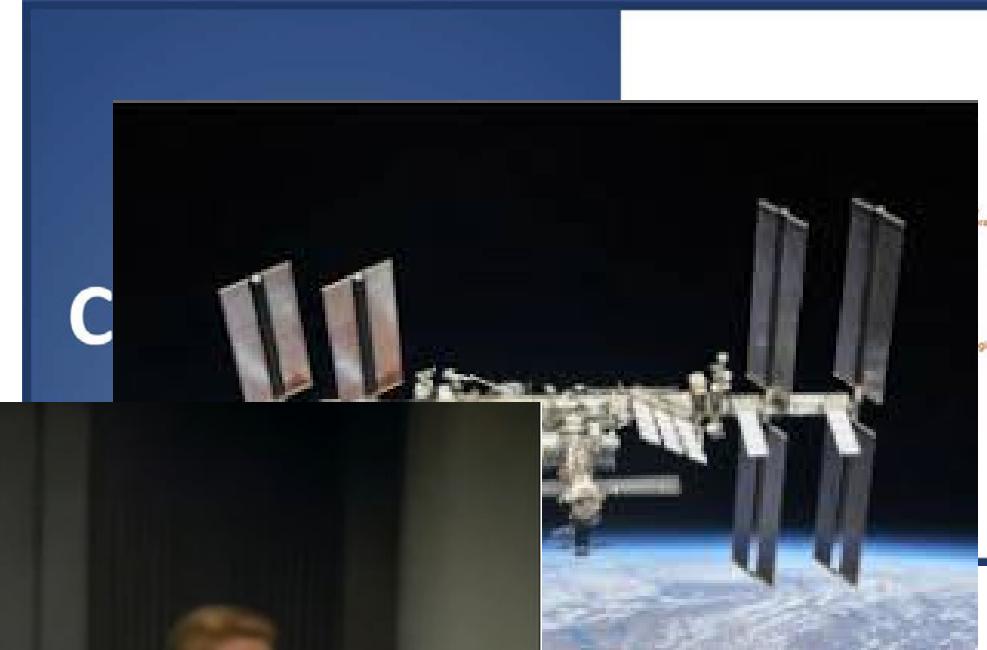
#### IV. Otros desafíos a tener en cuenta



##### Desarrollo de Estrategias de Contingencia:

- Las misiones de colonización deben contar con planes de contingencia sólidos en caso de fallos en el suministro de alimentos. Esto podría incluir la capacidad de realizar misiones de reaprovisionamiento desde la Tierra o la producción de alimentos de emergencia en la estación. Almacenes orbitales.
- Los sistemas de soporte vital, como la purificación del agua y la gestión de residuos, también están estrechamente relacionados con la seguridad alimentaria y deben tenerse en cuenta.
- Es importante tener en cuenta que la seguridad alimentaria como factor crítico en una estación lunar. Se requeriría un seguimiento regular de la calidad de los alimentos.

#### IV. Otros desafíos a tener en cuenta



a sólidos en caso  
e realizar misiones  
emergencia en la

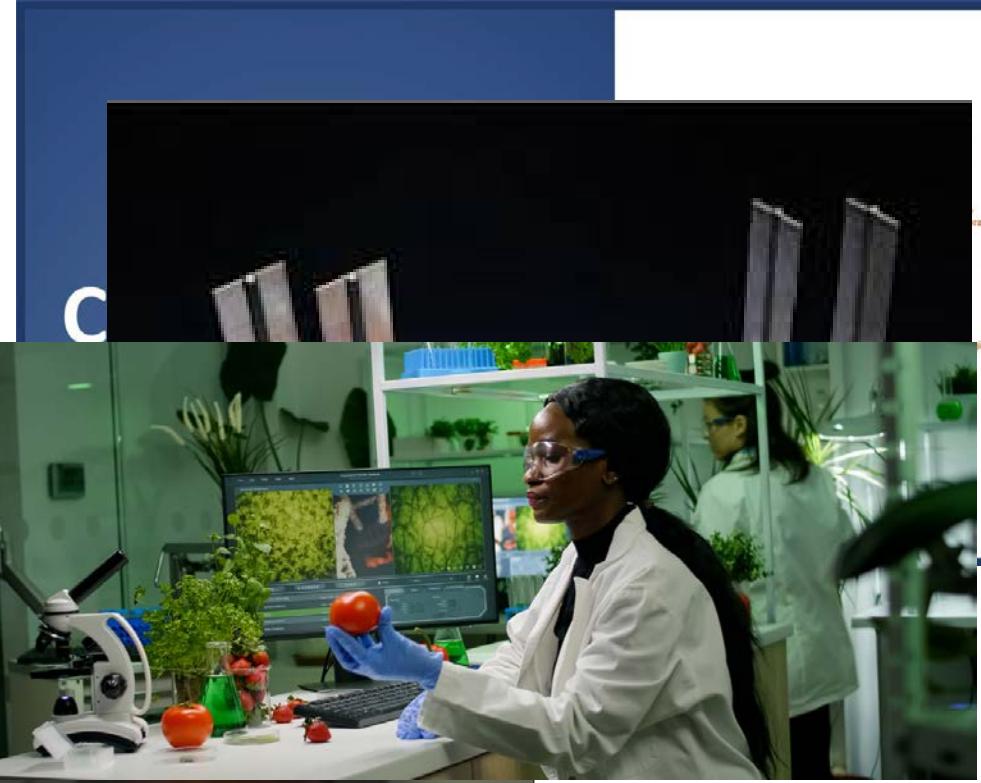
n de residuos,  
y deben tenerse

cor crítico en una  
estación lunar. Se requeriría un seguimiento regular de la calidad de los alimentos.

#### IV. Otros desafíos a tener en cuenta



estación lunar. Se requeriría un seguimiento regular de la calidad de los alimentos.



a sólidos en caso de realizar misiones de emergencia en la

n de residuos, y deben tenerse

tor crítico en una

La alimentación desempeña un papel crítico en la viabilidad y el éxito de las misiones espaciales futuras.

La investigación continua en tecnologías de producción de alimentos espaciales y la innovación en sistemas de soporte vital son fundamentales para hacer realidad la exploración y la colonización del espacio.

# Los astronautas necesitan al menos 3,500 calorías al dia



# Los astronautas necesitan al menos 3,500 calorías al dia



# Estrategias para la alimentación y nutrición en misiones espaciales

Muchas gracias