



Tecnologías para la Industria Alimentaria – Legumbres. Industrialización y alternativas de consumo



Ministerio
de Economía
República Argentina

Secretaría de Agricultura,
Ganadería y Pesca

Legumbres. Industrialización y alternativas de consumo

La integración de tecnología en la industria alimentaria es fundamental para aumentar la competitividad, optimizar procesos, reducir costos y garantizar productos de alta calidad. Por este motivo, desde la Dirección Nacional de Alimentos y Desarrollo Regional hemos elaborado esta ficha, que ofrece un análisis integral sobre el uso, la disponibilidad, las consideraciones regulatorias, la legislación aplicable y las oportunidades que esta tecnología presenta en mercados nacionales e internacionales. Esta herramienta busca proporcionar soluciones innovadoras adaptadas tanto a pequeñas como a grandes empresas.

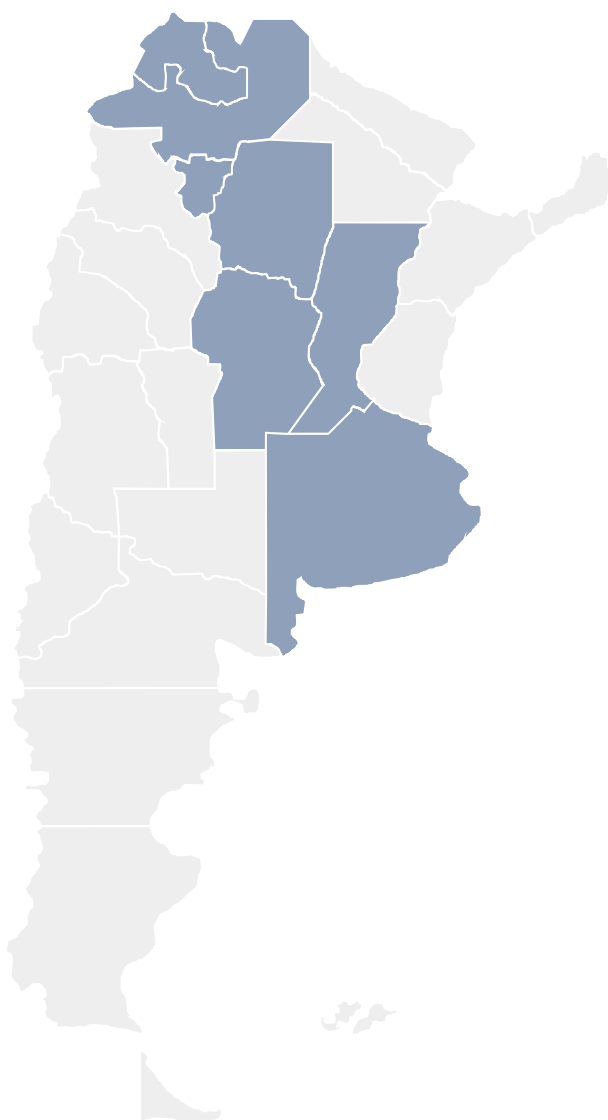
ÍNDICE

Películas y recubrimientos comestibles	03
Frutas y hortalizas	04
Carnes y pescado	05
Quesos	06
Avances en películas y recubrimientos comestibles	07
Usos de películas y recubrimientos comestibles	04
Definición, propiedades y formulación	11
1. Hidrocoloides	11
2. Lípidos	13
3. Compuestos	14
Proceso de formación y aplicación de RC y PC	15
Fuentes	17

Legumbres. Industrialización y alternativas de consumo



Las legumbres son las semillas comestibles de las plantas leguminosas que se cosechan para ser consumidas. Los porotos o frijoles secos, las lentejas, las arvejas o guisantes, las habas, la soja y los garbanzos son los tipos de legumbres más comúnmente conocidos y consumidos.



Producción primaria de legumbres en la argentina



En Argentina, la producción de legumbres se concentra principalmente en las regiones del noroeste (Salta, Jujuy, Tucumán) y el centro-norte del país (Córdoba, Santa Fe, Santiago del Estero, Buenos Aires). Las principales especies cultivadas son poroto, garbanzo, lenteja y arveja, siendo el poroto el de mayor volumen, con una fuerte orientación exportadora, especialmente hacia mercados de América Central, Europa y Asia. El garbanzo, en particular el tipo Kabuli, ha ganado importancia en los últimos años, tanto para exportación como para consumo interno. En menor escala, la arveja y la lenteja se destinan principalmente al mercado local o a la industria alimentaria como materia prima para harinas, conservas o snacks. La producción se caracteriza por un alto nivel de tecnificación, especialmente en garbanzo y poroto, y un desarrollo creciente de valor agregado en origen.

Eslabones de la cadena de valor



La cadena de las legumbres comienza con la figura del **productor agrícola** quien se encarga de la producción del grano. Esta etapa corresponde al eslabón primario de la cadena. En este punto se considera: la comercialización de las semillas, insumos y gastos generales para la siembra y cosecha, transporte y almacenamiento.

La cadena continúa con el eslabón industrial, en el que aparecen tres actores principales:

1. La **industria seleccionadora**, que clasifica a los granos en función de su calidad, peso, color, calibre y otros atributos dependiendo del tipo de legumbre que se trate. Este proceso es aplicable como proceso único, previo al envasado para la comercialización de granos secos, o como primera operación de los procesos de enlatado, congelado y molienda. Para cada categoría de producto existe un criterio de clasificación diferente. El producto que no cumpla con los requisitos definidos será comercializado para forraje.
2. La **industria enlatadora y/o fraccionadora**, que produce el grano entero enlatado, envasado o congelado para consumo final. Los granos requeridos por estos procesos deben ser frescos y de buena calidad organoléptica. En el caso de enlatados, también pueden ser secos remojados. Si bien están asociadas a procesos operativos costosos, estas industrias son las más rentables y estables en el tiempo.
3. La **industria molinera** en la que las legumbres son sometidas a un proceso de molienda seca para obtener harina o a una molturación húmeda para separar proteínas, almidón y fibra para ser usados en la preparación de otros alimentos.

Adicionalmente a estos eslabones comerciales, la cadena se completa con otros actores de apoyo como: organismos que definen el marco legal en el que operan los actores, organismos que proveen asistencia científica-tecnológica, proveedores de servicios y cámaras empresariales que defienden los intereses del sector.

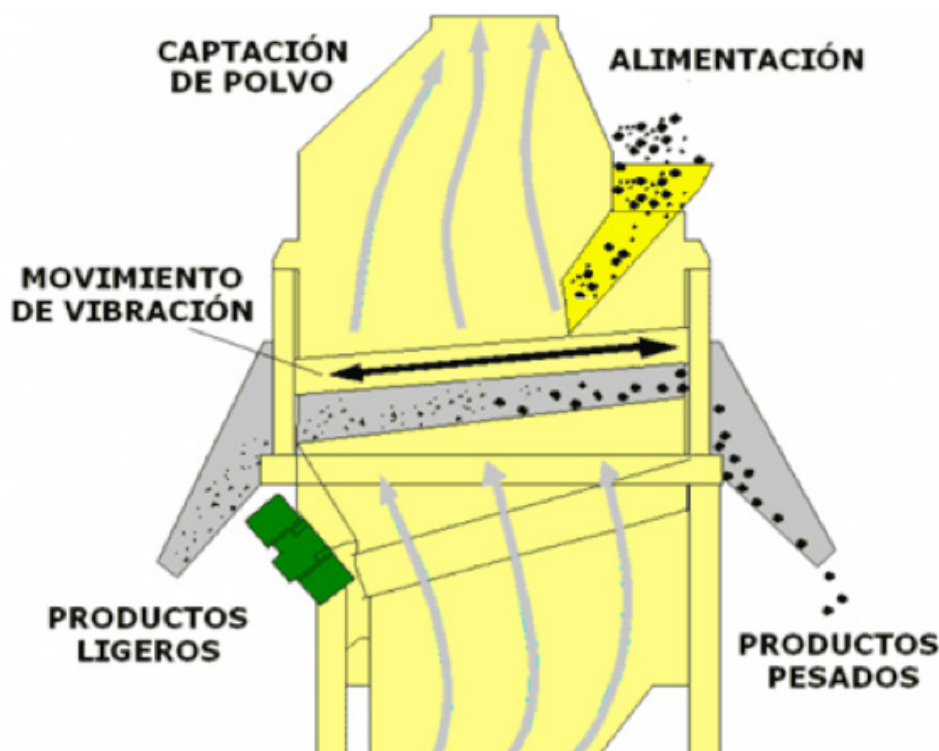
Procesamiento poscosecha

Las operaciones poscosecha son un conjunto de etapas integradas y cuidadosamente controladas que acondicionan a las legumbres recién cosechadas para obtener un producto apto para consumir. Las distintas etapas garantizan que el producto que llega al consumidor sea seguro, nutritivo y de alta calidad.

A continuación se describen las principales etapas:

› Recepción y prelimpieza

Una vez que las legumbres son cosechadas, se transportan a las instalaciones de procesamiento. En esta etapa inicial, se realiza una prelimpieza para eliminar la mayor parte de las impurezas gruesas, como restos de plantas, tierra, piedras y otros materiales extraños. Esto se logra mediante el uso de cribas que separan los elementos por tamaño y peso.



› Secado

El secado es una de las operaciones más críticas. Las legumbres, al ser cosechadas, tienen un contenido de humedad que debe reducirse para prevenir el deterioro y el crecimiento de hongos y bacterias. El secado se realiza comúnmente en secadoras mecánicas controladas, que utilizan aire caliente. El objetivo es alcanzar un nivel de humedad seguro para el almacenamiento a largo plazo, sin dañar la calidad de la legumbre. En general, la

humedad de las legumbres secas no debe superar el 13%.

› Limpieza

Después del secado, se realiza una limpieza más exhaustiva mediante el uso de equipos avanzados.

Se emplea una **criba de tambor** que separa de forma eficaz fragmentos de paja, astillas u otras impurezas de gran tamaño. Esto reduce el desgaste de las máquinas posteriores del proceso de producción.

Es un equipo importante para realizar la limpieza, ya sea que luego los granos se destinen a ser almacenadas en silos o a la transformación en plantas de procesamiento.

Otro de los equipos empleados en la limpieza son las mesas densimétricas o separadoras por aire. Estos dispositivos permiten eliminar impurezas finas, semillas dañadas, fragmentos de insectos y granos de otras variedades o tamaños, que no fueron removidos en etapas anteriores.

El principio de funcionamiento se basa en la **separación por densidad aparente** de las partículas, mediante una corriente de aire controlada que fluye desde la parte inferior de una **mesa vibratoria inclinada**. Las semillas se alimentan sobre una cubierta perforada (vaivén), cuyo diseño varía según el tipo de grano a procesar. La corriente de aire, impulsada por un ventilador, atraviesa la mesa desde abajo y genera un efecto de estratificación: las partículas más pesadas tienden a asentarse y se desplazan en sentido contrario a la pendiente, hacia la parte **más alta** de la mesa; mientras que las partículas más livianas flotan parcialmente y descienden hacia la parte **inferior** de la cubierta.

Este mecanismo permite separar eficazmente las distintas fracciones: los granos limpios y pesados son recolectados por un extremo, y las partículas livianas, impurezas o semillas defectuosas se descargan por el opuesto. Gracias a su alta precisión, estas mesas densimétricas se utilizan ampliamente en la industria alimentaria para obtener legumbres limpias, homogéneas y listas para el consumo o procesamiento posterior.



A continuación se observa un esquema del funcionamiento del equipo con los distintos productos que se obtienen:

Adicionalmente se lleva a cabo una etapa de **remoción de metales** para disminuir el riesgo de contaminantes metálicos y así evitar daños en los equipos de las líneas siguientes.

Se utiliza un tambor magnético que logra una separación efectiva ya que se emplean imanes permanentes de alta potencia y de extensa duración.

Es fundamental también contar con un detector y separador de metales al final de la línea para asegurar la ausencia de este tipo de contaminación en el producto final.

› Clasificación

La clasificación es importante tanto para la calidad estética como para la cocción homogénea. Las legumbres se clasifican por **tamaño y forma**, usando separadores tipo zaranda, para asegurar la uniformidad del producto final. También pueden ser sometidas a una **selección por color** utilizando un clasificador electrónico, a fin de obtener un producto final de color uniforme.

Para realizar esta operación se utilizan las **clasificadoras ópticas** que aplican una tecnología innovadora y efectiva de separación por color. Estos equipos permiten separar sustancias extrañas, contaminación física, granos partidos, y todos aquellos productos con un tono de color no conforme, que por lo tanto no cumplen los requisitos necesarios para ingresar al proceso de transformación, siendo extremadamente precisos en su clasificación, y pudiendo ser aplicadas en plantas procesadoras de legumbres de todo tipo y de distintas escalas de producción. A continuación se resume el funcionamiento de estos equipos mediante un esquema convencional:

Además de la **selección óptica**, existen varios otros métodos de **selección y clasificación** de legumbres utilizados en la industria: por tamaño (tamizado o cribado), por forma o longitud o por peso específico (mediante las ya mencionadas mesas densimétricas o separadores por aire), entre otros. Estos métodos pueden combinarse a lo largo del proceso para lograr un producto uniforme y libre de impurezas.

1. Carga del producto a la tolva de alimentación.
2. Transporte del producto sobre placa vibrante.
3. Canal de distribución inclinado donde cada grano es controlado individualmente durante su caída libre por cámaras que detectan variación en color y tonos (4 y 5). Algunos equipos tienen cámaras de detección adicionales, de mayor nivel de resolución óptica, lo que les provee mayor eficiencia en la selección.
6. Dependiendo de lo detectado en el control óptico el software activa o no el dispositivo neumático. Este dispositivo se acciona ante un grano no conforme y lo elimina del flujo de producto por una corriente de aire de alto caudal.
Es decir, la electroválvula se abre ante un grano o partícula extraña no conforme y deja fluir la corriente de aire comprimido.
7. Los granos conformes continúan su flujo normalmente hasta la tolva de descarga.
8. Los granos que no cumplen con los criterios de selección se descartan mediante la acción de un chorro de aire comprimido que produce la electroválvula. Así son desviados hacia el contenedor de descarga de rechazos.

› Descorticado

Las semillas de legumbres están compuestas por tres partes principales:

La cubierta seminal, también llamada testa o tegumento, que es la piel externa que protege la semilla.

Los cotiledones, que forman la mayor parte del volumen interno y actúan como reserva de nutrientes, principalmente almidón y proteínas.

El embrión o germen, situado entre los cotiledones, que es la estructura que dará origen a una nueva planta.

El **descorticado** es la etapa en la que se rompe y desprende la cubierta externa de las semillas, previamente **limpias y clasificadas**, procurando no dañar los cotiledones. Este proceso tiene como objetivos principales mejorar **la cocción, la digestibilidad y la textura** del producto final.

En algunos casos, se realiza una **hidratación previa** que ablanda la testa y facilita su remoción, especialmente en legumbres con pieles más resistentes.

Existen diversos métodos mecánicos para el descorticado, los cuales pueden basarse en:

- › **Fricción** entre semillas o contra superficies lisas o rugosas, para aflojar la testa.
- › **Impacto suave**, generado por máquinas batidoras o martillos de baja intensidad, que ayudan a romper la cubierta.
- › **Abrasión**, que utiliza superficies rugosas o rodillos abrasivos para desgastar y remover la piel de manera controlada.

Durante esta etapa, el tegumento se rompe parcialmente o se afloja, pero **permanece mezclado con los cotiledones**, por lo que es necesario un paso posterior para lograr su separación definitiva.

En caso de haberse hidratado, se aplica un **secado intermedio** para llevar la humedad del grano a niveles adecuados antes del empaque o procesamiento adicional.

› Separación de la testa



Una vez que la cubierta externa ha sido debilitada o fracturada durante el descorticado, el siguiente paso es su **separación efectiva de los cotiledones**. Esta operación busca eliminar las pieles sueltas que quedan adheridas o mezcladas con las partes internas de la semilla.

Para ello, se emplean sistemas combinados de **clasificación por tamaño y separación neumática**, que aprovechan las diferencias físicas entre las fracciones:

Cribas vibradoras o tamices permiten separar las pieles más delgadas de los cotiledones por tamaño.

Aspiradores o separadores por aire remueven las pieles, que son más **livianas** y con mayor área superficial, dejando pasar los cotiledones, más **pesados y compactos**.

Durante esta etapa, se produce también la pérdida del **germen o embrión**, que representa aproximadamente un **2 a 5 %** de la semilla.

La correcta separación de la testa es fundamental para garantizar un producto limpio, **homogéneo y estable**, que conserve buenas características sensoriales y tecnológicas. Además, reduce la presencia de restos de piel que podrían afectar la cocción, generar sabores indeseados o dificultar la digestión.

› Envasado

Una vez que las legumbres han pasado por todas las etapas de limpieza y clasificación, están listas para el envasado. Se utilizan diferentes tipos de envases, como bolsas de polipropileno, sacos o envases al vacío, dependiendo del volumen y el destino del producto. El envasado protege las legumbres de la humedad, la luz, los insectos y la contaminación externa, asegurando que lleguen al consumidor en óptimas condiciones.

› Almacenamiento

Finalmente, las legumbres envasadas se envían a depósitos donde se mantienen en condiciones controladas de temperatura y humedad. Un almacenamiento adecuado es crucial para preservar la calidad, evitar la proliferación de plagas y asegurar la vida útil del producto hasta su distribución y consumo.

Industria enlatadora y fraccionadora

› Legumbres en conserva

Las legumbres en conserva, comúnmente enlatadas, son el resultado de un proceso térmico aplicado a semillas previamente seleccionadas, remojadas y envasadas en un medio líquido, usualmente salmuera o solución de azúcares. El tratamiento térmico (esterilización comercial) se realiza en autoclaves a temperaturas superiores a 100 °C durante tiempos definidos, con el objetivo de garantizar la inocuidad del producto y prolongar su vida útil a temperatura ambiente. Este proceso destruye los microorganismos patógenos y las enzimas responsables de la degradación, sin necesidad de añadir conservantes químicos. Durante la elaboración, se controlan variables como el tiempo de remojo, la proporción de agua y sal, el llenado de envases, el sellado hermético y la curva térmica aplicada en el autoclave. Estos parámetros son críticos para evitar defectos como granos duros, sobrecoCCIÓN, pérdida de color o formación de sedimentos. Las legumbres en conserva ofrecen una alternativa práctica para el consumo directo o como ingrediente en otras preparaciones, manteniendo buena parte de su valor nutricional.

› Legumbres congeladas

Las legumbres congeladas o supercongeladas son producidas aplicando tecnologías de congelación de alimentos, las cuales permiten mantener las características del producto fresco extendiendo significativamente su vida útil.

A continuación se describen las etapas principales del proceso.

Escaldado y cocción

En la producción industrial de legumbres congeladas o supercongeladas, es habitual aplicar tratamientos térmicos previos al congelado, como el escaldado y, en algunos casos, una cocción parcial. El escaldado tiene como principal objetivo la inactivación de enzimas que podrían causar deterioro durante el almacenamiento, especialmente aquellas responsables del pardeamiento y la pérdida de textura. Además, reduce la carga microbiana superficial, facilita la eliminación de gases atrapados en el tejido, contribuye a fijar el color —particularmente en legumbres verdes como arvejas o habas— y mejora la eficiencia del congelado al homogenizar térmicamente el producto. Esta operación se realiza en agua caliente o vapor, a temperaturas de entre 85 y 100 °C, durante un tiempo que suele variar entre 1,5 y 4 minutos, dependiendo del tipo de legumbre y del método utilizado.

En ciertos casos, especialmente cuando se busca una textura más blanda o un producto listo para calentar y consumir, se incorpora una cocción parcial posterior al escaldado.

Esta cocción tiene como finalidad ablandar los cotiledones, reducir el tiempo de preparación en el hogar o servicio alimentario, y complementar el tratamiento térmico previo. La cocción se lleva a cabo generalmente a temperaturas de 95 a 100 °C, en agua o vapor, con tiempos que pueden variar entre 10 y 25 minutos según la variedad y el tamaño de la legumbre.



Una vez finalizado el tratamiento térmico, el producto se enfría rápidamente con agua helada para detener la cocción. Es importante que esto se lleve a cabo a la mayor brevedad posible para no afectar la calidad organoléptica de las legumbres. Por otro lado la importancia de disminuir la temperatura radica en que no puede iniciarse la etapa de congelado si el producto se encuentra a una elevada temperatura, ya que se pierde eficiencia energética, aumentando significativamente el costo del proceso.

Congelación

En la industria alimentaria, las legumbres se congelan utilizando métodos que permiten atravesar rápidamente la zona crítica de formación de cristales de hielo (entre -1 y -5 °C) para preservar la estructura celular y la calidad del producto. Los sistemas más utilizados incluyen el **túnel de aire forzado**, donde el producto se transporta sobre bandas en un flujo de aire frío a alta velocidad, y el **lecho fluidizado**, especialmente eficaz para granos individuales como arvejas o porotos, ya que evita la aglomeración y permite una congelación uniforme. En estos casos las legumbres son congeladas y luego envasadas en la línea de producción.

Por otro lado, pueden utilizarse congeladores de placa o congeladores discontinuos en los cuales el producto es primero envasado y luego congelado.

La calidad del producto final depende directamente del método de congelación utilizado y de la tecnología disponible, lo que determina el tiempo de congelación. El mismo deberá preverse y controlarse como un punto crítico del proceso.

En general, las temperaturas de operación se encuentran entre -30 y -40 °C, con tiempos de congelación que varían entre 5 y 15 minutos, dependiendo del tamaño y del grado de precocción del producto. El objetivo es lograr una temperatura final de núcleo igual o inferior a -18 °C para garantizar la estabilidad microbiológica y físico-química durante el almacenamiento.

Las condiciones de humedad y temperatura a la cual se mantiene el producto durante el almacenamiento y comercialización son también críticas para asegurar la calidad.

Industria molinera

Las legumbres enteras o decorticadas, que no se destinan a su comercialización como grano entero, son sometidas a un proceso de molienda seca para obtener harina o a un proceso de molienda húmeda para ser usados en la preparación de otros alimentos.

A continuación se describen las etapas mediante las cuales las legumbres son transformadas desde productos primarios, hasta productos con valor agregado, tal como sopas, snacks, fracciones proteicas, almidón nativo o modificado, congelados, etc.

El proceso general para obtención de harina de legumbres involucra las siguientes etapas:

› Molienda

La molienda de legumbres para la obtención de harinas consiste en la reducción del tamaño de las semillas secas hasta alcanzar una granulometría determinada, adecuada para su uso como ingrediente alimentario o base de formulaciones industriales. Durante este proceso actúan principalmente tres tipos de fuerzas mecánicas: **compresión, impacto y cizalladura**. La compresión ocurre cuando los granos son aplastados entre dos superficies; el impacto, cuando las partículas reciben golpes a alta velocidad; y la cizalladura, cuando se genera fricción entre superficies que se deslizan una sobre otra. Según el tipo de molino y las condiciones de operación, estas fuerzas pueden actuar de manera aislada o combinada.

Entre las variables que afectan la eficiencia y el resultado del proceso de molienda se destacan la dureza del grano, el contenido de humedad, la velocidad de alimentación, la temperatura generada durante el proceso y la configuración del equipo. Un contenido de humedad demasiado alto puede provocar obstrucciones o una molienda incompleta, mientras que un contenido excesivamente bajo puede aumentar la generación de finos y polvo. Por otro lado, el aumento de temperatura durante la molienda —debido a la fricción— puede afectar negativamente la calidad del producto, especialmente si se busca conservar compuestos bioactivos o propiedades funcionales de las proteínas.

Los equipos utilizados varían según el tipo de harina deseada y el destino del producto final. Los molinos de martillos son ampliamente empleados para molienda gruesa o intermedia; operan mediante rotores con martillos que giran a alta velocidad, generando impacto y fuerzas de cizalladura. Para obtener harinas finas o con distribución de tamaño controlada, se utilizan molinos de rodillos, molinos de discos o molinos de impacto clasificador. En aplicaciones más específicas, como la obtención de harinas ultrafinas o con bajo contenido de almidón dañado, se emplean molinos de pines. Finalmente, una vez molido el producto, se pueden incluir etapas de clasificación por aire o tamizado para ajustar la granulometría final, según los requerimientos del producto.

El tipo de molienda y el equipo seleccionado dependen en última instancia del uso

previsto de la harina: panificación sin gluten, mezclas para pastas, productos extruidos o enriquecimiento proteico, entre otros. La comprensión y el control de las variables del proceso permiten obtener harinas funcionales con propiedades reológicas, nutricionales y sensoriales estables.

› Fraccionamiento

El fraccionamiento de legumbres es un proceso que permite separar sus componentes principales —proteínas, almidón, fibra y otros compuestos— con el fin de obtener ingredientes funcionales con características específicas. A diferencia de la molienda tradicional, que genera una harina integral con todos los componentes mezclados, el fraccionamiento permite aislar cada fracción y adaptarla a distintos usos en la industria alimentaria, desde productos sin gluten hasta formulaciones de alto contenido proteico o desarrollos plant-based. Este tipo de procesamiento responde tanto a necesidades tecnológicas como nutricionales, ya que posibilita mejorar propiedades funcionales como solubilidad, emulsificación o gelificación, y al mismo tiempo optimizar el perfil nutricional del alimento final.

Existen dos grandes enfoques para el fraccionamiento de legumbres: **el fraccionamiento seco y el fraccionamiento húmedo**. El **fraccionamiento seco** es un proceso físico que se basa en una molienda controlada, seguida por una separación de partículas mediante clasificadores por aire o mesas densimétricas. Primero, los granos secos (generalmente previamente descortados y deshidratados) se muelen para romper los cotiledones sin destruir las proteínas. Luego, se emplean separadores neumáticos que permiten clasificar las partículas en función de su tamaño o densidad. Las fracciones más finas, que contienen una mayor proporción de proteínas, se separan de las fracciones más gruesas, ricas en almidón y fibra. Este método tiene como ventajas el bajo consumo de agua, la simplicidad operativa y la conservación de estructuras nativas, aunque no alcanza niveles muy altos de concentración proteica (usualmente 50–60 %).

Por otro lado, el **fraccionamiento húmedo** implica la dispersión de la harina en agua, formando una suspensión que se somete a distintas etapas de separación líquido-sólido. El proceso típico comienza con la disolución o solubilización selectiva de proteínas en agua (ajustada a pH neutro o alcalino), seguida de centrifugación para separar la fase soluble (proteica) del residuo insoluble (principalmente fibra y almidón). En muchos casos, se ajusta el pH a valores cercanos al punto isoelectrico (pH en el que las proteínas tienen mínima solubilidad, en general 4,5–5,0) para provocar su precipitación. Esto permite recolectarlas mediante una segunda centrifugación. Las variables críticas en este proceso incluyen el pH, la relación sólido/líquido, el tiempo y la temperatura de agitación, así como la velocidad de centrifugación. El fraccionamiento húmedo permite obtener aislados proteicos con purezas superiores al 80 %, aunque requiere más recursos (agua, energía, equipos) y genera efluentes que deben ser tratados adecuadamente.

Ambos métodos pueden combinarse o adaptarse según el objetivo del producto final.

Mientras el fraccionamiento seco es más adecuado para aplicaciones donde se prioriza el bajo impacto ambiental y la conservación de estructuras nativas, el fraccionamiento húmedo es preferido cuando se requieren ingredientes altamente concentrados, con funcionalidad específica o pureza elevada. En todos los casos, el fraccionamiento amplía las posibilidades de valorización de las legumbres, transformándolas en ingredientes versátiles para productos como pastas sin gluten, bebidas vegetales, análogos cárnicos, snacks proteicos y suplementos nutricionales.



Entre las legumbres más comúnmente fraccionadas se encuentran la soja, el garbanzo, la arveja amarilla, la lenteja y el poroto mung. Cada una ofrece perfiles diferentes de proteína, almidón y fibra, lo que permite ajustar el uso de las fracciones a distintos fines industriales. Por ejemplo, las proteínas de arveja son ampliamente utilizadas en formulaciones de análogos vegetales de hamburguesas, bebidas y mezclas en polvo, debido a su buen perfil de aminoácidos y funcionalidad emulsificante. El almidón separado en estos procesos puede emplearse como espesante, agente texturizante o ingrediente en productos extruidos, mientras que las fracciones fibrosas se utilizan en productos panificados con mayor contenido de fibra dietaria o como ingrediente para enriquecer snacks saludables. Esta diversificación permite que una misma legumbre dé origen a múltiples ingredientes con valor agregado, adaptados a las tendencias de consumo actuales y a las exigencias de la industria alimentaria moderna.

Formulación de panificados y pastas con harinas y proteínas de legumbres

› Complementariedad proteica de las legumbres

Las legumbres son reconocidas por su aporte significativo de proteínas, en especial por su alto contenido de lisina, un aminoácido esencial que suele estar presente en bajas cantidades en los cereales. A la vez, presentan niveles relativamente bajos de metionina y cisteína, dos aminoácidos sulfurados que sí abundan en cereales. Esta complementariedad hace que la combinación de legumbres con cereales contribuya a mejorar el perfil de aminoácidos de los productos alimenticios formulados con ambas fuentes.

› Aporte de carbohidratos y fibra

Desde el punto de vista de los hidratos de carbono, las legumbres contienen una fracción considerable de almidón resistente, que no se digiere completamente en el intestino delgado. Este componente puede contribuir a reducir el valor calórico del producto final, ya que al no absorberse no aporta energía. Además, su presencia, junto con la fibra insoluble, puede tener un efecto positivo sobre la textura, la sensación en boca y la aceptabilidad general del producto.

› Impacto sobre las propiedades reológicas de la masa

Diversos estudios han demostrado que la incorporación de harinas de legumbres en productos panificados puede alterar las propiedades reológicas de la masa. Esto se debe, en parte, al reemplazo parcial del gluten de trigo (gliadinas y gluteninas) por proteínas de legumbres, que no tienen la misma capacidad para formar redes cohesivas durante el amasado. Esta dilución del gluten da lugar a masas menos elásticas y con menor capacidad para retener el gas generado en la fermentación, lo que se traduce en panes con menor volumen y miga menos aireada.

Por ejemplo, el uso de harina de garbanzo en proporciones superiores al 20 % puede reducir la absorción de agua, acortar el tiempo de desarrollo de la masa y disminuir su estabilidad. En el caso de la harina de arveja, se ha observado que un nivel de adición del 10 % permite mejorar el perfil proteico de la mezcla —aumentando su puntaje químico en alrededor de un 22 %— sin comprometer la aceptabilidad sensorial.

El puntaje químico evalúa la calidad proteica según la proporción de aminoácidos esenciales, mientras que el valor biológico considera también la digestibilidad y la eficiencia de uso por el organismo.

› Uso de aditivos para mejorar la funcionalidad de la masa

Para contrarrestar los efectos negativos sobre la estructura de la masa, es común emplear aditivos autorizados por la normativa alimentaria vigente, como oxidantes y emulsionantes. Los oxidantes, habitualmente utilizados también en panificación convencional, fortalecen la red de gluten al promover la formación de enlaces disulfuro entre proteínas. En estudios con harina de trigo tipo 000 suplementada con harina de arveja, se identificó a la azodicarbonamida (ADA) como el oxidante más eficaz. Aunque es insoluble en agua, actúa rápidamente oxidando los grupos sulfhidrilo (-SH) de las proteínas y generando enlaces S-S, lo que da mayor resistencia a la masa.

Por su parte, los emulsionantes ayudan a estabilizar la estructura de la masa al facilitar las interacciones entre almidón, proteínas y lípidos. Uno de los más utilizados es el estearoil-2-lactilato de sodio (SSL), que contribuye a mejorar el volumen del pan, su textura y su vida útil. Esto se logra gracias a su capacidad para formar complejos insolubles con la amilosa, lo que retrasa tanto la gelatinización como el retrogrado del almidón, dos fenómenos que inciden en el envejecimiento del pan.

› Aplicaciones prácticas con harina de garbanzo

En otro estudio, se evaluó la sustitución parcial de harina de trigo con harina de garbanzo al 5, 10 y 15 %. La harina de garbanzo utilizada tenía un 70 % de extracción, mientras que las harinas de trigo eran de 74 y 78 %. Se realizaron análisis físico-químicos y tecnológicos sobre las harinas y sus mezclas: contenido de proteínas, fibras, grasas, maltosa, cenizas, pruebas de sedimentación, farinograma y panificación.



Los resultados mostraron que la suplementación con harina de garbanzo mejoró el contenido nutricional (más proteínas, fibras, grasas y cenizas), sin afectar negativamente la calidad sensorial hasta el 15 % de inclusión. Incluso se observó una mejora en la fuerza de la harina, el volumen específico del pan y el contenido de maltosa. Además, en este caso, no fue necesario utilizar aditivos para estabilizar la masa.

› Una alternativa viable y versátil

La suplementación de harina de trigo con harinas de legumbres es una estrategia viable para mejorar el perfil nutricional de productos panificados, especialmente en dietas con necesidades particulares como las de personas mayores, embarazadas, personas con malnutrición o quienes siguen una dieta vegetariana estricta. Además, responde a una demanda creciente de consumidores interesados en opciones alimentarias más saludables.

Desde el punto de vista tecnológico, si bien el reemplazo parcial de harina de trigo

por legumbres puede alterar las propiedades de la masa, estas modificaciones pueden corregirse con el uso de aditivos funcionales o bien ser aceptadas dentro de nuevas formulaciones con características propias. Finalmente, incorporar legumbres en productos de consumo masivo, como el pan, representa una oportunidad concreta para diversificar su uso y agregar valor a estos cultivos.

› Pastas secas

Es posible suplementar la harina de trigo candeal o trigo para pasta con un 5, 10 o 20 % de harina de legumbres, y elaborar productos que cumplen con las especificaciones determinadas, logrando incluso mejorar las características reológicas de la masa. La adición del 5 % de aislados de proteína de diversas legumbres en la elaboración de spaghetti permitió obtener un producto de color aceptable y con características reológicas y de cocción satisfactorias.

En otro estudio, se utilizó harina de garbanzo en la formulación de pastas secas con el objetivo de evaluar su efecto saludable. Se concluyó que la incorporación de dicha harina permite disminuir significativamente la respuesta glucémica de los productos enriquecidos (hasta un 25 %).

› Muffins y galletas

También se han realizado estudios para diversificar el uso de harinas y aislados proteicos de legumbres en productos horneados como galletas y panificados batidos. Diversos autores concluyeron que es posible producir galletas suplementadas con características organolépticas adecuadas.

En general, el incremento del contenido de legumbres disminuye la extensibilidad de la masa. Esto se debe a una menor capacidad para absorber agua, ya que aumenta la competencia por las moléculas de agua. Cabe mencionar que el agua actúa, en general, como agente plastificante en las masas.

Al comparar la suplementación con harina de lupino frente a la de haba, se observó que esta última produjo galletas más duras, más oscuras y con mejores evaluaciones sensoriales. Además, se determinó que los porcentajes máximos para obtener galletas con buena aceptabilidad organoléptica son del 3 % para la harina de garbanzo y del 12 % para la harina de haba.

También se comprobó que la proteína de lupino tiene la capacidad de reemplazar completamente la funcionalidad de las proteínas del huevo y la leche en la elaboración de muffins. Esto permite disminuir el contenido de colesterol del producto final y obtener un alimento 100 % vegetal, apto para personas vegetarianas o con alergias al huevo, la leche o sus derivados. Se observó que concentraciones de hasta el 3 % de harina de lupino en muffins

fueron aceptables, sin provocar cambios importantes en la percepción de textura y sabor.

› Inactivación de lipooxigenasas de harina de arveja



Las lipooxigenasas son enzimas presentes de forma natural en las arvejas, así como en muchas otras legumbres y granos. Estas catalizan reacciones de oxidación de lípidos, lo que acelera el deterioro de los productos debido a la rancidez oxidativa, generando aromas y sabores indeseables.

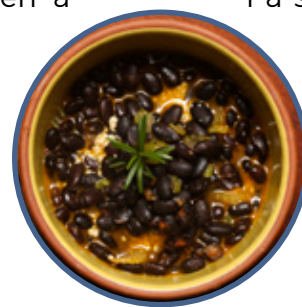
Si bien en el organismo vivo estas enzimas tienen funciones fisiológicas importantes, en los alimentos su actividad genera la transformación de lípidos —especialmente ácidos grasos— en compuestos responsables del deterioro organoléptico del producto. Por esta razón, es fundamental que, antes de la molienda de las legumbres para su transformación en harina, se realice un tratamiento térmico que inactive estas enzimas.

Se ha demostrado que es posible lograr una inactivación satisfactoria de las lipooxigenasas mediante un tratamiento térmico: sumergiendo las arvejas secas y acondicionadas en agua a 100 °C durante 1,5 minutos, seguido de un enfriamiento rápido en agua fría y un secado por convección con aire forzado a condiciones adecuadas de humedad y temperatura.

› Ventajas y desventajas del procesamiento de legumbres

Ventajas:

- › El enriquecimiento de productos elaborados con cereales mediante la incorporación de legumbres permite mejorar la calidad nutricional al complementar las proteínas de ambos ingredientes. Se obtienen así alimentos con mayor contenido proteico y mejor puntuación química.
- › La obtención de harina de legumbres no requiere tecnologías sofisticadas.
- › Se promueve el desarrollo de nuevos productos que responden a las demandas y tendencias del mercado actual.
- › Las harinas de legumbres representan una alternativa para la elaboración de alimentos libres de gluten.



Desventajas:

- › Es necesario instalar y posicionar en el mercado estos productos que aún no son convencionales.
- › Se requiere optimizar las condiciones de procesamiento para la molienda de los

distintos tipos de legumbres, así como determinar los porcentajes adecuados de suplementación para cada producto.

Otras aplicaciones y agregado de valor de arvejas, lentejas y garbanzos

Una vez completadas las etapas de procesamiento, tanto las legumbres enteras como sus fracciones ricas en proteína o almidón pueden emplearse como materias primas o ingredientes funcionales en la elaboración de alimentos industriales o preparaciones culinarias. En particular, las harinas de legumbres han demostrado ser útiles para aumentar el contenido y la calidad proteica de diversos productos. Las propiedades tecnofuncionales de estos ingredientes dependen tanto de la especie utilizada como del tipo de procesamiento aplicado, lo que da lugar a comportamientos distintos en sistemas alimentarios complejos.

Un ejemplo representativo es la harina de arveja, que actualmente se emplea en formulaciones cárnicas debido a su buena resistencia térmica y comportamiento mecánico durante el procesamiento. Estas características la hacen especialmente adecuada para productos sometidos a tratamientos térmicos intensos, como conservas de carne enlatada, embutidos cocidos, patés y otros productos procesados, donde la estabilidad del sistema y la capacidad de retención de agua son atributos clave.

Por otro lado, el almidón extraído de legumbres presenta propiedades distintivas en comparación con almidones de origen cereal o tuberculoso, entre las que se destacan una mayor viscosidad y mejor estabilidad frente a temperaturas elevadas. Estas propiedades pueden optimizarse mediante tratamientos físico-químicos que permiten obtener almidones modificados, como los pregelatinizados o aquellos tratados con ácidos o bases. En este sentido, el almidón de arveja ha ganado relevancia como agente espesante en productos como sopas, salsas y preparados instantáneos. Sin embargo, su aplicación a gran escala se ve limitada actualmente por el costo relativamente elevado de su obtención mediante procesos de fraccionamiento.

› Sopas

Las sopas representan una de las preparaciones más comunes hechas a base de legumbres. Es por esto que la industria de alimentos tiene como desafío ofrecer constantemente nuevas opciones o variedades de sopas. Los consumidores exigen productos con mayor calidad, mejor perfil nutricional, facilidad de preparación y buen precio.

En respuesta a estas demandas y considerando el adecuado perfil nutricional de las legumbres, que se alinea con los hábitos de vida saludable del consumidor actual, se han desarrollado tecnologías para incorporarlas en distintas presentaciones de sopas: enlatadas, congeladas, deshidratadas o tipo crema. Además del aporte nutricional, los esfuerzos se centran en mejorar las características sensoriales del producto final —como

textura, sabor y palatabilidad— para favorecer su aceptación. En este contexto, una de las estrategias más consolidadas es la formulación de mezclas instantáneas a base de legumbres, que permiten preparar sopas prácticas, rápidas y con buen perfil nutricional. Para la elaboración de sopas instantáneas se emplea comúnmente harina de legumbre, siendo la de arveja una de las más utilizadas. Esta harina suele someterse previamente a un proceso de pregelatinización del almidón, lo que permite que la preparación alcance rápidamente la consistencia deseada al ser reconstituida con agua caliente. El proceso de pregelatinización involucra etapas como el remojo y la cocción del grano, seguido por la obtención de una lechada gelatinizada, que luego es deshidratada —usualmente mediante secado por aspersión o tambor rotatorio— y finalmente molida. El resultado es un polvo o escamas fácilmente incorporables a la mezcla deshidratada, junto con otros ingredientes como vegetales, condimentos y espesantes.

La formulación de sopas con legumbres admite una gran variedad de combinaciones. Sin embargo, hay ciertos aspectos técnicos clave que deben considerarse. Uno de ellos es el método de preparación esperado: para productos instantáneos, el uso de almidón pregelatinizado resulta ideal, mientras que en preparaciones que requieren cocción más prolongada pueden emplearse harinas precocidas o incluso harinas crudas. Otro aspecto relevante es la forma en que se incorporan las legumbres: enteras, en trozos o en forma de harina, ya que cada presentación aporta propiedades diferentes a la textura y apariencia del producto final. Además, los ingredientes complementarios —como arroz, vegetales deshidratados, especias o agentes saborizantes— deben seleccionarse cuidadosamente, ya que influyen en las características funcionales, sensoriales y de rehidratación del alimento terminado.

› Snacks

El consumo de snacks continúa creciendo a nivel global, impulsado principalmente por cambios en los estilos de vida, especialmente en contextos urbanos. La falta de tiempo para preparar y disfrutar de comidas completas ha llevado a que los snacks se conviertan en una alternativa práctica y accesible, tanto como complemento entre comidas como reemplazo ocasional de desayunos, almuerzos o meriendas. Esta tendencia se observa en países desarrollados y también, con mayor dinamismo, en mercados emergentes, donde el consumo de este tipo de productos muestra un crecimiento sostenido.

En general, los consumidores recurren a los snacks no solo para calmar el apetito entre comidas, sino también para obtener energía rápida o incluso como una forma de gratificación emocional. Sin embargo, las preferencias de consumo han evolucionado. Hoy en día, las principales preocupaciones al elegir un snack son el equilibrio entre sabor y salud. Frente a esta demanda, la industria alimentaria, junto con centros de investigación y universidades, trabaja activamente en el desarrollo de productos con mejor perfil nutricional —bajo contenido de azúcares, grasas saturadas y sodio— y mayor aporte de proteínas, fibra y otros compuestos funcionales, sin descuidar la aceptabilidad sensorial. En este contexto, las legumbres se consolidan como ingredientes estratégicos para la

formulación de snacks saludables. Su perfil nutricional favorable, su versatilidad tecnológica y su buena respuesta sensorial las posicionan como una opción atractiva tanto para la industria como para los consumidores. Además, existen antecedentes culinarios en diversas regiones del mundo que respaldan este uso. En países del Medio Oriente y África, por ejemplo, es común encontrar preparaciones tradicionales de lentejas o garbanzos que se consumen como snacks. Estas recetas generalmente incluyen una cocción previa o tratamiento térmico intenso, seguido de procesos como tostado, horneado o fritura, a menudo combinados con especias para realzar el sabor.

La incorporación de legumbres en snacks modernos retoma y adapta estas prácticas tradicionales, alineándose con las tendencias actuales que buscan productos prácticos, nutritivos y con identidad. Esta combinación de tradición e innovación ofrece un camino promisorio para el desarrollo de nuevas formulaciones que respondan a las expectativas del consumidor actual.

› **Leblebi: opción para la industrialización de garbanzo tipo Kabuli**

El *leblebi* es un snack tradicional a base de garbanzos, ampliamente consumido en Turquía, el Mediterráneo y el Medio Oriente. Aunque el método de elaboración varía entre países, su base consiste en someter los garbanzos a un tratamiento térmico seguido de tostado. En algunos mercados, como el estadounidense, también se comercializan versiones saborizadas, por ejemplo con chile y lima.

A diferencia del hummus, que cuenta con una industria desarrollada a gran escala, el leblebi se produce principalmente en pequeñas industrias locales, mediante técnicas tradicionales transmitidas generacionalmente. Su perfil nutricional —alto en proteínas, fibra y minerales, y bajo en grasas saturadas— lo posiciona como un snack saludable, con buena aceptación sensorial gracias a su textura crujiente, sabor dulce y notas tostadas.

Además, su versatilidad permite ampliar la oferta de productos mediante coberturas aplicadas durante el tostado, como chocolate, azúcar, sal o especias (ají picante, jengibre, entre otras). Gracias a su bajo contenido de humedad, el leblebi presenta una vida útil prolongada, que puede alcanzar entre 6 y 12 meses según el tipo de envase utilizado.

Etapas del proceso de producción de leblebi:

La elaboración de leblebi comienza con la limpieza y clasificación de los garbanzos frescos, etapa clave ya que el tamaño influye en el éxito del atemperado y tostado. Se emplean tamizadores con diferentes calibres para separar los granos, procesándolos por fracciones, y destinando los de mayor tamaño (más de 10 mm), forma redonda y color claro —como los del tipo Kabuli— a productos de mayor calidad. Tras la selección, los garbanzos se remojan en agua o salmuera para reducir el tiempo de cocción. Luego se precalientan brevemente a 100 °C y se dejan reposar entre 12 y 18 horas, lo que permite un

enfriamiento lento y parejo. A continuación, se cocinan en agua hirviendo para ablandar su estructura y desarrollar aromas, ya sea mediante ebullición prolongada o cocción a presión. En la etapa de tostado, los garbanzos se someten a temperaturas entre 200 y 250 °C, donde ocurren reacciones de pardeamiento y cambios estructurales significativos: la humedad interna se evapora, formando burbujas que expanden el grano y le otorgan una textura porosa, crujiente y opaca. Finalmente, se realiza el descascarado, que incluye un ablandamiento previo de la testa y su remoción mecánica, seguido de una limpieza final antes del envasado.

En la elaboración de leblebi se emplean tres tipos principales de equipos térmicos: un tostador de tambor cilíndrico para el atemperado inicial; una bandeja calefactora rugosa (tradicionalmente de cobre o hierro) que permite tostar y desprender la cáscara, aunque hoy se prefiere evitar el cobre por razones de seguridad alimentaria; y una bandeja de acero inoxidable con sistema de agitación mecánica, que facilita el tostado parejo y el transporte del producto, operando en rangos de 80 a 130 °C.

› *Otros snacks de legumbres*

Para la elaboración de snacks de legumbres, tras el remojo, se realiza un tratamiento térmico destinado a reducir la humedad y asegurar la estabilidad y vida útil del producto. Este secado puede llevarse a cabo mediante tostado, horneado o fritura, siendo esta última especialmente empleada en arvejas, lentejas y garbanzos. El proceso de fritura debe controlarse cuidadosamente para mantener el perfil térmico del aceite, iniciando a temperaturas moderadas y aumentando gradualmente para evitar defectos como ampollas o excesiva expansión de la piel, que comprometen la calidad. Un control preciso de la temperatura es fundamental, ya que temperaturas demasiado altas al inicio pueden romper la piel y exponer el interior, mientras que temperaturas bajas prolongan el tiempo y aumentan la absorción de aceite.

Durante la fritura, el uso de bicarbonato de sodio contribuye a obtener una textura más ligera al liberar dióxido de carbono a temperaturas superiores a 120 °C, mejorando la sensación en boca. El comportamiento de cada legumbre varía: las lentejas, con mayor área superficial, se fríen eficientemente a temperatura constante, mientras que arvejas y garbanzos requieren un perfil térmico ajustado para evitar daños. Tras la fritura, las lentejas suelen someterse a centrifugado para eliminar el exceso de aceite adherido, lo que reduce el contenido graso y permite reutilizar el aceite.

Finalmente, el envasado de estos snacks debe realizarse en materiales opacos y con barreras efectivas contra oxígeno y humedad, para prevenir la oxidación de grasas y preservar la calidad durante su almacenamiento.

› *Legumbres en productos cárnicos*



Diversos estudios han demostrado que las legumbres pueden emplearse como aglutinantes o extensores en productos cárnicos. Por ejemplo, la incorporación de harina de lentejas en hamburguesas mejora notablemente el rendimiento durante la cocción. De esta manera, el uso de harinas o almidones derivados de legumbres contribuye a reducir los costos de formulación, mejorar la calidad sensorial y disminuir significativamente el contenido de grasa en los productos. Además, esto ofrece la ventaja de prolongar la vida útil y la posibilidad de comercializar estos alimentos como opciones libres de gluten. En este sentido, al reemplazar totalmente el almidón de maíz y la harina de trigo en empanizados de productos cárnicos como pechuga de pollo, pescado y trozos variados, se logra una mejor absorción del empanizado, menor retención de aceite, un color más uniforme y dorado, así como una textura más crujiente. También se observa una mayor estabilidad durante procesos de congelación y descongelación, manteniendo las propiedades de calidad a lo largo del tiempo, incluso bajo condiciones aceleradas de almacenamiento.

Conclusión



Las legumbres constituyen una materia prima versátil con múltiples posibilidades de industrialización a lo largo de toda la cadena de valor. Desde su producción primaria en diversas regiones del país hasta las etapas de procesamiento poscosecha —como la limpieza, clasificación, descorticado y envasado—, cada eslabón aporta a la calidad final del producto y a su aptitud para distintos usos industriales. La actividad de las plantas enlatadoras, congeladoras y molineras permite diversificar las presentaciones comerciales, mientras que el desarrollo de alimentos con valor agregado, como sopas instantáneas, snacks o mezclas cárnicas, amplía las opciones de consumo y promueve una mayor incorporación de estas especies en la dieta cotidiana. Este panorama evidencia un sector dinámico, con oportunidades de innovación tecnológica y aprovechamiento integral de cultivos estratégicos como la arveja, la lenteja y el garbanzo.

Fuentes

- Legumbres: diversidad para nuestros sistemas alimentarios
<https://www.un.org/es/observances/world-pulses-day>
- Mesas densimétricas
<https://www.urbar.com/mesas-densimetricas-espana/>
- CADENA DE LAS LEGUMBRES Ing. Cecilia Accoroni - INTA Totoras
https://repositorio.inta.gob.ar/xmlui/bitstream/handle/20.500.12123/15393/INTA_CRSantaFe_EEAOliveros_Accoroni_C_Cadena_legumbres_garbanzo_arveja_lenteja.pdf?sequence=1
- Industria de las Legumbres - Cámara de Legumbres de la República Argentina
<https://clera.com.ar/es/legumbres/industria-de-las-legumbres/>
- Las legumbres y su procesamiento” – Evolución Molinera
<https://www.evolucionmolinera.eu/blog/95-las-legumbres-y-su-procesamiento.html>
- Desarrollo y caracterización de productos de panificación enriquecidos con harina de garbanzo
<https://rinacional.tecnm.mx/jspui/handle/TecNM/8237?>
- Desarrollo de formulaciones de panificados funcionales (sin y con gluten) a base de harina de lenteja (*Lens culinaris*): caracterización tecnológica y nutricional
<https://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/166283?>
- Harina de lenteja como fuente alternativa de proteínas
https://www.researchgate.net/publication/391852275_Harina_de_lenteja_como_fuente_alternativa_de_proteinas
- Harina integral de trigo más harinas de legumbres
<https://methodo.ucc.edu.ar/index.php/methodo/article/view/480?>



**Ministerio
de Economía**
República Argentina

**Secretaría de Agricultura,
Ganadería y Pesca**