

Alimentos funcionales
cultivados en La Araucanía

Lupino dulce

(Lupinus angustifolius)

Alforfón

(Fagopyrum esculentum)



UNIVERSIDAD
AUTÓNOMA
DE CHILE

MÁS UNIVERSIDAD

Alimentos funcionales
cultivados en La Araucanía

Lupino dulce

(Lupinus angustifolius)

Alforfón

(Fagopyrum esculentum)



MÁS UNIVERSIDAD

Alimentos funcionales cultivados en La Araucanía: lupino dulce (Lupinus angustifolius var. Coromup) y alforfón (Fagopyrum esculentum)

Dres. María Luisa Valenzuela y Carlos Peña

Primera edición: septiembre, 2023

Santiago, Chile

Ediciones Universidad Autónoma de Chile

<https://ediciones.uautonoma.cl>

© Universidad Autónoma de Chile

Avenida Pedro de Valdivia 425, Providencia

Santiago, Chile

Diseño y diagramación: Pedro Díaz Muñoz

ISBN: 978-956-6201-67-0

Registro de propiedad intelectual: 2023-A-11064



Este material puede ser copiado y redistribuido por cualquier medio o formato, además se puede remezclar, transformar y crear a partir del material siempre y cuando se reconozca adecuadamente la autoría y las contribuciones se difundan bajo la misma licencia del material original.

Impreso en Chile | Printed in Chile



EDICIONES
Universidad Autónoma de Chile



Índice

Prólogo	7
Lupino	13
Alforfón	30
Desarrollo de alimentos funcionales.....	43

Prólogo

En marzo de 2020 llegamos a Temuco María Luisa Valenzuela y yo, Carlos Peña, como académicos del Instituto de Ciencias Químicas de la Universidad Autónoma de Chile. María Luisa venía de la sede Santiago de la universidad y yo me había trasladado por motivos familiares desde Temuco a Concepción.

María Luisa llegaba con mucha experiencia en química inorgánica, economía circular y reciclaje de baterías de litio. Por mi parte, había trabajado casi 20 años en química analítica y química industrial relacionada con el sector pesquero y con el tratamiento de aguas residuales. Por lo tanto, teníamos muchas ganas de trabajar en investigación aplicada y la Región de La Araucanía, al ser el granero de Chile, nos entregaba un laboratorio natural de tremendas proporciones por su gran potencial agroalimentario.

Es así como nos pusimos manos a la obra y comenzamos a buscar posibilidades de desarrollar proyectos vinculados al sector agrícola y de los alimentos, con el apoyo de empresas y el Estado.

Tuvimos la suerte de encontrar a tres agricultores que se dedicaban al cultivo de lupino dulce (*Lupinus*

angustifolius) y alforfón (*Fagopyrum esculentum*), además de una pequeña industria molinera, quienes se interesaron por ejecutar un proyecto en el que se desarrollaran alimentos a partir de estos cultivos y que tuvieran características de funcionales. En el caso del lupino, nos interesó por ser muy rico en proteína y algunos minerales como el hierro, mientras que el alforfón por carecer de gluten y poseer fagomina, una molécula coadyuvante en la disminución de la glicemia.

Es así que, gracias a una convocatoria de la denominada «Concurso de Proyectos de Acción Regional para el Desarrollo Territorial Mediante Proyectos de I+D Colaborativa con PyMEs», presentamos el proyecto *Alimentos funcionales en base a lupino dulce (Lupinus angustifolius) y alforfón (Fagopyrum esculentum) cultivados en la Región de La Araucanía*, con el objetivo de desarrollar alimentos funcionales en base a lupino y alforfón entre 2021 y 2023.

Ha sido un trabajo arduo, sobre todo si tomamos en cuenta que coincidió con la pandemia. Muchas veces tuvimos que solicitar un salvoconducto para asistir a nuestros laboratorios, reunirnos con los colaboradores o salir a terreno. No obstante lo anterior, hoy, concluidas nuestras actividades científicas, entregamos a ustedes este pequeño libro, como parte de las acciones comprometidas, que muestra algunas aplicaciones prácticas en materia alimentaria, tanto para lupino como para alforfón, y entrega información sobre algunos de los



resultados más relevantes de los desarrollos de nuestro proyecto.

Queremos agradecer muy sentidamente a la (ANID) por el financiamiento otorgado, al Gobierno Regional, dirigido por don Luciano Rivas Stepke, y a nuestra Universidad Autónoma de Chile sede Temuco, a través de su vicerrector Dr. Emilio Guerra Bugueño, por los apoyos otorgados y sin quienes esta obra no hubiese llegado a sus manos.

Esta publicación es fruto de la perseverancia, la creatividad, la colaboración y, sobre todo, es un reconocimiento a la posibilidad de transformar dos cultivos regionales en ingredientes esenciales para el desarrollo de alimentos que contribuyan a una vida saludable.

Nuestra esperanza es que esta obra inspire a otros a mirar más allá, para así descubrir las oportunidades presentes en nuestro territorio y, de esta manera, desarrollar ciencia y tecnología aplicada para el crecimiento económico y la mejora en nuestra calidad de vida.

Dra. María Luisa Valenzuela
Dr. Carlos Peña
Octubre, 2023







Lupino

Lupinus angustifolius var. Coronup

El lupino es una semilla cuyo cultivo, en Chile, se da principalmente en la Región de La Araucanía. Por sus características, esta leguminosa se acopla a dietas de personas diabéticas, celiacas y con distintas alergias alimentarias. Además, por su aporte proteico, resulta beneficiosa para vegetarianos y veganos.

Taxonomía del lupino

El lupino o lupín es una planta perenne de corta duración que crece entre 7,5 y 10 cm de alto y entre 2,5 y 5 cm de ancho y, en su parte superior, desarrolla un denso racimo que mide entre 2,5 y 5 cm, con pequeñas flores individuales cuyo color puede ser amarillo, rojo, rosado, morado, blanco o matizado. El fruto del lupino es una legumbre amarilla, con un leve parecido físico al maíz, aunque es significativamente más grande y redondo.

El lupino (*Lupinus spp.*) pertenece al gran grupo botánico *fabaceae* o fabáceas, conocido popularmente como leguminosas, hogar de 700 géneros y alrededor de 17.000 especies que incluyen cultivos de gran importancia económica como los frijoles (*Phaseolus vulgaris*), la alfalfa (*Medicago sativa*), los garbanzos (*Cicer arietinum*), el fenogreco (*Trigonella foenum-graecum*), soya (*Glycine max*) y el tamarindo (*Tamarindus indica*).



Hay varias especies del género *lupinus*, sin embargo, los más importantes comercialmente incluyen al *Lupinus albus* (lupino europeo), el *Lupinus luteus* (lupino amarillo), que es cultivado principalmente en Alemania y Europa del este, el *Lupinus angustifolius* (lupino de hoja estrecha), principal lupino que se cultiva en Australia, especialmente en Australia occidental, el *Lupinus mutabilis*, conocido también como lupino andino o tarwi, el cual se originó en los Andes peruanos, pero está estrechamente relacionado con una especie de lupino nativa del sur de Europa, y el *Lupinus polyphyllus* (lupino de jardín), que es una especie particular que se utiliza exclusivamente con fines ornamentales y se considera una hierba invasora en América del Norte, Europa, Australia y Nueva Zelanda.

Cultivo del lupino

El lupino es un cultivo del campo chileno que se consumía antiguamente y que hoy se está recuperando. Con una temporada de siembra que abarca desde inicios del invierno hasta la mitad de la primavera, el lupino es bastante fácil de cultivar si se dan las condiciones adecuadas de suelo, clima y humedad. De hecho, la planta del lupino se caracteriza por su resistencia a las bajas temperaturas y porque, en condiciones normales, no necesita mucha lluvia ni humedad para desarrollarse. De todos modos, la siembra y cosecha del lupino dependerá del tipo de éste.

Entre las ventajas del cultivo de lupino destaca el que no necesita una gran cantidad de nutrientes, dado que es capaz de fijar el nitrógeno atmosférico por sí mismo y por ello es usado mundialmente para mejorar la composición y la calidad de las tierras, especialmente cuando han sido víctimas de actividades como la minería.

Por otro lado, las plantas de lupino producen unas flores muy bonitas, las que se encuentran naturalmente en prados y áreas húmedas, así, también es posible cultivarlas como ornamentales en bordes de jardines. Al marchitarse las flores surgen las vainas y dentro de ellas se pueden encontrar entre tres y cuatro semillas de lupino.

El fruto del lupino suele usarse para alimentar al ganado, pero también es comestible para el ser humano si previamente se le elimina la amargura. Esto se hace remojando el lupino con agua y sal durante una hora. En función del amargor del fruto, podemos distinguir tres tipos de lupinos: el lupino blanco y el azul, cuyo contenido es bajo en alcaloides, son más dulces y no necesitan remojo, mientras que el lupino amarillo, que suele ser más amargo, sí requiere un tratamiento para endulzarlo.

En comparación con otras legumbres, como las habas o las arvejas, el lupino tiene más contenido proteico, incluso puede superar la cantidad de proteína que tiene un huevo.

Datos para el cultivo en casa

- ✓ Antes de cultivar, es preciso poner en remojo las semillas.
- ✓ Se aconseja usar tierra ácida. Si no hay disponible, puedes mezclar la que tengas con turba rubia. Esto permitirá que baje el pH y resulte más adecuada.
- ✓ Las plantas de lupino son susceptibles a infestaciones de pulgones y otros insectos, y también a enfermedades como manchas marrones, mildiú polvoriento y óxido.
- ✓ Cuando se siembran en hileras de 50 cm, 3 a 5 cm debajo de la superficie del suelo, las plantas de lupino proporcionan mejores cosechas.



¿Sabías qué?

Al igual que otras legumbres, las plantas de lupino producen su propio nitrógeno. Sin embargo, se requiere una inoculación de rhizobium en plantas jóvenes apenas desarrollen nódulos fuertes. Se recomiendan las inoculaciones cada cinco años.

Sobre el origen del lupino

Existen diferentes historias acerca del origen del lupino. Se afirma que fueron los egipcios quienes comenzaron a cultivar esta legumbre, aunque otros sostienen que fue introducido por el imperio Grecorromano. Sin embargo, más allá de las distintas historias alrededor del lupino, lo cierto es que en sus inicios fue ampliamente utilizado para alimentar al ganado y a las familias más pobres, ya que, por su alto contenido nutricional, ayudaba a sobrevivir en momentos de penurias económicas.

Ya en el siglo III d.C, en tratados sobre uso de agroquímicos para cosechas y cría de animales, se hacía referencia a los métodos de cultivo y formas de utilizar el lupino. También se lo mencionaba como un producto ideal para mezclarlo con otros granos, como cebada y trigo, y elaborar panes de alta calidad.

Si bien, durante los siglos XVII y XVIII las plantas de lupino fueron populares como cultivo de cobertura y su capacidad para fijar nitrógeno se usó comúnmente para mejorar la calidad de los suelos, no fue hasta principios del siglo XX que científicos

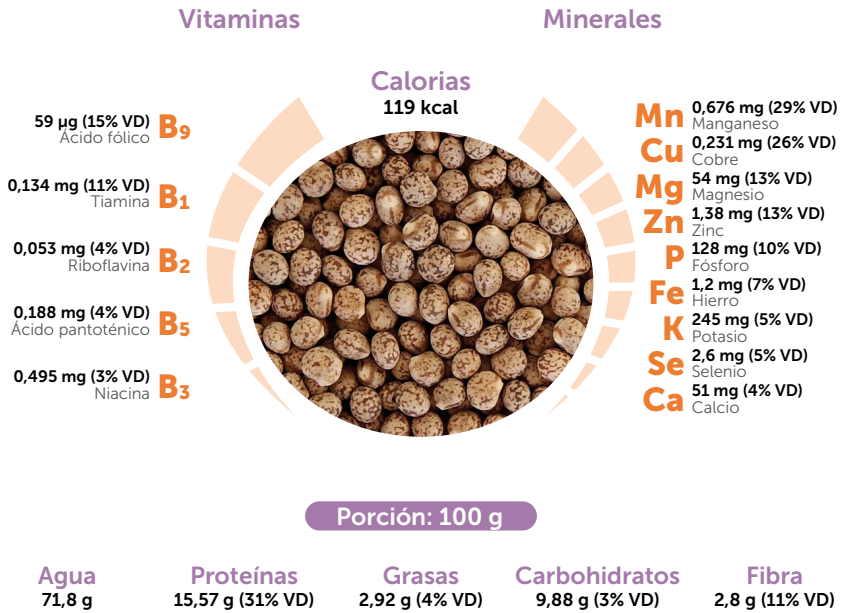
alemanes sometieron al lupino a un proceso de hibridación para transformarlo en un cultivo comercial moderno. Así, el desarrollo exitoso de variedades de lupín dulce, esto es, con niveles más bajos de alcaloides amargos, provocó la popularidad de estas legumbres en toda Europa, extendiéndose rápidamente a Australia que, en la actualidad, es el mayor productor de lupino dulce del mundo.

Propiedades y beneficios

El lupino es una proteína vegetal baja en grasas —contiene principalmente omega 3, 6 y 9— y alta en fibra soluble, lo cual lo convierte en un alimento ideal para combatir el estreñimiento, equilibrar los aminoácidos y para una dieta enfocada en reducir el colesterol, esto porque el grano de lupino además contiene importantes antioxidantes como la luteína, la zeaxantina (un flavonoide que ayuda a proteger la visión) y el betacaroteno, los que regulan los niveles de colesterol, lo cual aporta al tratamiento de la hipertensión y a la prevención de otras enfermedades cardiovasculares. Además, el lupino posee un índice glucémico muy bajo, por lo tanto, se recomienda incluirlo en las dietas de personas con diabetes.

Los beneficios del consumo y uso del lupino son múltiples, pero poco conocidos, a pesar de que su alto valor nutricional, basado en sus niveles proteicos, es 47,7% superior a la gran mayoría de las leguminosas. De este modo, el lupino no sólo es una excelente fuente de alimentación humana sino también animal (forraje), ayuda en el mejoramiento del suelo, en la fijación del nitrógeno atmosférico, entre otros usos medicinales y ornamentales.

Información nutricional lupino



Información nutricional para 100 gramos de lupino
 119 calorías, 15,57, proteínas, 2,92 lípidos o grasa, 51 mg de calcio, 1,20 mg de hierro, 54 mg de magnesio, 128 mg de fósforo, 245 mg de potasio, 2,40 mg de sodio y 1,38 mg de zinc.

Beneficios del consumo de lupino

- Aporta aminoácidos, que son esenciales para las articulaciones.
- Su alto contenido en fibra favorece el tránsito intestinal y previene el estreñimiento.
- Es un diurético muy eficaz, lo que favorece la eliminación de toxinas, pero también de las grasas responsables de elevar los niveles de colesterol.
- La abundancia de proteínas y fibra garantiza que el índice glucémico se mantenga bajo.
- Posee una amplia variedad de minerales, principalmente cobre, que juega un papel importante en la producción y transporte de glóbulos rojos; y manganeso, que tiene una función antioxidante crucial dentro de las células, lo que ayuda también en el metabolismo de carbohidratos, aminoácidos y colesterol.
- Otros minerales que están presentes en cantidades generosas son el hierro, el zinc, el fósforo y el magnesio, además del selenio, el potasio y el calcio.
- Como es habitual en las legumbres, el lupino aporta la mayoría de vitaminas del grupo B, en particular cantidades significativas de B9 (folato), fundamental para el desarrollo y crecimiento fetal, junto con B1 (tiamina) y B6 (piridoxina). También entrega una buena cantidad de colina, considerada esencial para una serie de funciones vitales, como el metabolismo, el transporte de lípidos, las reacciones de metilación (que incluyen actividades del sistema nervioso, cardiovascular e inmunológico) y la síntesis de neurotransmisores. Otras vitaminas presentes en pequeñas cantidades en las semillas de lupino son la E (alfa tocoferol) y la K (filoquinona).
- Gracias a su significativa presencia de proteínas y carbohidratos, el lupino es una excelente fuente de energía y se suele recomendar su consumo a personas que realizan mucho ejercicio.

Desventajas

- La presencia de alcaloides levemente tóxicos (principalmente espartaina) en algunas variedades de lupino puede desencadenar efectos anticolérgicos que pueden causar náuseas y vómitos repentinos, así como visión borrosa, debilidad y taquicardia. Estos efectos se han reportado en personas que toman lupino en dosis terapéuticas y es poco probable que ocurran cuando las semillas se consumen con moderación o en formas culinarias.
- Las semillas de lupino son ricas en oligosacáridos, azúcares que generalmente son beneficiosas para la flora intestinal, pero que pueden causar malestar abdominal en individuos con síndrome de intestino irritable (SII) o enfermedad inflamatoria intestinal (EII).
- El lupino también puede desencadenar reacciones alérgicas en personas sensibles, que pueden incluir urticaria, picazón, hinchazón, dolor abdominal, náuseas, vómitos, secreción nasal y ojos llorosos. Las reacciones más graves pueden incluir dificultad para respirar, sibilancias y baja presión arterial.

Usos del lupino

Cocido

Hervidas como cualquier otra legumbre. Una vez cocidas se pueden convertir en hummus.

Tostado

Las semillas de lupino, una vez secas y tostadas, son un bocadillo nutritivo, lleno de proteínas y fibra dietética.

Harina

Es la forma más popular de consumir lupino. La harina de esta leguminosa se elabora a partir de las semillas cocidas, secas y molidas, esto con el objeto de eliminar cualquier rastro de alcaloides tóxicos.

Hojuelas

Las semillas de lupino se pueden procesar en hojuelas y consumir como cereal regular, con los beneficios adicionales de altos niveles de proteína y fibra, o bien como aperitivo o golosina saludable.

Bebida vegetal

Una bebida vegetal a base de lupino en polvo.

Extracto líquido

El extracto de semilla de lupino es una preparación altamente concentrada, con grandes niveles de proteínas y aceites beneficiosos. A menudo se promociona como un estimulante de la producción de colágeno y se utiliza como agente emoliente para fortalecer el cabello y promover la elasticidad de la piel.

Forraje

Las mismas especies de lupino que son consumidas por los humanos se utilizan para alimentar al ganado y otros animales.

Jardinería

Las flores del lupino, muy lindas y coloridas, se utilizan como plantas ornamentales en patios y jardines.

Libre
de gluten



Panqueques de lupino con almendras y arándanos

(8 a 10 personas)

Ingredientes

- ½ taza de arándanos
- Una cucharadita de extracto de vainilla
- ½ cucharadita de polvos de hornear
- Un huevo
- 1 ¼ tazas de leche entera (también se puede usar leche vegetal)
- Una taza de harina de lupino
- ½ taza de harina de almendras
- Sal

Paso a paso

Poner todos los ingredientes, excepto los arándanos, en una licuadora y procesar hasta obtener una mezcla suave y cremosa. Luego, agregar los arándanos e incorporarlos con cuidado usando una cuchara.

Precalentar una sartén a fuego medio/bajo y engrasarla con un poco de aceite. Verter $\frac{1}{4}$ taza de masa en la sartén y extenderla suavemente. Cocinar hasta que comiencen a formarse burbujas en la superficie del panqueque, luego voltear y cocinar uno o dos minutos más.

Repetir estos pasos hasta que se haya utilizado toda la masa.

Los panqueques se pueden acompañar con cualquier fruta y para decorar puedes usar yogurt, miel o mermelada.



Receta
vegetariana



Pan de nuez y arándanos rojos

(13 horas aprox.)

Ingredientes

- $\frac{3}{4}$ taza de arándanos rojos deshidratados
- $\frac{3}{4}$ taza de nueces picadas
- $\frac{1}{2}$ cucharadita de levadura en polvo
- $1 \frac{1}{2}$ taza de agua tibia
- Una cucharada de miel
- Una taza de harina de trigo
- Una taza de harina de trigo integral
- Una taza de harina de lupino
- Un molde con tapa

* La imagen es sólo una referencia.

Paso a paso

Primero combinar en un bol los arándanos, las nueces, la levadura y las harinas. Luego, agregar el agua tibia y mezclar todo. La masa debe quedar húmeda y pegajosa. Tapar con plástico el recipiente donde está la mezcla y dejarlo reposar durante 12 horas o toda la noche.

Al día siguiente, en un horno a 230 °C, colocar un molde para pan con tapa. Mientras tanto, sacar la masa del bol y ponerla sobre un papel mantequilla ligeramente enharinado. Formar una bola y cubrirla con una envoltura plástica sin apretar. Dejar reposar durante media hora.

Finalmente, sacar el molde del horno (con cuidado pues estará muy caliente), quitar la tapa y poner la masa dentro, junto con el papel mantequilla. Tapar y devolver al horno por 25 minutos. Luego sacar la tapa y hornear por 10 minutos más o hasta que esté dorado.



Albóndigas

Paso a paso

Hacer albóndigas de lupino es muy fácil. Primero debes moler los lupinos, previamente cocidos o remojados en salmuera para eliminar los alcaloides y así quitar el amargor, y mezclarlos con los mismos ingredientes que se usan regularmente para preparar albóndigas de carne u otras legumbres. Agregar sal y pimienta a gusto, con las manos formar pequeñas bolitas y hornear por 20 a 25 minutos.

Hamburguesas

Paso a paso

Sofreír 400 gramos de lupinos pelados en una sartén con aceite y cebolla. Una vez que esté lista esa mezcla, sazonar con sal y pimienta a gusto y agregar pan rallado. Modelar como hamburguesas y hornear o freír. También se pueden congelar.

Hummus

Paso a paso

Poner en la licuadora 300 gramos de lupinos en salmuera, el jugo de medio limón, 100 gramos de cebollín picado, 50 gramos de pimentón dulce, un puñado de semillas de sésamo o una cucharada de tahine, aceite de oliva, sal y pimienta. Mezclar todo hasta que se forme una pasta cremosa.

Mayonesa

Paso a paso

Agregar a la batidora 175 gramos de lupinos pelados, aceite (puede ser de oliva o maravilla), 30 ml de leche de avena, el jugo de un limón, una pizca de pimentón dulce y sal. Mezclar todos los ingredientes y ¡listo!

Lupinos en conserva

Paso a paso

Para hacer lupinos en conserva, primero es necesario remojarlos. Esto se hace, al igual que con todas las legumbres, vertiéndolos en un recipiente y cubriéndolos de agua. Lo ideal es dejarlos en remojo un día completo. Pasadas las 24 horas, escurrir los lupinos, ponerlos en una olla con agua fría y hervir por 20 minutos. Agregar sal.

Finalmente, hay que dejar reposar los lupinos durante una semana, cambiando el agua con sal dos veces por día para que así pierdan el sabor amargo que los caracteriza y puedan conservarse en el congelador.







Alforfón

Sobre el origen del alforfón

Científicamente al alforfón se lo conoce como *Fagopyrum esculentum* Moench, culinariamente como trigo sarraceno y popularmente como trigo negro.

Su origen se establece en el noreste de Asia hace más de 7.000 años, en la zona de Siberia y Manchuria, para luego extenderse por Asia central. Aunque se ha cultivado en muchas partes, hoy en día los principales productores son también los mayores consumidores de alforfón: China produce 55% del total mundial, seguido por Rusia con un 20%, Ucrania con 15% y Polonia con un 3%.

Taxonomía

El alforfón o trigo sarraceno es una planta anual herbácea de la familia Polygonaceae. Botánicamente se denomina *Fagopyrum esculentum* y usualmente se le cultiva para consumo humano y animal.

Las flores del alforfón se dan en racimos, no tienen corola y dan un fruto de caras triangulares, como una pequeña pirámide, de color dorado o café.

Los granos de alforfón, aunque se consideran un cereal, no lo son realmente ya que no pertenecen a la familia de las gramíneas sino a la de las poligonáceas.



Algunas especies del alforfón

- ✓ *El esculentum*: desconocido por griegos y romanos, fue introducido en Europa en la Edad Media. Se cultiva en Alemania, Austria y Francia.
- ✓ *El emarginatum*: crece espontáneamente en Nepal y fue introducido en Gran Bretaña a finales del siglo XVIII.
- ✓ *El tartaricum*: se cultiva en Rusia y se usa comúnmente para hacer pan.

Cultivo de alforfón

Su ciclo de cultivo es corto, de 8 a 10 semanas, y su respuesta de floración no específica a la longitud del día, lo habilitan como cultivo de primavera y otoño. En la Región de La Araucanía, el alforfón puede sembrarse tanto a finales de invierno o primavera temprana, una vez que se haya superado el riesgo de heladas. El trigo sarraceno se puede sembrar como segundo cultivo dentro de un mismo año agrícola, detrás de leguminosas, maíz u hortalizas, lo que aumenta la rentabilidad de la campaña agrícola gracias a este ciclo tan corto. Debido a que, entre las operaciones de siembra y recolección, no son necesarias otras operaciones agrícolas ni aportes de agroquímicos, es un cultivo económico.

El alforfón crece mejor en suelos arenosos/arcillosos, de textura mediana a pesada y franco-limosos. Es necesario un suelo fértil y con una cantidad adecuada de nitrógeno para producir una cosecha buena. Sus necesidades en abonado son bajas y se la considera una especie mejoradora del suelo por su capacidad de estabilizar

agregados y utilizar fósforo insoluble. El suelo debe ser suelto con buen drenaje y un pH de entre 5,5 y 7. Para producir un kilo de materia seca, se necesitan de 450 a 550 litros de agua y la temperatura ideal de germinación es de 20-25 °C.

Durante las fases de desarrollo, el trigo sarraceno tolera el calor siempre que se cultive en ausencia de estrés hídrico. Durante la floración, temperaturas superiores a 32 °C producen aborto floral. Por otra parte, el alforfón es un cultivo muy sensible al frío y temperaturas de -2,5 °C son letales incluso para las variedades más resistentes.

Propiedades y beneficios

En su composición, el alforfón contiene aproximadamente 70% de almidón, es decir, mucho más que el maíz. También tiene una buena cantidad de hidratos de carbono, que es ideal para lograr el efecto aglutinante que tienen otros productos al consumirlos como harinas.

En cuanto a proteínas, el alforfón posee los aminoácidos esenciales lisina y metionina. Esta última no está en prácticamente ninguna legumbre. Además, como aminoácido azufrado, tiene propiedades antioxidantes.

El trigo sarraceno tiene muy pocos niveles de grasa, lo cual lo posiciona como un alimento muy recomendado para personas con problemas de colesterol o enfermedades cardiovasculares. También contiene fibra, por lo tanto, mejora la digestión y ayuda a reducir la obesidad.

Valor nutricional

Por cada 100 g, el trigo sarraceno proporciona unas 330 kcal. La mayor parte de su valor nutricional está en su aporte de carbohidratos, hasta 62 g repartidos en manosa, galactosa, xilosa o ácido glucurónico. En una cantidad inferior podemos encontrar fibra (17 g) o proteínas de alto valor biológico (13 g). El contenido en grasas es muy bajo (3,3 g) y poseen un perfil saludable pues son ácidos grasos monoinsaturados como el oleico y los poliinsaturados como el omega 6. Contiene también flavonoides y flavonas, ácidos fenólicos, taninos condensados y fitoesteroles.

Si nos fijamos en los valores de minerales, por cada 100 g de alforfón tenemos más de 1.000 mg de fósforo y una cantidad muy cercana de potasio. En menor cantidad encontramos hierro (8,5 mg) y sodio (5 mg). Finalmente, en relación con las vitaminas, en 100 g encontramos alrededor de 9 mg de vitamina B3 y 2 mg de vitamina B1. También posee vitamina E.

Beneficios

- Previene enfermedades cardiovasculares pues su aporte en fibra reduce la absorción de colesterol. Además, algunos minerales presentes en el alforfón (magnesio, potasio, calcio) favorecen el buen funcionamiento del corazón ya que intervienen en el proceso de contracción muscular.
- Su alto contenido en fibra actúa como regulador del tránsito intestinal lo cual ayuda a combatir el estreñimiento.

- Reduce la obesidad toda vez que contribuye a la absorción lenta de azúcares y produce mayor sensación de saciedad gracias a que contiene fagomina. Lo anterior también ayuda a combatir la diabetes.
- Arrastra las sales biliares de la digestión hacia las heces por el efecto de la fibra, lo que mantiene limpios los conductos biliares y la vesícula evitándose la formación de cálculos biliares.
- Su aporte de vitaminas del grupo B, que estimulan el sistema nervioso y unido a la disponibilidad energética continuada que aportan los carbohidratos complejos, favorece el tratamiento de la depresión y el estrés.
- Las vitaminas del grupo B, el fósforo, la colina y los minerales antioxidantes favorecen la concentración y la memoria.
- El zinc y el selenio estimulan el sistema inmune.
- No contiene gluten, por lo tanto, es un alimento ideal para personas celíacas e intolerantes a esta proteína.

Desventajas

Como cualquier alimento, el alforfón puede producir alergia en algunas personas, además, la fibra que contiene podría generar malestar estomacal, gases o cólicos, y, pese a no contener gluten, las personas con enfermedades relacionadas con el estómago, como Crohn o colon irritable y personas celíacas, deberían consumirlo con precaución, ya que durante el procesado del cereal puede producirse contaminación cruzada.

Usos

Cocido/crudo

Cocido

Lavar los granos y luego, cuando el agua esté hervida, agregarlos a la olla y cocinar por 20 minutos. Dejar reposar un par de minutos más y consumir.

Los granos de alforfón previamente tostado (kasha) también pueden cocinarse, pero sólo necesitan una cocción de máximo 5 minutos y luego, con la tapa puesta, dejar que absorba toda el agua (aproximadamente unos 10 a 15 minutos).

Crudo

Es una preparación muy simple, sólo hay que dejar remojando los granos durante la noche y antes de consumirlos agregarles leche y batir hasta que se consiga una textura cremosa.

Harina

La harina de alforfón es posiblemente la forma más común de consumo de este grano. Es habitual su uso para elaborar pan, generalmente mezclada con otras harinas de cereal. También se emplea en la elaboración de la masa de los populares blinis de los países eslavos o los crepes bretones.

Con la harina de trigo sarraceno también se elaboran distintas pastas. Las más común son los fideos de soba, populares en la cultura gastronómica de Japón, que se sirven en salsas o caldos calientes como el ramen.



Dos blinis de salmón ahumado con queso. Plato típico en Ucrania y Rusia.

fioristudio.com



Galette o panqueque bretón

(8 a 10 personas)

Ingredientes

- 70 g de harina de alforfón
- 3 huevos
- 230 ml de suero de leche
- 10 g de mantequilla
- 600 g de espárragos
- 280 g de espinacas
- 200 g de queso mozzarella
- 1 ½ cucharada de vinagre blanco
- Sal y pimienta

Paso a paso

Preparar la masa batiendo la harina con un huevo, el suero de leche y una pizca de sal hasta que tenga la consistencia de una crema espesa y sin grumos. Dejar reposar en el refrigerador por lo menos dos horas. Luego, una vez transcurrido el tiempo, engrasar una sartén con mantequilla y verter la masa extendiéndola por toda la superficie. Debe quedar lo más delgada posible. Cuando esté dorada de un lado, dar vuelta la masa y cocinar. Repetir esta acción hasta que se acabe la masa.

Mientras tanto cocinar los espárragos y las espinacas que servirán de relleno.

Para servir, rellenar las galletas (panqueques) con las verduras cocidas, el queso y luego llevar al horno unos minutos hasta que el queso se derrita. Finalmente, retirar del horno y agregar la pimienta.





Mini queques

(8 a 10 personas)

Ingredientes

- 100 g de harina de alforfón
- 50 ml de leche
- 10 g de levadura en polvo
- El jugo de un limón y su ralladura
- Una cucharada rasa de linaza molida
- 15 ml de agua
- 50 g de azúcar o panela
- ½ cucharadita de canela
- Una pizca de sal

* La imagen es sólo una referencia.

Paso a paso

Primero que todo, remojar la linaza en agua hasta que ésta suelte el mucílago. De esta forma obtenemos un líquido con textura de huevo que usaremos para unir la masa en sustitución del huevo.

En un bol mezclar todos los ingredientes secos y en otro todos los líquidos incluyendo el líquido hecho con la linaza. Luego, mezclar el contenido del bol líquido, en el recipiente donde está la harina y unir hasta obtener una masa homogénea.

Precalentar el horno a 180 °C. Poner la masa en moldes para muffins o queques rellorando cada espacio hasta la mitad, nunca hasta arriba. Hornear por 20 minutos. Retirar y dejar enfriar antes de servir.





Galletas

(8 a 10 personas)

Ingredientes

- 150 g de harina de alforfón
- Dos cucharadas de aceite de oliva
- 150 ml de agua
- Una cucharadita de sésamo blanco molido
- Una cucharada rasa de tomillo molido
- Una cucharadita rasa de ajo en polvo
- Un puñado de semillas de amapola
- Una pizca de sal

* La imagen es sólo una referencia.

Paso a paso

En un bol colocar todos los ingredientes y mezclar amasando hasta obtener una masa que no se pegue en las manos. Extender la masa en un papel mantequilla previamente engrasado, luego cortar la masa o marcar pequeños cuadrados que, una vez horneados, serán nuestras galletas.

Espolvorear las semillas de amapola encima de la masa y hornear por 10 a 15 minutos en un horno a 180 °C.

Cuando la masa esté dorada, retirar del horno y dejar enfriar.



Desarrollo de alimentos funcionales

De acuerdo con la opinión de los promotores del desarrollo de alimentos funcionales, saludables y también orgánicos, el modelo económico y de desarrollo moderno de la agricultura propicia la desaparición de la agricultura pequeña y de los productos con identidad local ya que promueve la comercialización de productos alimenticios con propiedades nutricionales degradadas.

Esta opinión radical tiene algo de cierto, en tanto la mayoría de los pequeños productores agrícolas, en su afán por obtener retornos rápidos, no incursionan en la introducción de ciencia y tecnología en sus procesos.

No obstante aquello, después de una búsqueda en tiempos de pandemia, tres pequeños agricultores dedicados al cultivo de lupino dulce y trigo sarraceno, tomaron contacto con la Universidad Autónoma de Chile con el fin de realizar un estudio que les permitiera tener datos concretos sobre las posibilidades de aumentar la cadena de valor de esos productos. Si bien el objetivo a largo plazo era y sigue siendo la obtención del producto terminado, se comenzó con la caracterización fisicoquímica y nutricional de las materias primas proporcionadas.

Caracterización fisicoquímica del lupino y el alforfón

Las materias primas utilizadas en los análisis fisicoquímicos provenían de las cosechas 2021, tanto para lupino, como para alforfón. En el caso del primero, la cosecha se llevó a cabo en la comuna de Lautaro durante enero de 2021, mientras que el alforfón fue cosechado en marzo del mismo año, en la comuna de Teodoro Schmidt.

Descascarillado

El lupino y el alforfón no pueden ser molidos de manera convencional en un molino, debido a las gruesas cáscaras que cubren su endospermo, las que impiden un tamizado y separación adecuada de su harina. Por lo mismo, fue necesario el uso de una descascarilladora centrífuga Joycan JC Series (Henan, China) la que permitió separar la semilla del endospermo y así obtener semillas libres, enteras y partidas, de dimensiones que no sobrepasaban los 5 mm para el caso de lupino y 3 mm para el alforfón. Las semillas descascarilladas fueron secadas en una estufa de aire convectiva a 37° C durante dos horas. Posterior a este procedimiento, la humedad de los granos de lupino correspondió a un 14 % a 16 %, valor apto para continuar con la molienda.



Molienda

Para la molienda de ambos granos se utilizó un molino cerámico/piedra Komo Fidibus XL (Itter, Austria), con una velocidad de procesamiento de 100 g/min. El pulverizado de harina de cada grano se separó en fracciones a través de una tamizadora Trenfull, modelo CF-JYS-G 200 (Shanghai, China). Para ello se usaron tamices CISA de diferentes tamaños (45, 50, 60, 70, 100 y 200 MESH).



Tabla 1.

Distribución de la granulometría para cada grano

MESH	Granulometría (micras)	Lupino (porcentaje en masa)	Alforfón (porcentaje en masa)
45	354	0	0
50	297	1,2	2,5
60	210	93,5	94,2
70	117	3,2	2,6
100	149	1,7	0,7
200	74	0,4	0

Fuente: elaboración propia.

En ambos casos se trabajó con la fracción correspondiente a 60 MESH, esto es, un tamaño de partícula de alrededor de 200 micras.

Análisis proximal

Para la determinación de las características nutricionales del lupino y el alforfón se realizaron los correspondientes análisis proximales de acuerdo con los métodos oficiales de la AACC (1995).

Proteína total	→ método de Kjeldahl (método oficial 950.36)
Fibra	→ método oficial 950.37
Cenizas	→ método oficial 930.22
Grasa	→ método oficial 935.38
Humedad	→ método oficial 935.36
Carbohidratos	→ Calculados por diferencia

Tabla 2.
Resultados obtenidos en el análisis de las muestras

Parámetro	Unidad	Harina de lupino	Harina de alforfón
Humedad	%	9,9	14,8
Proteínas	%	30,6	9,2
Grasas totales	%	6,4	3,9
Fibra cruda	%	9,8	8,1
Carbohidratos disponibles	%	40,8	62,6
Cenizas	%	2,5	1,4
Energía	kcal	345	322

Fuente: elaboración propia. Muestras en triplicado; DSR <0,3.

Como puede desprenderse de los datos anteriores, el lupino dulce (*L. angustifolius var coromup*) presenta altos niveles de proteínas en su harina, mayores al 30% en base húmeda y sólo considerando el endospermo. Por su parte, el alforfón, como era de esperarse, presenta los mayores niveles de proteínas en los carbohidratos disponibles. Para ambos, los niveles de grasas se encuentran por debajo del 10%. De hecho, el nivel del alforfón es menor al 5%.

Además, para controlar las condiciones de trabajo en el laboratorio y el nivel de contaminación de las materias primas, con los dos granos se hicieron determinaciones de gluten. Para ello se utilizó el KIT Elisa. En ambas harinas procesadas los valores obtenidos fueron menores a los límites de detección reportados por los fabricantes, es decir, menos de 1 ppm (una parte por millón). Estos valores son significativamente menores a los valores que establece el artículo 518 del reglamento sanitario de los alimentos.

De esta forma, los alimentos que sean producidos en base a estas harinas podrían considerarse libres de gluten, aunque, en rigor, esta calificación debería hacerse en base al producto puesto a disposición del consumidor.

Aporte mineral

Para la determinación de los aportes minerales, se consideraron aquellos elementos que tradicionalmente tienen características nutricionales, entre ellos el sodio, el potasio, el magnesio, el calcio, el hierro, el selenio y el zinc.

Para la determinación del contenido mineral se utilizó espectroscopía de absorción o emisión atómica en modalidad llama y generación de hidruros (Se). La mezcla combustible utilizada fue aire-acetileno u óxido nítrico-acetileno.

La digestión de las muestras de harinas de lupino y alforfón se llevaron en microondas Millestone, en mezcla ácido oxidante de ácido nítrico y peróxido, por espacio de una hora, usando los blancos respectivos.

Tabla 3.
Resultados para la determinación de minerales

Elemento	Lupino	Alforfón
Na	2 mg/100 g	0,8 mg/100 g
K	372 mg/100 g	520 mg/100 g
Mg	65 mg/100 g	122 mg/100 g
Ca	26 mg/100 g	37 mg/100 g
Fe	2,1 mg/100 g	3,1 mg/100 g
Se	3 ug/100 g	10 ug/100 g
Zn	3,7 mg/100 g	2,6 mg/100 g

Fuente: elaboración propia.

Determinación de vitaminas

En ambas harinas se realizó una determinación de vitaminas. Para ello se hizo una extracción sólido líquida con mezcla acetonitrilo/metanol/agua.

Tabla 4.
Resultados en vitaminas para cada cultivar

Vitamina	Lupino	Alforfón
B1	0,42 mg/100 g	0,51 mg/100 g
B2	0,52 mg/100 g	0,34 mg/100 g
B6	0,14 mg/100 g	0,22 mg/100 g
C	11 mg/100 g	38 mg/100 g

Fuente: elaboración propia. Las muestras se analizaron mediante HPLC DAD y fluorescencia.



Productos obtenidos de la ejecución del proyecto

Snack de lupino

Se le considera *snack* a un alimento tipo aperitivo, de consumo rápido, que usualmente sirve para acompañar bebidas y otros refrigerios y que habitualmente se consume en porciones pequeñas, de alrededor de 50 g por ración.

Al lupino que se suele consumir como *snack* en Europa (principalmente España) y en los países de oriente medio, se le conoce como altramuces o «chochitos» y generalmente se elaboran en base a lupino amargo, lo cual añade una etapa adicional en el proceso dado que es necesario eliminar los alcaloides por medio de escaldado en medio alcalino. Ahora bien, el *Lupinus angustifolius* tiene muy bajo nivel de alcaloides, por lo que su sabor es dulce al igual que el de su harina.

Para este caso, se generaron dos tipos de *snack*. El primero en base a lupino tostado, tratamiento que incrementó su crocancia lo cual le permitió adquirir una textura similar a la del maní.

El segundo se hizo en base a endospermo de lupino extruido. Mediante este método, el almidón gelatiniza y se expande, lo cual aumenta su volumen. Para ello, en una extrusora, a temperatura y presión controladas, se expanden los granos de lupino de la misma forma en que se realiza el inflado de otros cereales como el arroz, el trigo o el maíz. Para este segundo *snack*, eso sí, se requiere de una optimización adicional debido a que se torna más higroscópico y, al cabo de un día, pierde su carácter crujiente.



Muesli de lupino y alforfón

En términos generales, el muesli es una mezcla de cereales y frutos secos que fue desarrollado en Suiza como alimento saludable para consumirse al desayuno.

En esta oportunidad, se produjo un muesli en base a lupino y a alforfón descascarillados y sometidos a un tratamiento térmico en seco para la inactivación de enzimas. Estas dos materias primas fueron mezcladas con pasas o cranberries deshidratados. La mezcla con este último tuvo mejor aceptación organoléptica. Además, el alto contenido natural de ácido benzoico —reconocido conservante natural— permite su duración en el tiempo.

Flake de lupino

En la generación de flake de lupino se hizo uso de un laminador Komo de Fidibus, el que habitualmente se usa en la laminación de granos de avena. Para ello, antes de proceder a la laminación, los granos de lupino se secaron hasta una humedad aproximada del 10%, ya que a este nivel los granos tienen la suficiente flexibilidad para que adquieran forma de láminas. A mayores niveles de humedad, las láminas se aglutinan y a menores niveles los granos se pulverizan.

Alternativamente, los granos pelados de lupino pueden someterse a un tratamiento térmico en vapor, para generar una pasta de lupino la que luego se seca en láminas y moldes (40 x 40 cm) a temperatura baja. Una vez que la lámina está seca, se fragmenta en pequeñas hojuelas de máximo un centímetro.



Barras proteicas de lupino

En la elaboración de esta barra se usó harina de lupino extruida, por lo que, a diferencia de otras hechas con base en cereales, cuya textura es esponjosa o aireada, la barra de lupino tiene una textura compacta debido a la menor presencia de aire.

Para ello, la harina de lupino se mezcla con miel y materia grasa vegetal sólida y líquida a temperatura ambiente.

La viscosidad de la masa se midió usando un reómetro de panificación, lo cual permitió determinar las fuerzas necesarias para su fluidez y optimizó las proporciones para que la masa fuera trabajable a mano.

Esta mezcla se depositó en moldes de 5 x 40 cm, los que se expusieron a 60°C durante una hora.

Dado el alto nivel de azúcar proporcionado por la miel, estas barras pueden almacenarse hasta por una semana a temperatura ambiente, en lugares frescos y secos.



Pan de alforfón

El pan de alforfón es la aplicación más práctica y directa en relación con las personas con alguna intolerancia alimentaria al gluten. Su elaboración admite todas las variantes de panificación existentes, con la sola limitación de la esponjosidad del pan preparado. Como no posee gluten, el alforfón no retiene el CO₂ liberado por las levaduras en el proceso de fermentación e inflado, por lo que su textura es la de un pan compacto, no esponjoso.

Para mejorar esta característica organoléptica se han usado distintas alternativas, como la albúmina de huevo o la carboximetilcelulosa.

En particular, para este proyecto se usó un producto natural de origen comercial conocido como *Psyllium husk*, originario de la India, el cual permitió la obtención de un pan moreno de aspecto esponjoso.

Ingredientes

- 400 g de harina de alforfón
- 10 g de *Psyllium husk*
- 50 g de materia grasa
- 1 g de sal
- 4 g de levadura
- 350 g de agua

La fermentación fue de una hora a temperatura ambiente y la cocción a 200° C por 60 minutos.

Financiamiento: V Concurso de acción regional para el desarrollo territorial mediante proyectos de I+D colaborativa con Pymes ARVI 200007

La Región de La Araucanía se caracteriza, no sólo por sus hermosos paisajes y riqueza cultural, sino también por ser un laboratorio natural de tremendas proporciones en cuanto a su potencial agroalimentario.

Esta condición, además del interés de tres agricultores de la zona, motivó a los investigadores de la Universidad Autónoma de Chile, Dres. María Luisa Valenzuela y Carlos Peña, a desarrollar alimentos funcionales a partir de los cultivos lupino dulce y alforfón entre 2021 y 2023.

Así, esta publicación, presentada a la convocatoria Concurso de Proyectos de Acción Regional para el Desarrollo Territorial Mediante Proyectos de I+D Colaborativa con PyMEs, muestra algunas aplicaciones prácticas en materia alimentaria para ambos granos y entrega información sobre los resultados más relevantes de la investigación realizada.

Nuestra esperanza es que esta obra inspire a otros a descubrir las potencialidades de nuestro territorio y, de esta manera, desarrollar ciencia y tecnología aplicada para el crecimiento económico y la mejora en nuestra calidad de vida.