



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE QUÍMICA

**DESARROLLO DE HAMBURGUESAS VEGETARIANAS CON HARINAS DE
CEREALES Y LEGUMBRES**

TRABAJO MONOGRÁFICO DE ACTUALIZACIÓN

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

QUÍMICO DE ALIMENTOS

PRESENTA

MARIO DE JESUS YCHICAHUA ZUÑIGA



CDMX

AÑO 2022



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

JURADO ASIGNADO:

PRESIDENTE Profesor: BAEZ FERNÁNDEZ MARCOS FRANCISCO

VOCAL: Profesor: FONSECA LARIOS RODOLFO

SECRETARIO: Profesor: MARTÍNEZ ARELLANO ISADORA

1er. SUPLENTE: Profesor: GARCÍA SATURNINO VERÓNICA

2° SUPLENTE: Profesor: CASILLAS GÓMEZ FRANCISCO JAVIER

**SITIO DONDE SE DESARROLLÓ EL TEMA: INSTITUTO DE CIENCIAS
APLICADAS Y TECNOLOGÍA (ICAT)**

ASESORA DEL TEMA:

DRA. ISADORA MARTÍNEZ ARELLANO

SUPERVISORA TÉCNICA:

DRA. MARÍA SOLEDAD CÓRDOVA AGUILAR

SUSTENTANTE:

MARIO DE JESUS YCHICAHUA ZUÑIGA

ÍNDICE

1. Introducción	5
2. Objetivo general	6
3. Hamburguesas	7
3.1 Hamburguesas vegetarianas.....	7
3.2 Consumo de hamburguesas vegetarianas.....	7
4. Legumbres	9
4.1 Importancia.....	9
4.2 Principales productores de legumbres.....	10
4.3 Frijol.....	11
4.4 Garbanzo.....	12
4.5 Lenteja.....	13
5. Cereales	15
5.1 Importancia.....	15
5.2 Principales productores de cereales.....	16
5.3 Avena.....	17
5.4 Amaranto.....	18
6. Aditivos alimenticios	20
6.1 Marco normativo.....	20
6.2 Clasificación.....	21
6.3 Clases funcionales.....	22
6.4 Saborizantes.....	23
6.4.1 Saborizantes naturales.....	23
6.4.2 Saborizantes idénticos al natural.....	24
6.4.3 Saborizantes artificiales.....	24
6.5 Hidrocoloides.....	24
6.6 Colorantes.....	25
6.6.1 Colorantes naturales.....	25
6.6.2 Colorantes idénticos al natural.....	26
6.6.3 Colorantes artificiales.....	26
7. Aditivos en hamburguesas vegetarianas	27
7.1 Saborizantes.....	27

7.2 Hidrocoloides.....	28
7.3 Colorantes.....	29
8. Procesos para la obtención del producto	30
9. Análisis de textura (TPA por sus siglas en inglés)	35
9.1 Parámetros de textura (TPA)	35
9.2 Análisis de textura (TPA) en hamburguesas vegetarianas	38
10. Test Warner-Bratzler.....	40
10.1 Test Warner-Bratzler en hamburguesas vegetarianas.....	40
11. Parámetros de humedad, actividad de agua y pH.....	42
11.1 Humedad.....	42
11.2 pH.....	42
11.3 Actividad de agua (a_w).....	43
11.4 Parámetros de humedad, pH y actividad de agua en hamburguesas vegetarianas	43
12. Hábitos de consumo.....	45
13. Hamburguesas vegetarianas disponibles en el mercado nacional	47
14. Conclusiones.....	50
Referencias	51
Anexos	60

1. Introducción

El ser humano en el transcurso de su evolución ha cambiado la percepción de la comida llevándola desde una herramienta de sobrevivencia hacia una instancia en la que se ven fuertemente involucradas ciertas prácticas, creencias y valores. Este aspecto ha llevado a prácticas sociales que implican el no consumo de carne animal y sus derivados, entre las razones mencionadas para explicar esta elección alimentaria, se refieren el precio de la carne y el desagrado por su sabor. El vegetarianismo es una tendencia alimentaria que excluye los alimentos de origen animal o parte de ellos, esta tendencia ha ido en aumento los últimos años demostrándose un auge del comercio enfocado a este público, en el Reino Unido el 12% de los adultos y el 20% entre los 16 y 24 años son vegetarianos, en USA en 1971 solo el 1% se describía como vegetariano mientras que, en 2013 lo hizo el 13% (Brignardello *et al.*, 2013; Aguirre *et al.*, 2019). Durante 2018, el consumo de carne aumentó 3.7 % con respecto a 2017, mostrando una creciente demanda hacia este sector (El Economista, 2019), de acuerdo con Euromonitor Internacional, el mercado de hamburguesas en México creció 26% en los últimos cinco años, pasando de 571 a 720 millones de dólares en ventas anuales (El Universal, 2019). La hamburguesa vegetal es una variante de la hamburguesa tradicional que evita la carne picada para utilizar productos vegetales, cereales, frutas, frutos secos, entre otros (Pérez y Santillán, 2020). Dentro de los alimentos para desarrollar productos vegetarianos se encuentran las legumbres y cereales, consideradas una fuente rica de proteína, minerales y vitaminas que el ser humano necesita. Al combinar estos dos grupos de alimentos e incorporarlos a la dieta se obtiene un balance adecuado de aminoácidos esenciales (Delgado *et al.*, 2016). Así mismo, el uso y aplicación de aditivos alimentarios permite brindar atributos sensoriales de textura al producto para que sea similar a la hamburguesa tradicional. Es por ello por lo que en este trabajo se realizó una extensa revisión bibliográfica para tener el sustento teórico del desarrollo de hamburguesas vegetarianas.

2. Objetivo general

Realizar una revisión bibliográfica en distintas fuentes (libros, artículos y tesis) en un intervalo máximo de 10 años sobre el desarrollo de productos tipo hamburguesa vegetariana, analizando los beneficios y limitaciones de los procesos de obtención, las características reológicas, sensoriales, fisicoquímicas y nutricionales de los productos, los hábitos de consumo (mediante una encuesta) así como investigar las marcas existentes en el mercado y evaluar la pertinencia sobre el desarrollo de un producto tipo hamburguesa con mezcla de harinas de cereales y legumbres con diferentes aditivos alimentarios. La revisión bibliográfica tiene como finalidad tener el sustento teórico para el desarrollo de productos tipo hamburguesa vegetariana.

3. Hamburguesas

3.1 Hamburguesas vegetarianas

La hamburguesa vegetal (conocida como hamburguesa vegetariana o vegana) es una variante de la hamburguesa tradicional que consta en evitar la carne dentro de su formulación para utilizar productos vegetales aptos para las personas que llevan un régimen alimenticio basado en plantas. Una hamburguesa vegetariana o plant-based es una mezcla de alimentos vegetales, tiene forma redonda y aplanada, en promedio, tienen dimensiones de 110mm de diámetro x 10mm de grosor aunque puede haber diversidad de tamaños, esta se cocina principalmente a la freidora y sartén, los alimentos más usados para la elaboración de este tipo de alimentos son las lentejas, frijoles y chícharos, aunque hay ocasiones en que se añaden ingredientes diferentes a estos como lo son frutos secos, hongos, frutas y especias para condimentar (Sánchez, 2015; Botasini, S. y Taruselli, J., 2018; Pérez, L. y Santillán, P., 2020).

3.2 Consumo de hamburguesas vegetarianas

La industria alimenticia ha encontrado un nuevo nicho de mercado, la comida vegetariana teniendo como objetivo la seguridad en la salud de los consumidores. Hamburguesas hechas de harina y lentejas por poner ejemplos, están ganando terreno entre los hábitos de consumo para quienes deseen experimentar otras alternativas de comida, la alimentación saludable se está convirtiendo en la tendencia de consumo y a ello está respondiendo la industria no sólo desde lo local sino a nivel mundial. Hoy en día, la gente busca alternativas saludables, los productos denominados como vegetarianos o veganos, tienden ahora a dirigirse al mercado de las masas y no sólo a un sector en específico. Al igual que algunos productos, salud o enfermedades, este tipo de productos encuentra un nuevo mercado en el consumidor que busca la salud en su alimentación. Nuevos productos sustitutos de productos cárnicos tradicionales y con sabores muy bien desarrollados están encontrando acogida en el público general. Durante los últimos años, existe

un crecimiento sustancial en cuanto a la cantidad de nuevos productos lanzados con un reclamo vegetariano. El crecimiento continuo y la demanda en el mercado de alternativas a la carne brindan amplias oportunidades para que los científicos y empresarios exploren nuevas innovaciones. Las tecnologías tradicionales y emergentes para transformar proteínas vegetales con ayuda de polisacáridos y otras sustancias no proteicas, en fibras o agregados proteicos no filamentosos han logrado con éxito la transformación de cereales y legumbres, por ejemplo, en productos parecidos a los originales como es el caso de las hamburguesas. Esto ha tenido éxito para alternativas fabricadas a partir de proteínas vegetales, agregados o moléculas de proteínas individuales capaces de formar geles semisólidos o emulsiones gelificadas (Saldaña, M. y Lobaton, D., 2014; Sha, L. y Xiong, Y., 2020).

Las harinas de cereales y legumbres de las que hablaremos para el desarrollo de hamburguesas se eligieron con base a su contenido de proteína digerible cuantificado en el laboratorio autorizado por tercero (Laboratorio de Análisis Químico y Alimentos), en la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNAM, Departamento de Nutrición Animal y Bioquímica, a cargo de la Q.A. Agueda García Pérez, responsable de laboratorio. Los resultados para basarse en ello se muestran en la tabla 1.

Tabla 1. Contenido de proteína digerible

Grano	Frijol	Garbanzo	Lenteja	Avena	Amaranto
Contenido de proteína digerible	20.82%	13.01%	20.480%	9.71%	15.05%

4. Legumbres

4.1 Importancia

Las legumbres son muy importantes desde el punto de vista nutricional debido a que son un alimento vegetal ampliamente disponible que contiene proteína. Casi todas las legumbres contienen entre 20% – 35% de proteínas en base seca mientras que la carne contiene 17% aproximadamente en base seca, comparando estos datos, las legumbres son alimentos con más contenido proteico en comparación con la carne, pero esta es de calidad inferior debido a que tiene menos metionina (aminoácido esencial); sin embargo, cuando se consumen junto con los cereales en una misma comida, suministran una mezcla de proteínas con buena cantidad de aminoácidos, lo que mejora el valor proteico de la dieta. Si bien en México el 70% de la población adulta las consume, esto se hace con menos frecuencia en las zonas urbanas y los grupos más jóvenes (FAO, 2002; Gil, 2010; Monge *et al.*, 2019; Ramírez, 2020).

Las legumbres se encuentran entre los primeros alimentos cultivados por el hombre, dicho cultivo se remonta a los tiempos neolíticos en el que el hombre se inició en el desarrollo de la producción de alimentos, encontrándose restos de cultivos asociados al desarrollo de la agricultura desde el Mediterráneo hasta la India. Las legumbres de consumo humano son las especies de la familia vegetal *Fabaceae* o *Leguminosae*, que se consumen generalmente en forma de semillas secas y maduras, la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO por sus siglas en inglés) diferencia entre dos tipos de semillas: Las primeras son las legumbres, caracterizadas por tener bajo contenido de grasa (garbanzo, lenteja y frijoles); por otro lado se tiene el grupo de las oleoleguminosas, semillas que se caracterizan por tener elevado contenido de grasa, mencionando aquí a los cacahuates (Gil, 2010; FAO, 2016).

Las legumbres producen beneficios en los agroecosistemas pues mejoran las condiciones del suelo por la fijación biológica del nitrógeno haciendo que la fertilidad de este mejore la nutrición de los cultivos que se siembran junto a ellas, poseen

simbiosis natural con bacterias, como *Rhizobium* y la *Bradyrhizobium*, que son capaces de atrapar el nitrógeno en forma de óxido nitroso de la atmósfera y fijarlos en las raíces de las leguminosas como amoníaco que es utilizado por el metabolismo de la planta durante su crecimiento y desarrollo del grano, permitiéndole crecer con menor requerimientos de fertilizantes nitrogenados (Vargas y Cárdenas, 2021).

4.2 Principales productores de legumbres

Los tipos de legumbres más consumidas en el mundo son los frijoles, garbanzos, habas y lentejas, durante la década reciente, la producción mundial de legumbres creció a una tasa promedio de 3.1% hablando anualmente refiriendo a 78 millones de toneladas; 18% de ese volumen se comercializa internacionalmente, la mitad de la cosecha global se concentra en cinco países: India (26%), Canadá (8%), Myanmar y China (6% cada uno) y Brasil (4%). En tanto, Canadá es el principal exportador (36%), seguido por Australia y Myanmar (10% cada uno) y Estados Unidos (9%) (El Economista, 2016).

La India es el mayor productor de legumbres y representó cerca de 25% de la producción mundial durante el decenio anterior. Canadá (8%) y la Unión Europea (4%) son los siguientes productores en la lista. El mercado asiático equivale a más de la mitad de todo el consumo, pero sólo cerca de 40% de la producción, convirtiéndolo en el destino de importación con mayor relevancia. Cerca de 20% de la producción mundial se comercializa internacionalmente siendo Canadá (con 40% del comercio mundial) el mayor exportador, en tanto que India es el mayor importador (OCDE/FAO, 2020). En 2019, el mercado mundial de legumbres alcanzó un volumen de 88 millones de toneladas con un crecimiento anual promedio de 2.8% durante el decenio anterior, este incremento fue principalmente en Asia y África, por otra parte, durante 2018 y 2019 el crecimiento fue alto en la Unión Europea (+10%). Para las legumbres mexicanas, el nivel de exportaciones e importaciones sólo muestra datos para el frijol, por tanto, no se puede establecer la posición comercial del grupo completo, es así que el informe sobre el panorama agroalimentario del

frijol realizado por FIRA (Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura) en 2016, indica que la producción a nivel mundial de frijol ha estado en aumento a una tasa anual de 1.6 % entre 2003 y 2014, ubicándose durante ese periodo en 25.1 millones de toneladas, el 65.44% del volumen mundial de producción de frijol entre 1998 y 2013 se concentró en 10 países; la India y Brasil ocuparon los dos primeros lugares con 16.3% y 15% respectivamente, Myanmar tuvo el 3° lugar con 12%, China el 4° con el 7.8%, le sigue Estados Unidos con 5.8% y México 5.5%, colocándose así en 5° y 6° lugar (Ortiz, 2013; Martínez, 2019).

Dentro de este grupo alimenticio se tienen las siguientes semillas.

4.3 Frijol

La especie *Phaseolus vulgaris* L. pertenece a la familia *Leguminosae* (*Fabaceae*) tratándose de una planta anual, la semilla (frijol) puede tener una amplia variación de color (blanco, rojo, crema, negro, café o combinados) así como de forma diversa, su importancia alimenticia radica en el aporte de proteína y fibra; es entre las legumbres el tercer cultivo más importante en el mundo, después de la soya y el cacahuete aunque, sus proteínas son deficientes en aminoácidos azufrados como la metionina y la cisteína, sin embargo, una ingesta regular de frijol favorece a la reducción de los riesgos de padecer cáncer. El frijol es considerado como una fuente importante de calorías, vitaminas del complejo B y minerales, así como de inhibidores de enzimas, lecitinas, etc.; dentro de sus actividades biológicas se encuentran la de tener la capacidad antioxidante, reducción de colesterol y lipoproteínas, por lo que tiene un efecto protector contra las enfermedades cardiovasculares. Con respecto a su contenido de fibra, esta produce un efecto de hipoglucemia, ayuda como tratamiento de la diabetes tipo dos. Particularmente en México, el frijol es la legumbre de mayor consumo en la población y representa el 36% de la ingesta diaria de proteínas. (Lara, 2015; De los Santos *et al.*, 2017; Fernández A. y Sánchez, E., 2017; FAO, 2018). Según Moussou *et al.*, 2019, el contenido de proteína para el frijol es de 21.85% \pm 0.20, indicando así el valor considerable de este macronutriente presente en esta legumbre.

Por otra parte, de acuerdo con evaluaciones de tipo biológico, el nivel de digestibilidad de la proteína oscila entre el 52 y 75 % y la relación de la eficiencia proteínica (PER) se encuentra en el intervalo de 0.7-1.5 (Mederos, 2006).

4.4 Garbanzo

El garbanzo es un cultivo sembrado principalmente en la India, en Europa los principales productores son España, Italia y Portugal mientras que en Latinoamérica la mayor parte es producido en México y Argentina; actualmente se ha comprobado la existencia de 40 especies productoras de garbanzos que responden principalmente a diferencias en sus propiedades nutricionales y organolépticas de sus consumidores (Vargas y Cárdenas, 2021). Echeverría *et al.*, 2019 clasifica al género *Cicer arietinum* L. dentro de la familia *Fabaceae*, esta se desarrolla como una planta anual. Las semillas tienen diversas formas globulares siendo algunas casi esféricas de diversos colores que van desde el negro hasta el blanco marfil. El garbanzo es rico en almidón y lípidos (más que otras legumbres) sobre todo en ácido oleico y linoleico que son grasas insaturadas y carentes de colesterol. Del mismo modo, aporta fibra y calorías a la dieta diaria; los beta-glucanos del garbanzo dificultan la absorción del colesterol, ayudando a los diabéticos principalmente a regular niveles de glucosa. Su alto poder nutritivo está avalado por el excelente aporte calórico, proteico y en calcio, además de contener grasa, hierro y vitaminas del complejo B, muestra una cantidad de proteína que varía cuando se considera la masa total del grano seco (17% - 22%) y cuando se le retira la cáscara, que incrementa a un intervalo de 25.3 - 28.9% (Aguilar y Vélez, 2013; Vargas y Cárdenas, 2021). Hernández y B. Ramakrishna, 1989 señalan que el contenido de proteína en el garbanzo es más bajo en comparación con otras legumbres, sin embargo, González *et al.*, 2014 indica la buena digestibilidad que tiene (alrededor del 76% -78%), al compararla con la digestibilidad del frijol (63.9% - 68.7%) mencionada por Cárdenas, 2018.

4.5 Lenteja

Forma parte del gran número de especies domesticadas durante la mal llamada Revolución Neolítica teniendo como centro de domesticación la zona norte de la actual Siria y sureste de Turquía, siendo este último junto con la India, hoy en día los principales productores de esta legumbre en el mundo. Su cultivo logró ser introducido en el continente americano y a la mayoría de los continentes gracias a su adaptabilidad a los climas cálidos (Parrales y Zamora, 2019). La lenteja recibió el nombre científico de *Lens culinaris* en 1787 por el médico y botánico alemán Medikus, su característica es la de ser una planta anual que se auto poliniza (Cokkizgin y Shtaya, 2013). Brummer *et al.*, 2015 demostraron que, aunque su contenido de fibra insoluble es menor (3.75%) al de los frijoles y garbanzos (4.34% y 4.05% respectivamente) la lenteja es más rica en fibra soluble total (15.6%) comparándola con los garbanzos (12.1%). Destacan en su composición el zinc y selenio pero sobre todo en hierro, sin embargo, este último es conocido como hierro no hemínico el cual se encuentra como ferritina no hemínica en las legumbres, al ser un hierro que se encuentra en estado férrico, su absorción es pobre, este hierro es necesario pase a su forma ferrosa para que esta se una a complejos de bajo peso molecular (los cuales son solubles). El hierro no hemínico necesita de un pH ácido para llevar a cabo su reducción, es por esto que el consumo de lentejas debe ser junto con alimentos ricos en Vitamina C y otros ácidos orgánicos ya que previene la formación de hidróxido de hierro férrico insoluble haciendo que se duplique la absorción de hierro no hemínico en la dieta (González, 2005; Tostado *et al.*, 2015; Parrales y Zamora, 2019), por otra parte, Moussou *et al.*, 2019 indica que el contenido proteico para esta legumbre es de 20.39% \pm 0.19. Debido a su alto contenido de aminoácidos como la lisina y la arginina, las lentejas podrían complementar las proteínas de los cereales mejorando el valor nutricional general del alimento (Paucean *et al.*, 2018).

La tabla 2 enlista el contenido de aminoácidos esenciales presentes en las harinas de las legumbres mencionadas.

Tabla 2. Composición de aminoácidos de las harinas de semillas de leguminosas.

Componente	Garbanzo	Lenteja	Frijol
Aminoácido (mg/g)			
Isoleucina	9.09	8.64	9.16
Leucina	15.95	15.48	15.72
Lisina	14.77	14.56	15.51
Metionina	2.91	2.57	2.98
Fenilalanina	12.99	11.45	11.36
Treonina	7.52	7.07	9.06
Valina	9.30	9.50	10.47
Histidina	5.83	5.80	7.72
Total de aminoácidos esenciales	78.36	75.07	81.98

Fuente: Moussou *et al.*, 2019

El otro grupo de alimentos más utilizado para la elaboración de hamburguesas vegetarianas son los cereales que, a continuación, se mencionan.

5. Cereales

5.1 Importancia

Los cereales forman parte importante de la dieta de muchas personas, todos los granos de cereales tienen una estructura y valor nutritivo similar; 100 g de grano entero en base seca suministran aproximadamente 350 kcal, de 8 a 12 g de proteína, este contenido es menor al compararlo con la cantidad de proteína que contiene la carne en base seca (17g/100g aproximadamente), es por esto por lo que, para obtener una dieta balanceada, los cereales deben suplementarse con alimentos ricos en proteína y minerales como lo son las legumbres. Después de la carne, el objeto de gasto más importante en la comida de las familias mexicanas son los cereales (FAO, 2002, Torres, 2007; Ramírez, 2020).

El término cereales se deriva de *Cerealia numera*, las ofrendas a *Ceres*, diosa de la agricultura y se usa para referirse tanto al grupo de plantas herbáceas cultivadas que producen un grano rico en almidón como al grano mismo y a muchos de los alimentos derivados de él, hay otras plantas que, a causa de la similitud de su uso, son incluidas en el mismo grupo de este alimento, aunque botánicamente sean distintos, los pseudocereales. La alimentación de muchos pueblos a lo largo de la historia se ha sustentado en la cosecha de este alimento; hoy en día el aporte energético que brinda a la dieta de algunas sociedades se encuentra basada solamente en el consumo de cereales. Su bajo contenido de agua supone una fuente concentrada de nutrientes además de posibilitar su conservación durante periodos largos de tiempo. Salvo algunos productos como el arroz, los cereales no son consumidos conservando su integridad, sino que suelen ser transformados para elaborar múltiples derivados siendo la harina su principal transformación (Carrera *et al.*, 2005; Rodríguez y Simón, 2008).

La principal característica de los cereales es su alto contenido de almidón (alrededor del 60-65% del peso de los granos), por otra parte, el contenido de carbohidratos azúcares simples y oligosacáridos oscila entre el 2-3% del peso del grano, este porcentaje aumenta al procesar los cereales por la degradación del almidón como

es el caso de las harinas; las proteínas ocupan el segundo macronutriente en peso que se encuentra dentro de estos con un contenido del 8-12% en función de la especie y subespecie del cereal, aunque este aporte proteico es importante en el caso de las personas que llevan un régimen alimenticio basado en plantas, su bajo contenido en lisina, así como en metionina, hace que las proteínas de los cereales sean consideradas de baja calidad (Rodríguez y Simón, 2008).

Los grupos de alimentos que han reducido su contribución a la energía disponible son los cereales y las legumbres (de 6.6% a 3.8%), la falta de acciones a mejorar la producción de alimentos y las condiciones alimentarias de la población en México lleva hacia una transformación negativa del patrón de consumo alimentario que se traduce en deterioro nutricional y social (Ibarra, 2016).

5.2 Principales productores de cereales

Los cultivos de cereales son los más importantes de la producción bruta y se extienden a más del 55% del total de tierras cultivables, la producción mundial de cereales como el trigo, maíz, arroz, cebada, avena y sorgo ha aumentado alcanzando durante 2007, los 2121.1 millones de toneladas. En los últimos 10 años, el crecimiento de la producción sobrepasó el crecimiento de la demanda, generando abundantes reservas y precios más bajos previéndose que, durante el periodo de 2020 a 2029 los precios bajarán aún más en términos reales, en tanto que en términos nominales se recuperarán ligeramente; incrementará 375 millones de toneladas en producción para llegar a 3,054 millones de toneladas en 2029 (Smaranda, 2009; OCDE/FAO, 2020).

Datos de INFOAGRO, 2016 indican que los principales productores de cereal en el mundo son China con más de 550 millones de toneladas, representando el 20% de la producción mundial y Estados Unidos con 430 millones de toneladas (aproximadamente el 16%), con respecto a México, se encuentra en el décimo octavo puesto, representando el 1.2% de la producción mundial.

Se espera que la producción mundial de cereales aumente por tercer año consecutivo durante el periodo 2020/2021, en 2020 se incrementó y actualmente se

sitúa en 2765 millones de toneladas, cifra que supone un aumento del 2 % respecto de la producción del año pasado (2019), su pronóstico sobre el comercio para el periodo 2020/2021 se ha incrementado considerablemente hasta ubicarse en 466 millones de toneladas representando un aumento del 5.8% respecto del periodo 2019/2020, por último, la utilización mundial de cereales en 2020/2021 se ha incrementado en 11 millones de toneladas y en la actualidad se sitúa en 2,777 millones de toneladas, es decir, un 2.4 % por encima del nivel registrado en 2019/2020 (FAO, 2021).

Dentro de este grupo alimenticio se tienen las siguientes semillas.

5.3 Avena

Se trata de una gramínea perteneciente a la familia *Poaceae*, la especie más cultivada es la *Avena sativa* L. denominada avena blanca, la planta se caracteriza por ser de tallos gruesos y rectos, la semilla está compuesta por el endospermo y embrión, la cubierta es denominada testa y zona pigmentada; ocupa el sexto lugar en la producción mundial de cereales ya que se cultiva ampliamente con el propósito de producir grano para la nutrición humana o forraje para la alimentación animal (Díaz y Rodríguez, 2016; Hernández *et al.*, 2018). Radomir, 1998 señala que la composición química de la avena se caracteriza por un alto contenido de carbohidratos y fibra dietética, esta fibra está constituida principalmente por polisacáridos de glucosa denominados beta-glucanos, estos últimos han demostrado tener un potencial significativo para disminuir los riesgos de enfermedades cardiovasculares como la diabetes mellitus tipo 2, desórdenes gastrointestinales y algunos cánceres debido a sus propiedades prebióticas y como antioxidantes, también poseen vitaminas, minerales y una cantidad considerable de proteínas (Hernández *et al.*, 2018). El contenido de proteína de la avena varía dentro del intervalo de 12% a 15%, así lo mencionan Kriger, *et al.*, 2018, por otra parte, este cereal suele ser relativamente pobre en lisina y treonina; sin embargo, contiene cantidades elevadas de metionina, por lo que combinada con legumbres (deficitarias en metionina), se obtienen proteínas completas de un alto valor nutritivo (Toledo, 2016). La avena aporta minerales como manganeso, magnesio y hierro,

así como calcio, zinc y cobre además de vitaminas como la tiamina y el ácido pantoténico (vitamina B5) y es precursor de la coenzima A (CoA) derivándose así de él la pantetina; en los humanos, esta disminuye el colesterol, triglicéridos, colesterol LDL y aumenta el HDL (Marco, 2013; Horta, S. y López, A., 2016).

5.4 Amaranto

El amaranto pertenece a la familia botánica *Amarantaceae* y al género *Amaranthus*, en México, la especie que actualmente se sigue cultivando es la de *Amaranthus hypochondriacus* la cual se cultivaba desde el tiempo de los aztecas. Al ser una planta dicotiledónea no gramínea que produce semillas tipo granos se le ha denominado pseudocereal y que, junto a lo mencionado, tiene propiedades químicas similares a las de los cereales, sin embargo, botánicamente hablando no pertenece a esta familia. El amaranto es una especie anual, herbácea o arbustiva de colores diversos que van desde el verde a morado con variaciones en coloraciones intermedias, la característica más importante del amaranto es su alto valor nutricional ya que es superior comparado con el de otros granos destacando el contenido de proteína que varía entre el 14% y 18% (Matías *et al.*, 2018; Cedeño, 2020; Damián, 2020; López, 2021). Las proteínas del amaranto presentan un apreciable valor biológico pues contienen en buena proporción aminoácidos esenciales, como son valina, metionina, fenilalanina, destacando su alto contenido de lisina en comparación con los cereales más comunes. La concentración de aminoácidos azufrados es mayor (6 – 12%) al que presentan las legumbres (2 – 4%) (Juan *et al.*, 2007; Castel, 2010). El componente principal en la semilla de amaranto es el almidón, este representa entre el 50 y 60% de su peso, además, no posee gluten, por lo que constituye un alimento apto para celíacos. Por su composición proteica mencionada, la proteína del amaranto se asemeja a la de la leche, según la FAO y la Organización Mundial de la Salud (OMS), sobre un valor proteico ideal de 100, el amaranto posee 75 y la leche vacuna 72. En la tabla 3 se muestran las comparaciones de los valores proteicos ideales para la alimentación humana propuestos por la FAO con respecto a los del amaranto (Del Valle y Del Valle, 2017; López, 2021).

Tabla 3. Valores proteicos (mg de aminoácido/g de proteína).

Aminoácido	Patrón de aminoácidos	<i>Amaranthus hypochondriacus</i>
Isoleucina	28	39
Leucina	66	57
Lisina	58	55
Metionina	25	47
Fenilalanina	63	73
Treonina	34	36
Triptófano	11	11
Valina	35	45

Fuente: López, 2021

Para que el producto tipo hamburguesa tenga características sensoriales y fisicoquímicas similares y/o cercanas al producto referencia, es necesaria la implementación de aditivos alimenticios que ayuden a mejorar estos atributos.

6. Aditivos alimenticios

Los aditivos alimentarios son ingredientes agregados intencionalmente para modificar las características físicas, químicas, biológicas o sensoriales de los alimentos, su uso obedece a razones tecnológicas, sanitarias y socioeconómicas por lo que son considerados una herramienta importante en la industria de alimentos (Manivel y Villagómez, 2019; Velázquez *et al.*, 2020). La OMS define como aditivo alimentario a toda sustancia añadida de forma intencional a un alimento con la finalidad de mantener o mejorar su inocuidad, frescura, sabor, textura o aspecto. Durante el transcurso del tiempo se han obtenido variedad de aditivos para satisfacer las necesidades de la producción alimentaria, son necesarios para diversidad de funciones como lo son el preservar la inocuidad de los alimentos elaborados, mantenerlos en buenas condiciones durante su transporte desde la fábrica de elaboración hasta que llegue al consumidor teniendo como intermediarios almacenes y comercios (OMS, 2018). Se deben utilizar como una ayuda en la fabricación de los alimentos, pero nunca para enmascarar materias primas o productos de mala calidad; en este sentido, el profesionalismo del técnico es primordial para no engañar al consumidor mediante el abuso indiscriminado de estas sustancias (Badui, 2006).

6.1 Marco normativo

La FAO y la OMS emiten recomendaciones para el consumo de los aditivos mediante el Codex Alimentarius; estas dos organizaciones han establecido la ingesta diaria aceptable (IDA) y han clasificado a los aditivos en tres categorías, A, B y C, de acuerdo con su seguridad; los A son los más inocuos, mientras que los C tienen limitaciones para su uso. La IDA es la cantidad de un compuesto que puede consumir un hombre de por vida, sin que represente riesgo para la salud. Para determinarla se efectúan pruebas agudas (administrando sobredosis) o pruebas crónicas (se proporcionan cantidades bajas durante largos periodos), determinándose así su toxicidad (alteración temporal o permanente de las funciones normales), mutagenicidad (mutaciones en los tejidos), teratogenicidad (malformación en los tejidos embrionarios) y otros posibles daños. Las leyes

sanitarias permiten usar los aditivos en concentraciones máximas que previamente se establecen según los resultados de los análisis toxicológicos; dichos máximos son muchas veces menores que las dosis que causan afecciones. Los sistemas de regulación de los aditivos pueden estar basados en las llamadas listas positivas o listas negativas, las primeras pueden ser horizontales, cuando enumeran las sustancias admitidas como aditivos, pero sin establecer los alimentos a los que se puede agregar ni la dosis de adición o verticales, si presentan las sustancias admitidas como aditivos señalando los alimentos a los que se incorporan, así como las dosis máximas permitidas. El uso de una sustancia no incluida en la lista, o en el caso de que figure en la lista y se añada a un alimento no autorizado o en una dosis superior a la establecida, da lugar a una infracción de la reglamentación, en México, el organismo encargado del cumplimiento de dichas normativas es la Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS) (Ibáñez *et al.*, 2003; Badui, 2006; Velázquez *et al.*, 2019).

6.2 Clasificación

Los aditivos alimentarios se clasifican de la siguiente forma (Fernández-Pachón, *et al.*, 2012):

- Naturales: Aquellos obtenidos a partir de organismos animales o vegetales mediante procedimientos físicos, químicos o enzimáticos, de ejemplo se tienen a los extractos ricos en tocoferoles que tienen función antioxidantes obtenidos a partir de aceites vegetales.
- Idénticos a los naturales: Producidos por síntesis química o biológica en el laboratorio como lo son los colorantes tipo carotenoides presentes de forma naturales en ciertos vegetales.
- Modificados: Compuestos de origen natural modificados en su composición o estructura para hacerlos utilizables en la industria alimentaria como lo son los almidones o celulosas modificados.
- Artificiales: Este tipo de aditivos no están presentes en la naturaleza por lo que son obtenidos por medio de síntesis.

Por otro lado, el código alimentario español clasifica a los aditivos en otros cuatro grupos (Astiasarán *et al.*, 2003):

- Sustancias que modifican las características organolépticas: Son aquellos que proporcionen, mantengan o aviven el color, olor y sabor de los alimentos.
- Estabilizadores del aspecto y caracteres físicos: Los que permiten proporcionar un aspecto y consistencia adecuados a los alimentos (emulgentes, espesantes, espumantes, anti endurecedores, humectantes, etc.).
- Sustancias que impiden alteraciones químicas y biológicas: Son los antioxidantes y agentes conservadores añadidos a los productos.
- Correctores de los alimentos: Aquellos que, formando parte o no de su composición final, se añaden para modificar sus cualidades plásticas, extraer, purificar o desnaturalizar los productos alimenticios, como ejemplo se tienen los clarificadores, neutralizadores, etc.

6.3 Clases funcionales

Las clases funcionales de aditivos se basan en los Nombres Genéricos y el Sistema Internacional de Numeración para los Aditivos Alimentarios del Codex (CAC/GL 36-1989), estas se enlistan a continuación (FAO/OMS, 2019):

- | | |
|--|---------------------------------|
| 1. Acentuadores del sabor | 11. Decolorantes |
| 2. Agentes de glaseado | 12. Edulcorantes |
| 3. Agentes de retención de color | 13. Emulsionantes |
| 4. Agentes de tratamiento de las harinas | 14. Espesantes |
| 5. Agentes endurecedores | 15. Espumantes |
| 6. Agentes gelificantes | 16. Estabilizadores |
| 7. Antiaglutinantes | 17. Gases de envasado |
| 8. Antiespumantes | 18. Gasificantes |
| 9. Antioxidantes | 19. Humectantes |
| 10. Colorantes | 20. Incrementadores del volumen |
| | 21. Leudantes |

22. Propulsores

23. Reguladores de la acidez

24. Sales emulsionantes

25. Secuestrantes

26. Sustancias conservadoras

27. Sustancias inertes

6.4 Saborizantes

Badui, 2006 define a los saborizantes como una sustancia o mezcla de sustancias de origen natural, sintéticas idénticas al natural y sintéticas artificiales con o sin diluyentes que se utilizan para proporcionar o intensificar el sabor o aroma de los productos, dentro de esta categoría se añaden otras sustancias denominadas potenciadores de sabor: Edulcorantes, salinizantes, picantes, amargantes y acidulantes. Para formular los sabores se acude algunas veces a concentrados, productos que contienen sustancias aromáticas artificiales, adicionadas o no de sustancias aromáticas naturales, jugos de frutas y aditivos; aceites esenciales que son líquidos oleosos volátiles obtenidos de las plantas por algún método físico de extracción. Los saborizantes se encuentran como líquidos en muy diversos disolventes y en emulsiones, polvos, encapsulados en almidón y otros polímeros. Para aplicarlos se debe tomar en cuenta su estabilidad frente a la oxidación y tratamiento térmico por mencionar algunos.

6.4.1 Saborizantes naturales

Son los obtenidos mediante métodos físicos, microbiológicos o enzimáticos a partir de materias primas naturales las cuales comprenden a los productos de origen natural o vegetal normalmente utilizados en la alimentación humana. Los saborizantes naturales pueden aislarse de las frutas y plantas mediante procesos de destilación y extracciones con disolventes que sean capaces de recuperar todos los componentes volátiles que definen el olor y sabor del material del que proceden, en esta clasificación se comprenden los siguientes: Aceites esenciales, oleorresinas y oleogomorresinas y las sustancias saborizantes aisladas. (Bringas-Lantigua, M. y Pino, J., 2012; De Icaza, 2018).

6.4.2 Saborizantes idénticos al natural

Las sustancias saborizantes idénticas a las naturales son sustancias químicamente aisladas a partir de materias primas aromáticas u obtenidas sintéticamente en el laboratorio las cuales son químicamente idénticos a las sustancias presentes en la naturaleza (Fersalinos, 2021)

6.4.3 Saborizantes artificiales

Los saborizantes artificiales son compuestos que aún no se han identificado de forma natural en la naturaleza, se obtienen mediante procesos químicos en el laboratorio, además de que son clasificados como inocuos para la salud. (Juárez, 2012; Fersalinos, 2021)

6.5 Hidrocoloides

Los hidrocoloides son polímeros de alto peso molecular con características hidrofílicas o hidrofóbicas que usualmente tienen propiedades coloidales actuando como estabilizantes, espesantes y/o gelificantes en sistemas alimentarios. La utilidad e importancia de los hidrocoloides se fundamentan en sus propiedades funcionales, una de ellas es el fungir como gelificantes por la construcción de una red tridimensional macroscópica de cadenas interconectadas, dentro de la cual se liga un sistema acuoso, pueden ser extraídos a partir de materia prima vegetal o de microorganismos que poseen la capacidad estando en solución de incrementar la viscosidad o de formar dichos geles. La funcionalidad de los hidrocoloides como la metilcelulosa, la hidroxipropilmetilcelulosa, la celulosa de fibra larga, la zeína de maíz y los alginatos, para unir proteínas vegetales texturizadas, ayuda a mejorar la encapsulación del aceite y reducir la absorción del aceite en los productos análogos de carne (Rodríguez *et al.*, 2003; Gutiérrez, 2016; Kyriakopoulou *et al.*, 2021).

6.6 Colorantes

Se entiende por colorantes a aquellas sustancias que añaden o devuelven el color a un alimento e incluyen componentes naturales de sustancias alimenticias y otras fuentes naturales que no son normalmente consumidos como alimentos por sí mismos y no son habitualmente utilizados como ingredientes característicos en la alimentación, es importante tomar en cuenta que los colorantes se ven afectados por diferentes condiciones tanto del alimento como del medio o el proceso al que será sometido, la luz solar es uno de los principales factores que afectan el color en los alimentos, cambios de temperatura y de pH también pueden afectar a los colores de manera significativa. El color de un alimento es una propiedad que condiciona la evaluación y aceptación de éste y contribuye notablemente al primer juicio que nos formamos acerca de ellos, de acuerdo con las regulaciones de México, existen 51 colorantes, naturales y sintéticos, que están permitidos para uso en alimentos. (Astiasarán *et al.*, 2003; Boatela *et al.*, 2004; Badui, 2006; De Icaza, 2018)

6.6.1 Colorantes naturales

Los colorantes alimentarios naturales siempre han ocupado un lugar importante como herramienta mundial, sin embargo, para hacer uso de estos se debe tener en cuenta tres cosas: Su existencia abundante en la naturaleza, disponibilidad de materia prima y el material utilizado para su extracción. Los pigmentos naturales que se usan como colorantes incluyen varios grupos como los carotenoides, xantofilas y antocianinas, además de betalaínas, clorofilas, azafrán y ácido carmínico; muchos de ellos se aplican en los alimentos en forma de jugos de frutas, oleorresinas, aceites y extractos. Estos colorantes son extraídos de materia prima animal, mineral y principalmente vegetal (Astiasarán *et al.*, 2003; Badui, 2006; Shahid, 2017).

6.6.2 Colorantes idénticos al natural

Son reproducidos por síntesis química o biológica en el laboratorio, son compuestos sintetizados que existen de forma natural en el medio, los colorantes tipo carotenoide son los más representativos de este grupo existiendo también los derivados azoicos (tartracina, azorrubina, rojo allura, etc.), pero también quinoles, derivados del trifenilmetano y otros. La ingesta diaria aceptable para los distintos colorantes varía desde 1 hasta 13 mg/kg además de, resultar más rentables económicamente hablando (Astiasarán *et al.*, 2003; Badui, 2006).

6.6.3 Colorantes artificiales

Son los compuestos no presentes de forma natural por lo que son sintetizados en su totalidad en el laboratorio mediante procedimientos químicos o físicos. Se dividen en azoicos y no azoicos según la presencia o no de un grupo azo (- N = N -) conjugado con anillos aromáticos por ambos extremos, en la industria son más utilizados debido a que son hidrosolubles, resisten tratamientos industriales y son más duraderos (Gómez, 2020).

Desde el punto de vista legislativo, la Administración de Alimentos y Medicamentos (FDA por sus siglas en inglés) los clasifica en colores exentos de certificación y los sujetos a certificación los cuales no basta una certificación genérica, sino que es de carácter exigente la certificación de cada lote fabricado (Astiasarán *et al.*, 2003).

7. Aditivos en hamburguesas vegetarianas

7.1 Saborizantes

Para impartir sabor cárnico a productos análogos de materia vegetal, es necesario comprender el mecanismo de formación de los compuestos relacionados al sabor de la carne animal, la carne cocida tiene aroma y compuestos de sabor más complejos, estos aumentan a medida en que se incrementan las temperaturas de procesamiento. Proteínas y carbohidratos son los principales responsables de impartir sabor a la carne cuando esta es expuesta a procesamientos térmicos produciéndose compuestos de sabor volátiles como aldehídos, cetonas, ésteres, ácidos carboxílicos, entre otros. Los compuestos de sabor en carne cocida se producen por descomposición, oxidación, reducción y otras reacciones químicas como lo son la reacción de Maillard y oxidación de ácidos grasos. Los análogos de carne de origen vegetal consisten principalmente en proteínas de cereales así que no contienen los compuestos intermedios clave necesarios para impartir un sabor cárnico, por lo que se agregan saborizantes parecidos a la carne. Se ha recurrido a la utilización de saborizantes artificiales, sin embargo, estos predisponen a tener ciertos inconvenientes en el producto a elaborar (el sabor dura muy poco, enfermedades, teratogenicidad, etc.) por lo que se recurre a la implementación de saborizantes naturales como lo son la proteína vegetal hidrolizada (PVH), especias naturales, aceites vegetales, entre otros. La PVH es la más usada en los análogos de carne teniendo también como función tecnológica la de potenciador de sabor. Las especias naturales son ingredientes vegetales naturales encargados de impartir sabor a los productos cárnicos, realzan los sabores naturales reduciendo los sabores indeseables, los más utilizados en los productos cárnicos son especias de ajo, cebolla, cúrcuma, pimienta, jengibre, etc., por último, se ha demostrado que el uso de aceites vegetales como el de coco o girasol contienen ácidos grasos similares a los lípidos animales, al mezclarse en proporción y llevarse a una oxidación a una temperatura específica, se simula un sabor parecido al de los lípidos animales (Xuejie y Jian, 2020).

7.2 Hidrocoloides

El uso de metilcelulosa en análogos de carne para productos triturados como lo son las hamburguesas, la convierten en un ingrediente clave en su formulación. Se trata de un derivado de la celulosa de los vegetales, para obtenerla, se trata a la celulosa con NaOH concentrado y a altas temperaturas para así producir rupturas en sus cadenas de menor peso molecular, esta celulosa alcalina resultante es tratada con clorometano (CH_3Cl) para tener como resultado la metilcelulosa. Una de sus principales características es la de formar un gel cuando se le aplica calor, este aditivo alimenticio es utilizado para reemplazar la grasa y estabilizar emulsiones y espumas además de poseer capacidad aglutinante, controlar la formación de cristales de hielo y la de reducir la pérdida por cocción. Su uso como aditivo alimentario está autorizado en Europa con carácter de origen general de acuerdo con las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM). En el organismo, la metilcelulosa se comporta como fibra alimentaria y no se absorbe en el tracto digestivo, es por esto por lo que el Comité Mixto de Expertos en Aditivos Alimentarios (JECFA por sus siglas en inglés) llegó a la conclusión de que no es necesaria una IDA u otros valores toxicológicos de referencia al no haberse demostrado estudio alguno que posea propiedades tóxicas ni carcinogénicas (Primo, 2007; Gil, 2010; Romero, 2015).

Como reemplazo de ésta, se pueden considerar otros hidrocoloides o combinaciones de entre ellos como lo son las soluciones de alginatos, estas pueden proporcionar adherencia para materiales particulares ya que en presencia de cationes divalentes forman un gel en frío, además, el uso de enzimas como la transglutaminasa que inducen enlaces cruzados entre las moléculas de proteína, mejorando las propiedades de unión y la capacidad de corte de los productos de proteína vegetal texturizada. Sin embargo, el uso de enzimas no es bien recibido desde el punto de vista de los consumidores debido a su correlación con la enfermedad celíaca, además de que su uso aumenta el costo del producto. El aceite también puede desempeñar un papel vinculante, especialmente en concentraciones elevadas. A pesar de las posibles alternativas mencionadas, no existe una

alternativa clara para la metilcelulosa que proporcione todas las funcionalidades necesarias para producir productos con características similares a los originales como es el caso de las hamburguesas (Kyriakopoulou *et al.*, 2021).

7.3 Colorantes

La leghemoglobina es un pigmento hemo procedente de plantas de soya, se utiliza como aditivo colorante en productos análogos de carne a un nivel máximo de aplicación del 0.8 % por peso del producto; es capaz de replicar la apariencia “sangrienta” de las hemoproteínas de la carne (hemoglobina y mioglobina), también el uso de extractos de pigmentos de betabel rojo y pimentón son alternativas para darles una apariencia rojiza, sin embargo, cuando estas se procesan, pueden experimentar decoloración y resistirse a la transición al color deseado de la carne “cocida”, es por esto por lo que extracto de manzana se ha utilizado para producir una apariencia de cocción al cocinar productos análogos ya que los polifenoles y el ácido ascórbico en el extracto se oxidan y se vuelven marrones cuando se cocinan. Otro tipo de colorantes naturales utilizados son la oleorresina de paprika y el color caramelo (Sha, L. y Xiong, Y., 2020).

Para llevar a cabo la producción de manera industrial del producto en cuestión se presentan a continuación procesos para su elaboración.

8. Procesos para la obtención del producto

A nivel industrial, existen diversidad de procesos para la obtención del producto en cuestión, tomando como referencia el proceso óptimo indicado por Dominioni *et al.*, 2015 en la elaboración de una tipo hamburguesa de lentejas se cita lo siguiente:

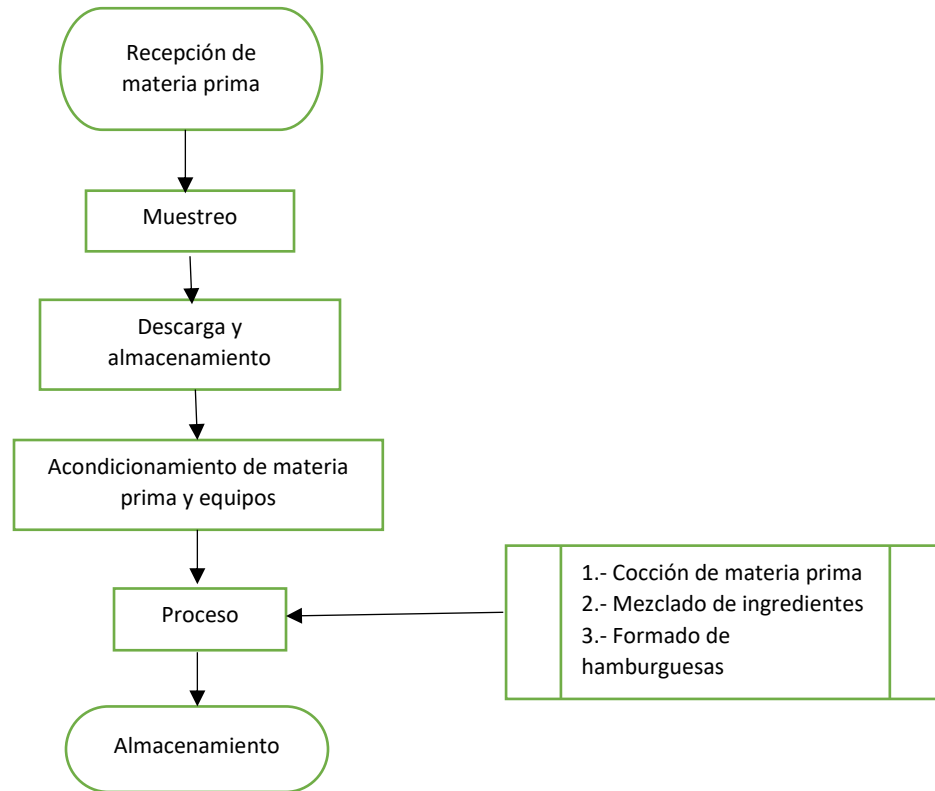


Diagrama 1. Proceso de elaboración de hamburguesa de lenteja

Fuente: Dominioni *et al.*, 2015

Barbut, 2015 indica el proceso usado para alimentos de este tipo:

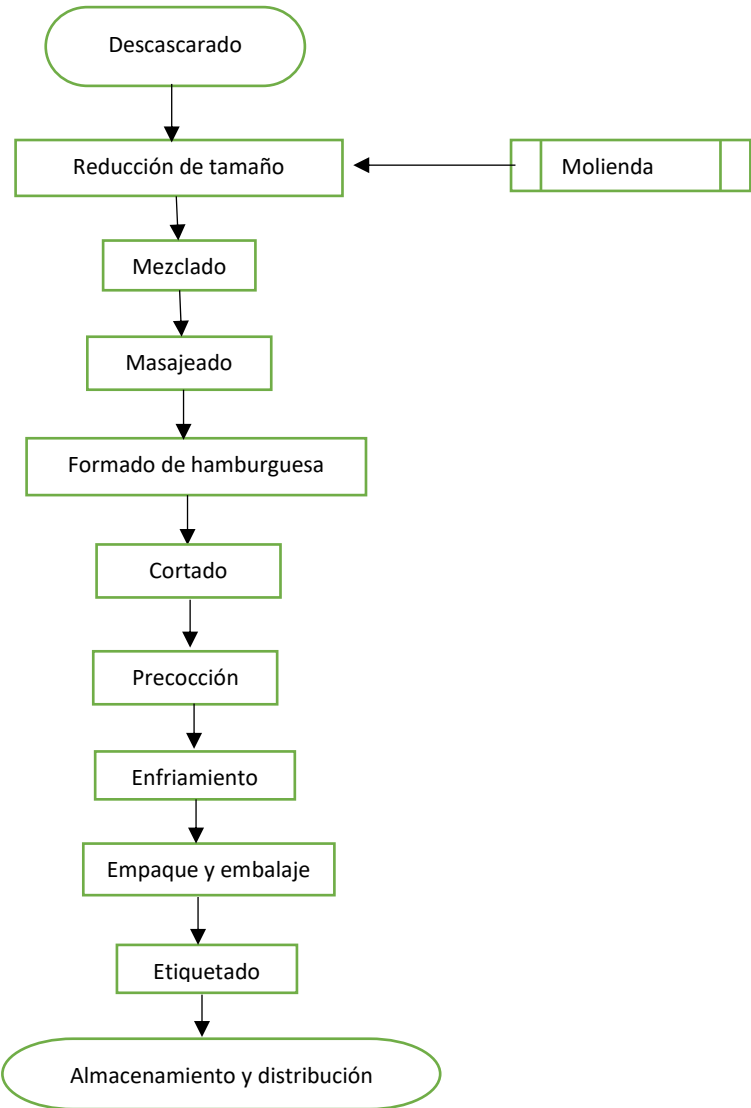


Imagen 1. Formadora de hamburguesa
Fuente: Barbut 2015



Imagen 2. Mezcladora
Fuente: Barbut 2015

Diagrama 2. Proceso industrial para hamburguesas
Fuente: Barbut, 2015

Por último, el proceso establecido por Briones, 2011 es mediante el uso de un extrusor

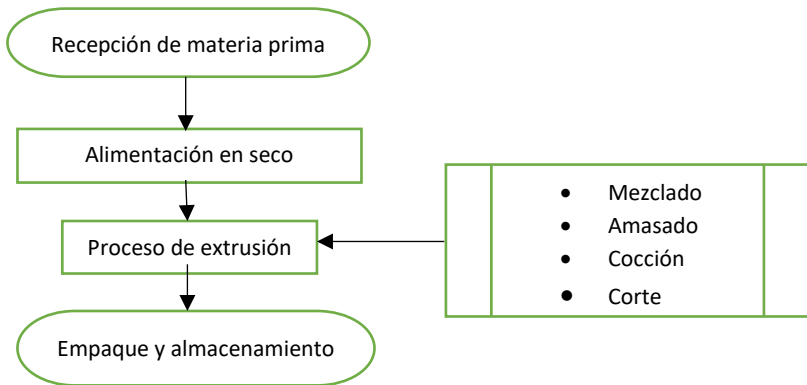


Diagrama 3. Proceso utilizando el método de extrusión

Fuente: Briones, 2011

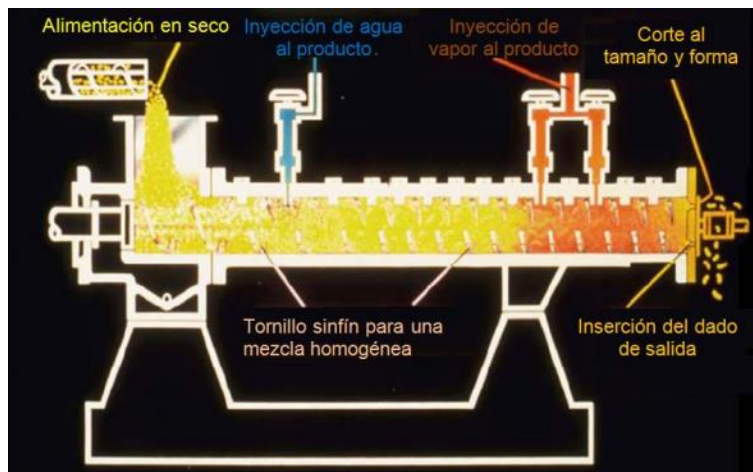


Imagen 3. Proceso de extrusión

Fuente: Briones, 2011

Para llevar a cabo la elaboración del producto tipo hamburguesa, con base en la literatura se seleccionará una combinación de los procesos citados por Briones 2011, Barbut, 2015 y Dominioni *et al.*, 2015.

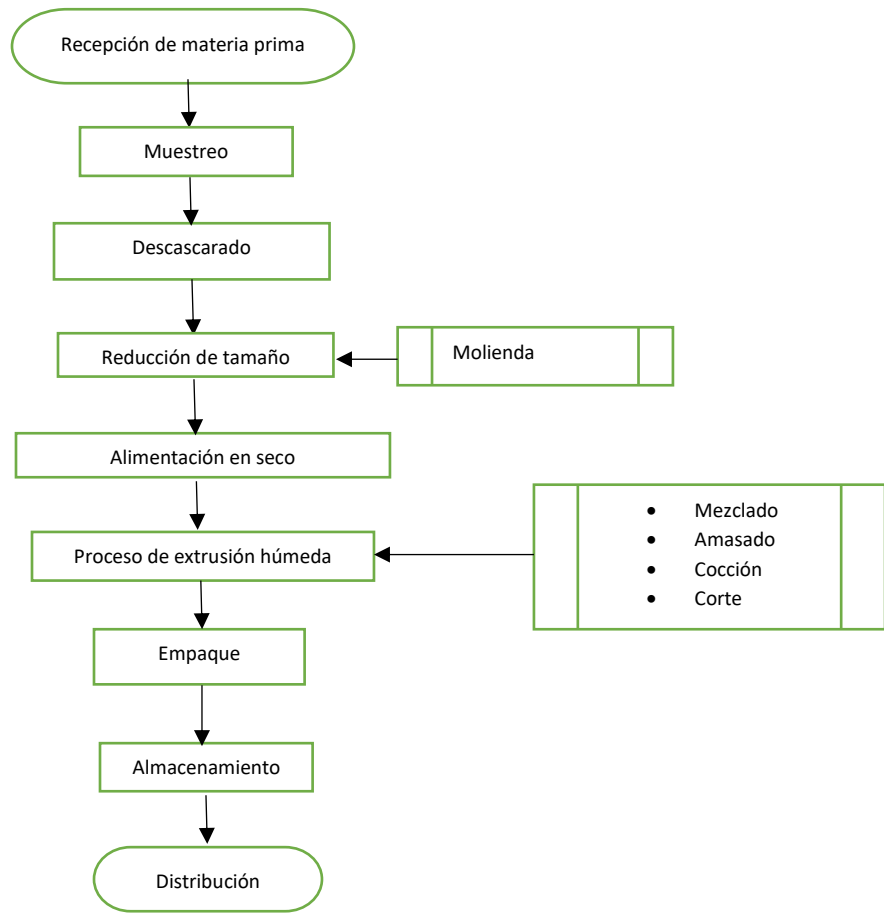


Diagrama de proceso 4. Elaboración del producto tipo hamburguesa

Fuente: Autoría

En los productos análogos de carne triturados se siguen de cerca las recetas de los productos originales, la mayoría de los componentes proteicos se transforman en primera instancia en estructuras fibrosas similares a la carne asemejándose a ésta, estos se conocen como proteínas vegetales texturizadas, estas, al final, se combinan con el resto de los ingredientes establecidos en la formulación para tener un producto análogo. La proteína es texturizada muy frecuentemente mediante la cocción por extrusión con poca humedad resultando así un ingrediente húmedo

dando textura carnosa y masticable al producto final, también, proporcionando la jugosidad deseable (Kyriakopoulou *et al.*, 2021).

La extrusión se define como el moldeo de un material por forzamiento a través de muchas aberturas de diseño especial, la cocción – extrusión combina el calentamiento con el cocimiento y formación de alimentos húmedos, almidonosos y proteicos; durante este proceso el alimento es trabajado y calentado por una combinación de fuentes de calor ya sea por la energía disipada por fricción al girar el granillo o por la inyección de vapor directo a lo largo de la cámara. Durante el paso de los ingredientes a lo largo del extrusor, se transforman de un estado granular a una masa continua, definida como cocción. Este método tiende a mejorar la digestibilidad de las proteínas vegetales inactivando los inhibidores de proteasas y factores que alteran la digestibilidad o el gusto, interacción entre proteínas y demás ingredientes, así se produce un alimento sanitariamente adecuado con alta estabilidad del almacenaje, se posibilita el dar formas y textura diferentes, así como agregar diversos sabores y colores (Romero, 2018).

Es importante que el producto desarrollado tenga características similares al producto original en cuanto a textura como su jugosidad o resistencia al corte por mencionar algunos, a continuación, se mencionan estos parámetros y resultados.

9. Análisis de textura (TPA por sus siglas en inglés)

General Foods Corporation desarrolló un sistema de clasificación entre la terminología de texturas del consumidor y las propiedades reológicas del producto categorizándose las características de textura percibidas de los productos en tres grupos: mecánicas, geométricas y otras (aludiendo al contenido de grasa y humedad de los alimentos). Esta clasificación formó el método del perfil de textura que se define como una técnica que permitiría la descripción de las texturas percibidas ya mencionadas y así, asociarlas a un producto desde la primera “mordida” hasta la masticación completa, esta técnica toma prestado el principio de orden de aparición del perfil de sabor por lo tanto se trata de un método dependiente del tiempo. El TPA se usa para medir propiedades físicas que establecen el comportamiento de los alimentos cuando se produce la compresión y relajación de estos, su objetivo es representar el posible comportamiento reológico del alimento durante la masticación y posterior deglución, configura un “puente” de medida objetiva a la sensación subjetiva y hace que las características de textura de los alimentos sean más predecibles, obteniéndose así una simulación del esfuerzo de la mandíbula al morder dando a conocer el comportamiento del alimento con respecto a la fuerza aplicada (Lawless y Heymann, 1998; Saavedra, 2017).

9.1 Parámetros de textura (TPA)

En la tabla 4, González *et al.*, 2015 y Saavedra, 2017 describen los diferentes parámetros medidos en el análisis de perfil de textura TPA.

Tabla 4. Parámetros del análisis del perfil de textura

Parámetro	Definición	Determinación
Fracturabilidad	<i>Fuerza necesaria para fracturar la muestra durante la primera compresión.</i>	<i>Fuerza en la primera ruptura significativa de la muestra.</i>

Dureza	<i>Fuerza máxima obtenida durante la primera compresión imitando el primer mordisco.</i>	<i>Máxima fuerza durante el primer ciclo de compresión.</i>
Adhesividad	<i>Trabajo necesario para vencer la fuerza de atracción entre la muestra y una superficie</i>	<i>Área negativa después del primer ciclo de compresión.</i>
Cohesividad	<i>“Fuerza” de los enlaces internos que mantiene la estructura de la muestra, representa la resistencia de un material a una segunda deformación con relación a como este se comportó en un primer ciclo de deformación.</i>	<i>Relación entre el área positiva del segundo ciclo de compresión y el área del primer ciclo (Área 1/Área 2)</i>
Elasticidad	<i>Capacidad que tiene una muestra deformada para recuperar su forma o longitud inicial después de que la fuerza ha impactado en ella</i>	<i>Coeficiente entre las distancias (Distancia 1 / Distancia 2)</i>
Gomosidad	<i>Fuerza necesaria para desintegrar una muestra de alimento semisólido a un estado tal que facilite su ingesta.</i>	<i>Producto de la dureza y la cohesividad (Dureza x Cohesividad)</i>

Masticabilidad	Fuerza necesaria para masticar un alimento sólido hasta que permita su ingesta	Producto de la dureza, cohesividad y elasticidad (Dureza x Cohesividad x Elasticidad)
-----------------------	--	---

En el gráfico 1 se muestran representados los parámetros enlistados anteriormente

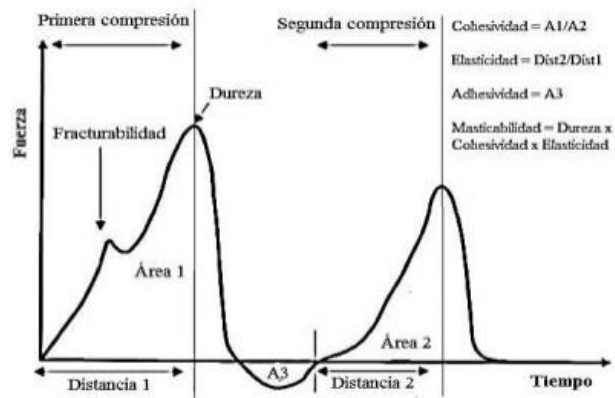


Gráfico 1. Gráfica general del perfil de análisis de textura

Fuente González et al., 2015

9.2 Análisis de textura (TPA) en hamburguesas vegetarianas

Özer y Seçen, 2018 realizaron una investigación para evaluar la eficiencia de la harina de quinua agregada para inhibir aún más el desarrollo de la oxidación de lípidos y proteínas durante el almacenamiento en congelación en hamburguesas de carne cocidas y crudas, además, se investigó el efecto de esta adición en los parámetros de calidad como lo son pH, humedad, contenido de proteína y textura en las hamburguesas. En la tabla 5 se muestran los resultados de TPA para carne de hamburguesa sin adición de la harina de quinua como con un 5% de esta añadida.

Tabla 5. Parámetros de TPA para hamburguesas

Parámetros	Hamburguesa control (sin harina de quinua)	Hamburguesa con 5% de harina de quinua
Dureza (N)	92.20	88.72
Elasticidad (cm)	0.61	0.64
Gomosidad (N)	88.12	94.65
Masticabilidad (N x cm)	905.45	864.24
Adhesividad (mJ)	-6.12	-6.04
Cohesividad (N)	0.38	0.35

Por otra parte, Summo *et al.*, 2016 caracterizaron los efectos del tipo de cereal en las propiedades de textura en hamburguesas precocidas a base de legumbres, el estudio tenía como objetivo determinar el valor nutricional que aporta a la dieta y la influencia en el perfil de textura que tendrán los dos diferentes cereales (maíz y cebada) al añadirse a las formulaciones. Al discutir los resultados obtenidos, se observó que el uso de cebada conduce a un aumento en la dureza y una disminución tanto en la elasticidad como en la cohesividad y atribuyen estas diferencias debido al contenido de fibra presente en la cebada ya que esta es mayor en comparación con la del maíz. Los resultados de TPA se muestran la tabla 6.

Tabla 6. Propiedades de textura en hamburguesas a base de legumbres

Parámetro	Formulación 1	Formulación 2	Formulación 3
Dureza (N)	25.70 ± 2.48	37.71 ± 3.07	25.36 ± 2.51
Elasticidad (cm)	0.357 ± 0.04	0.28 ± 0.04	0.289 ± 0.03
Cohesividad (N)	0.171 ± 0.01	0.142 ± 0.01	0.157 ± 0.01
Gomosidad (N)	4.326 ± 0.77	5.289 ± 1.28	3.986 ± 1.03
Masticabilidad (N x cm)	1.559 ± 0.43	1.560 ± 0.55	1.192 ± 0.44

***Formulación 1:** 240g lentejas, 120g chícharos, 240g frijoles, 200g maíz; **formulación 2:** 240g lentejas, 120g chícharos, 240g frijoles, 200g cebada; **formulación 3:** 240g lentejas, 120g chícharos, 240g frijoles, 100g maíz, 100g cebada.

Al analizar los datos reportados por Özer y Seçen, 2018 se observa una disminución en la dureza y un aumento en la gomosidad, atribuyen estos resultados debido a las propiedades hidroquímicas y físicas de los componentes de la harina de quinua, se informó que carbohidratos, como el almidón y el componente de fibra dietética presentes en fuentes vegetales agregadas pueden interactuar con el agua y la grasa de los productos cárnicos para que así se forme una textura más suave, conduciendo así a los cambios de textura. Por otra parte Summo *et al.*, 2016 también atribuyen en su estudio los cambios de textura debido a la presencia de fibra en los cereales utilizados, como se observa en la tabla 6, la hamburguesa con formulación 2 es la que presenta un valor más alto de dureza y gomosidad y esto se debe a que la cebada fue añadida en su totalidad a comparación con las dos formulaciones restantes en las que se añade solo maíz y una combinación cebada/maíz, estas diferencias son debido al contenido de fibra que tiene pues la cebada tiene mayor contenido de ésta que el maíz. Siendo así, Salas *et al*, 2005 indican que el contenido de fibra soluble es mayor tanto en avena como en cebada, por otra parte, el añadir grasas sólidas extraídas de frutas tropicales, como el coco y las semillas de cacao ayudarán a mejorar las propiedades de textura del producto análogo de carne, además de conferir esa sensación grasa característica (Sha, L. y Xiong, Y., 2020).

10. Test Warner-Bratzler

El ensayo Warner-Bratzler es una prueba utilizada que mide la fuerza necesaria para cortar un trozo de carne u otro producto mediante el uso de una cuchilla de borde romo y un corte triangular en el centro, de manera que cuanto mayor sea la fuerza utilizada para el corte, más dura es la carne o producto. Es la prueba más utilizada para evaluar la suavidad de la carne debido a la alta correlación de resultados que existe con la evaluación sensorial. En este ensayo intervienen fuerzas de tensión, como son el corte y la compresión y la cuchilla utilizada que imita el corte realizado por los dientes incisivos. Se reconoce que la composición y el estado de la estructura miofibrilar y el tejido conectivo y el contenido de grasa intramuscular tienen el mayor impacto en la suavidad de la carne (Bekhit, 2017; López, 2018).

10.1 Test Warner-Bratzler en hamburguesas vegetarianas

Selani *et al.*, 2015 realizaron una investigación acerca del uso de aceite de canola y los subproductos de la piña y el efecto que tienen en los parámetros fisicoquímicos y sensoriales en carne de hamburguesa con bajo contenido de grasa, los resultados se muestran en la tabla 7.

Tabla 7. Parámetro Warner-Bratzler en carne de hamburguesa

	CN	CT	PA	CO	PC
Parámetro Warner-Bratzler (N)	18.03 ± 1.86	23.56 ± 1.96	21.10 ± 0.28	21.86 ± 1.60	21.19 ± 0.25

CN: convencional con 20% de grasa; **CT:** control con 10% de grasa; **PA:** 10% grasa y 1.5% subproductos de piña; **CO:** 10% grasa y 5% aceite de canola; **PC:** 10% grasa, 1.5% subproductos de piña, 5% aceite de canola; **N:** Newton

En otro estudio, Forghani *et al.*, 2017 investigaron los efectos que tiene la transglutaminasa microbiana (MTGase 0 – 0.75%) / caseinato de sodio (SC 0 – 2%) como agentes reticulantes en el análisis químico proximal, análisis de textura y propiedades sensoriales en las hamburguesas vegetarianas, de este estudio, se

tomaron los valores reportados para el parámetro Warner-Bratzler de la hamburguesa control pues es la de interés, el resultado se muestra en la tabla 8.

Tabla 8. Parámetro Warner-Bratzler de hamburguesa vegetariana

	Hamburguesa control
Parámetro Warner-Bratzler (gf)	659.05 ± 6.22
Parámetro Warner-Bratzler (N)	6.463 ± 0.061

N: Newton; **gf:** gramo-fuerza donde 1 gf = 0.00980665 N

Selani *et al.*, 2015 señalan que no hubo diferencias significativas entre el CN y los tratamientos bajos en grasa con la adición de subproductos de piña (PA y PC), sin embargo, atribuyen la diferencia de estos valores con respecto al CN debido a la presencia de fibra en los subproductos de piña, lo que contribuyó a un aumento en la retención de humedad y grasa de las hamburguesas, dando como resultado un producto suave. De acuerdo con estudios realizados por Nicholson, 2013 en donde hace experimentos en hamburguesas con bajo contenido de grasa y la influencia que tiene la adición de harina de frijoles negros micronizados y las posibles mejoras en las cualidades sensoriales, señala valores de entre 9.56N – 12.63N en cuanto a la fuerza de corte en las formulaciones donde se agregó la harina de frijol (6% añadida) con respecto al control que fue de 20.03N (0% añadida). Citando estos dos estudios y comparándolos con el establecido por Forghani *et al.*, 2017, en el que se tiene solamente una hamburguesa vegetariana hecha a base harina de trigo, gluten, soya, proteína texturizada de soya, aceite hidrogenado de soya, carragenina y goma xantana, se esperan valores entre 6.5N – 12.5N, esto debido a que hay una influencia del contenido de grasa en las formulaciones ya que no se sustituyó en su totalidad la carne y más aparte la adición de otro tipo de grasa, hizo que incrementara el esfuerzo de corte como lo menciona Selani *et al.*, 2015, haciendo un producto más suave, es por esto que se esperan valores menores a ellos debido a que Forghani *et al.*, 2017 no añade más grasa de otro tipo que la de aceite hidrogenado de soya a la formulación.

11. Parámetros de humedad, actividad de agua y pH

11.1 Humedad

El contenido de agua en alimentos naturales se encuentra entre 60% – 70%. Tanto en tejidos vegetales como animales se distinguen dos formas generales, el agua libre que es la forma predominante y se pierde con gran facilidad, por lo que es ésta la que se estima en la mayoría de los métodos para la determinación de humedad y el agua ligada que se encuentra como agua de cristalización o ligada a las proteínas y a las moléculas de disacáridos. La humedad para cada tipo de alimento se establece a través de investigaciones que se basan en el valor en el cual se logre la estabilidad del producto tanto biológica, física y químicamente, las reacciones y cambios biológicos, microbiológicos, químicos y físicos requieren de una cantidad mínima de agua libre y su velocidad aumenta a medida que ocurre mayor disponibilidad en el producto (Rodríguez, 1999; Puerta 2006).

11.2 pH

La acidez en los alimentos se deriva básicamente de los ácidos orgánicos e inorgánicos que pudiesen estar presentes, la acidez está asociada con los grupos carboxílicos y iones H^+ presentes y normalmente se determina mediante titulación con un álcali fuerte mientras que, el pH, en cambio, mide la presencia de iones H^+ . Los ácidos fuertes como el HCl se encuentran totalmente disociados en solución, por consiguiente, un mol de este ácido genera un mol de iones H^+ , teniendo un efecto severo en el pH. Los ácidos que mayormente se presentan en los alimentos se caracterizan por ser ácidos débiles por lo que están parcialmente disociados, por consiguiente, un ácido débil como el láctico no genera un mol de iones H^+ , sino una fracción, de esta forma contribuyen a la acidez, pero afectan poco el pH. Los alimentos presentan en su mayoría niveles de pH en un intervalo de 2 y 7 existiendo así una clasificación en los alimentos: se les conoce como alimentos de alta acidez a aquellos en el que el pH es menor a 4.0, alimentos ácidos cuando van del intervalo entre 4.0 a 4.5 y alimentos de baja acidez cuando el pH es mayor a 4.5 (Bedolla *et al.*, 2004; Berreiro y Sandoval, 2006).

11.3 Actividad de agua (a_w)

FDA, 2014 define la actividad de agua (a_w) de un alimento como la relación que existe entre la presión de vapor del propio alimento cuando se encuentra en un equilibrio completamente inalterado con el medio de aire circundante, y la presión de vapor del agua destilada en condiciones idénticas. Una actividad de agua de 0.80 significa que la presión de vapor es el 80% de la del agua pura, además, esta actividad de agua aumenta con la temperatura. La mayoría de los alimentos tienen una actividad de agua superior a 0.95 y eso proporcionará suficiente humedad para favorecer el crecimiento de bacterias, levaduras y hongos, aunque esta actividad se puede reducir a un punto tal que se inhiba el crecimiento de estos microorganismos.

11.4 Parámetros de humedad, pH y actividad de agua en hamburguesas vegetarianas

Patinho *et al.*, 2019 analizaron el efecto que tiene la adición del hongo *Agaricus bisporus* (champiñón común) como antioxidante natural, sustituto de sal/grasa y potenciador de sabor en carne de hamburguesas de ternera, los resultados para el control se muestran en la tabla 9.

Tabla 9. Parámetros fisicoquímicos en carne de hamburguesa de ternera

Parámetro	Humedad (%)	a_w	pH
Control	72.8 ± 0.54	0.99 ± 0.00	6.04 ± 0.03

Luchansky *et al.*, 2020 reportan un análisis proximal en el que mencionan parámetros de pH y actividad de agua en hamburguesas de carne y basadas en plantas (no reporta la formulación de la hamburguesa), los resultados se muestran en la tabla 10.

Tabla 10. Parámetros fisicoquímicos en hamburguesas

Tipo de hamburguesa	a_w	pH
De carne	0.988 ± 0.003	5.48 ± 0.16
Basada en plantas	0.984 ± 0.03	6.61 ± 0.56

Analizando los resultados de las tablas obtenidos en los diferentes estudios no se observan diferencias significativas entre las determinaciones de a_w para las hamburguesas de carne, comparando estos resultados de actividad de agua con la hamburguesa basada en plantas tampoco se observa una diferencia marcada entre estos valores, sin embargo, Badui, 2006, menciona que los cereales tienen un a_w de 0.35, por otra parte, las legumbres se consideran alimentos de humedad intermedia por lo que su a_w oscila entre valores de 0.65 – 0.86 (Arevalo, 2017), siendo esto, éstos valores son inferiores a los reportados por Luchansky *et al.*, 2020, estas diferencias se pueden atribuir a que para ese estudio se utilizaron hamburguesas basadas en plantas compradas en supermercado, por lo que no hay una formulación establecida y dicho producto se elaboró con alimentos con un a_w superior o al uso de aditivos alimentarios en el producto que ayudasen a aumentar la capacidad de retención de agua de este, así, se espera la hamburguesa a desarrollar tenga un a_w inferior al reportado por Luchansky *et al.*, 2020, aproximadamente entre 0.65 y 0.86 y un óptimo entre 0.75. La humedad de la carne de hamburguesa convencional tiene un valor de 72.8 ± 0.54 según lo reportado por Patinho *et al.*, 2019, se espera que este producto desarrollado tenga un contenido de humedad inferior a este y sea aproximado a intervalos entre 10% - 15% ya que estará elaborada con harinas de cereales y legumbres (Prieto *et al.*, 2005). Por último, Delgado y Albarracín, 2012 determinaron el pH en harinas de trigo, soya y quinua obteniendo valores de 6.24 ± 0.09 , 6.83 ± 0.23 y 6.59 ± 0.11 respetivamente, al comparar estos valores con el reportado por Luchansky *et al.*, 2020 que es de 6.61 ± 0.56 no se observan variaciones significativas entre estos intervalos por lo que se espera el producto tenga estos mismos valores de pH (Gil, 2010).

Para tener un margen sobre el cómo se posiciona el producto entre los consumidores y mercado, se realizó una encuesta vía online de hábitos de consumo (Anexo).

12. Hábitos de consumo

Se obtuvieron un total de 354 respuestas al cuestionario (Anexo), obteniéndose los resultados mostrados en los gráficos siguientes.

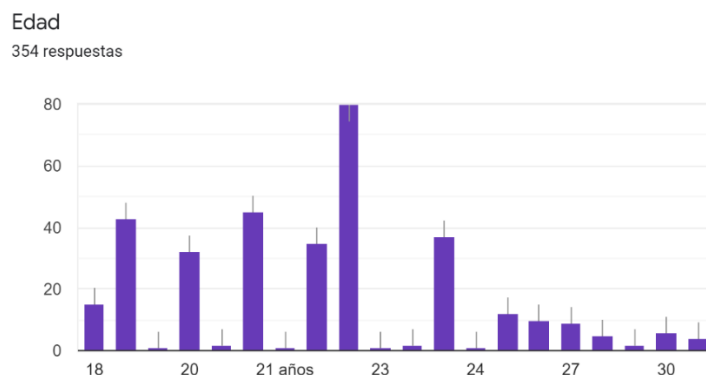


Gráfico 2. Edad

¿Conoces la importancia del consumo de cereales y leguminosas en la dieta?
354 respuestas

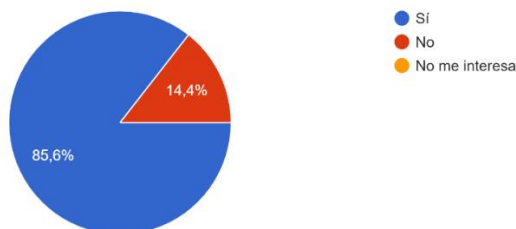


Gráfico 3 Importancia

Se observa que la población de estudio está en el intervalo de edad que va de los 19 a los 24 de años y que es donde se registra una mayor cantidad de respuestas, con esto, un estudio publicado por Restrepo *et al.*, 2013 señala que entre los jóvenes universitarios el consumo de vegetales es muy bajo, cabe señalar que dentro de su estudio considera a los cereales y legumbres como un alimento vegetal que, al momento de consumirlos lo hacen acompañados de otras preparaciones culinarias tales como hamburguesas, sándwiches y en preparaciones de carnes, esto permite señalar que aunque el 65.6% de los encuestados indican que sí

conocen la importancia de consumir cereales y legumbres en la dieta no da pauta a asegurar que los incluyan en su plan de alimentación.

¿Qué tipo de régimen alimenticio llevas?
354 respuestas

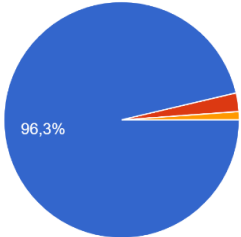


Gráfico 4 Régimen alimenticio

El Economista, 2019 señala que durante el 2018 el consumo de carne presentó un aumento 3.7 % con respecto a 2017, mostrando con esto, una creciente demanda hacia el sector cárnico, esto se puede observar parcialmente en el gráfico 4 pues el 96.3% de los consumidores encuestados llevan un tipo de régimen alimenticio regular, es decir que no excluyen de su alimentación y/o consumo ningún grupo de alimento cualquiera que sea su origen.

¿Con qué frecuencia consumes hamburguesas?
354 respuestas

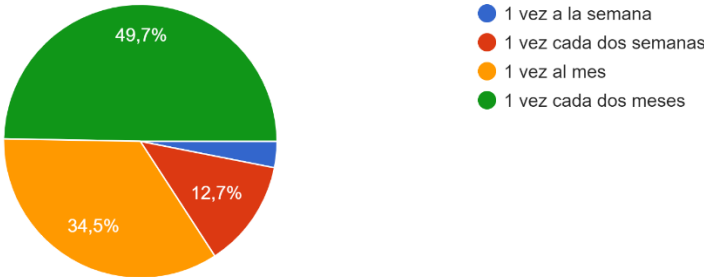


Gráfico 5 Frecuencia

El gráfico 5 arroja resultados acerca de la frecuencia de consumo, si bien, el 49.7% de los consumidores consume 1 vez cada dos meses este producto, de acuerdo

con Euromonitor Internacional, el mercado de las hamburguesas en México creció 26% en los últimos cinco años (El Universal, 2019).

Para tener un mejor panorama sobre la posición en que se encuentra el mercado de hamburguesas veganas, se llevó a cabo un estudio de mercado de algunas marcas existentes vía *online* para conocer más sobre el costo de él.

13. Hamburguesas vegetarianas disponibles en el mercado nacional

Se realizó una búsqueda en diferentes páginas de internet para conocer las diferentes hamburguesas elaboradas con cereales y legumbres disponibles para los consumidores, los resultados obtenidos se muestran en la tabla 11.

Tabla 11. Hamburguesas vegetarianas disponibles en el mercado nacional

Producto	Características	Costo
Hamburguesa vegetal Plant Squad (Chedraui, 2021)	Hamburguesa de proteína vegetal (chícharo y haba) sazonada con especias. Con un sabor excepcional para aquellos veganos más exigentes.	\$99
Hamburguesa Vegetariana Delike Andina 1 Paquete Con 4 Medallones (Superama, 2021)	Hamburguesa vegetariana elaborada con avena, quinoa blanca, plátano macho, arroz integral, col morada, avena molida, cebolla, apio, semillas de chia, semillas de sésamo sal, cúrcuma, comino.	\$125
Hamburguesa Vegana Soi-Yah! 500 g Pieza (Ösommart, 2021)	Hamburguesa elaborada con soya texturizada, proteína de trigo, harina de trigo, aceite vegetal, especias, sal de mar y vitamina B12.	\$70

Hamburguesa De Semillas Plant Squad 360g (Chedraui, 2021)	Hamburguesa de lenteja, ajonjolí y semillas de chía.	\$114
Alimento Vegano Beyond Meat Tipo Carne Para Hamburguesa 227 G (Superama, 2021)	Hamburguesa de chícharo	\$149
Hamburguesa Vegana Futuro Burger 230g (Abasto vegano, 2021)	Mezcla de proteína de soya, chícharo y garbanzo	\$112
Hamburguesa vegana alta en proteína (Yema, 2021)	Hamburguesa vegana a base de soya, chícharo y garbanzo para aquellos que buscan comer algo similar a la carne a través de fuentes vegetales, cada hamburguesa contiene 16g de proteína vegetal.	\$149

En los gráficos 6 y 7 se muestran los resultados de la encuesta de hábitos realizada a consumidores con respecto al costo aproximado que invertirían en el producto.

¿Has consumido tipo carne de hamburguesas hechas con harinas de cereales y leguminosas?
354 respuestas

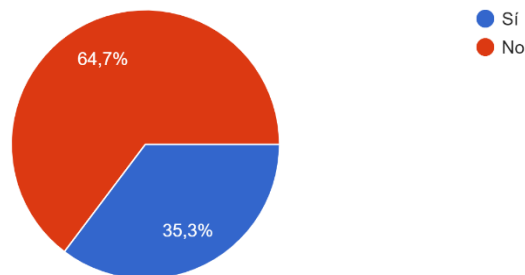


Gráfico 6 Consumo del producto

¿Cuánto estarías dispuesto a pagar por una tipo carne de hamburguesa hecha con harinas de cereales y leguminosas?

354 respuestas

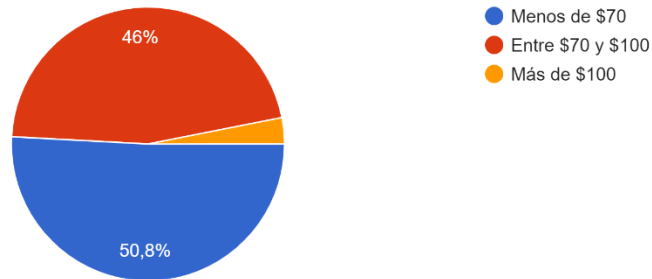


Gráfico 7 Costos

Como se puede observar en el gráfico 6, más del 60% de los consumidores no han degustado hamburguesas elaboradas con harinas de cereales y legumbres. Por otro lado, al analizar los precios existentes de la tabla 11, se observa una tendencia que va de los 70 hasta los 150 pesos, al relacionar esto con el precio que estarían dispuestos a pagar los consumidores por el producto a desarrollar señalado en el gráfico 7, se estaría posicionado en una situación favorable de compra ya que estaría en el intervalo de competitividad con los productos ya existentes en el mercado.

14. Conclusiones

En este trabajo se realizó una recopilación bibliográfica actualizada relacionada con el desarrollo de productos tipo hamburguesa vegetariana permitiendo tener el sustento teórico para un posible desarrollo de este tipo de productos a base de cereales y legumbres analizando los beneficios y limitaciones de los procesos de obtención, las características reológicas, sensoriales, fisicoquímicas y nutricionales de los productos.

De la encuesta se reporta que los hábitos de consumo de este producto en personas entre 19-24 años consumen poco cereales y legumbres; pero la opción de hamburguesa vegetariana puede ser una alternativa para aumentar su consumo. Debido al uso de aditivos, las hamburguesas vegetarianas tienen características sensoriales similares a las hamburguesas cárnicas.

En el mercado ya existen hamburguesas vegetarianas, sin embargo, el costo es mucho mayor para lo que el consumidor está dispuesto a pagar que es menos de \$70.

Es posible el desarrollo de un producto tipo hamburguesa con mezcla de harinas de cereales y legumbres con diferentes aditivos alimentarios.

Referencias

- Abasto vegano. (2021). Tienda online. CDMX. Recuperado de: https://abastovegano.com/products/hamburguesa-vegana-futuro-burger-230g?variant=32614812287061¤cy=MXN&utm_medium=product_sync&utm_source=google&utm_content=sag_organic&utm_campaign=sag_organic el 22/01/2021
- ACUERDO por el que se determinan los aditivos y coadyuvantes en alimentos, bebidas y suplementos alimenticios, su uso y disposiciones sanitarias. Recuperado de: https://www.dof.gob.mx/nota_detalle_popup.php?codigo=5259470 el 13/02/2022
- Aguilar-Raymundo y Vélez-Ruiz. (2013). Propiedades nutricionales y funcionales del garbanzo (*Cicer arietinum* L.). Temas selectos de ingeniería de alimentos, pp. 27-29.
- Arevalo, S. (2017). Agua en los alimentos. (Tesis de licenciatura). Facultad de industrias alimentarias, Escuela de Formación Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias, Iquitos, Perú.
- Astiasarán, I., Lasheras, B., Ariño, A. y Martínez, J. (2003). Alimentos y Nutrición en la Práctica Sanitaria. Madrid, España: Ediciones Díaz de Santos S.A. de C.V.
- Badui, S. (2006). Química de los alimentos, cuarta edición. Estado de México, México: Pearson Educación
- Barbut, S. (2015). Further processing equipment. En *The Science of Poultry and Meat Processing* (p. 3-38). University of Guelph, Canada.
- Bedolla, S., Dueñas, C., Esquivel, I., Favela, T., Guerrero, R., Mendoza, E., Navarrete, A., Olguín, L., Ortiz, J., Pacheco, O., Quiroz, M., Ramírez, A., Trujillo, M., (2004). Introducción a la tecnología de alimentos. Ciudad de México: Editorial LIMUSA S.A. de C.V
- Bekhit, A. (2017). *Advances in Meat Processing Technology*. Boca Raton, Florida: Taylor & Francis Group
- Berreiro, J. y Sandoval, A. (2006). Operaciones de conservación de alimentos por bajas temperaturas. Caracas, Venezuela: Editorial Equinoccio
- Boatella, J., Codony, R. y López, P. (2004). Química y bioquímica de los alimentos II. Barcelona: Publicacions i Edicions Universitat de Barcelona.
- Botasini, J. y Taruselli, J. (2018). Anteproyecto para la construcción de una fábrica de hamburguesas. (Tesis de grado). Universidad de la República, Facultad de Veterinaria. Montevideo, Uruguay.
- Bringas-Lantigua, M. y Pino, J. (2012). Microencapsulación de saborizantes mediante secado por aspersión. *RECITEIA*, 11, 38.

- Briones, J. (2011). Obtención de harinas de cereales y leguminosas precocidas y su aplicación en alimentos para el adulto mayor. (Tesis para obtener el grado de maestro). Instituto Politécnico Nacional, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Ciudad de México.
- Brummer, Y., Kaviani, M. & Tosh, S.M. (2015). Structural and functional characteristics of dietary fibre in beans, lentils, peas and chickpeas. *Food Research International*, 67, 117– 125.
- Cárdenas, M. (2018). Desarrollo de un proceso estandarizado de fermentación láctica de frijol (*Phaseolus vulgaris*) var. Pinto americano para producción de un ingrediente tecnofuncional. (Tesis de doctorado). Universidad Autónoma de Nuevo León. México.
- Carrera, M., Galán, V., González, F., Hidalgo, L., Maroto, J., Mateo, J., Navarro, J., Puerta, C., Rojo, C. y Zaragoza, S. (2005). Prontuario de agricultura, cultivos agrícolas. Madrid, España: Ediciones Mundi-Prensa.
- Castel, M. (2010). Estudio de las propiedades funcionales, tecnológicas y fisiológicas de las proteínas de amaranto (Tesis de maestría). Universidad Nacional del Litoral. Argentina.
- Cedeño, A. (2020). Formulación de una galleta a partir del uso de harina de amaranto (*Amaranthus* spp.) y surimi de merluza (*Merluccius gayi*) (Trabajo de titulación). Universidad católica de Santiago de Guayaquil, Facultad de Educación técnica para el desarrollo. Guayaquil, Ecuador.
- Chedraui. (2021). Centro comercial, tienda online. CDMX. Recuperado de: <https://www.chedraui.com.mx/Departamentos/S%C3%BAper/Carnes%2C-aves%2C-pescados-y-mariscos/Res/Preparados-y-especialidades/Hamburguesa-Vegetal-Plant-Squad-227g/p/000000000003667488?siteName=Sitio+de+Chedraui> el 22/01/2021
- Cokkizgin, A., Shtaya, M. (2013). Lentil: Origin, Cultivation Techniques, Utilization and Advances in Transformation. *Science and Education Centre of North America*, 1, 55-62.
- Damián, M. (2020). Calidad de amaranto reventado mediante dos métodos el tradicional y el industrial. (Tesis). Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán. Cuautitlán Izcalli, Estado de México.
- De Icaza, G. (2018). La vida útil de los alimentos y sus principales reacciones. México: Innovación Editorial Lagares de México S.A. de C.V.
- De los Santos, M., Romero, T., Bobadilla, E. (2017). Dinámica de la producción de maíz y frijol en México de 1980 a 2014. *Scientific Electronic Library Online*, 28.
- Del Valle, R. y Del Valle, P. (2017). Estudio ecofisiológico del cultivo de amaranto en la plata (Provincia de Buenos Aires). (Tesis). Universidad Nacional de La Plata, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. La Plata, Buenos Aires, Argentina.

- Delgado, N. y Albarracín, W. (2012). Microestructura y propiedades funcionales de harinas de quinua (*Chenopodium Quinoa W*) y chachafruto (*Erythrina edulis*): potenciales extensores cárnicos. *Vitae*, 19, 430-432. Agro
- Díaz, C. y Rodríguez, N. (2016). Efecto del consumo de avena (*Avena sativa*) sobre el nivel de colesterol total y triglicéridos en suero de personas adultas del AAHH Nueva Alianza-Chaclacayo, 2015. (Tesis). Universidad Peruana Unión, Facultad de Ciencias de la Salud. Lima, Perú.
- Dominioni, R., Lombardi, E. y Marconcini, H. (2015). Producción hamburguesas de lenteja. Trabajo Final de Ingeniería Industrial. Facultad de Química e Ingeniería "Fray Rogelio Bacon". Universidad Católica Argentina. Disponible en: <http://bibliotecadigital.uca.edu.ar/repositorio/tesis/produccion-hamburguesas-lenteja.pdf> 23/10/2020
- Echeverría, A., Triana, A., Rivero, D., Rodríguez, A., Martínez, B. (2019). Generalidades del cultivo de garbanzo y alternativa biológica para el control de la Marchitez. 31/12/2020. 40. De Scientific Electronic Library online Base de datos.
- El Economista. (2016). Consumo de carne aumenta 3.7% en México durante 2018: Comarcane. 19/04/2021, de El Economista Sitio web: <https://www.eleconomista.com.mx/opinion/Produccion-y-consumo-de-legumbres-l-20160615-0010.html>
- El Economista. (2019). Consumo de carne aumenta 3.7% en México durante 2018: Comarcane. 9/09/2020, de El Economista Sitio web: <https://www.eleconomista.com.mx/empresas/Consumo-de-carne-aumenta-3.7-en-Mexico-durante-2018-Comarcane-20190226-0101.html>
- El Universal. (2019). Hamburguesas. Gigantes de fast food, en guerra. Ciudad de México. Recuperado de <https://www.eluniversal.com.mx/cartera/gigantes-de-las-hamburguesas-pelean-por-los-mexicanos>
- FAO, (2002). Cereales, raíces feculentas y otros alimentos con alto contenido de carbohidratos. En Nutrición humana en el mundo en desarrollo. Roma.
- FAO, (2002). Legumbres, nueces y semillas oleaginosas. En Nutrición humana en el mundo en desarrollo. Roma.
- FAO. (2016). Legumbres, semillas nutritivas para un futuro sostenible. 20/04/2021, de Publications, Food and Agriculture Organization of the United Nations Sitio web: <http://www.fao.org/3/i5528s/i5528s.pdf>
- FAO. (2021). Las perspectivas de cosechas siguen siendo positivas para 2021; la fuerte demanda de piensos reduce aún más las existencias mundiales de 2020/21. 19/04/2021, de FAO Sitio web: <http://www.fao.org/worldfoodsituation/csdb/es/#:~:text=El%20pron%C3%B3>

stico%20de%20la%20FAO,la%20producci%C3%B3n%20del%20a%C3%B1o%20pasado.

- FAO/OMS. (2019). Clases funcionales de aditivos alimentarios. 27/11/2021, de FAO/OMS Sitio web: <https://www.fao.org/gsfonline/reference/techfuncs.html?lang=es>
- Farsalinos, K. (2021). En defensa de los saborizantes en la reducción del daño por tabaco, para salvar vidas. 13/02/2022, de E-cigarette researche Sitio web: <https://thr.ams3.cdn.digitaloceanspaces.com/strapi/162b461f34520c50f9f215bfa8a60b1e.pdf>
- FDA. (2014). Water Activity (aw) in Foods. 18/01/2021, de FDA Sitio web: <https://www.fda.gov/inspections-compliance-enforcement-and-criminal-investigations/inspection-technical-guides/water-activity-aw-foods#:~:text=DEFINITION,distilled%20water%20under%20identical%20conditions>
- Fennema, O. (2008). Fennema's Food Chemistry. Broken Sound Parkway, NW, U.S.A: Advisory Board.
- Fernández, A. y Sánchez, E. (2017). Estudio de las propiedades fisicoquímicas y calidad nutricional en distintas variedades de frijol consumidas en México. Scielo, 9. Sitio web: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-07052017000100133
- Fernández-Pachón, M., García, M., Morales, M. y Troncoso, A. (2012). Toxicología de los aditivos alimentarios. Madrid, España: Díaz de Santos, S.A.
- Forghani, Z., Eskandari, M., Aminlari, M., Shekarforoush, S. (2017). Effects of microbial transglutaminase on physicochemical properties, electrophoretic patterns and sensory attributes of veggie burger. *Journal of Food Science and Technology*, 54, 2203–2213.
- Gil, A. (2010). Tratado de Nutrición, segunda edición, Tomo II: Composición y calidad nutritiva de los alimentos. Madrid, España: Editorial Médica Panamericana.
- Gómez, A. (2020). Química del color. (Tesis). Universidad de Sevilla, Sevilla.
- González, A., Alvis, A., Arrázola, G. (2015). Efecto del Recubrimiento Comestible en las propiedades de trozos de batata (*Ipomoea Batatas Lam*) fritos por inmersión. Parte 1: textura. *Información Tecnológica*, 26, 95-102
- González, L., Filardo, S., Simitrio, J., Güemes, N. y Bernardino, A. (2014). Características nutricionales del garbanzo. En *Los alimentos en México y su relación con la salud* (p. 138). México: Paza y Valdés editores.
- González, Rocío. (2005). Biodisponibilidad del hierro. *Revista Costarricense de Salud Pública*, 14 (26), 6-12. Recuperado el 11/08/2021, de

http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1409-14292005000100003&lng=en&tlng=es.

- Gutiérrez, C. (2016). Efecto de la adición de hidrocoloides y tiempo de almacenamiento sobre la humedad, textura y volumen específico del pan tipo francés. (Tesis). Universidad Privada Antenor Orrego, Lima, Perú.
- Hernández, A., Martínez, C., Estrada, G. y Domínguez, A. (2018). Efecto de la fertilización nitrogenada y del genotipo sobre el rendimiento y el contenido de nitrógeno y β -glucanos en el grano de la avena (*Avena sativa* L.). *Revista de Investigaciones Agropecuarias*, 44, 89. 11/08/2021, De <https://www.redalyc.org/jatsRepo/864/86457304007/86457304007.pdf> Base de datos.
- Hernández, G. y B. Ramakrishna. (1989). Investigación para la producción de haba, lenteja, arveja y garbanzo en la subregión andina. Quito, Ecuador.
- Horta, S. y Lopez, A. (2016). Estudio comparativo de la composición química y grado de aceptabilidad de tres bebidas artesanales a base de Avena, Amaranto y Quinoa (Tesis). Universidad Nacional De Córdoba, Facultad de Ciencias Médicas, Escuela de Nutrición. Córdoba, España.
- Ibáñez, F., Torre, P., e Irigoyen, A. (2003). Aditivos alimentarios. Área de Nutrición y Bromatología, Universidad Pública de Navarra, 3-5.
- Ibarra, L. (2016). Transición Alimentaria en México. *Razón y palabra*, 20, 173.
- INFOAGRO. (2016). Importancia del cultivo de cereales en México: maíz, trigo y sorgo. 19/04/2021, de INFOAGRO Sitio web: <https://mexico.infoagro.com/importancia-del-cultivo-de-cereales-en-mexico-maiz-trigo-y-sorgo/>
- Juan, R., Pastor, J., Alaiz, M., Megías, C., Vioque, J. (2007). Caracterización proteica de las semillas de once especies de amaranto. *Grasas y aceites*, 58, 49-55.
- Juárez, O. (2012). Elaboración de un concentrado para bebidas a base de pulpa de banano de rechazo con saborizantes artificiales. (Tesis). Universidad Galileo, Guatemala.
- Kriger, O., V. Kashirskikh, E., O. Babich, O. y Yu, S. (2018). Oat protein concentrate production. *Foods and Raw Materials*, (6), p. 52.
- Kyriakopoulou, K.; Keppler, J.K.; van der Goot, A.J. (2021). Functionality of Ingredients and Additives in Plant-Based Meat Analogues. *Foods*, 10, 600. <https://doi.org/10.3390/foods10030600>
- Lara, M. (2015). El cultivo del frijol en México. *Revista digital universitaria*, 16, p. 3. Sitio web: <http://www.revista.unam.mx/vol.16/num2/art09/index.html>
- Lawless, H. y Heymann, H. (1998). *Sensory Evaluation of Food, principles and practices*. New York: Kluwer Academic/Plenum Publishers.

- López, A. (2018). Parámetros de calidad y características sensoriales de la carne de terneros de raza Retinta criados en dos modelos de producción ecológica. (Tesis de doctorado). Universidad de Sevilla, departamento de Ciencias Agroforestales, Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica. Sevilla, España.
- López, D. (2021). Elaboración de un dulce tradicional “muégano” con harinas de trigo y amaranto (*Amaranthus hypochondriacus*). (Tesis). Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán. Cuautitlán Izcalli, Estado de México.
- Luchansky, J., Shoyer, B., Jung, Y., Shane, L., Osoria, M., Porto-Fett, A. (2020). Viability of Shiga Toxin–Producing *Escherichia coli*, *Salmonella*, and *Listeria monocytogenes* within Plant versus Beef Burgers during Cold Storage and following Pan Frying. *Journal of Food Protection*, 83, 434-442.
- M. Selani, M., A.N. Shirado, G., B. Margiotta, G., Saldaña, E., P. Spada, F., M.S. Piedade, S., Contreras, C., Canniatti, S. (2015). Effects of pineapple byproduct and canola oil as fat replacers on physicochemical and sensory qualities of low-fat beef burger. *Meat Science*, 112, 69-76.
- Manivel, R., y Villagómez, J. (2019). Aditivos alimentarios. *Milenaria, Ciencia Y Arte*, (14), 15-16. Recuperado a partir de <http://www.milenaria.umich.mx/ojs/index.php/milenaria/article/view/31>
- Marco, A. (2013). Medicina Ortomolecular. San Vicente Alicante, España: Club Universitario
- Martínez, S. (2019). Factores determinantes del mercado del frijol en México. (Tesis). Tecnológico Nacional de México en Celaya, Departamento de Ciencias Económico-Administrativas. Celaya, Guanajuato, México.
- Matías, G., Hernández, B., Peña, V., Torres, N., Espinoza, V., Ramírez, L. (2018). Usos actuales y potenciales del Amaranto (*Amaranthus spp.*). *Journal of negative & no positive results*, 6, 423-436.
- Mederos, Y. (2006). Indicadores de la calidad en el grano de frijol (*Phaseolus vulgaris L.*). *Cultivos Tropicales*, 27(3), 55-62. 16/12/2020. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/1932/193215825009.pdf>
- Monge, A., Macias, L., Campos, H., Lajous, M., Mattei, J. (2019). Perceptions and reasons for legume consumption in Mexico. 30/12/2020, de Emerald Publishing. Sitio web: <https://www-emerald-com.pbidi.unam.mx:2443/insight/content/doi/10.1108/NFS-01-2019-0033/full/pdf?title=perceptions-and-reasons-for-legume-consumption-in-mexico>
- Moussou, N., Ouazib, M., Wanasundara, J., Zaidi, F. y Rubio, L. (2019). Nutrients and non-nutrients composition and in vitro starch digestibility of five Algerian legume seed flours. *International Food Research Journal* 26, (4), pp. 1343-1344.

- Nicholson, T. (2013). Addition of Micronized Black Bean (*Phaseolus Vulgaris*) Flour Improves Sensory Qualities of Low Fat Beef Burgers (Tesis de maestría). Department of Human Nutritional Sciences, University of Manitoba. Winnipeg, Canadá.
- OCDE/FAO (2020), OCDE-FAO Perspectivas Agrícolas 2020-2029, OECD Publishing, Paris. Recuperado de: <https://doi.org/10.1787/a0848ac0-es>.
- OMS. (2018). Aditivos alimentarios. 10/10/2021, de OMS Sitio web: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/food-additives>
- Ortiz, M. (2013). Posición de las principales legumbres en México: 2000-2011. 20/04/2021, de Centro de Investigación Económica y Presupuestaria, A. C. Sitio web: <https://ciep.mx/posicion-de-las-principales-legumbres-en-mexico-2000-2011/>
- Ösommart. (2021). Tienda en línea CDMX. Recuperado de: https://www.osommart.com/products/hamburguesa-vegetariana-soi-yah-500-g-clc00017-multicolor?variant=32738816557161¤cy=MXN&utm_medium=product_sync&utm_source=google&utm_content=sag_organic&utm_campaign=sag_organic el 22/01/2021
- Özer, C. y Seçen, S. (2018). Effects of quinoa flour on lipid and protein oxidation in raw and cooked beef burger during long term frozen storage. *Food Science and Technology*, 38, 1-7.
- Parrales, Y. y Zamora, M. (2019). Aplicación de la harina de lenteja (*Lens culinaris*) como sustituto de la harina de trigo en masas de pastelería. (Tesis). Facultad de Ingeniería Química. Guayaquil, Ecuador.
- Patinho, I., Saldaña, E., Selani, M., Costa, A., Cardoso, T., Schimidt, B., de Souza, A., Contreras, C. (2019). Use of *Agaricus bisporus* mushroom in beef burgers: antioxidant, flavor enhancer and fat replacing potential. *Food Production, Processing and Nutrition*, 1.
- Paucean, A., P. Moldovan, O., Muresan, V., Socaci, S., Dulf, F., Alexa, E., Man, S., Muresan, A. y Muste, S. (2018). Folic acid, minerals, amino-acids, fatty acids and volatile compounds of green and red lentils. Folic acid content optimization in wheat-lentils composite fours. *Chemistry Central Journal*, 12, p. 1.
- Pérez, L. y Santillán, P. (2020). Plan de negocio elaboración y comercialización de hamburguesas vegetarianas, Iquitos, 2020. (Tesis). Facultad de Negocios, Universidad Científica del Perú. Iquitos, Perú.
- Prieto, F., Prieto, J., Román, A., Gordillo, A., Gómez, C. (2005). Capacidad de hidratación de los cereales para desayuno kellogg's. *Revista chilena de nutrición*, 32.

- Primo, E. (2007). Química orgánica básica y aplicada. De la molécula a la industria. Valencia, España: Reverté.
- Puerta, G. (2006). La humedad controlada del grano preserva la calidad del café. Avances técnicos CENICAFÉ, 352, 1-8. 18/01/2020, De Repositorio digital del Centro Nacional de Investigaciones del Café Base de datos.
- Radomir, L. (1998) Oat grain - a wonderful reservoir of natural nutrients and biologically active substances, Food Reviews International, 14:1.
- Ramírez, C. (2020). Sustitución de proteína animal en albóndigas a partir de harina de amaranto, lentejas y algas nori. Universidad de los Andes, Departamento de Ingeniería Química y de los Alimentos. Bogotá, Colombia.
- Restrepo, L., Rodríguez, H., Deossa, G. (2013). Consumo de vegetales y factores relacionados en estudiantes universitarios de la ciudad de Medellín, Colombia. *Perspectivas en nutrición humana*, 15, 171-183.
- Rodríguez, E., Sandoval, A., Ayala, A. (2003). Hidrocoloides naturales de origen vegetal, investigaciones recientes y aplicaciones en la industria de alimentos. *Tecnura*, 13, 4-13.
- Rodríguez, M. (1999). Evaluación de carbohidratos, proteínas, humedad, cenizas y minerales en alimentos infantiles. (Tesis de licenciatura). Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, Ciudad de México.
- Rodríguez, V. y Simón, E. (2008). Bases de la Alimentación Humana. La Coruña, España: Gesbiblo, S.L.
- Romero, M. (2015). Cata de alimentos en hostelería. España: Elearning, S.L.
- Romero, M. (2018). Proceso de extrusión y pelletización en alimentos. (Tesis de licenciatura). Universidad Nacional Agraria La Molina, Facultad de Industrias Alimentarias. Lima, Perú.
- Saavedra, W. (2017). Análisis de textura en cereales (Tesis de licenciatura). Universidad Nacional de Trujillo, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Escuela Académico profesional de Ingeniería Agroindustrial. Trujillo, Perú.
- Salas, J., Ros, E., Sabaté, J. (2005). Frutos secos, salud y culturas mediterráneas. Barcelona: Editorial Glosa.
- Saldaña, M. y Lobaton, D. (2014). Plan de negocio para la creación de la empresa "sanoy" productora de carne vegetal para hamburguesa. (Tesis). Fundación Universitaria Católica Lumen Gentium, Facultad de Ciencias Empresariales. Santiago de Cali, Colombia.
- Sánchez, D. (2015). Elaboración de hamburguesas vegetarianas con diferentes productos naturales (avena, lenteja) empacadas al vacío. Riobamba 2013. (Tesis de licenciatura). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Salud Pública, Escuela de Gastronomía. Riobamba, Ecuador.
- Sha, L. y Xiong, Y. (2020). Plant protein-based alternatives of reconstructed meat: Science, technology, and challenges. *Elsevier*, 102, 55.

- Shahid-ul-Islam. (2017). Potential Resurgence of Natural Dyes in Applied Fields. En *Plant-Based Natural Products* (12). U.S.A: Scrivener Publishing.
- Smaranda, S. (2009). World cereal production brief, aspecte privind producția mondială de cereale. *Lucrări științifice, seria I*, XI.
- Summo, C., Centomani, I., Paradiso, V., Caponio, F., Pasqualone, A. (2016). The effects of the type of cereal on the chemical and textural properties and on the consumer acceptance of pre-cooked, legume-based burgers. *LWT - Food Science and Technology*, 65, 290-296
- Superama. (2021). Súper mercado, tienda online. CDMX. Recuperado de: <https://www.superama.com.mx/catalogo/d-alimentos-congelados/f-comida-congelada/l-hamburguesas-congeladas/hamburguesa-vegetariana-delike-andina-1-paquete-con-4-medallones/0750046439525> el 22/01/2021
- Toledo, D. (2016). Evaluación de la calidad proteica de la formulación de harinas de soya (*Glycyne max*), avena (*Avena sativa* L.) y trigo (*Triticum aestivum* L.) (1:1:2) y su efecto sobre la recuperación de la desnutrición proteica inducida en ratas albinas (*Rattus norvegicus*). (Tesis de licenciatura). Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Facultad de ciencias biológicas, Escuela profesional y académica de ciencias de la nutrición. Arequipa, Perú.
- Torres, F. (2007). Cambios en el patrón alimentario de la ciudad de México. *Scientific Electronic Library Online*, 38.
- Tostado, T., Benítez, I., Pinzón, A., Bautista, M., Ramírez, J. (2015). Actualidades de las características del hierro y su uso en pediatría. *SciELO*, 36, pp. 08/08/2021, De http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0186-23912015000300008 Base de datos.
- Vargas, D. y Cárdenas, R. (2021). Cultivo del garbanzo, una posible solución frente al cambio climático. *SciELO*, 42. 04/08/2021, De http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0258-59362021000100009&script=sci_arttext&lng=pt Base de datos.
- Velázquez, G., Collado, R., Cruz, R., Velasco, A. y Rosales, J. (2020). Reacciones de hipersensibilidad a aditivos alimentarios. *Revista alergia México*, 66. 10/10/2021, De SCIELO Base de datos.
- Velázquez, G., Collado, R., Cruz, R., Velasco, A., y Rosales, J. (2019). Reacciones de hipersensibilidad a aditivos alimentarios. *Revista Alergia México*, 66(3),329-339. [27 de noviembre de 2021]. ISSN: 0002-5151. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=486761439009>
- Xuejie, L. y Jian L. (2020). The Flavor of Plant-Based Meat Analogues. *Cereal Foods World* , 65, 1 - 4. 24/04/2022, De Cereals & Grains Association Base de datos.

- Yema. (2021). Súper mercado, tienda online. CDMX. Recuperado de: https://yema.mx/p/hamburguesa-vegana-alta-en-proteina-hacienda-futuro?gclid=CjwKCAiAr6-ABhAfEiwADO4sfdFVmfWSIoEs0bu0O_Il3P0J1BqYJx5zle2wGNweI8F40AmsiiGhTxoCALQQAuD_BwE el 22/01/2021

Anexos

Cuestionario utilizado

1. Edad
2. ¿Qué tipo de régimen alimenticio llevas?
 - Régimen regular
 - Régimen basado en plantas
 - Régimen vegano
3. ¿Conoces la importancia del consumo de cereales y legumbres en la dieta?
 - Si
 - No
 - No me interesa
4. ¿Con qué frecuencia consumes hamburguesas?
 - 1 vez a la semana
 - 1 vez cada dos semanas
 - 1 vez al mes
 - 1 vez cada dos meses
5. ¿Has consumido tipo carne de hamburguesa hechas con harinas de cereales y legumbres?
 - Si
 - No
6. ¿Cuánto estarías dispuesto a pagar por una tipo carne de hamburguesa hecha con harinas de cereales y legumbres?
 - Menos de \$70
 - Entre \$70 y \$100

- Más de \$100