

Factores Relacionados con la Elaboración de un Cereal para el Desayuno Libre de Sacarosa como una Alternativa para Diabéticos en la Ciudad de Barquisimeto, Venezuela durante el Periodo 2019

Fabiana Belén Jiménez Rodríguez

Director o asesor:

Ing. Yuneidys Mariet Oñate Perpiñan

Universidad Nacional Abierta y a Distancia-UNAD

Escuela de Ciencias Básicas, Tecnología e Ingeniería-ECBTI

Programa Ingeniería de Alimentos

Barquisimeto, Edo Lara

22 de septiembre del 2020

Agradecimientos

Quiero expresar mis más sinceros agradecimientos a todas aquellas personas e instituciones que permitieron que esta meta fuese alcanzada, en especial a Dios primeramente por darme la sabiduría y fortaleza para cumplir mis objetivos, a mi madre por darme el apoyo financiero desde el inicio de la carrera hasta el último instante; por permitirme viajar a Colombia a presentar las prácticas y evaluaciones que requerían de mi presencia, a mi tutora Yuneidys Oñate Perpiñan por siempre realizar las correcciones de manera inmediata y direccionarme para la creación de esta monografía de la mejor manera.

Tabla De Contenido

Resumen.....	8
Introducción.....	12
Delimitación de la Monografía.....	12
1.1 Planteamiento del Problema.....	12
1.2 Justificación.....	14
1.3 Objetivos.....	16
1.3.1 Objetivo General.....	16
1.3.2 Objetivos Específicos.....	16
Metodología.....	17
Marco Teórico.....	19
3.1 Historia de los cereales.....	19
3.1.1 Origen de los cereales de desayuno y su desarrollo en Venezuela.....	21
3.2 Cereales.....	23
3.2.1 Definición de Cereales.....	23
3.2.2 Estructura anatómica de los cereales.....	23
3.2.3 Principales componentes químicos en grano de cereal.....	24
3.3 Tipos de Cereales.....	26
3.3.1 Maíz (<i>Zea mays</i>).....	26
3.3.1.1 Aspectos Generales.....	26
3.3.1.2 Morfología y taxonomía del Maíz.....	27
3.3.1.3 Tipos de maíz usado para inflar.....	27
3.3.2 Arroz (<i>Oryza sativa</i>).....	28
3.3.2.1 Aspectos Generalidades.....	28
3.3.2.2 Morfología, taxonomía y fisiología de la planta de arroz.....	28
3.3.2.3 Estructura del Grano de arroz.....	29
3.3.2.4 Variedades de arroz:.....	29
3.3.3 Avena (<i>Avena sativa</i>).....	30
3.3.3.1 Morfología y taxonomía de la avena:.....	30
3.3.3.2 Composición química de la avena.....	30
3.3.3.3 Variedades de la Avena.....	32
3.3.3.4 Estructura del Grano de Avena.....	32
3.4 Cereal de desayuno.....	32
3.4.1 Tipos de cereales para el desayuno.....	33

3.5 Principales propiedades funcionales presentes en los cereales de maíz, arroz y avena	34
3.5.1 Maíz (<i>Zea mays</i>)	34
3.5.2 Arroz (<i>Oryza sativa</i>)	36
3.5.3 Avena (<i>Avena sativa</i>)	39
3.6 Aditivos utilizados para la elaboración de cereales	40
3.6.1 Edulcorantes	40
3.6.1.1 Edulcorantes calóricos	40
3.6.1.2 Edulcorantes bajos en calorías	41
3.7.1 Laminado, roleado u hojuelación de cereales (Rolled Cereals)	44
3.7.2 Hinchamiento o “ <i>puffing</i> ”	44
3.7.3 Extrusión	45
3.7.3.1 Factores importantes en la expansión directa por extrusión	46
4.1 Enfermedad Diabetes	50
4.1.1 Definición de la Diabetes	50
4.1.2 Alimentación del diabético	50
4.1.3 Los granos de Cereales en la alimentación del diabético	52
4.2 Tecnologías empleadas en la elaboración de un Cereal para el desayuno apto para personas diabéticas	54
4.2.1 Etapa de recubrimiento uso de edulcorante	57
4.4 Importancia del consumo de cereales en la alimentación de las personas diabéticas	58
Conclusiones	65
Referencias Bibliográficas	67

Índice de Tablas

Tabla 1. Resumen de las búsquedas que hicieron parte de la vigilancia tecnológica de los factores relacionados con la elaboración de un cereal para el desayuno libre de sacarosa.....	17
Tabla 2. Composición química de algunos granos.....	25
Tabla 3. Composición química de la avena.....	31
Tabla 4. Composición fisicoquímica del grano de arroz en base seca.....	37
Tabla 5. Propiedades Alimenticias de los Cereales	52
Tabla 6. Aporte energético a partir de los macronutrientes y micronutrientes mayoritarios de los alimentos.....	59
Tabla 7. Clasificación de los alimentos según su densidad energética	60
Tabla 8. Composición química de los cereales	61

Índice de Figuras

Figura 1. Partes de un cereal.....	24
Figura 2. Maíz.....	26
Figura 3. Estructura de las partes del grano de arroz.....	29
Figura 4. Cariópside de avena y sus estructuras.....	32
Figura 5. Diagrama de bloque de un Cereal inflado por extrusión (expandidos).....	47

Índice de Gráficos

Gráfico 1. N° de artículos encontrados y utilizados.....	9
--	---

Resumen

Desde la antigüedad, el ser humano ha cultivado los cereales para producir diferentes alimentos como el pan, las arepas, las pastas, galletas y los dulces. La falta de alimentación en el ser humano, no solamente afecta su estado nutricional, sino que ello incide directamente en su salud, siendo responsable de un incremento en enfermedades, tales como la Diabetes Mellitus (DM). Las personas afectadas con esta patología presentan una patología definida como enfermedad crónica, la cual ocurre cuando el páncreas no puede producir insulina, o cuando el cuerpo no puede hacer un buen uso de la insulina que produce.

En razón de esto, es necesario que los diabéticos logren controlar y desarrollar una dieta alimenticia que le permite llevar una alimentación balanceada y nutritiva baja en azúcar. Para ello, se recomienda la ingesta de cereales tales como, el arroz, el trigo, el maíz, la avena, el centeno y la cebada, los cuales representan unos de los principales nutrientes de la humanidad, debido al alto contenido de carbohidratos y por la cantidad presente de fibra, lípidos, proteínas, vitaminas y minerales, los cuales aportan la principal fuente de energía de alta calidad.

Bajo estas premisas se establece la importancia de la presente monografía, la cual trata sobre los factores relacionados con la elaboración de un cereal para el desayuno libre de sacarosa como una alternativa para diabéticos en la ciudad de Barquisimeto, Venezuela durante el periodo 2019, para ello se investigó la evolución histórica de los cereales y su transformación en productos alimenticios.

Posterior a esto, se procedió a analizar la importancia del consumo de cereales en la alimentación de las personas que padecen de DM y por ultimo determinar las materias primas, equipo y tipo de edulcorante a emplear en la elaboración de un cereal para el desayuno apto para personas diabéticas. Los resultados demostraron que el maíz, el arroz integral y la avena representan los cereales con propiedades nutritivas y tecnológicas ideales compuesto de almidones, carbohidrato de digestión lenta que producen curvas glicémicas aplanadas y sostenidas en el tiempo, manteniendo los niveles de azúcar en la sangre, evitando aumentos súbitos en los niveles de glucosa.

Finalmente, la investigación llevada a cabo permitió exponer las ventajas que presenta la composición de los cereales para la elaboración de alimentos expandidos, mediante la extrusión y el uso de stevia, edulcorante que no afecta la glicemia en la etapa de recubrimiento. Basado en el estudio realizado, se concluye que la elaboración de un alimento nutritivo a partir de cereales, lo hace aceptable sensorialmente y no pone en riesgo la salud de las personas con DM.

Palabras Clave: Cereales, cereal para el desayuno, diabetes mellitus, extrusor, edulcorantes

Introducción

Los granos de cereales constituyen la fuente de energía alimenticia más económica del mundo debido a su valor nutritivo al estar compuestos principalmente de carbohidratos, lípidos, vitaminas, minerales y fibras (SAN, 2011; Universidad Nacional Federico Villarreal [UNFV], 2014). Se conoce también como cereales a los alimentos elaborados a partir de granos y semillas de arroz, maíz y avena, popularmente conocidos como cereales para desayuno (Alarcón et al., 2013).

Considerando la importancia de los cereales en la alimentación humana, muchos estudios han sido conducidos a la elaboración de alimentos a base de cereales especialmente para aquellas personas afectadas por la enfermedad Diabetes Mellitus (DM) (Vallejo, 2011).

La presente monografía, ha sido el producto de un extenso estudio bibliográfico en el área de alimento, específicamente en lo que respecta al procesamiento de cereales, mediante la recopilación de información proveniente de grandes investigadores. Este estudio argumentativo se abordará, a través del desarrollo de los siguientes capítulos, las cuales se describirán a continuación:

- Iniciamos con la delimitación de la monografía, la cual contiene el planteamiento del problema y justificación de la investigación. Posteriormente se propone un objetivo general el cual se logra a través de una serie de objetivos específicos.
- Luego se describe la metodología empleada para el desarrollo y cumplimiento de los objetivos.

- Por último, se relaciona el tema en estudio en el del marco conceptual; donde se describe la historia de los cereales, su origen y su desarrollo en Venezuela. Así mismo, se realizaron amplias revisiones bibliográficas de los cereales y Cereales de desayuno, los edulcorantes calóricos y no calóricos, tecnologías (equipos) empleadas en la elaboración del cereal para desayuno y por último el consumo de cereales y sus derivados en la integración de la alimentación del venezolano. También se desarrollaron aspectos de importancia relacionados a la diabetes como; la alimentación, los granos de cereales aptos para ser consumidos por las personas diabéticas. Se determinó la tecnología empleada en la elaboración del cereal para desayuno apto para personas que padecen de diabetes, así como la importancia de consumo de cereales en la alimentación de las personas diabéticas. Y finalizamos con las conclusiones

Delimitación de la Monografía

1.1 Planteamiento del Problema

En Venezuela, la demanda de cereales ha disminuido considerablemente en los últimos 15 años, como una respuesta a la crisis socio económica por la que atraviesa nuestro país (Universidad Católica Andrés Bello [UCAB], 2018). Esta crisis, ha generado un cambio en el estilo de vida en la sociedad, afectando la alimentación y el modo de nutrirse de la población, produciendo lo que hoy se conoce como transición nutricional (Domínguez, 2015).

La falta de alimentación, una dieta nutricional inadecuada y el estilo de vida son factores responsables en el incremento de enfermedades en el ser humano, por ejemplo, la DM. El número de personas que padecen la DM en las Américas fue estimado en 35 millones en el año 2000, de los cuales 19 millones (54%) viven en América Latina y el Caribe (Silva, 2004). En Venezuela se ha reportado hasta un 6,5% de personas afectadas por la enfermedad, sin embargo, es posible que la misma este presente hasta en un 10% de la población (Sociedad Venezolana de Medicina Interna, 2019).

Con base a lo anterior, surge la necesidad de identificar los tipos de materia prima y equipos existentes en la ciudad de Barquisimeto, Venezuela para producir alimentos a partir de cereales, aptos para el consumo de las personas diabéticas y también para aquellas personas que tienen controlada su ingesta calórica.

La elaboración de un alimento nacional con cereales como el maíz, el arroz integral, y/o la avena, endulzado con stevia, xilitol o sucralosa u otro endulzante existente en el mercado

en la ciudad de Barquisimeto, Venezuela, constituye una alternativa para las personas, diabéticas al poder disfrutar en el desayuno y las meriendas un alimento delicioso, completo, saludables y que no pondrá en riesgo su salud. A partir de lo expuesto surgió la siguiente pregunta: ¿Qué tipo de factores están relacionados con la elaboración de un cereal para el desayuno libre de sacarosa como una alternativa para diabéticos en la ciudad de Barquisimeto, Venezuela durante el periodo 2019?

1.2 Justificación

Los cereales como el trigo, el arroz, la cebada, el maíz y la avena entre otros, son considerados la fuente de nutrientes más importante en la alimentación de la humanidad, debido a su composición formada por carbohidratos, en forma de almidones, proteínas, grasas, minerales como el calcio, fósforo, y otras vitaminas; entre las que se puede mencionar: el hierro y el potasio. A opinión de (SAN 2014):

También se encuentran las vitaminas correspondientes al complejo B, entre las que se encuentra por ejemplo la Vitamina A, presente por ejemplo en el maíz amarillo, rico en carotenos. Igualmente se debe señalar, la Vitamina E, la cual en compañía de la Vitamina B1 representan un complejo alimenticio de gran valor. (p.43)

Tal y como se ha señalado, se debe agregar que los cereales descritos representan un complemento alimenticio de gran valor; los mismos, “están asociados al origen de la civilización y cultura de todos los pueblos”. (SAN, 2011). A pesar de que sus cantidades de proteínas son limitadas, se ha demostrado que la mezcla de varios tipos de cereales, dan lugar a un aporte proteico de un elevado valor biológico.

Muchos productos elaborados a partir de diferentes cereales o de su combinación, le han proporcionado al hombre una gran cantidad de productos alimenticios. Por ejemplo, mediante la agroindustria y tratamiento culinario, se pueden elaborar una diversidad de alimentos como el pan, la pizza, bollería, pasteles, pastas, copos o cereales expandidos, pero también es cierto que con el pasar del tiempo se han generado una diversidad productos innovadores con

propiedades funcionales, así como también alimentos que son destinados para personas con un régimen especial en su alimentación, como los diabéticos.

El consumo de cereales en el desayuno, presentan beneficios para la salud, en combinación con una dieta equilibrada, jugando un papel importante en el funcionamiento adecuado del organismo, el sistema nervioso y el tracto gastrointestinal (Castro et al., 2019).

En la ciudad de Barquisimeto, Venezuela existe una elevada población obesa de niños a nivel escolar propensos a padecer de diabetes por no contar con alimentos saludables (Agobian et al., 2013). Los diabéticos deben controlar muy bien su alimentación, y estar consciente que debe ser sana y nutritiva (Carbajal, 2016; Rozbaczyllo, 2014). Una adecuada alimentación suministra al organismo la energía necesaria, para su buen funcionamiento, así como también aporta aquellas sustancias que no pueden ser sintetizadas por el organismo.

En virtud de esto, “es necesario desayunar saludablemente, ya que este hábito alimenticio ayuda a controlar los niveles de glucosa en sangre” (Rozbaczyllo, 2014). Esta información, es especialmente importante para las personas que padecen de DM, considerando que es recomendable que este tipo de pacientes consuman alimentos que aporten cantidades nutritivas de vitaminas, fibras, minerales y energía, sin poner en riesgo la salud. Por este motivo, es necesario, sean identificados los tipos de cereales, equipos y edulcorante existentes en el mercado, con el fin de elaborar un cereal para el desayuno apto para el consumo de personas diabéticas con requerimientos nutricionales específicos.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Estudiar los factores relacionados con la elaboración de un cereal para el desayuno libre de sacarosa como una alternativa para diabéticos en la ciudad de Barquisimeto, Venezuela durante el periodo 2019

1.3.2 Objetivos Específicos

- ✓ Realizar la vigilancia tecnológica con la búsqueda de estudios relacionados con la elaboración de alimentos a base de cereales especialmente para diabéticos, al igual que la evolución histórica de los cereales y su transformación en productos alimenticios
- ✓ Analizar la importancia del consumo de cereales en la alimentación de las personas diabéticas
- ✓ Identificar los tipos de cereales, equipo y edulcorante empleados en la elaboración de un Cereal para el desayuno apto para personas diabéticas

Metodología

Considerando la importancia de los cereales en la alimentación humana, muchos estudios han sido conducidos a la elaboración de alimentos a base de cereales especialmente para aquellas personas afectadas por la enfermedad Diabetes Mellitus (DM). Por ello este trabajo consiste en una revisión bibliográfica de aquellos artículos, estudios y libros, que se han centrado previamente en aspectos como: Los cereales, importancia del consumo de los cereales en la alimentación, los cereales y los diabéticos, índice glicémico en los diabéticos, tipos de carbohidratos, entre otros. En la siguiente tabla se recogen las palabras clave de búsqueda utilizadas y el número de artículos encontrados con base en cada una de ellas:

Tabla 1. Resumen de las búsquedas que hicieron parte de la vigilancia tecnológica de los factores relacionados con la elaboración de un cereal para el desayuno libre de sacarosa

Palabras de búsqueda	N° de artículos encontrados y utilizados
Diabetes + Alimentación	6
Cereal para el desayuno + Tecnología	4
Cereal para el desayuno + Nutrición	4
Edulcorante + Diabetes	3
Alimentación + venezolanos	2
Carbohidrato + Índice glicémico	1

Fuente: Autora (2020).

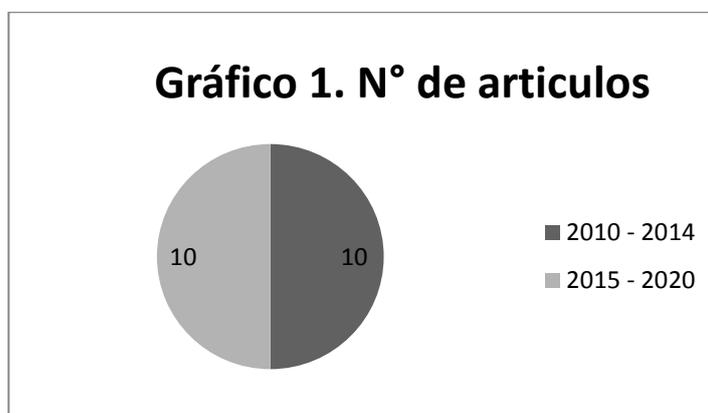
La búsqueda se realizó en inglés y en español, puesto que en ambos idiomas se obtenía información de utilidad. Algunos de los artículos fueron encontrados en más de una ocasión al emplear distintas palabras clave. La base principal de búsqueda de los artículos fue, Google Académico y PubMed.

Los diferentes artículos extraídos de esta base de datos pertenecían a distintas revistas, entre las que se encuentran: Venezolana de Endocrinología y Metabolismo, Diabetes Care,

Española de Nutrición Humana y Dietética, In Starch in Food, Cubana de Medicina General Integral, Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos, Journal of Food Engineering, Alimentos Argentino, Ciencia y Tecnología de los Alimentos, Nutrición Hospitalaria, Anales Venezolanos de Nutrición, Reduca (Biología), Biotecnológica, Latinoamericana de Hipertensión, Idia XXI, Diabetes práctica, Chilena de Nutrición, Revista médica de Costa Rica y Centroamérica LXIX (600).

Con igual importancia, se debe destacar que el inicio de la investigación fue realizada desde hace 2 años, durante este periodo se inicia la búsqueda de forma general hasta definir los objetivos, volviéndose específica, hasta obtener la información necesaria para desarrollar cada capítulo del trabajo, como indican los términos de búsqueda empleados. De allí, que la información recopilada data desde hace 10 años hasta el año que cursa. A continuación, se muestra gráficamente el número de artículos.

Gráfico 1. N° de artículos encontrados y utilizados



Fuente: Datos de estudio (2010-2020)

Marco Teórico

3.1 Historia de los cereales

Desde la época prehistórica, hace unos cuatro millones de años, los primeros prehomínidos vivieron en bosques, “su alimentación consistió principalmente de vegetales como frutas, cortezas de árboles, bayas, hojas, setas, plantas herbáceas como las gramíneas y de insectos” (Verdini, 2018; Ordoñez, 2015). Es así, que tras un largo periodo evolutivo a medida que su cuerpo sufrió modificaciones y dio origen al Homo sapiens, su alimentación fue más variada. Por ejemplo, “en las épocas Paleolítica y Mesolítica (30.000 – 8.000 años a.C), el hombre utilizó como alimentos una gran diversidad de productos, como huevos, frutas, raíces, insectos, pescado, miel, animales y especialmente se destacaban las gramíneas y semillas” (Ordoñez, 2015).

En la edad de Bronce (3.500 años A.C), el hombre empezó a regar sus cultivos y arar los campos, ampliando así su alimentación en especial aquellos de origen vegetal, como el arroz. La plenitud de la agricultura llegó en la edad de hierro (1500 años A.C) con el uso de fertilizantes y la rotación de cultivos (Ordoñez et al., 2015). Antiguas culturas como los egipcios, los griegos y los romanos tuvieron como base principal de su alimentación algunas de las gramíneas como el trigo, cebada, mijo, arroz y maíz (Verdini, 2018).

El trigo fue el cereal de mayor consumo en Europa durante la edad media, utilizado para elaborar pan, así como también la inclusión de nuevos alimentos originarios de diferentes lugares, como fue el caso de la pasta, que se desarrolló en Italia, luego de haber sido introducida posiblemente por Marco Polo como resultado de su viaje a China (Ordoñez et al., 2015). También es importante señalar a la cebada, “la cual se encuentra entre los cereales

prehistóricos de gran preferencia por las civilizaciones antiguas, ya que era usado como alimento, pienso y bebidas fermentadas”. (UNFV, 2014).

Como apoyo de esto, se plantea la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO, 2017), “la cual ha estudiado ampliamente la producción mundial de cereales. Estimaciones realizadas por este Organismo, pronostican para el año 2026 un incremento entre el 12 y el 19%, en los diferentes rubros”. Otros estudios realizados por FAO y el País (2018), indicaron que “el cultivo de las gramíneas dio origen, en pocos cientos de años, a diferentes variedades cultivadas en gran parte del planeta, manteniéndose el trigo, el maíz y el arroz, como los tres cereales principales que alimentan a la humanidad”. Adicionalmente, la FAO (2019) indicó que:

La producción mundial de cereales, desde mediados de los años sesenta hasta la actualidad, ha mantenido un constante incremento, mostrando cifras aproximadas a las de mil millones de toneladas. Este incremento, según previsión del organismo, alcanzará un nivel record absoluto de 2.714 millones de toneladas (2,1%). (p. 19)

En la actualidad, existe una amplia variedad de cereales cultivados en el mundo, como son el sorgo, centeno, cebada, trigo, arroz, maíz, avena, lino, farro, espelta y mijo (Verdini, 2018; UNFV, 2014, Alarcón et al., 2013). En Venezuela, de los once cereales antes mencionados, se siembran principalmente tres de ellos, el maíz, el arroz y el sorgo, siendo los dos primeros los de mayor diversidad de uso industrial y demanda nacional, mientras que el sorgo es destinado a la alimentación animal (Tronconis, 2019; Agudo, 2018; INDER, 2016).

3.1.1 Origen de los cereales de desayuno y su desarrollo en Venezuela

La historia alimentaria de Venezuela se ha caracterizado por la presencia constante de transculturizaciones, término que se define como “la adopción de un pueblo o grupo social de los rasgos alimentarios y culinarios propios de otro grupo social” (Calanche, 2009). Es así, como “a partir de los años 80 se introduce al país una serie de alimentos provenientes de países industrializados, especialmente de los Estados Unidos de América”. (Landaeta, 2016).

De acuerdo a Lezcano (2012), los Cereales para el desayuno, tuvieron su origen en el movimiento vegetariano que influenció a los miembros de la Iglesia Adventista en los Estados Unidos”. Posteriormente, a finales del siglo XIX y principio del XX”. Seguidamente, “el cereal, llamado “Granula” y más tarde granola, fue desarrollado por James Caleb Jackson en el año de 1863, en Dansville, New York”. (Martínez, 2019).

Años después, en 1877, John Harvey Kellogg, elaboró un bizcocho hecho de trigo, avena y harina de maíz, destinado a la alimentación de pacientes del Sanatorio Battle Creek. Luego, su hermano Will Keith Kellogg realizó investigaciones para desarrollar una granola, lo cual dio como resultado una hojuela de trigo. Finalmente, “los experimentos realizados condujeron a la elaboración de las hojuelas de maíz, dando así origen a la marca mejor conocida como Corn Flakes de Kellogg’s” (Lezcano, 2010).

En Venezuela, la producción de cereales de desayuno comenzó en el año 1961 con la llegada de la compañía Kellogg’s, y la inauguración de su planta en Maracay, estado Aragua (Hurtado, 2018). Esta planta producía el 75% de los cereales listo para comer, específicamente el Corn Flakes u hojuelas de maíz tostadas, comercializadas en todo el país.

Posteriormente la empresa fue ampliando su gama de productos, por ejemplo, Special y Froot Loops (Alimentos Kellogg's, S.A, 2015).

En la actualidad, en Venezuela existen empresarios que apuestan por el país y apoyan el Sistema Agroalimentario, ofreciendo al mercado venezolano una diversidad de cereales de desayunos, que difieren en su materia prima, tecnología empleada, diseño y tamaño, así como características propias del producto como es el valor nutritivo y atributo sensorial. Por ejemplo, en las estanterías de los supermercados venezolanos, podemos conseguir tres tipos de cereales de desayuno listo para comer, como los cereales en copos, cereales inflados y mezclas de cereales.

Entre las empresas líderes nacionales de este tipo de productos se encuentran: Alfonzo Rivas & Cía, con la marca Maizoritos, fundada en Caracas, en el año 2002. INPROCECA, nace con la marca Avelina y fue inaugurada en Guatire, en el año 2012 (Alfonzo Rivas & Cía, 2017; Avelina, 2018). Finalmente, es necesario destacar la fábrica de alimentos denominada Industria Alimenticia Doce Amor, la cual fue fundada en enero del año 2018, en la ciudad de Barquisimeto, estado Lara.

Esta empresa, dirigida por personas innovadoras con espíritu emprendedor, la misma “nace con la producción industrial de pan y con la producción de un cereal expandido natural a base de maíz y arroz”. (Doce Amor Producción, 2019, p.65). Asimismo, “se evidenció que los cereales, como el trigo, el arroz, el maíz, la avena, la cebada y el centeno, por ser alimentos altamente nutritivos y saludables, han formado parte fundamental en la evolución del ser humano”.

Es por este motivo que, desde la antigüedad, estos rubros constituyen la principal fuente de alimentación humana, teniendo gran importancia en su desarrollo y nutrición, así como en la salud. De allí, la importancia de señalar que el venezolano por tradición es un consumidor fiel de cereales, con el pasar del tiempo y a pesar de la situación que presenta la economía del país busca la manera de consumir cereales, en su manera tradicional como las arepas o transformado en una diversidad de alimentos como el Cereal de desayuno. En el mercado venezolano existe una amplia variedad de cereales, donde se destacan, los cereales extruidos, los cereales inflados y la tradicional hojuela de maíz, con cualidades nutritivas y sensoriales que son apreciadas y por ello, forman parte de desayunos y meriendas.

3.2 Cereales

3.2.1 Definición de Cereales

Los cereales se pueden definir como “los frutos secos, enteros y sanos de la familia de las gramíneas, pudiéndose incluir algunos pseudocereales, como el amaranto”. (Martínez et al., 2013). Los cereales, “son organismos vivos, genéticamente programados para que, bajo determinadas condiciones ambientales, sean capaces de germinar y dar lugar a una nueva planta que completara su ciclo de vida dando lugar a nuevos frutos”. (Camacho et al., 2018).

3.2.2 Estructura anatómica de los cereales

En cuanto a la estructura anatómica del cereal, en los granos es bastante similar. Ellos están conformados por capas (Figura 1), una primera que no tiene ningún valor nutritivo para el hombre, conocido como cascara de celulosa. “El pericarpio (mesocarpio, epicarpio, endocarpio) y la testa representan capillas fibrosas que comprenden pocos nutrientes, la capa aleurona, el embrión o germen compuesto por la plúmula, el escutelo y la radícula”. (Martínez

et al., 2013). Por último, se encuentra “el endospermo, el cual comprende más de la mitad del grano” (Núñez et al., 2019). Según (Verdidni, 2018)

Los componentes nutritivos de los cereales se encuentran distribuidos en todo el grano, siendo el pericarpio el sector del grano que ocupa el primer lugar lo que lo hace rico en fibra, minerales y niacina en segundo lugar en cuanto al nivel de proteínas, lípidos, tiamina (B1) y riboflavina (B2), luego se ubica el germen ocupa el primer lugar en riqueza de lípidos, proteínas y vitaminas, también posee niveles considerables de minerales y azúcares y por último el endospermo es la zona más rica de almidón, posee proteínas a nivel considerable en la periferia y menor contenido en lípidos y minerales. (Núñez et al., 2019, p.65).

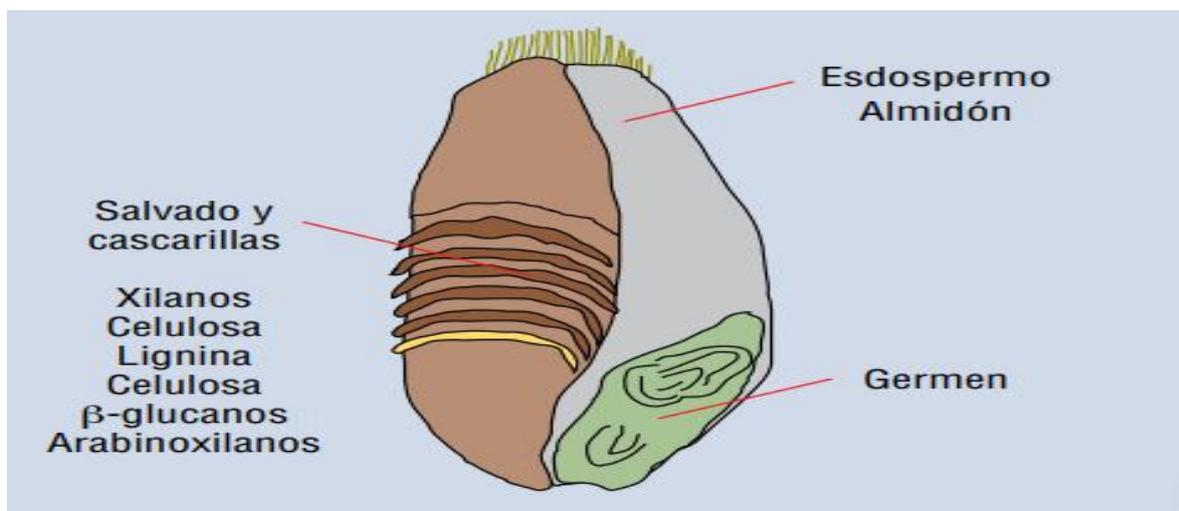


Figura 1. Partes de un cereal.

Fuente: Núñez et al., (2019)

3.2.3 Principales componentes químicos en grano de cereal

El valor nutritivo de los cereales, varía de un tipo de grano a otro, por diferentes factores externos como son el clima, el suelo y las prácticas de cultivo llevadas a cabo (Castro, 2011).

Tabla 2. Composición química de algunos granos

Granos de cereales	Proteína	Lípidos	Glúcidos Solubles	Fibras	Cenizas	Agua
Trigo	7-18	1,5 – 2	60 - 69	2 – 2,5	1,5 – 2	13
Maíz	7-12	4 – 8	67 - 72	2	1,5 – 1,8	11
Arroz (paddy seco)	7,5-9	2	63	9	6	12

Fuente: UNFV (2014)

Los carbohidratos son, cuantitativamente, los componentes más importantes, constituyendo el 77,87% de la materia seca total, se encuentra presente en los cereales en forma de almidón principalmente, también celulosa, hemicelulosas, pentosas, dextrinas y azúcares (UNFV, 2014). Según (Martínez et al., 2013). La composición proteica de los cereales depende de la variedad y especie, su valor se encuentra entre 6 y 16% del peso, en general son pobres en aminoácidos esenciales, por lo que se le cataloga de proteína de moderado valor biológico. (p.26).

Del mismo modo, el autor plantea que el porcentaje de lípidos comprendido por estos cereales depende del tipo de cereal, sin embargo, “fluctúa entre el 1-7%, es decir, su contenido de compuestos liposolubles es bajo, este se concentra en el germen, por lo que casi todos los procesos industriales se concentran en removerlo, por contener el 30% de aceite”. (Martínez et al., 2013).

Por su parte, la fibra se encuentra disponible en partes de las plantas o granos, entre los que se encuentran “los carbohidratos análogos, los cuales comprenden polisacáridos no almidónicos, oligosacáridos y ligninas, llevando a formar parte de la estructura de las paredes celulares, por lo cual es más abundante en los cereales que incluyen granos enteros”. (AEFC, 2010). Sus valores “son muy variables para cada uno de los cereales. Las fibras pueden ser soluble o insoluble lo importante es que nuestro cuerpo necesita ambas”. (Verdini, 2018).

3.3 Tipos de Cereales

3.3.1 Maíz (*Zea mays*)

El maíz (*Zea mays*) pertenece a la familia de las gramíneas. “La palabra maíz de origen indio caribeño significa literalmente “lo que sustenta la vida”. Justamente con el trigo, arroz y maíz es uno de los cereales más importante del mundo”. (Oscoco, 2013).

3.3.1.1 Aspectos Generales

El cultivo de maíz, está muy difundido por todo el resto de países. Constituye una de las fuentes principales de alimentos de millones de personas, sobre todo de América y Asia. “Su origen no está muy claro, pero se considera que pertenece a un cultivo de la zona de México, pues sus hallazgos más antiguos se encontraron allí”. (Ortega, 2014; Martínez et al., 2013).

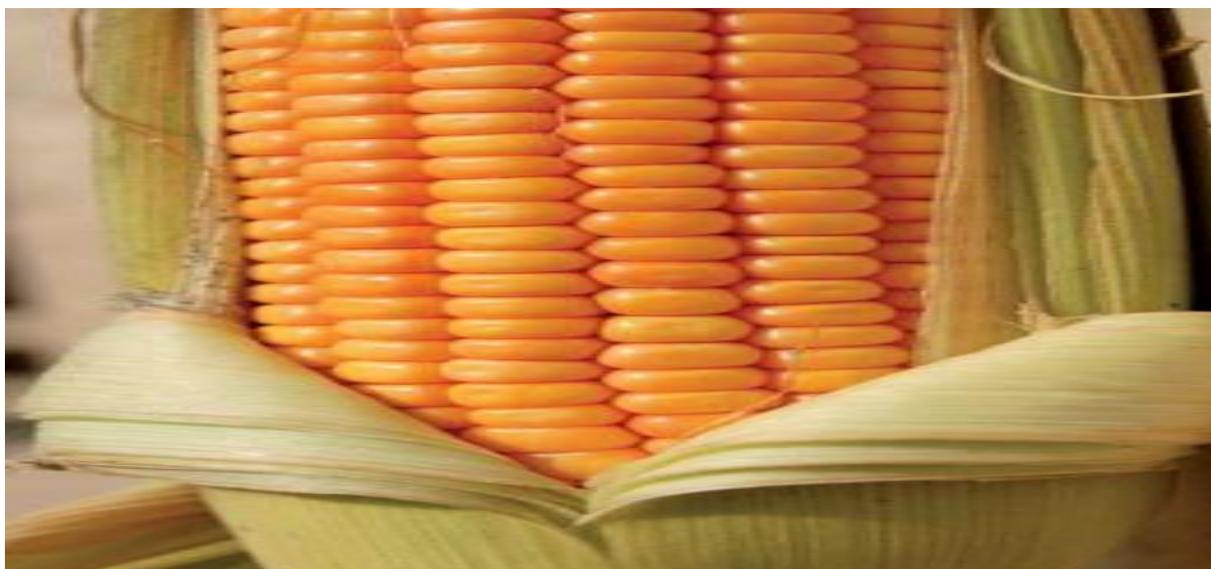


Figura 2. Maíz.

Fuente: Ramos (2013)

3.3.1.2 Morfología y taxonomía del Maíz

El maíz es una planta anual, de verano, de porte robusto y con un rápido desarrollo. Respecto a sus características botánicas, el maíz pertenece a las monocotiledóneas gramíneas. Las raíces, “son fasciculadas y robustas y su misión es, además de aportar alimento a la planta, ser un perfecto anclaje de la planta que se refuerza con la presencia de raíces adventicias”. (Ortega, 2014).

El tallo, por su parte, “tiene aspecto de caña, con los entrenudos rellenos de una médula esponjosa, erecto, sin ramificaciones y de elevada longitud pudiendo alcanzar los 4 metros de altura”. (Ortega, 2014). Las hojas en cambio, “son alternas, paralelinervias y provistas de vaina que nace de cada nudo (gramínea), mientras que el maíz es una planta monoica, tiene flores masculinas y flores femeninas separadas, pero en el mismo pie”. (Ortega, 2014).

3.3.1.3 Tipos de maíz usado para inflar

Hay seis tipos fundamentales de maíz: dentado, duro, blando, o harinoso, dulce, reventón y envainado. Según (Suarez, 2013), entre los tipos de este cereal se encuentran los siguientes:

Maíz reventador (*Zea mays L. subsp. Mays Everta*): Se caracteriza por ser un grano esférico y pequeño, con un núcleo harinoso (suave) y una cubierta cristalina (dura); está formado por pericarpio, endospermo y germen, está compuesto por una parte translúcida y otra opaca. Es caracterizado por su capacidad explosiva de la cubierta al ser sometida al calor (aumenta hasta 30 veces durante la explosión), se utiliza para la elaboración de cereales expandidos y para la elaboración de cotufas.

Maíz dentado: Este tipo de maíz se cultiva en mayor cantidad en los EUA. Este se distingue cuando se seca la parte superior del grano y cuando adquiere la forma de un

diente. Los granos del tipo duro son muy consistentes y las mazorcas generalmente son largas y delgadas. Algunas variedades de este tipo maduran muy pronto (Suarez, 2013).

Maíz blando y harinoso: Llamado también el maíz de las momias, porque es la variedad que generalmente se encuentra en las sepulturas de los aztecas e incas. Es cultivado extensamente en el Sur de los EUA. y en México. Los granos son blandos aún en completa madurez. El maíz harinoso destaca por estar compuesto mayoritariamente de almidón muy blando, lo que supone granos muy blandos. Por ello, también tiene gran tendencia a estropearse por putrefacción o ataque de plagas a lo largo del proceso productivo (Suarez, 2013, p. 73).

3.3.2 Arroz (*Oryza sativa*)

3.3.2.1 Aspectos Generalidades

Arroz (*Oryza sativa*) es una especie perteneciente a la familia de las gramíneas cuyo fruto es comestible. Es originario del continente asiático, se cultiva aproximadamente desde 5.000 años A.C (Corrales, 2019). Es el segundo cereal más producido en el mundo, proporciona aproximadamente el 20% del suministro de kilocalorías en el mundo (Bao et al., 2018)

3.3.2.2 Morfología, taxonomía y fisiología de la planta de arroz

El arroz es una planta monocotiledónea que pertenece a la familia de las Gramíneas, a la sub-familia de las Panicoideas y a la tribu Oryzae. En la planta de arroz, las raíces son delgadas, fibrosas y fasciculadas. El tallo es erguido, cilíndrico, con nudos, de 60-120 cm de altura. Las hojas que son alternas envainan el tallo, con limbo lineal, agudo, largo y plano. Las flores son de color verde-blanquecino, dispuestas en espiguillas, cuyo conjunto constituye una panícula grande, terminal y colgante a medida que se llena el grano. El fruto, en cambio es una cariósida. El ciclo vegetativo y reproductivo de las variedades de arroz que se cultivan actualmente, varía de 120 a 140 días desde la germinación hasta a la cosecha del

grano, aunque actualmente se encuentran variedades de arroz con 105 días a la cosecha con rendimientos aceptables (Penonomé, 2011).

3.3.2.3 Estructura del Grano de arroz

El grano de arroz, comúnmente llamado semilla, recién cosechado está formado por el fruto cariopse y por la cáscara, está última compuesta por las glumelas (palea y lema). Industrialmente se considera al arroz cáscara aquel comprendido por el conjunto de cariopse y glumelas. A su vez el cariopse, está formado por el embrión, el endosperma, capas de aleurona (tejido rico en proteínas), tegmen (cubierta seminal), y el pericarpio (cubierta del fruto) (Universidad Nacional de la Plata [UNP], 2010).

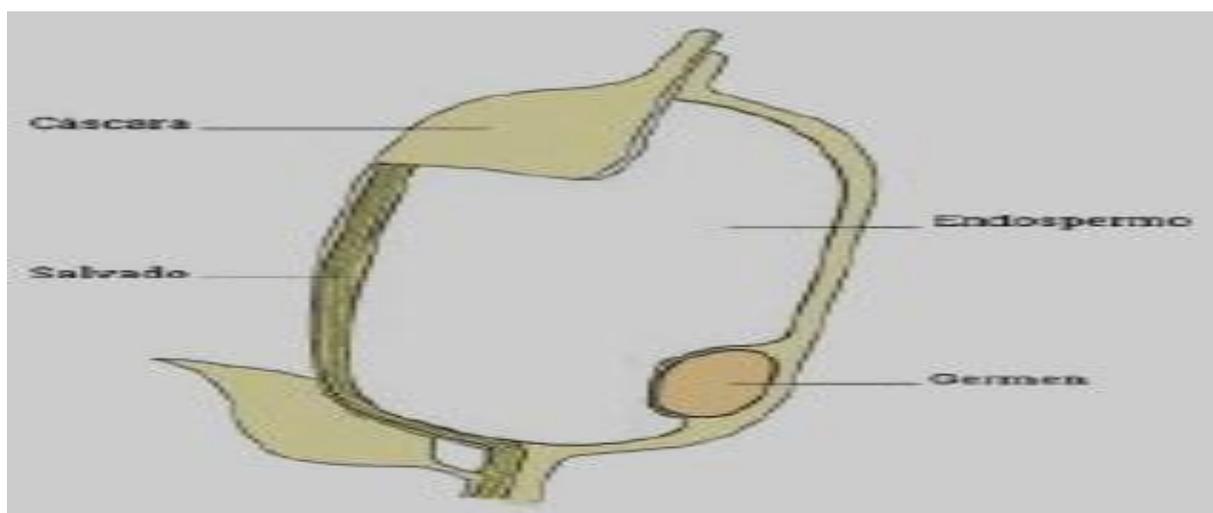


Figura 3. Estructura de las partes del grano de arroz
Fuente: UNP (2010)

3.3.2.4 Variedades de arroz:

Según Crespo et al., (2015), “existen más de veinte tipos de especies correspondientes al género *Oryza*; entre ellos se encuentra la *O. Sativa* y la *O. Glaberrima*, de las cuales el género *Oryza* es la más importante”. Estas variedades de arroz se clasifican en tres grupos:

- Indica
- Japónica
- Javanica

3.3.3 Avena (*Avena sativa*)

Según (Peña, 2016), “la hojuela de avena es el producto obtenido a partir de la laminación del grano limpio y sano de avena, previamente cortado y sometido a un tratamiento térmico que asegura la inactivación de sus enzimas”. Dicho cereal, no comprende gluten lo cual puede ser consumido por personas con celiaquía.

3.3.3.1 Morfología y taxonomía de la avena:

La avena, según (Taco, 2014), “es una planta herbácea anual que pertenece a la familia de las gramíneas”. (p.74). Según el autor este cereal proviene de una planta autógama y el grado de alogamia rara vez excede el 0.5%”. La mayoría de avenas cultivadas son hexaploides, siendo la especie *Avena sativa* la más cultivada, seguida de la *Avena bizantina*. “Las características botánicas del grupo de avenas hexaploides son principalmente: la articulación de la primera y segunda flor de la espiguilla, el carácter desnudo o vestido del grano y la morfología de la arista” (Taco, 2014)

3.3.3.2 Composición química de la avena

La calidad de las proteínas que hay en la avena es igual a las que contiene la harina de soja, según la Organización Mundial de la Salud, aunque la calidad de la proteína de la avena no es tan alta como la de las proteínas que se encuentra en la carne, el pescado, los huevos y

la proteína aislada de la soja en polvo. La distribución de las proteínas de la avena es similar a la que se encuentra en las leguminosas, como las lentejas y las legumbres secas (Taco, 2014).

En unión a lo planteado, se encuentra el planteamiento de (Peña 2016), quien sostiene “la avena contiene grasas insaturadas y ácido linoleico; estas grasas, a diferencia de las de origen animal, son saludables y necesarias en la dieta”. (p.53). Dicha afirmación permite referir que, “la avena es uno de los cereales con mayor porcentaje de grasa vegetal. El 65 % es de ácidos grasos insaturados y el 35% de ácido linoleico”. (Peña 2016).

En la avena el carbohidrato lo representa el almidón, constituyendo el 60% del grano. El almidón es una mezcla de dos polímeros que están compuestos de monómero de seis carbonos D-Glucosa. De este modo se evita la sensación de desmayo que se produce por la bajada de glucosa, cuando el cuerpo reclama más alimento (Peña, 2016; Flores, 2014; Taco, 2014).

Tabla 3. Composición química de la avena

Composición	Porcentaje (%)
Energía (kcal)	361
Proteínas (g)	11,7
Lípidos (g)	7,1
Hidratos de carbono (g)	59,8
Fibra (g)	5,6

Fuente: Moreiras (2013).

Entre todos los cereales, la avena es el que más vitaminas y minerales concentrados tiene. Vitaminas E, B1, B2 y minerales como el calcio, hierro, zinc, fósforo y magnesio están presentes en grandes cantidades. También “posee fibra que, aunque desde el punto de vista nutritivo, resulta menos interesante, ayuda a la buena digestión y a reducir el colesterol”. (Flores, 2014).

3.3.3.3 Variedades de la Avena

Existen dos tipos de especies de avena de importancia comercial, entre ellas se encuentra “la avena roja (*Avena bizantina*) y la avena blanca (*Avena sativa*)”. (Flores, 2014). Conforme a esto, se ha dado a conocer que una de las características importante que distingue a la Avena sativa de otras especies de avena silvestre es que ésta no despoja o expulsa el grano de la espiga durante la maduración. Entiéndase con esto que, “la avena roja presenta un contenido de proteína inferior y una mayor proporción de lípidos que la avena blanca”. (Flores, 2014).

3.3.3.4 Estructura del Grano de Avena

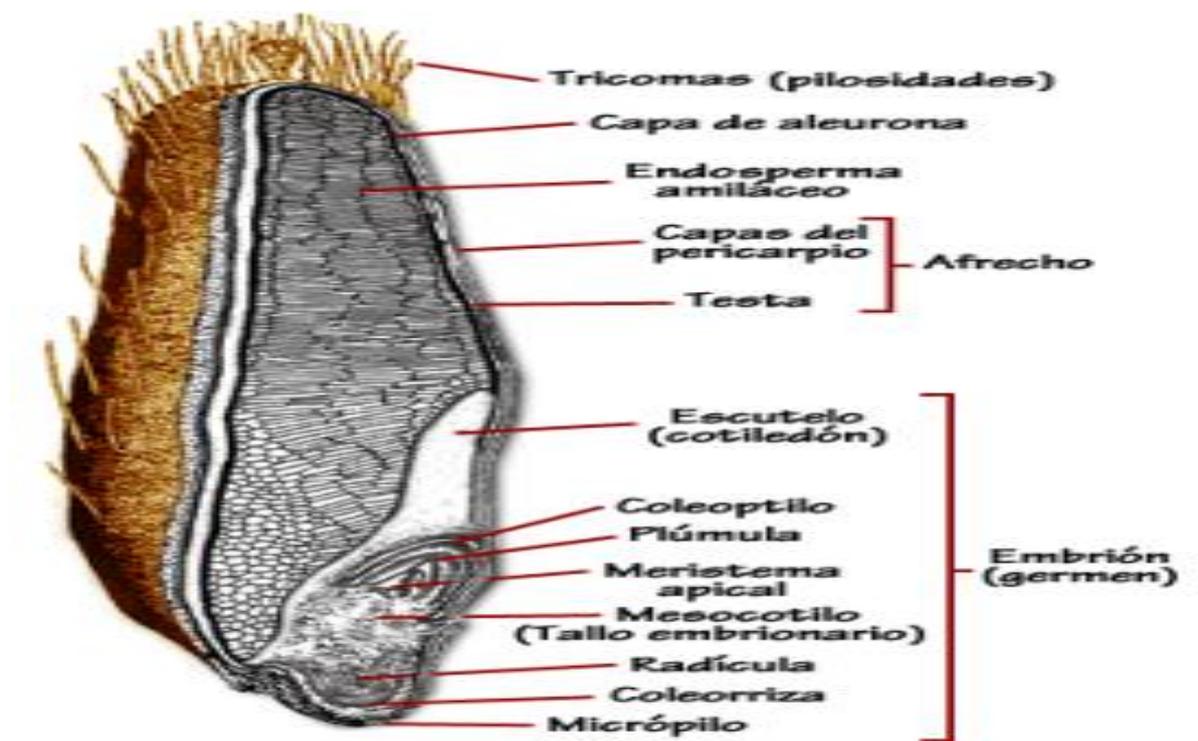


Figura 4. Cariópside de avena y sus estructuras.

Fuente: Martínez (2013)

3.4 Cereal de desayuno

Son productos elaborados a partir de granos o harinas de maíz, trigo, arroz y/o avena. En la actualidad los cereales para desayuno se caracterizan por tener un alto contenido de carbohidratos y un aporte bajo de grasas. “En su formulación tradicional se suele incluir insumos como azúcar, sal, almidón de trigo, bicarbonato de sodio, colorantes y extracto de malta”. (AEFC, 2010). También, pueden presentarse como cereales inflados (Puffed Cereals), cereales aplastados, laminados, cilíndricos o roleados (Rolled Cereals) o cereales en copos (Flakes) (Uztarroz, 2010).

3.4.1 Tipos de cereales para el desayuno

Según el Art. 645 de Capítulo IX del código alimentario argentino (C.A.A), que se ocupa de “*Alimentos Farináceos – cereales, harinas y derivados*”, existen tres tipos de cereales, los cuales son:

Cereales inflados (Puffed Cereals): obtenido por procesos industriales adecuados mediante los cuales se rompe el endospermo y los granos se hinchan. **Cereales aplastados, laminados, cilíndricos o roleados** (Rolled Cereals): Son aquellos preparados con granos limpios liberados de sus tegumentos y que después de calentados o de ligera torrefacción se laminan convenientemente. **Cereales en copos** (Flakes): Son aquellos preparados con los granos limpios, liberados con su tegumento por medios mecánicos o por tratamiento alcalino, cocinados con la adición de extracto malta, jarabe de sacarosa o dextrosa y sal, secado, aplastados y tostado. (p.92).

3.5 Principales propiedades funcionales presentes en los cereales de maíz, arroz y avena

3.5.1 Maíz (*Zea mays*)

Los carbohidratos presentes en el maíz, se encuentra inicialmente como azúcares, los cuales se transforman en almidón a medida que maduran (Carbajal, 2016). Por su parte, Ordoñez (2015) reportó que, en la mayoría de los almidones, la amilosa representa alrededor de 17-30% del total, aunque en el maíz puede alcanzar valores hasta del 75%.

Con relación al contenido de proteína presente en el maíz, Martínez et al. 2013 y Ramos (2013) reportaron “existen cantidades que van desde el orden de un 8-10%, éstos son catalogados de bajo valor biológico debido a la abundancia y naturaleza de su prolamina la zeína”, (p. 32) No obstante, sin embargo, según (Urzola y Martelo, 2011), “se ha demostrado que cuando se mezclan varios tipos de cereales, las proteínas se complementan dando lugar a un aporte proteico de un elevado valor biológico”. (p.53). Adicionalmente, (Urzola y Martelo, 2011), añadieron que “la proteína del maíz no contiene gliadina, la cual representa una de las albúminas que conforman el gluten”. (p.54).

Seguidamente, (Paspur, 2011), reportó “existen cantidades de más del 30%, estos altos valores han permitido su utilización en la obtención de aceites ricos en grasas poliinsaturadas, linoleico y linolénico”. (p. 42). Por otra parte, (Paspur, 2011), refiere “las vitaminas y minerales presentes en el maíz, comprenden abundancia en carotenoides, en vitamina E y en pequeñas cantidades de ácido fólico, colina y ácido pantoténico”. (p.43).

En unión de estos señalamientos, (Robutti 2010) reportó que “el contenido químico del grano de maíz se encuentra distribuido en tres estructuras: el germen (embrión), el

endospermo y el pericarpio”. (p.80). De acuerdo al autor, el germen o embrión constituye el 10-12% del peso seco y contiene el 83% de los lípidos, y el 26% de la proteína del grano. Adicionalmente, (Robutti 2010), afirmó “las células del germen contienen hierro, proteínas, niacina, riboflavina y tiamina”. (p.81).

Con igual importancia, (Robutti 2010), plantea que “investigaciones dadas sobre el endospermo, plantean que “la parte más grande del grano, está formada por una matriz de proteína que recubre los gránulos de almidón con un contenido en proteínas de un 8% y un pequeño porcentaje de grasas crudas”. (p.82). Para (Robutti 2010), “el pericarpio o cubierta seminal, constituye el 5 al 6% del peso seco, conocido también como el salvado del maíz (p. 82).

De acuerdo al autor, esta estructura se encuentra en las partes más externas del grano y las paredes de sus células, constituidas por celulosas y hemicelulosas, fibra vegetal que no podemos digerir, pero que ayuda mucho en la salud de nuestro intestino. La cantidad de fibra representa el 87% y contiene un 67% de hemicelulosas, un 23% de celulosas y 0,1% de lignina. En la parte más externa, contiene vitaminas hidrosolubles como tiamina, niacina y riboflavina.

En el mismo orden, (Durán de Bazúa 2013), asegura que “los cereales que están principalmente constituidos de almidón representan un importante volumen de alimentos expandidos e inflados, entre los cuales se encuentran los cereales instantáneos. (p.43). Conforme a esto se debe agregar que, el maíz ha sido el cereal más comúnmente utilizado en la extrusión, debido a su bajo costo y a su facultad de expandirse, tanto a bajas, como a altas condiciones de humedad en el proceso de extrusión. A través del proceso de extrusión, “el

sabor a maíz tiende a hacerse más marcado y por lo tanto permanece en el producto extruido”. (Durán de Bazúa, 2013).

3.5.2 Arroz (*Oryza sativa*)

El almidón es el componente principal del grano de arroz, y se encuentra en un rango que va del 70 al 80% y se compone de amilosa y amilopectina, carbohidratos responsables de ser transmisor de energía, posee una elevada posición entre los cereales al considerar su aporte energético en calorías. El arroz posee más lisina que el trigo, maíz y sorgo (Bernardi 2010).

De acuerdo a McGee (2014), la anatomía del grano de arroz integral está compuesta por salvado (fibra, vitaminas B, minerales), endospermo (carbohidratos, algunas vitaminas B, algunas proteínas), germen (vitaminas B, vitaminas E, minerales, ácidos grasos, antioxidantes, proteínas). Otros estudios se refirieron a la estructura del grano de arroz indicando que el mismo está compuesto en su mayoría por almidones que se centran principalmente en el endospermo (Durán de Bazúa, 2013). Del mismo modo, (Haro, 2010), agrega: El grano de arroz integral, puede conservar la mayor parte de su cutícula o salvado, debido a que aporta más fibra, proteínas, minerales y vitaminas; mientras que el arroz blanco o pulido se obtiene después del descascarillado, posterior blanqueo y pulido del grano, aunque sin bien es la variedad más consumida, aporta menos vitaminas y proteínas que el arroz integral.

A continuación, se muestra la tabla 4, la cual describe la composición fisicoquímica de diferentes tipos de granos de arroz y de sus partes como la cascara, el salvado y el embrión:

Tabla 4. Composición fisicoquímica del grano de arroz en base seca

	Arroz cascara	Grano integral	Grano pulido	Cáscara	Salvado	Embrión
Proteína	6,7-8,3	8,3-9,6	7,3-8,3	2,3-3,2	13,2-17,3	17,7-23,9
Lípidos	2,1-2,7	2,1-3,3	0,4-0,6	0,4-0,7	17,0-22,9	19,3-23,8
Fibra cruda	8,4-12,1	0,7-1,2	0,3-0,6	40,1-53,4	9,5-13,5	2,8-4,1
Cenizas	3,4-6,0	1,2-1,8	0,4-0,9	15,3-24,4	9,2-11,5	6,8-10,1
Almidón	62,1	77,2	90,2	1,8	16,1	2,4
Fibra dietaría	19,1	4,5	2,7	77,3	27,6-33,3	-

Fuente: Pincioli, (2010)

En referencia a lo señalado, se encuentra el planteamiento de (Alarcón, 2013), quien menciona:

Desde el punto de vista nutricional, el arroz es un alimento especialmente rico en hidratos de carbono complejos (70-80%) como el almidón, el cual proporciona la mayor parte de su valor energético. indicó que estos hidratos de carbono se digieren lentamente proporcionando un nivel constante de glucosa al organismo. También indicó, que el cereal aporta muy poca cantidad de grasa, representada tan solo por un 0,2% de su contenido en nutrientes y, como todos los alimentos de origen vegetal, no contiene colesterol. (p.43).

Con relación al contenido de proteína, (Haro 2010), reportó que la misma está presente en “un 7%, y el cereal es deficiente en el aminoácido esencial, la lisina. Sin embargo, añadió el autor que, combinándolo con otros alimentos, como las legumbres, se puede obtener un alimento de excelente calidad proteica, al complementarse sus aminoácidos”. (p.97).

Por su parte, (Alarcón 2013), se refirió al contenido de fibra en los granos de arroz integral, reseñando que el mismo puede “llegar a representar unos 1,4 g/100 g, frente a los 0,5 g/100 g del contenido en fibra que existe en el arroz blanco”. (p.43). Según lo citado, el arroz integral destaca por su contenido en celulosa, un tipo de fibra especialmente indicada para el correcto funcionamiento del intestino, evitando problemas de estreñimiento, que además favorece el desarrollo de la microflora intestinal.

Otras investigaciones conducidas por (Dowshen 2013), reportaron que “la fibra es el único tipo de carbohidrato que no eleva el nivel de azúcar en la sangre, debido a que el cuerpo humano no la digiere ni la absorbe”. (p.22). Esto sugirió que “un mayor consumo de fibra por las personas diabéticas, les ayudaría a sentirse satisfechos y mantener el sistema digestivo funcionando correctamente”. (Navarro, 2012).

En el mismo orden de ideas, (Haro 2010) reportó el contenido de minerales en el arroz, comprenden:

La presencia de magnesio, fósforo y potasio. Con relación a las vitaminas, reportó la existencia de vitaminas del grupo B, vitamina B1 o tiamina, además de B2, B6, E y sobre todo ácido fólico y niacina, siendo pobre en vitamina C, D y A. No obstante, cuando este cereal es integral, el contenido en ácido fólico se multiplica por 20 y el de niacina por 2, además no contiene gluten, por lo cual constituye un alimento muy importante para personas que presenten intolerancia al mismo. (p.65)

3.5.3 Avena (*Avena sativa*)

Los copos de avena tienen seis de los ocho aminoácidos esenciales para la dieta humana, lo cual supera por mucho a otros cereales. Como alimento, la avena y los productos elaborados a base de este cereal poseen la ventaja de contener el mayor porcentaje de ácidos grasos, alcanzando hasta un 9% dentro de lo cual un 65% corresponden a ácidos grasos insaturados y ácido linoleico el 35%. Estas grasas, a diferencia de las de origen animal, son saludables y necesarias en la dieta (Taco, 2014).

Conforme a estos señalamientos, (AEFC, 2010), afirma que “el contenido de fibras solubles e insolubles, favorece a la reducción la absorción de colesterol y glucosa en el intestino, contribuyendo a la prevención de enfermedades cardiovasculares y a controlar la diabetes”. De allí, que pueda ser considerada la avena como un excepcional contenido en Betaglucanos, es decir, “un polisacárido que posee enormes cualidades de funcionalidad a la hora de regular y bajar el índice glicémico y el colesterol debido a que controla el metabolismo intestinal regulando la digestión y absorción de las grasas” (Peña, 2016). Sumado a este señalamiento (Flores, 2019), expresa:

Los betaglucanos son un derivado soluble de la celulosa, los mismos tienen un efecto laxante suave, pero, sobre todo disminuye el nivel de colesterol gracias a que absorbe y arrastra los ácidos biliares del intestino, materia prima para la fabricación del colesterol en el organismo. (p.72).

Igualmente (Flores, 2019), afirma “entre todos los cereales, la avena es el que más vitaminas y minerales concentrados tiene”. Según el autor, las vitaminas E, B1, B2 y minerales como el calcio, hierro, zinc, fósforo y magnesio están presentes en grandes

cantidades. Es decir, la avena “contiene carbohidratos de absorción lenta y de fácil asimilación, previniendo la sensación de desmayo que se produce por la bajada de glucosa, cuando el cuerpo reclama más alimento”. (Flores, 2019).

3.6 Aditivos utilizados para la elaboración de cereales

3.6.1 Edulcorantes

Los edulcorantes utilizados en la industria alimentaria están divididos en dos grandes grupos, edulcorantes naturales calóricos y edulcorantes artificiales no calóricos (Duran et al., 2013).

3.6.1.1 Edulcorantes calóricos

Los edulcorantes calóricos, según (Lezcano, 2012) “reciben este nombre porque aportan calorías al organismo, normalmente proporcionan 4 Kcal por gramo. Son considerados una fuente de energía rápida y los podemos encontrar solos o añadidos a diferentes alimentos”. (p.32)

Del mismo modo, (Lezcano 2012), plantea que entre los edulcorantes calóricos se encuentran:

Sacarosa: Es un disacárido compuesto de glucosa y fructosa se usan en los cereales para el desayuno para comercializarse azucarados y lograr la aceptación de los consumidores, especialmente niños. **Maltosa (Azúcar de malta):** Aparece en los granos de cebada germinada. El extracto de malta corresponde a una mezcla de azúcares naturales que resultan del hidrólisis enzimática de la cebada malteada, y debido a su especial sabor, color y agradable aroma, se utiliza ampliamente en la industria alimentaria. **Jarabe de maíz:** Se obtiene a partir de la

hidrólisis ácida del almidón de maíz, y se conoce como jarabe de maíz de alta fructosa o JMAF. Las ventajas para los industrializadores de alimentos radican en que el producto es líquido a temperatura ambiente, lo cual facilita las operaciones de mezclado e incorporación a las formulaciones. Además, tiene un poder endulzante superior al de la sacarosa y la glucosa (p.33).

3.6.1.2 Edulcorantes bajos en calorías

Como su nombre lo dice, los edulcorantes bajos en calorías son definidos por (Duran et al., 2013), como aquellos:

Que no aportan calorías o energía al organismo; los mismos surgieron como una alternativa económica y comercial y para ciertos propósitos alimentarios muy específicos ya que, aunque su sabor no es necesariamente igual que el de los edulcorantes calóricos por ser considerablemente más dulces que la sacarosa, pueden endulzar sin aportar o aportando muy poca energía.

Por lo antes señalado, se debe referir que entre los edulcorantes bajos en calorías se encuentran:

- ✓ **Aspartame:** el cual según (Blasco 2015), “es un edulcorante de pocas calorías y 180 veces más dulces que el azúcar, obtenido de melazas de caña que por biotecnología de aminoácidos denilalanina y ácido aspártico, los que se unen por un metanol”. (p.33). El mismo, fue aprobado por la Food and Drug Administration (FDA) en 1981, utilizado masivamente en casi todos los países en bebidas, lácteos, cereales, gelatinas, chicles, etc. (Blasco et al., 2015).

- ✓ **Sucralosa:** definido por (Renwick et al., 2016), como un edulcorante bajo del azúcar en un proceso que sustituye de forma selectiva tres átomos de cloro por tres grupos hidroxilo en la molécula de azúcar”. 8p.14). Su efecto edulcorante es 600 veces mayor que la sacarosa, este no produce respuesta glucémica y tolera altas temperaturas lo que permite su cocinado y horneado.

- ✓ **Stevia:** definido por (Blasco et al., 2015; Hoffmann, 2018), “es un edulcorante natural, que se encuentra en las hojas del pequeño arbusto Stevia rebaudiana; dulce por el glucósido esteviósida, compuesto de glucosa y rebaudiosida”. El mismo, es 15 veces más dulce que el azúcar, pero su extracto es de 100 a 300 veces más.

- ✓ **Sacarina:** Según (Blasco et al, 2015), es un edulcorante “sintético sin kilocalorías, blanco y cristalino, endulza 300 veces más que el azúcar, con cierto sabor residual”. (p.54). Es decir, es estable a diversas temperaturas, por cuanto es utilizado como endulzante de mesa, gaseosas, panadería, galletería. Es aprobada por la FDA.

- ✓ **Sorbitol:** A criterio de (Blasco et al, 2015), “comprende polialcohol dulce de 6 carbonos, obtenido por reducción de la fructosa. Tiene 60% del poder edulcorante de la sacarosa. Se metaboliza dando 4 kilocalorías por gramo, después de lenta absorción intestinal. Se utiliza en productos dietéticos, sin azúcar”. (p.37). El mismo, es. usado por diabéticos, pues no origina caries ni aumento repentino de glucosa en sangre.

- ✓ **Xilitol:** Para (Rosales, 2018), “es un edulcorante constituido por 5 átomos de carbono, con la misma dulzura de la sacarosa, por lo cual puede utilizarse como sustituto,

aunque posee el mismo poder edulcorante que el azúcar, aporta un 40% menos de calorías”. (p.65).

- ✓ **Isomatol, lactiol, maltiol:** A criterio de (Blasco et al, 2015), son “alcoholes derivados de sacarosa, con menos poder endulzante. La industria los obtiene a partir de disacáridos. Se usan en dulces y medicinas”. (p. 38). Este tipo de edulcorantes no originan caries ni aumentan el nivel de glucosa en la sangre.

- ✓ **Taumatina:** Para (Blasco et al., 2015), “es un edulcorante extraído de dos proteínas taumatina I y II, de frutos de la planta *Thaumatococcus danielli*, de África. De 1600 a 2500 veces más dulce que el azúcar, dato registrado en el libro guinnes”. (p.38).

- ✓ **Manitol:** (Blasco et al., 2015), “constituye el alcohol maná, menos dulce que la sacarosa, obtenido por hidrogenación de la manosa”. (p.38). Se extrae de alga marina *Laminaria japónica* y del maná *Fraxinus ornus L.* Se usa en dulces y medicinas.

- ✓ **Acesulfame de potasio:** (Blasco et al., 2015), “es un edulcorante sintético 200 veces más dulce que el azúcar, libre de calorías. Se usa por los diabéticos en bebidas frías y calientes”. Según el autor, es soluble y estable al calor. Endulza, pero no da textura ni humedad. Fue aprobado por la FDA en 1988, para bebidas alcohólicas, fármacos, edulcorantes, café y té instantáneo, chicles, gelatinas, mermeladas entre otros.

- ✓ **Eritritol:** Para (Palacio et al, 2017), “es un azúcar derivado de un alcohol, clasificado dentro de la categoría de “edulcorantes a granel” que obedecen a aquellos endulzantes que tienen un poder endulzante (PE) inferior al de la sacarosa”. (p. 14). En el caso del

eritritol se considera que su poder endulzante es aproximadamente del 65-80% del dulzor de la sacarosa

3.7 Tipos de equipos aplicados para la elaboración de cereales

A continuación, se describen las tecnologías aplicadas para la elaboración de cereales para desayuno:

3.7.1 Laminado, roleado u hojuelación de cereales (Rolled Cereals)

El proceso comienza cuando “el grano es introducido a una Cámara de Vapor o Acondicionamiento (Steam Chest) y es sometido a condiciones de elevada temperatura y humedad generadas por efectos de la inyección de vapor de agua dentro de la cámara de acondicionamiento”. (Lezcano, 2012). Según el autor, el tiempo de retención del cereal dentro de la cámara puede variar dependiendo del grado de acondicionamiento y de la capacidad de producción de la línea de rolado.

Para (Lezcano, 2012), “una vez acondicionado el grano, es pasado a un molino Hojuelador/Laminador (Flaking Mill) el cual consta de un par de rodillos altamente endurecidos los cuales son los causantes de transformar la apariencia física del grano en hojuela”. (p.32). Los rodillos internos pueden variar de tamaño y de material dependiendo de la capacidad requerida o de la aplicación

3.7.2 Hinchamiento o “*puffing*”

Para (Castro et al., 2012), “este método consiste en someter el producto a un cambio brusco de presión, ocasionando que el agua que contiene el grano pase de estado líquido a vapor”. (p.44). A través de este proceso se rompe el tejido externo y originando la expansión

de este y finalmente uniéndose el endospermo al pericarpio y embrión. Así también (Peris, 2016), refiere:

Este proceso se inicia introduciendo la semilla al equipo de hinchamiento. Una vez introducida se cierra la cámara y se calienta mediante el uso de una llama, haciendo que la presión aumente dentro de la cámara, hasta conseguir la presión requerida, para posteriormente abrir la cámara, con el que se consigue el descenso instantáneo de la presión y obteniendo el producto final (p, 43).

3.7.3 Extrusión

Según Reyes (2017), se basa “en la cocción por extrusión es una forma especializada y única en el procesado de materiales amiláceos debido a que se trata de una cocción a valores relativamente bajo de humedad”. (p.69). Este sistema, consiste en un aparato generador de presión, el cual causa que el producto se mueva como un líquido en un flujo laminar a través de una resistencia. Estos dos componentes, flujo y resistencia, determinan el proceso de extrusión y el tipo de producto que hace. La presión y el flujo pueden ser causados por un número de mecanismos, incluyendo pistones y rodillos.

Existen diferentes tipos de extrusores, los cuales según Barallat (2017) destacan los siguientes tipos:

Extrusor de tornillo simple: Consiste en un tornillo que rota dentro de un cañón estacionario para empujar el material hacia adelante y a través de un orificio especialmente diseñado llamado dado o boquilla. La fracción de grasa de la materia prima a utilizar no debe superar 12-17%. Extrusor de doble tornillo: Se

emplea cuando se desea transformar varias materias primas en un producto final, ya que actúa de forma más rápida y tiene un diseño flexible para distintos tipos de materiales, empleándose en aquellos productos que tienen un contenido lipídico entre 18-22%. (p.121).

3.7.3.1 Factores importantes en la expansión directa por extrusión

A criterio de Llopart, (2011), los factores que modifican el proceso de extrusión se basan en:

Cocción: El grado de cocción (GC) se incrementa al aumentar la temperatura y la relación de compresión del tornillo y al disminuir tanto la humedad como el diámetro de la boquilla. **Velocidad de Rotación:** Un aumento de la velocidad de rotación (rpm) se traduce en un menor tiempo de residencia (TR) y por lo tanto un menor grado GC, pero simultáneamente es mayor el gradiente de velocidad y mayor la intensidad de los esfuerzos de cortes producidos. **Tiempo de residencia:** Si la magnitud del tiempo de residencia es menor que la del efecto de fricción, el GC aumentara con el aumento de rpm. (p.84).

En **concordancia** con estos planteamientos, García (2017), destaca que entre las ventajas de la extrusión se encuentra:

Versatilidad: que permite obtener una gran variedad de productos, modificando los ingredientes y las condiciones de operación. Eficiencia energética, que permite controlar la humedad y ahorrar energía al momento de secado. Costo mínimo, debido a que se ahorra mano de obra y cantidades de materia prima y equipo en comparación con la cocción y moldeados tradicionales. (p.32).

A continuación, se muestra mediante un diagrama de bloque las tecnologías empleadas para la obtención de un Cereal para el desayuno de tipo inflado por extrusión:

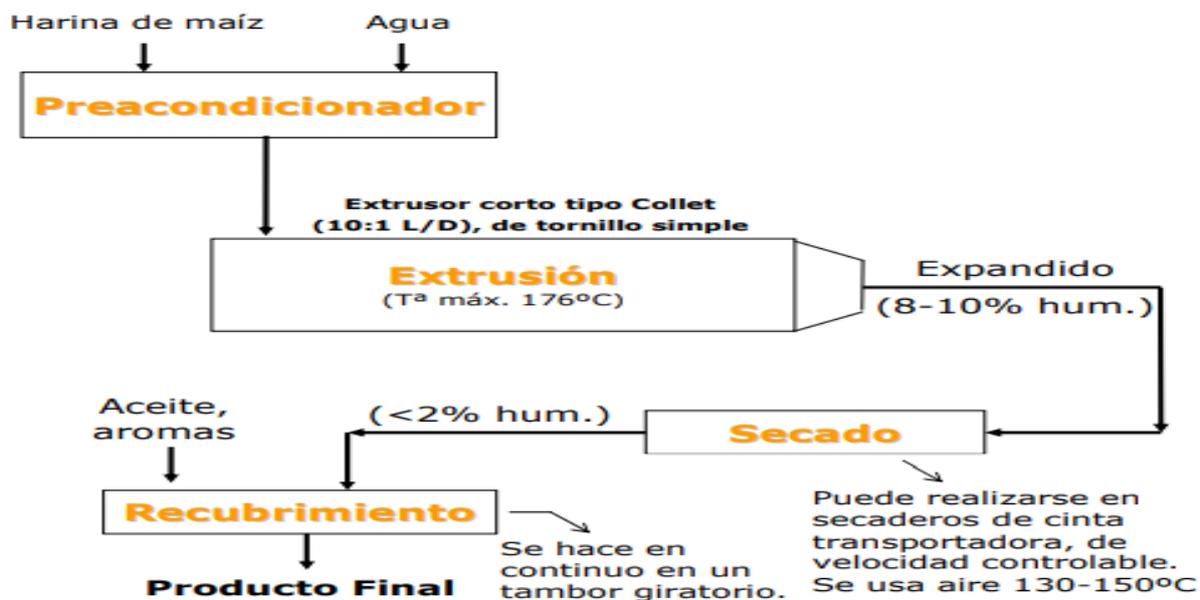


Figura 5. Diagrama de bloque de un Cereal inflado por extrusión (expandidos).

Fuente: García, (2017).

Por otra parte, se describe lo correspondiente a la utilización de cereales y los resultados del mismo en la integración de la alimentación del venezolano

Investigaciones realizadas por la Universidad Católica Andrés Bello (UCAB 2018) reportaron que:

El consumo per cápita (Kg/persona/año) de cereales en Venezuela, ha variado en los últimos años debido a los cambios sociales, económicos y ambientales ocurridos en el país. De acuerdo a los datos mostrados, desde el 2004 hasta el 2007, ocurrió una disminución del consumo de cereales por persona de 93,28 a

87,67 kilogramos en el año. Sin embargo, desde el 2007 hasta el 2012, los datos mostraron un aumento del consumo sostenido de 91,12 Kg/persona/año. Otras investigaciones realizadas por el Instituto Nacional de Estadística (INE, 2015) reportaron que desde el 2012 hasta la actualidad, se registró un desplome en el consumo de 66,27 (Kg/persona/año). (p.23).

A criterio de (Tronconis, 2019), de manera tradicional la mayoría de los venezolanos, llevan a sus mesas alimentos obtenidos a partir de cereales como “la arepa, el pan y la pasta representando el 40% del total de los alimentos que se integran diariamente y que son consumidos a distintas horas del día”. (p.24). En unión de esto, (Landaeta et al., 2016), destaca que “en todo hogar de Venezuela, la arepa, pan típico del venezolano, representación fiel de la tradición que prevalece. La elaboración de las arepas, se realiza a partir de las harinas de maíz y de arroz, precocidas, las cuales requieren de la acción culinaria”. (p. 23).

Fuentes históricas muestran que la arepa ya existía antes del descubrimiento de América en 1492, y se puede afirmar que es un alimento de origen indígena, específicamente de la Tribu Cumanagoto, del estado Sucre (Tronconis, 2019; Lovera, 2017). Los indígenas cumanaotos llamaban “arepa” al pan de maíz de forma redonda que solían consumir, y su nombre proviene del término “aripo”, una plancha fabricada por los indígenas hecha de barro. Los alimentos de los conquistadores tuvieron mucha influencia en el régimen alimenticio de los indígenas venezolanos y posteriormente dieron origen a todo un cambio en los hábitos de consumo en la sociedad venezolana (Tronconis, 2019; Dorta, 2015).

En Venezuela, desde la época colonial hasta la década de los 70 (Siglo XX), los procedimientos utilizados para hacer las arepas, se conocía como maíz pelado o maíz pilado,

y se entiende como maíz pelado al grano sometido a cocción con una solución alcalina y al maíz pelado al grano que se lleva a cocción en agua hasta hervor (Caballero, 2013). El proceso para la elaboración de las arepas consistía en lavar el maíz, quitar los granos de la mazorca, si es maíz pelado, se hervía con cal o cenizas (para pelarlo y ablandarlo), se lava bien para remover la concha y la lejía, se muele en el molino, al producto que sale se le agrega agua y se amasa.

Y, con maíz pilado (sin concha y sin corazón) se hierve el maíz para ablandarlo, se lava bien luego verter en un pilón y machacar, moler, por ultimo cocer (Tronconis, 2019). De ahí, que, en Venezuela, el comienzo de la industria procesadora de cereales tuvo lugar en 1954, mediante el desarrollo de la harina precocida por el Ingeniero Luis Caballero Mejías (Caballero, 2013; Miranda, 2017). Este producto tuvo tal aceptación en la población, que su demanda ascendió rápidamente, para llegar a ser uno de los alimentos emblemáticos de la industria alimenticia venezolana (Agudo, 2018).

Conforme a lo investigado se pudo analizar la importancia de los cereales desde la prehistoria, debido a que, sin ellos presentes en la alimentación, el hombre, tal vez, no hubiera podido evolucionar. Adicionalmente con el tiempo se pudo dar origen a una diversidad de productos elaborados a partir de los cereales, de los cuales aún se mantienen presentes en la mayoría de la mesa de las familias venezolanas, como por ejemplo la arepa, el pan, la pasta y el arroz.

Así mismo, con la llegada de productos originarios de otros países como son los cereales de desayuno, quienes representan uno de los productos favoritos en este país, por ello es importante recordar cuando a Venezuela llega la empresa llamada Kellogg's, quien fue de

incentivo a otras empresas a desarrollar productos similares incluso funcionales para atender las necesidades alimenticias.

En este mismo orden de ideas llega a la industria alimentaria una diversidad de edulcorantes, resultando los bajos en calorías una alternativa en la elaboración de productos aptos para aquellas personas con una ingesta calórica controlada; por otra parte, se comprueba la importancia de seleccionar la tecnología adecuada; siendo el extrusor, el equipo más empleado actualmente para la elaboración de cereales para el desayuno, resultando ser una tecnología que proporciona un producto con las características físicas, químicas y sensoriales deseables por los consumidores.

4. El Diabético y su Alimentación

4.1 Enfermedad Diabetes

4.1.1 Definición de la Diabetes

La Federación Internacional de Diabetes (IDF) (2019), define esta patología como una “enfermedad crónica que ocurre cuando el páncreas ya no puede producir insulina, o cuando el cuerpo no puede hacer un buen uso de la insulina que produce”. (p.32). La insulina es una hormona producida por el páncreas, que actúa como una clave para permitir que la glucosa de los alimentos que comemos pase del torrente sanguíneo a las células del cuerpo para producir energía. Todos los alimentos con carbohidratos se descomponen en glucosa en la sangre. La insulina ayuda a que la glucosa ingrese a las células (IDF, 2019).

4.1.2 Alimentación del diabético

Es importante tener en cuenta que una alimentación sana y balanceada va a ayudar que los niveles de glucosa en sangre no se eleven más de lo normal y así poder evitar complicaciones. Entonces en consideración a esto, es importante que una vez diagnosticada la diabetes, el paciente acuda a un nutricionista quien será el encargado de llevar el régimen alimentación en el cual se debe someter por el resto de la vida.

Según National Institute of diabetes (NIH), (2016) una alimentación saludable para un diabético incluye:

- ✓ Limitar alimentos con altos contenidos de azúcar
- ✓ Comer porciones pequeñas a lo largo del día
- ✓ Prestar atención a cuándo y cuánta cantidad de carbohidratos consume
- ✓ Consumir una gran variedad de alimentos integrales, frutas y vegetales
- ✓ Comer menos grasas
- ✓ Limitar el consumo del alcohol
- ✓ Usar menos sal

Los grupos de alimentos que se recomienda consumir son:

- ✓ Verduras: no feculentas (sin almidón) incluyen brócoli, zanahorias, vegetales de hojas verdes, pimientos y tomates. Feculentas (ricas en almidón): incluye papas, maíz y arvejas (chícharos).
- ✓ Frutas: incluye naranjas, melones, fresas, manzanas, bananos y uvas.
- ✓ Proteínas: carne magra (con poca grasa), pollo o pavo sin el pellejo, pescado, huevos, nueces y maní.
- ✓ Fríjoles secos y otras leguminosas como garbanzos y guisantes partidos.
- ✓ Sustitutos de la carne, como el tofu.

- ✓ Lácteos descremados o bajos en grasa, leche o leche sin lactosa si usted tiene intolerancia a la lactosa, yogur, queso.
- ✓ Granos: por lo menos la mitad de los granos del día deben ser integrales, incluye trigo, arroz, avena, maíz, cebada y quinua.

4.1.3 Los granos de Cereales en la alimentación del diabético

Para la Federación Internacional de Diabetes (IDF) (2019), “los granos, independientemente de la especie de cereal, están conformados por una estructura anatómica bastante similar; cada uno de los componentes que conforma su estructura aporta diferentes propiedades nutritivas. (p.12). En este sentido, se requiere aprovechar la mayor cantidad de sus cualidades químicas y físicas para generar un mayor beneficio a las personas que padecen de DM, de acuerdo a la tabla 5.

Tabla 5. Propiedades Alimenticias de los Cereales

Nutrimento	Avena	Trigo	Maíz	Arroz (silvestre)	Cebada	Centeno
Energía (kcal)	389	329	365	370	354	335
Proteína (g)	16.09	15.4	9.4	7.9	12.5	14.8
Lípidos (g)	6.9	1.9	4.7	2.9	2.3	2.5
Grasa saturada (g)	1.22	0.31	0.67	0.58	0.49	0.29
Grasa monoinsaturada (g)	2.18	0.3	1.25	1.06	0.3	0.3
Grasa polinsaturada (g)	2.54	0.76	2.16	1.04	1.11	1.11
Carbohidratos (g)	66	68	74	77	73	70
Calcio (mg)	54	25	7	23	33	33
Hierro (mg)	4.72	3.6	2.71	1.47	3.6	2.7
Sodio (mg)	2	2	35	7	12	6
Total fibra dietética (g)	10.3	12.8	13.5	3.5	17.3	N/D
Potasio (mg)	429	340	287	223	452	264
Magnesio (mg)	177	124	127	143	133	121
Fósforo (mg)	523	332	210	333	264	374
Zinc (mg)	3.97	2.78	2.21	2.02	2.77	3.73
Cobre (mg)	0.63	0.4	0.31	0.28	0.5	0.45
Manganeso (mg)	4.92	4.05	0.48	3.74	1.94	2.68
Tiamina (mg)	0.76	0.5	0.36	0.4	0.65	N/D
Riboflavina (mg)	0.14	0.11	0.2	0.09	0.29	N/D
Niacina (mg)	0.9	5.71	3.63	5.09	N/D	N/D
Ac. Pantoténico (mg)	1.35	0.94	0.42	1.49	N/D	N/D
Vitamina B6 (mg)	0.12	0.34	0.62	0.51	0.32	0.29
Ácido Fólico (mg)	56	43	N/D	20	19	N/D
Vitamina E (mg)	1.09	1.01	0.49	0.88	0.47	1.28

Fuente: Cámara Nacional de la Industria Molinera de Trigo CANIMOLT, (2010)

Unido a esto, la Federación Internacional de Diabetes (IDF) (2019), resalta “el maíz, el arroz y la avena, conforman los cereales de mayor preferencia por los consumidores venezolanos”. (p.13). Con esto se afirma que “los cereales aportan la mayor cantidad de energía calórica, la cual es obtenida principalmente del almidón, carbohidrato complejo de absorción lenta. Además, son una fuente importante de fibra, lípidos, proteína y una

diversidad de vitaminas y minerales”. La composición química que posee el maíz, el arroz y la avena las vuelven la materia prima indicada para elaborar un alimento destinado a personas que padecen de DM.

En Venezuela, uno de los estados con mayor superficie de producción a nivel nacional de maíz es el estado de Yaracuy, el mercado mayorista más cercano que tiene dicho estado es la ciudad de Barquisimeto; las pequeñas zonas productivas en Lara y estados vecinos como Portuguesa son los principales productores de arroz y principal comprador se encuentra en la ciudad de Barquisimeto como un centro de acopio llamado “Mercabar”, los pequeños comerciantes se dirigen a este mercado para adquirir estos productos.

4.2 Tecnologías empleadas en la elaboración de un Cereal para el desayuno apto para personas diabéticas

Los avances tecnológicos con el pasar del tiempo, permiten el desarrollo de nuevos productos, ofreciendo al consumidor una diversidad de alimentos que puedan lograr satisfacer las necesidades de cada persona, especialmente aquellas que padecen de enfermedades crónicas como la diabetes, donde el consumo alimenticio de la persona es de gran valor, para el equilibrio y su salud integral.

En conformidad con esto, (Domínguez, 2015) describió “las tecnologías empleadas en la sustitución de azúcares, grasas y carbohidratos de digestión rápida, para elaborar productos alimenticios destinados a personas diabéticas”. (p.11). De acuerdo al autor, el consumo de estos alimentos favorece la disminución del índice glicémico y el padecimiento de enfermedades crónicas, lo cual es importante para mantener una buena salud.

Otros estudios conducidos por (Martínez, 2016), estuvieron relacionados “con la preparación de galletas utilizando como ingredientes la harina de trigo, harina de quínoa y edulcorantes como la tagatosa y la estevia”. (p.71). En base a lo expuesto, el producto obtenido constituyó un alimento saludable y nutritivo con atributos sensoriales de consistencia y textura, útiles para las personas diabéticas.

Adicionalmente, estudios realizados por (Bolet et al. 2010), afirman que “acerca de una alimentación que mejore la salud y evite enfermedades crónicas, enfatizaron el valor nutricional del arroz integral”. (p.42). De acuerdo a los autores, las personas deben ingerir alimentos que contengan fibra dietética como cereales integrales, lo cual contribuye a reducir las posibilidades de padecer de diferentes tipos de enfermedades, como la DM tipo 2.

En consideración a esto, la Asociación Española de Fabricantes de Cereales (AEFC, 2011), establece que “el potencial presente en los cereales de desayuno, al contener fibras, antioxidantes y nutrientes, tienen gran importancia en la prevención de numerosas enfermedades, contribuyendo así a mantener la buena salud”. (p.13). Con relación a las tecnologías aplicadas a los cereales para la elaboración de alimentos, por ejemplo, los cereales de desayuno, se utiliza el proceso de extrusión el cual afecta las propiedades físicas y químicas de la materia prima utilizada.

Asimismo, (Cabrera et al. 2016), afirma “elaboró un Cereal para el desayuno por extrusión, con un alto contenido en fibra dietaría y antioxidante utilizando como materia prima maíz azul (*Zea mays L*) y amaranto (*Amaranthus spp.*)”. (p.91). Los resultados mostraron un efecto significativo en la composición, propiedades fisicoquímicas y

funcionales de los productos, favorable para el mantenimiento de la salud, especialmente en las personas diabéticas.

El procedimiento de extrusión para la elaboración de alimentos ha sido investigado por varios autores. Por ejemplo, (Castro et al. 2019) “elaboró un cereal para desayuno, a base de harina *Oxalis tuberosa* y fibra de avena”. (p.31). Los resultados obtenidos fueron la obtención de un producto alto en contenido de fibra, de acuerdo a las características deseadas.

Por su parte, (Reyes, 2017), “evaluó el efecto de la velocidad del tornillo del extrusor en las propiedades organolépticas y propiedades físicas químicas en cereales expandidos”. (p.12). Los resultados obtenidos mostraron un efecto significativo en la variable de estudio, sugiriendo una velocidad de 200 rpm, para obtener la mejor textura y apariencia en la elaboración del cereal de desayuno.

Investigaciones previas realizadas coinciden con las etapas a seguir en el proceso tecnológico para la elaboración de un cereal para desayuno cocido por extrusión, proponiendo metodologías similares para la obtención de un cereal de desayuno, como se nombran a continuación:

- Mezclado de las materias primas e ingredientes básicos
- Humectación
- Cocción por extrusión
- Secado
- Recubrimiento con jarabe y adición de aditivos
- Secado/enfriamiento

- Empaquetado

Como resultado de los aportes obtenidos a partir de las investigaciones realizadas y conociendo el proceso para obtener un cereal para desayuno, se seleccionaron las etapas que pueden influir en obtener un alimento apto para diabéticos, como a continuación se describen:

- **Materias primas:** Se seleccionan los tipos de cereales (granos) a utilizar, tomando en cuenta principalmente su composición nutricional, aporte calórico y propiedades tecnológicas.
- **Tecnología y equipos:** Se selecciona la tecnología a emplear que permita la transformación de la materia prima en un producto con propiedades nutricionales y sensoriales apreciables por las personas diabéticas.
- **Recubrimiento:** Uso de azúcares o jarabes que se adicionan, reconociendo el impacto en la salud de las personas diabéticas.

4.2.1 Etapa de recubrimiento uso de edulcorante

Una vez los cereales ya formados sale del extrusor, y pasa a una etapa de secado con la intención de acondicionar al producto, generando las condiciones ideales para el recubrimiento, “para ello se utilizará edulcorantes bajo en calorías como la stevia, aditivo alimentario natural, capaz de minimizar el efecto dulce del azúcar”. (García, 2013). En base a lo referido, (Blasco et al., 2015), afirma “la Stevia no tiene calorías, por lo tanto, no afecta la glicemia, ayudando a disminuir la ingestión de calorías, disuelto en agua o como polvo, sin modificarse por el calor, pudiendo utilizarse en productos horneados, galletas y refrescos”. (p.659).

Por otra parte, investigaciones realizadas por (Hoffmann, 2018), “han demostrado que “el consumo de stevia, baja la presión arterial, absorción de la grasa y los niveles de azúcar contiene carbohidratos, proteínas, vitaminas y minerales”. (p.54). Se determina con esto que, “la Stevia es importante para la gente que desea perder peso, no solo porque les ayudará a disminuir la ingesta de calorías, sino porque reduce los antojos o la necesidad de estar comiendo dulces”. (Morejon, 2013).

4.4 Importancia del consumo de cereales en la alimentación de las personas diabéticas

Literatura relacionada con la producción y consumo de cereales como alimento destinados a personas que padecen la enfermedad DM es abundante.

Los alimentos pueden ser clasificados como naturales de origen animal (pescados, mariscos, carnes de bovino, aves de corral, huevos, leche entre otros), de origen vegetal (verduras, leguminosas, tubérculos, frutas, nueces, semillas) y procesados, pues contienen otras sustancias añadidas (azúcar, sal, grasas, edulcorantes o aditivos), capaces de aportar componentes asimilables que cumplan propiedades nutritivas y funcionales en nuestro organismo (Carbajal, 2016). Entre los componentes mayoritarios o macronutrientes aportados por los alimentos se encuentran las proteínas, las grasas y los carbohidratos, mientras que entre los micronutrientes se encuentran las fibras responsables de aportar la energía necesaria para el buen funcionamiento del organismo (Tabla 6).

Tabla 6. Aporte energético a partir de los macronutrientes y micronutrientes mayoritarios de los alimentos

Macronutrientes	Kcal/gr
Grasa	9
Proteína	4
Carbohidratos	3,75 – 4
Micronutrientes	Kcal/gr
Fibra	2

Fuente: Carbajal, (2016)

Es de importancia recordar, que la DM es una enfermedad crónica caracterizada por una disminución de la capacidad de utilizar la glucosa, generando un estado de hiperglucemia crónica producidos por diferentes factores tanto genéticos como ambientales (Aguirre, 2012). Domínguez (2015) la describe como un desorden del metabolismo de sustratos donde la dieta juega un papel crítico en mantener estable los niveles de glicemia (azúcar) en la sangre.

La alimentación juega un papel fundamental en el control de la diabetes. Por ejemplo, tomar alimentos refinados como pan integral, pasta integral y/o arroz integral es importante para mantener una dieta sana y nutritiva. Así, los pacientes afectados de DM tipo 2, pueden mantener un equilibrio metabólico normal, evitando oscilaciones o fluctuaciones de glicemias elevadas (hipo e hiperglucemias), disminuyendo las posibilidades de sufrir complicaciones que puedan afectar la salud del paciente (Carbajal, 2016).

Investigaciones conducidas por Vallejos (2011) estuvieron relacionadas con la alimentación de los diabéticos y el consumo de alimentos que suministren al organismo la energía necesaria para su buen funcionamiento. Adicionalmente, la British Nutrition Foundation (BNF) (como se citó en Cabajal, 2016) mostró la clasificación de los alimentos en

base a la densidad energética, considerando los alimentos con alta densidad, aquellos capaces de aportar una cantidad mayor de 4 Kcal por gramo (Tabla 7).

Tabla 7. Clasificación de los alimentos según su densidad energética

Densidad Energética de alimentos	(Kcal/gr)
Alimentos con muy baja densidad energética	<0,6
Alimentos con baja densidad energética	0,6 – 1,5
Alimentos con media densidad energética	1,5 – 4
Alimentos con alta densidad energética	> 4

Fuente: British Nutrition Foundation – BNF (2016)

El Departamento de Agricultura de Estados Unidos (US Department of Agriculture), afirman que “la pirámide de los alimentos establecida por presenta en su base al grupo de alimentos más requeridos por el ser humano para mantener una dieta sana y balanceada”. (p.54). Por ejemplo, granos, pan y cereales incluyendo el trigo, arroz, maíz, mijo y pasta deben ser consumidos diariamente entre 6 y 11 porciones.

Para las personas diabéticas, “estos alimentos deben ser distribuidos en varias comidas ligeras pero frecuentes a través del día, lo cual permite mantener los niveles de azúcar en la sangre estable”. (UNFV, 2014). Estudios comprueban que “el consumo de cereales, produce una mejora en el aporte de sus nutrientes, y el ser pobre en grasa, disminuye el porcentaje de energía provenientes de esta, mejorando la ingesta del resto de los nutrientes”. (SAN, 2011; AEFC, 2010).

Unido a esto, Castro (2011) y UNFV (2014) estudiaron ampliamente el valor nutritivo de los cereales en la alimentación, indicando que “su componente mayoritario son los carbohidratos, los cuales representan entre el 79-83% de la materia seca del grano”. (p.12). Otros estudios realizados por Ramírez (2012) se refirieron a las cantidades de sales minerales

(hierro, fósforo, magnesio, zinc, proteínas, vitaminas del complejo B, vitamina E y fibra) presentes en los cereales (Tabla 8).

Tabla 8. Composición química de los cereales

COMPONENTE	PORCENTAJE (%)
Humedad	10 -14
Proteína	7-12
Carbohidratos	63-73
Fibra	4-8
Grasa	1-6
Cenizas	1,5 – 2,5
Vitaminas	E y B ₁
Minerales	Fe, K, Ca, Na

Fuente: Ramírez Q.F (2012).

En unión de lo señalado, se debe resaltar que el almidón es un carbohidrato complejo encontrado en los cereales, el cual “está formado por los polisacáridos amilosa y la amilopectina, uno de estructura lineal y otro de estructura ramificada, ambas compuestas por múltiples moléculas de glucosa" (Ordoñez, 2015). Estudios concuerdan que aun cuando el almidón eleva la glicemia de la sangre, su consumo es esencial para una dieta saludable (Vallejos, 2011). El almidón representa un 70% del endospermo o núcleo central del grano (Carbajal, 2016).

Domínguez (2015) refiere que la cantidad y el tipo de carbohidratos ingeridos son los principales responsables de los niveles de azúcar (glicemia e índice glicémico en la sangre), especialmente en las personas diabéticas. Además, para conocer la cantidad de azúcar en el torrente sanguíneo, es importante conocer el impacto del consumo de los carbohidratos de adsorción lenta (complejo) y de adsorción rápida (azúcares) y así hacer referencia al índice glucémico. Los carbohidratos de adsorción lenta contienen un índice glucémico inferior a 55, se denominan así, porque nuestro organismo realiza todo un procedimiento para adsorberlos y transformarlos en energía.

Según Villarroel et al (2018) desde el punto de vista fisiológico, el almidón resistente es capaz de modular la cinética de la digestibilidad de los nutrientes, lo que posibilita su incorporación en el diseño de productos con menor índice glicémico y menor poder energético. Al respecto, Carbajal, (2016), expone “los carbohidratos de adsorción rápida o simples, se encuentran en forma de monosacáridos y disacáridos o azúcares simples”. (p.93)

Otros estudios realizados por AEFC (2010) reportaron que los carbohidratos son “adsorbidos rápidamente por el organismo, poseen un índice glucémico superior a 70, y el organismo no realiza ningún tipo de esfuerzo extra para transformarlo en energía, generando que los niveles de azúcar en la sangre se desequilibren rápidamente”. (p.65). Como ejemplo de alimentos que contienen carbohidratos de adsorción rápida se encuentran: las uvas, los plátanos, azúcar (caña de azúcar o remolacha azucarera).

Con relación a la fibra presente en los alimentos como los cereales, es importante señalar que la misma cumple con funciones importantes en los diabéticos, debido a que son resistentes a la digestión y adsorción en el intestino delgado y además sobrellevan un proceso de fermentación en el intestino grueso (Navarro, 2012). También la ingesta de fibra actúa como un factor protector a la hora de desarrollar DM, ya que la concentración máxima de glucosa en sangre se alcanza en un mayor tiempo (Sánchez, 2016).

La Asociación Americana de Diabetes (ADA), recomienda un consumo de fibra entre 20 – 35 gr/día, para tener un mejor control glucémico e insulínico. Esto quiere decir que si las personas diabéticas aumentan la ingesta de fibras en su dieta diaria van a controlar los picos postprandiales hiperglucémicos, y disminuirá la adsorción de carbohidratos y lípidos en el intestino.

Investigaciones realizadas por Reyna et al. (2013) reportaron que el consumo de alimentos con diferentes composiciones de carbohidratos y cantidad de fibra repercute sobre las respuestas glicémicas postprandial, pues aquellos alimentos que tenga un menor proceso térmico y mayor cantidad de fibra podrán generar una mejor respuesta con relación a las glicemias e insulina postprandial.

Del mismo modo, la (AEFC, 2010), afirma que “otras investigaciones relacionadas con el consumo de cereales por personas diabéticas reportaron que los Cereales de Desayuno son una opción importante en la alimentación de un diabético tipo 1 y 2”. (p.91) Esto, debido a que este tipo de alimento se consume generalmente a primera hora del día, lo que permite la liberación progresiva de energía, manteniendo los niveles constantes de glucosa en sangre por más tiempo

En la actualidad investigaciones relacionadas con la ciencia de los alimentos y nutrición generalmente han estado dirigidas a preservar la salud y prevenir enfermedades (SAN, 2011). Los avances logrados permitieron que investigadores evidenciaran que los requerimientos nutricionales de una persona diabética son similares a los de una persona que no padezca de esta enfermedad, indicando que lo importante es cuidar las cantidades de algunos alimentos y evitar otros. En este sentido los cereales preferiblemente integrales y los alimentos elaborados a partir de ellos, como los Cereales de Desayuno, representan una alternativa interesante para personas con un régimen especial en la alimentación, como es el caso de los diabéticos.

Desde mi punto de vista, cabe resaltar que los cereales para desayuno, preferiblemente los enriquecidos con fibra, son consumidos en general por los seres humanos, y en especial por

los diabéticos que presentan la enfermedad DM tipo1 y tipo 2. Las personas diabéticas, solamente deben controlar la cantidad en gramos de carbohidratos presentes en cada comida, combinado con ejercicios físicos, lo cual les permitirá mantener un estilo de vida saludable.

A criterio de (SAN, 2011):

Se considera que las tecnologías utilizadas para producir cereales para el desayuno elaborados por el método por extrusión, recubiertos con una solución de Stevia, permite producir un alimento nutritivo y delicioso, para ser consumido con seguridad por las personas diabéticas, sin afectar su salud. Estos alimentos, elaborados a partir del maíz, arroz integral y avena, representan una opción alimenticia importante, pues su consumo en pequeñas porciones, durante el día, no afecta drásticamente los niveles de azúcar en la sangre en aquellas personas afectadas por la DM. (p.11)

Conclusiones

La vigilancia tecnológica permitió conocer los avances realizados en los últimos 10 años sobre los temas relacionados a los cereales y sus derivados como los Cereales para el desayuno especialmente para aquellas personas afectadas por la enfermedad Diabetes Mellitus. Al indagar sobre la evolución histórica de los cereales, se evidenció que estos han formado parte indispensable en la alimentación y evolución del hombre, por ser ricos en carbohidratos como fuente principal de energía.

Se comprobó que la alimentación de las personas diabéticas juega un papel fundamental en el control de la diabetes. Así mismo, los Cereales de desayuno ricos en fibra representan una opción importante, al ser consumido a primera hora del día, permitiendo mantener los niveles de glucosa estables de las personas que padecen de DM ubicados en Barquisimeto/Venezuela.

A través de las investigaciones se logró establecer que el maíz el arroz y la avena como los cereales que presentan propiedades nutritivas aptas para las personas diabéticas. Entre las alternativas tecnológicas de producción, la extrusión representa el equipo apropiado para obtener un Cereal para el desayuno apto para personas que padecen de DM, ya que brinda las características físicas, químicas y nutricionales más favorables en el producto final y por último la Stevia representa el tipo de edulcorante con más beneficios en la alimentación de los diabéticos.

De manera general se logra establecer que, con el uso de estas tecnologías se puede elaborar un alimento enfocado a la población diabética en la ciudad de Barquisimeto,

Venezuela del cual ofrece propiedades nutritivas y sensoriales aceptables sin que afecte la salud de las personas que padecen de esta terrible enfermedad.

Referencias Bibliográficas

- Agudo, R. (2018). *Sector Agroalimentario “El hambre como negocio”*. Recuperado de: <https://transparencia.org.ve/wp-content/uploads/2018/11/EPE-II-SectorAgroalimentario.pdf>
- Aguirre, M., Roja, J., Cano, R., Villalobos, M., Paoli, M y Berrueta, L. (2012). *Diabetes Mellitus tipo 1 y factores ambientales: La gran emboscada*. *Revista Venezolana de Endocrinología y Metabolismo*. Vol.3 N° 10. Recuperados de: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1690-31102012000300002
- Alarcón, A., Juan, D; Anaya, A., Julio, A; Herazo, C y Fabián, A. (2013). *Agrocadena de Cereales: Situación Actual*. Recuperado de: https://www.academia.edu/28924947/AGROCADENA_DE_CEREALES.docx
- Alfonzo Rivas & Cía, (2017). *10 datos curiosos de Alfonzo Rivas – Creadores de Flips y Ovomaltina*. Recuperado de: <http://www.latiendavenezolana.com>
- Alimentos Kellogg's (2015). *Alimentos Kellogg's*. Recuperado de: <https://2483-ve.all.biz/>
- Alvarado, E. (2012). *Nuevas tecnologías en la elaboración de cereales extruidos*. Informe cátedra Procesos Agroindustriales II. Universidad Nacional Federico Villarreal. Recuperado de: <https://es.slideshare.net/ricardocuevarodrigue/96721946-cerealesextruidos>
- American Diabetes Association (2010). *Standards of Medical Care in Diabetes*. *Diabetes Care* 2010;33 (Supplement 1): S11-S61.
- Aparicio, A., y Ortega, R. (2015). *Efectos del consumo de la beta-glucano de la avena sobre el colesterol sanguíneo: una revisión*. *Revista Española de Nutrición Humana y Dietética*. Recuperado de: <http://scielo.isciii.es/pdf/renhyd/v20n2/revision1.pdf>

- Asociación Española de Fabricantes de Cereales (AEFC) (2010). *Cereales de Desayuno Nutrición y Gastronomía*. Recuperado de:
http://www.asociacioncereales.es/uploads/notas/Libro_Cereales.pdf
- Avelina. (2018). *Avelina*. Recuperado de: <http://avelina.com/etiqueta/2018/>
- Badui, S. (2013). *Química de los alimentos*. Pearson Education. Recuperado de:
<https://deymerg.files.wordpress.com/2013/07/quimica-de-los-alimentos1.pdf>
- Bao, J., & Bergman, C. J. (2018). *Rice Flour and starch functionality*. In *Starch in Food* (pp. 373 – 419). Woodhead Publishing.
- Barallat, I. (2017). *Harinas Extruidas en la industria alimentaria*. (Trabajo de grado). Facultad farmacia Universidad de Complutense. Recuperado de:
<http://147.96.70.122/Web/TFG/TFG/Memoria/ISABEL%20BARALLAT%20GARCIA.pdf>
- Bernardi, L.(2010). *Perfil del mercado de arroz (Oryza Sativa)*. Recuperado de:
https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/ss_mercados_agropecuarios/areas/regionales/archivos/000030_Informes/000020_Arroz/000021_Perfil%20del%20Arroz%20-%202017.pdf
- Blasco, B., Alvarado, T., Ureta, C. (2015). *Alimentos: Bromatología*.
- Bolet Mirian; Socorras María (2010). *Alimentación adecuada para mejorar la salud y evitar enfermedades crónicas*. *Revista Cubana de Medicina General Integral*. Vol. 26 (2) 321-329. Recuperado de:
http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-21252010000200012
- Brand, J.C. Nutr. Rev. 61:49-55, 2003.
- Caballero, C. (2013). *La Historia de la Harina Precocida en Venezuela*. Recuperado de:
<http://venelib-antao.blogspot.com/2013/06/la-historia-de-la-harina-precocida-en.html>

- Cabrera Canales Z.E; Acevedo Sandoval, O. A; Navarro Cortez R.O; Falfan Cortés R. N; Castro Rosas, J; Gómez Aldapa C.A (2016). *Elaboración de un Cereal para desayuno de base de Maíz Azul (Zea mays L) y Amaranto (Amaranthus spp)*. *Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos*. Vol. (1), No. 2, 756-761.
Recuperado de: <http://www.fcb.uanl.mx/IDCyTA/files/volume1/2/9/132.pdf>
- Camacho (2018). *Procesos Tecnológicos de Cereales. Laboratorio de Bioquímica y Fisiología de los granos*. Universidad Nacional Autónoma de México. Recuperado de: http://olimpia.cuautitlan2.unam.mx/semillas/index.php?option=com_content&view=article&id=14&Itemid=18
- Carbajal, Á. (2016). *Manual de Nutrición y dieta. Departamento de Nutrición. Facultad de Farmacia*. Universidad Complutense de Madrid. Recuperado de: <https://www.ucm.es/nutricioncarbajal/>
- Castro M, Julio (2018). *Cuál es el panorama de la salud para la Venezuela del 2018*. Recuperado de: <https://prodavinci.com/cual-es-el-panorama-de-la-salud-para-la-venezuela-de-2018/>
- Castro, M. P; Heredia, E; Palma, H. Vargas, A; Hernández, J (2019). *Caracterización funcional de un cereal para desayuno a base de Harina de Oxalis Tuberosa adicionado con fibra*. *Investigación y desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos*. Vol. (4). Recuperado de: <http://www.fcb.uanl.mx/IDCyTA/files/volume4/4/9/111.pdf>
- Castro-Giráldez, M.; Fito, P.J.; Prieto, J.M.; Andrés, A. (2012). *Study of the puffing process of amaranth seeds by dielectric spectroscopy*. *Journal of Food Engineering* Vol. 110 298–304.
- Código Alimentario Argentino (2010). *Cereales para el desayuno*. La innovación que no cesa. *Revista Alimentos Argentino*. Recuperado de: http://www.alimentosargentinos.gob.ar/contenido/revista/ediciones/pdf/revista_AA_4_9.pdf

- Corrales, J. (2019). *Desarrollo de arroz extruido para la elaboración de barras de cereal en la planta extrusora CNCH*. (Trabajo de grado). Corporación Universitaria Lasallista. Caldas – Antioquia. Recuperado de:
http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/2482/1/Desarrollo_Arroz_Extruido_Elaboracion_Barras_Cereal.pdf
- Crespo, R., Aguilar, R. (2015). *Elaboración de barras energéticas a base de Kiwicha Pop (Amaranthus Caudatus) y arroz inflado (Oryza Sativa) Enriquecida con harina de Yuyo (Chondracanthus Chamissoi)*. (Trabajo de grado). Universidad Nacional del Santa. Nuevo Chimbote-Perú. Recuperado de:
<http://repositorio.uns.edu.pe/handle/UNS/2626>
- Doce Amor, Producción (2019). *Manual de producción, Doce Amor producción*. Barquisimeto, Venezuela.
- Domínguez, J. (2015). *Desarrollo de alimentos para diabéticos*. *Revista Ciencia y Tecnología de los Alimentos*. Vol. (25). No. 3. 71-80 Recuperado:
<https://www.researchgate.net/publication/312304472>
- Dorta, M. (2015). *¡Viva la Arepa!* Recuperado de:
<https://nuevomundoradar.hypotheses.org/99954>
- Dowshen, S. (2013). *Los carbohidratos y la diabetes*. Recuperado de:
<https://www.brennerchildrens.org/KidsHealth/Parents/Diabetes-Center/En-espanol/Los-carbohidratos-y-la-diabetes.htm>
- Durán de Bazúa, M. (2013). *Aplicación de los extrusores en la industria de los alimentos*. *Rev EcuRed*. Recuperado de https://www.ecured.cu/Alimentos_extruidos
- Durán, S., Cordon, K., Rodriguez, M. (2013). *Edulcorantes no nutritivos, riesgos, apetito y ganancias de peso*. *Rev. Chil*. Vol. 40, N° 3. Recuperado de:
<https://scielo.conicyt.cl/pdf/rchnut/v40n3/art14.pdf>

FAO (2017). *Perspectivas Agrícolas 2017-2026*. Capítulo 3. Resúmenes de los productos básicos. Recuperado de <http://www.fao.org/3/a-BT086s.pdf>

FAO (2019). *La producción mundial de cereales*. Recuperado en: <http://www.fao.org/world/dfoodsituation/csdb/es/>

FAO y El País (2018). *El Estado del planeta*. Recuperado en: <http://www.elpais.com/elpais/2018/06//2/planeta.futuro>

Federación Internacional de Diabetes (IDF) (2019). *Que es la diabetes*. Disponible: <https://idf.org/aboutdiabetes/what-is-diabetes.html>

Flores, L. (2019). *Investigación sobre la composición nutricional de avena (Avena sativa L.) y el efecto del consumo en patología metabólica*. Universidad Autónoma de Occidente
Recuperado de: <https://es.slideshare.net/NUTRICIONUDEOGUAMUCHIL/investigacin-sobre-composicin-nutricional-de-avena-avena-sativa-l-y-el-efecto-del-consumo-en-patologas-metabolicas>

Fundación Española del Corazón (2018). *Diabetes Mellitus*. Recuperado de: <https://fundaciondelcorazon.com/prevencion/riesgo-cardiovascular/diabetes.html>

García, A., Casado, G y García, A. (2013). *Una visión global y actual de los edulcorantes. Aspectos de regulación. Nutrición Hospitalaria. Vol. 28. N°4. Recuperado:* http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=s0212-16112013001000003

García, M. (2017). *Tecnología de Cereales*. 2do Curso de Ciencia y Tecnología de los Alimentos. Recuperado: <https://www.ugr.es/~mgroman/archivos/TC/mat.pdf>

Hoffmann, I. (2018). *Azúcares artificiales vs naturales: ¿Cuál es la mejor para diabéticos?*
Recuperado de: <https://www.aarp.org/espanol/cocina/dieta-y-nutricion/info-2018/mejor-azucar-para-diabeticos-ingrid-hoffmann.html>

Hurtado, J. (2018). *Kellogg abandona su segundo mercado más importante en América Latina*. Recuperado de: <https://talcualdigital.com/kelloggs-abandona-el-que-fue-hasta-ahora-su-segundo-mercado-en-america-latina/>

Instituto Nacional de Desarrollo Rural (INDER). (2016). *El maíz uno de los cereales más importante en la mesa de los venezolanos*. Recuperado de: <http://www.inder.gob.ve/?q=node/1593>

Instituto Nacional de Estadística (INE) (2015). *Encuesta Nacional de Consumo de Alimento*. Recuperado de: http://www.ine.gov.ve/documentos/Social/ConsumodeAlimentos/pdf/informe_enca.pdf

Landaeta, M., Herrera, M., Vásquez, M y Ramírez G. (2016). *La alimentación de los venezolanos, según la Encuesta Nacional de Condiciones de Vida 2015. Anales Venezolanos de Nutrición*. Vol. (29), N°1. Recuperado de: www.analesdenutricion.org.ve/ediciones/2016/1/art-4/

Lezcano, E. (2010). *Análisis de producto Cereales para el desayuno*. Recuperado de: www.Alimentosargentinos.gob.ar

Lezcano, E. (2012). *Cereales desayuno*. Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca. Recuperado de: http://www.alimentosargentinos.gob.ar/contenido/revista/ediciones/49/productos/r49_07_CerealesDesayuno.pdf

Llorpart, E. (2011). *Efecto de las condiciones de extrusión en las propiedades fisicoquímicas y funcionales de productos extruidos de sorgo integral de bajo contenido de taninos*. (Trabajo de Maestría). Universidad Nacional del Litoral Facultad de Ingeniería Química. Recuperado de: <https://bibliotecavirtual.unl.edu.ar:8443/bitstream/handle/11185/319/tesis.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Martínez, A. (2016). *Diseño de galletas con alto valor nutricional para diabéticos*. (Trabajo de grado). Universidad Politécnica de Valencia. España. Recuperado de:
<https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/71892/MART%C3%8DNEZ%20-%20Dise%C3%B1o%20de%20galletas%20con%20alto%20valor%20nutricional%20para%20diab%C3%A9ticos.pdf?sequence=1>
- Martínez, E. Jiménez, V. (2013). *Producción de grano y oleaginosas*. Recuperado de:
http://olimpia.cuautitlan2.unam.mx/semillas/index.php?option=com_content&view=article&id=3&Itemid=4
- Martínez, R. (2019). *Aprende a desayunar*. Recuperado de:
<https://www.books.google.co.ve/books?id=D5CODwAAQBAJ&pg=PT76&lpg=PT76&dq=James+Caleb+Jackson+en+el+año+de+1863&source=bl&ots=fIy7Ru8B5U&sig=ACfU3U1jCw5T1nmpw2Y21Nqe7ArKlg&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwiQiIHL35jnAhXJ1VkJHUXCDWkQ6AEwAXoECAoQAQ#v=onepage&q=James%20Caleb%20Jackson%20en%20el%20año%20de%201863&f=false>
- Miranda, R. (2017). *Industrialización y desindustrialización en Venezuela. Un análisis histórico*. Universidad de los Andes, Mérida, Venezuela. *Revista Ensayos de Economía*. Vol. (50). N° 50. Recuperado de:
http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S261965732017000100087&lng=en&nrm=iso&tlng=en
- Moreiras, O., Carbajal, A., Cabrera, L., y Cuadrado, C. (2013). *Tabla de composición de alimentos*. Recuperado de:
https://catedraalimentacioninstitucional.files.wordpress.com/2014/09/3-1-tablas_de_composicion_de_alimentos.pdf
- Morejón, F. (2013). *Elaboración de compota de guayaba (psidium friedrichsthalium) utilizando tres niveles de harina de maíz (zea mays) y dos tipos de edulcorantes en la planta de frutas y hortalizas de la universidad estatal de bolívar*". (Tesis de pregrado). Universidad Estatal de Bolívar a través de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente, Escuela de Ingeniería Agroindustrial.

GUARANDA – ECUADOR. Recuperado de:

<http://www.dspace.ueb.edu.ec/bitstream/123456789/926/1/061.pdf>

National Institute of diabetes (NIH), (2016). *Nutrición, alimentación y actividad física si se tiene diabetes*. Recuperado de: <https://www.niddk.nih.gov/health-information/informacion-de-la-salud/diabetes/informacion-general/nutricion-alimentacion-actividad-fisica>

Navarro, J. (2012). *Efecto del consumo de fibra en la dieta del paciente diabético*. *Revista médica de Costa Rica y Centroamérica LXIX* (600). Vol. 21. 23. Recuperado de: <https://www.binasss.sa.cr/revistas/rmcc/600/art5.pdf>

Núñez, R; J. M. Moreno Villares, (2019). *Los cereales en la alimentación del lactante y el niño pequeño*. *Revista Acta Pediátrica*. 77 (3-4):83-89. Recuperado de: <http://www.actapediatrica.com/images/pdf/Volumen-77---Numeros-3-y-4---Marzo-y-abril-2019.pdf#page=37>

Ordoñez, J. (2015). *Travesía de las tecnologías Alimentarias: Artesanías, Empirismo y Ciencia*. Recuperado de: <http://www.racve.es/files/2015/02/2015-02-23-Discurso-Juan-A.-Ordo%C3%B1ez.pdf>

Ortega, I. (2014). *Maíz I (Zea mays)*. *Revista Reduca (Biología).Serie Botánica*. 7(2):151-171. Recuperado de: <https://eprints.ucm.es/27974/1/MAIZ%20I.pdf>

Oscoco, K. (2013). *Efecto de la variación de humedad, presión y cantidad de carga en la obtención del maíz amarillo duro (Zea mays L.)*. (Trabajo de grado). Universidad Nacional José María Arguedas Facultad de Ingeniería. Andahuaylas – Perú. Recuperado de: <http://181.176.178.114/bitstream/handle/123456789/204/09-2013-EPIA-Oscoco%20Quispe-maiz%20expandido.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Palacio, E., Hurtado, J., Arroyave, J., y Cardona, M. (2017). *Edulcorantes utilizados en la elaboración de chocolates*. *Revista biotecnológica*, 15. Recuperado de: <http://revistabiotecnologia.unicauca.edu.co/revista/index.php/biotecnologia/article/view/573>

- Paspur, N., Ruiz, M (2011). *Estudio de factibilidad para el montaje de una planta procesadora de hojuelas de maíz en el corregimiento de Villamoreno Municipio de Buesaco* (Tesis de pregrado) Universidad de Nariño Facultad de Ingeniería Agroindustrial. San Juan de Pasto. Recuperado de:
<http://sired.udenar.edu.co/4237/1/84757.pdf>
- Penonomé (2011). *Morfología, taxonomía y fisiología de la planta de arroz*. Recuperado de:
<http://cultivodearrozoryzasativa.blogspot.com/2012/08/arroz.html>
- Peña, S (2016). *Hojuelas de Avena Tradicional*. Recuperado de:
<https://docplayer.es/18302651-Ficha-tecnica-avena-en-hojuelas-y-avena-molida.html>
- Peris, B. (2016). *Aplicación de la operación de “Puffing” para la obtención de aperitivos sin gluten a partir de cereales*. (Trabajo de Master). Universidad politécnica de Valencia-España. Recuperado de:
<https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/71826/PERIS%20-%20Aplicaci%C3%B3n%20de%20la%20operaci%C3%B3n%20de%20%20puffing%20%20para%20la%20obtenci%C3%B3n%20de%20aperitivos%20sin%20gluten%20a%20part....pdf?sequence=2>
- Ramírez Q. (2012). *Composición de los cereales*. Universidad de Antioquia Facultad de Química Farmacéutica. Departamento de Farmacia. Recuperado de:
<https://www.slideshare.net/enockcviana/apostila-tecnologia-decerealesyoleaginosas>
- Ramos, F. (2013). *Maíz, trigo y arroz “Los cereales que alimentan al mundo”*. Recuperado de: <http://eprints.uanl.mx/3649/1/maiztrigoarroz.pdf>
- Renwick, A., Drewnoski, A., La Vecchia, C. (2016). *Edulcorantes bajos en calorías: Sus funciones y beneficios*. International Sweeteners Association. Recuperado de
https://www.sweeteners.org/assets/uploads/articles/files/ISA_brochure_April2016_ES.pdf

- Reyes, J. (2017). *Determinación del efecto de la velocidad del extrusor en las propiedades físicoquímicas y sensoriales de los cereales expandidos*. (Tesis de pregrado). Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Ingeniería. Recuperado de: <http://www.repositorio.usac.edu.gt/7130/1/Jos%C3%A9%20Rodolfo%20Reyes%20Boche.pdf>
- Reyna Nadia; Mendoza Laura; Urdaneta Andrés; Añez Roberto; Karla Parra; Reyna Eduardo; Bermúdez Valmore (2013). *Comportamiento de la glicemia e insulina plasmática al administrar dos desayunos con diferentes tipos de carbohidratos digeribles y fibra dietética*. *Revista Latinoamericana de Hipertensión*. Vol. (8). No. 4, 2013, pp. 90-94. Recuperado: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=170231793002>
- Robutti, J. (2010). "Calidad y usos del maíz". *Revista Idia XXI*. Buenos Aires: INTA pergamino. pp. 100-104.
- Rosales, F. (2018). *Evaluación comparativa entre xilitol y sorbitos, como alternativas para la diversificación de la industria azucarera*. Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar. Recuperación de sacarosa. Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/328643271_EVALUACION_COMPARATIVA_ENTRE_XILITOL_Y_SORBITOL_COMO_ALTERNATIVAS_PARA_LA_DIVERSIFICACION_DE_LA_INDUSTRIA_AZUCARERA
- Sánchez, L. (2016). *El papel de la fibra y los suplementos alimenticios en la dieta del diabético*. *Diabetes práctica*. Vol. 7. 1-56. Recuperado de: http://www.diabetespractica.com/files/1481274751.07_sanchez_s7-4.pdf
- Sociedad Argentina de Nutrición SAN, (2011). *Cereales y Legumbre. La base de una alimentación sana*. Recuperado de: http://www.sanutricion.org.ar/files/upload/files/cereales_legumbres.pdf
- Sociedad Venezolana de Medicina Interna (2019). *Que debemos saber acerca de la diabetes*. Recuperado de: <https://www.svmi.web.ve/comunidad/diabetes.html>

Suarez, L. (2013). *Proceso de arrime de maíz amarillo (Zea mays L.) en los Silos de Cereales Realizado por los Productores de Fondas Zafra 2011, Estado Monagas*. Recuperado de:

http://ri.biblioteca.udo.edu.ve/bitstream/123456789/4624/1/633.20868_S946_01.pdf

Taco, L. (2014). *Estudio de la "Avena" y propuesta gastronómica* (Trabajo de pregrado). Universidad Tecnológica Equinoccial. Quito, Ecuador. Recuperado de:

http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/11938/1/58621_1.pdf

Universidad Católica Andrés Bello (UCAB). (2018). *Evolución del consumo de alimento en Venezuela (1998-2017)*. Recuperado de: <https://www.ucab.edu.ve/wp-content/uploads/sites/2/2019/05/IIESUCAB-Zambrano-Sosa-Informe-Consumo-Alimentos-08-2018.pdf>

Universidad Nacional de la Plata (UNP). (2010). *Proteínas de arroz, propiedades estructurales y funcionales*. Recuperado de:

http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/1828/Documento_completo_.pdf?sequence=3

Universidad Nacional Federico Villareal (UNFV). (2014). *Bioquímica de Granos y Cereales*. Recuperado de:

https://www.academia.edu/8385213/El_papel_de_los_cereales_Composici%C3%B3n_Qu%C3%ADmica_valor_nutritivo_de_los_Cereales

Urzola, V., Martelo M. (2011). *Desarrollo de una barra de cereal Avena (Avena sativa), Arroz inflado (Oryza sativa) y Trigo (triticum aestivum) con cocos y uvas pasa, enriquecida con ácido fólico, calcio y hierro*. (Trabajo de pregrado). Universidad de Cartagena Facultad de Ingeniería. Cartagena. Colombia. Recuperado de:

<http://repositorio.unicartagena.edu.co/handle/11227/291>

Uztarroz, F. (2010). *Maíz cadena de valor agregado*. INTA. Recuperado de

<http://www.cosechaypostcosecha.org/data/folletos/FolletoMaizConValorAgregado.pdf>

Vallejo, A. (2011). *El poder de los cereales integrales*. Recuperado de:

http://www.fitoterapiaholistica.com/pdf/cereales_integrales.pdf

Verdini, R. (2018). *Cereales y Derivados*. Recuperado de:

https://www.fbioyf.unr.edu.ar/evirtual/pluginfile.php/118012/mod_resource/content/3/2018-B-CEREALES%20Y%20DERIVADOS.pdf

Villarroel, P., Gómez, C., Vera, C., Torres, J. (2018). *Almidón resistentes: Características tecnológicas e interés fisiológicos*. *Revista chilena de nutrición*. Vol. 45 N°3.

Recuperado de: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-75182018000400271