

Estructura de los cereales y leguminosas

Estructura y composición de los granos

En esta parte se tratará de describir las características físicas y químicas de los principales granos tales como: maíz, arroz, frijol y sorgo.

Cada uno de los granos tiene sus características peculiares, aun cuando formen parte de una misma familia taxonómica. Por ejemplo los cereales son frutos de plantas herbáceas cuya característica común es que pertenecen a la familia de las gramíneas y que son familias monocotiledóneas. Esta característica difiere a las familias de las leguminosas que son dicotiledóneas. Esta familia esta formada por 600 géneros diferentes y más de 13,000 especies. Otro caso es el grupo de granos oleaginosos que perteneciendo a diferentes familias, su característica común es el alto contenido de material graso utilizado para la producción de aceites y grasas vegetales.

Maíz

El maíz *Zea mays L.* es una planta herbácea de la familia de las gramíneas, forma parte de los cereales. Tiene de tallo robusto, cilíndrico y nudoso (caña de 1 a 3m de largo) de hojas lanceoladas (miden hasta 1m de longitud) es una especie monoica (de un solo cotiledón) produce dos tipos de flores: las masculinas, que se agrupan en panículas terminales compuestas de espiguillas. Las flores femeninas forman espigas axilares (las mazorcas) envueltas en grandes brácteas (tusas) cada mazorca lleva de 8 a 22 series longitudinales de espiguillas insertas sobre un eje esponjoso (olote) cada espiguilla tiene una flor, fértil que posteriormente producirá un grano de maíz.

Pericarpio:

- Epidermis (epicarpio)
- Mesocarpio
- Células tubulares
- Células cruzadas
- Testa

Endosperma:

- Capa de aleurona
- Endosperma calloso córneo
- Endosperma harinoso almidonoso
- Células llenas de gránulos de almidón en una matriz de proteína

Germen:

- Escutelo (cotiledón que ocupa el 90% del germen)
- Eje embrionario formado por la plúmula y la raíz primaria envuelta en la coleoriza. El contenido de endosperma harinoso

El contenido de endosperma harinoso y córneo varía de una variedad a otra pero normalmente guardan una relación de 2 a 1.

Los principales componentes del grano entero son proteínas, almidón, lípidos; y en menor proporción, fibra, azúcares, minerales y vitaminas (cuadro 1).

Cuadro 1. Composición química del grano.

Porción de grano %	Entero	Proteína	Almidón	Lípidos	Azúcares	Cenizas
G. entero	10.3	71.5	4.8	2.0	1.4	
Endospermo	82.3	9.4	86.4	0.8	0.6	0.3
Germen	11.4	18.8	8.7	34.5	10.5	10.0
Pericarpio	5.3	3.7	7.3	1.0	0.3	0.9

Las proteínas constituyen aproximadamente el 10% del grano entero y están formadas por albúminas (3.2%), globulinas (1.5%), zeína (47.2%) y glutaminas (35.1). Existe una característica común en todos los cereales con relación química de las proteínas que lo constituyen y es que son deficientes en triptófano y lisina principalmente.

Esta es una desventaja desde el punto nutricional ya que se trata de dos aminoácidos esenciales que no se localizan abundantemente en las proteínas de origen vegetal; pero en el caso de los cereales esto se torna más crítico debido a la elevada participación en la ingesta diaria.

En el cuadro 2 se presenta la concentración de aminoácidos esenciales por tipo de proteína y la composición total por 100 gramos de proteínas.

Cuadro 2. Aminoácidos esenciales por tipo de proteínas

Aminoácido	Albúmina	Globulina	Zeína	Glutenina	Grano entero
Lisina	5.4	5	0.4	4.5	2.84
Isoleusina	4.4	4.1	6.3	4.2	4.43
Teonina	5	4.9	6.3	4.5	3.9
Valina	7.1	7	7	7.3	5.06
Leucina	9.3	8.1	8.1	9.3	12.89
Metionina	1.3	1.2	1.2	1.7	1.87

Debido a estas carencias en las proteínas del maíz, tanto en cantidad como en calidad, se han desarrollado a través de la hibridación y estudios complejos del mejoramiento genético algunas variedades como el Opaco-2 y Harinoso-2 (no son

utilizados en Nicaragua) los cuales presentan aumentos considerables en el contenido de Lisina y Triptófano.

El almidón, fuente de energía dentro de los alimentos, del grano de maíz, es un polisacárido de glucosa que se encuentra en forma de gránulo que tiene la propiedad de gelatinizarse al tornarse soluble en agua caliente.

El almidón consta de dos fracciones, la amilosa y la amilopeptina en diferentes moléculas de glucosa unidas por enlace glucosídicos (1-4), que en número de 2 moléculas forman la maltosa. La amilopeptina es la otra fracción del polisacárido que forma al almidón y es un polímero lineal unidos por enlaces (1-4) de 15 a 25 unidades de glucosa en cadena y forman ramificaciones entre sí a través de enlaces glucosídicos (1-6). La amilopeptina contiene más o menos 40,000 moléculas de glucosa, es la fracción más grande del almidón.

Cada almidón de cada grano difiere de la proporción en que se encuentran estos dos polisacáridos; para el caso del maíz se encuentran 27% de amilopeptina y 73% de amilosa.

Lípidos

El grano entero de maíz contiene aproximadamente 5% de aceite. Aproximadamente el 85% de los lípidos se localizan en el germen, el cual se usa comercialmente como materia prima para extraer el aceite de maíz.

Los lípidos del maíz se componen de la siguiente manera:

1. Ácidos grasos
2. Triglicéridos
3. Fosfolípidos
4. Esteroles
5. Tocoferoles
6. Carotenoides

Minerales y vitaminas

Los minerales que se encuentran en el grano de maíz son: calcio, fósforo, hierro, potasio, magnesio y sodio, destacando el calcio y fósforo. La mayor proporción se localiza en el germen del grano conteniendo un 80% de ellos.

Las vitaminas que se encuentran en el grano son: vitamina E, B, ácido nicotínico, ácido pantoténico, destacando el ácido pantoténico que se localiza principalmente en la capa de aleurona que cubre el endospermo.

El Principal producto que se obtiene del grano es la tortilla y al parecer por datos de algunos estudios se sugieren que la proteína de la tortilla es de mejor calidad que la del maíz.

Actualmente el mejoramiento de la proteína de la tortilla está encaminado al uso combinado de otros alimentos ricos en aminoácidos esenciales en los que esta es

deficiente. Por ejemplo, la adición de soya o de harina de semilla de algodón o de suero lácteo. El problema principal es la disponibilidad de estos productos para obtener las mezclas adecuadas y la adaptación que estos pueden tener en la población consumidora.

Arroz

El arroz es un cereal de relevante importancia en la dieta alimenticia, sin embargo, es un grano poco estudiado.

Desde el punto de vista taxonómico, este grano pertenece a la familia de las gramíneas. Es un fruto monocotiledóneo del género oriza y la mayoría de las variedades que se cultivan a nivel mundial pertenecen al especie asiática *Oriza sativa* L.

Todas las variedades se dividen en 3 subespecies:

- *Sativa Indica*
- *Sativa Japónica*
- *Sativa Javánica*

Las más cultivadas son las variedades que corresponden a los grupos de arroz índico y japonico. Los primeros son granos largos con endospermos traslúcidos y alto contenido de amilosa. Los segundos son variedades de grano corto, redondo y aperlado con endosperma vítreo, opalescente, duro y bajo contenido de amilosa.

Las variedades de grupo javánico, tienen granos con características intermedias de los dos anteriores.

Estructura

El grano de arroz es un fruto cariósides al igual que la avena, cebada y trigo. Es ovalado y mide de 8-10mm de longitud. En la base tiene 2 glumas estériles pequeñas y sobre ellas otras glumas fluorescentes conocidas como lema y palea, que constituyen la cascarilla del grano, que le da una superficie abrasiva y rígida que le protege de daños mecánicos y de ataques por insectos; constituyen el 22-25% del grano entero.

Debajo de la cascarilla se encuentra el pericarpio, la testa que es la cubierta de la semilla, la capa de aleurona y el endospermo.

El pericarpio

Formado por 6 capas divididas en 3 zonas: el exocarpio, el mesocarpio y el endocarpio. La capa de aleurona no es uniforme ni en el número de cápsulas ni en el espesor pero funciona como material de reserva.

El endospermo

Es la estructura más interna del grano, la disposición de sus células (igual en todas las variedades) es una forma enladrillada radical en torno al centro.

El germen

Se localiza en la concavidad de la región abdominal de grano pulido y blanco. Durante su beneficio, el grano pierde la cascarilla quedando como arroz moreno, el cual se pule y blanquea para su consumo. Su composición química se describe en el cuadro 3.

Cuadro 3. Composición del arroz y sus partes

Proporción	Proteína	Grasas	Carbohidratos
Arroz entero	7.8-12.42	1.8-3.4	80-87.7
Arroz pulido	6.3-10	0.3-1.18	86-91.2
Salvado	13.8-15.5	16.8-18.7	39.9-47.10
Germen	19.85-24.2	17.6-24.3	43.2-52.3
Pulidora	13.6-16.1	9.6-14.8	56.8-68.9

Proteínas

Las proteínas son el segundo constituyente más abundante del grano del arroz. Estos componentes están distribuidos uniformemente en el grano, se han caracterizados albúminas, globulinas, prolaminas y glutininas (se conoce como orizenina) esta última es la que se encuentra en mayor proporción en el grano entero y en el pulido, las albúminas y globulinas disminuyen en el arroz pulido y en general se encuentran en menor proporción. En general se localizan en el arroz pulido la mayor proporción de las proteínas (83% de total).

En el cuadro 4, se describe la distribución de las proteínas en las diferentes partes del arroz.

Cuadro 4. Distribución de proteínas

Proteínas	Arroz Pulido %	Salvado %	Germen %	Pulidora %
Albúmina	5	37	24	30
Globulina	9	36	14	14
Prolamina	3	5	8	5
Glutamina	83	22	54	51

Con relación al contenido de aminoácidos, el grano tiene mayor proporción de lisina y ácido glutámico, que el trigo y otros cereales.

Cabe señalar que el arroz es uno de los granos de más alto valor nutritivo, entre los cereales, por su alto valor de lisina y de los demás aminoácidos esenciales, que contiene además por el contenido de proteínas.

Lípidos

El 80% de los lípidos de arroz se localizan en el salvado y las pulidoras, subproductos del beneficio del arroz; el resto se localiza en el germen. Contienen ácidos grasos, esteroides tocoferoles, ácido fólico, alcoholes superiores y materia insaponificable. Entre los ácidos grasos que contiene se encuentra en ácido láurico, mirístico, palmítico, estérico, oleico y linoleico los que se encuentran en mayor proporción.

Carbohidratos

Derivado de análisis aproximado de los carbohidratos, el grano de arroz contiene en su mayor proporción almidón, pero también contiene hemicelulosas, celulosa y azúcares libres.

El almidón forma el endospermo y se localiza en el arroz pulido en un 90%. Estos compuestos de 7 a 33% de amilosa y el resto es amilopéptina. Esta relación de polisacáridos determina algunas de las propiedades de cocción del arroz, a mayor proporción de amilosa, mayor absorción de agua, mayor aumento de volumen y se reduce la temperatura de gelatinización.

Para el caso de las hemicelulosas, las cuales se localizan principalmente en el salvado y pulidoras, formadas principalmente por xilosas y arabinosas.

La celulosa se localiza también en el salvado y pulidoras y mucho menos en el arroz pulido. Se encuentra en una proporción de 0.9% en el grano entero.

Vitaminas y minerales

Debido a que el arroz entero durante su beneficio pierde todas las capas periféricas incluyendo la capa de aleuron y germen, el arroz pulido o blanco pierde todas sus vitaminas y minerales, quedando con muy poco ácido ascórbico y vitamina D, Riboflavina, ácido nicotínico, calcio, fósforo y manganeso principalmente.

Se puede lograr mantener estos componentes en el arroz pulido, si se aplican tratamientos previos al beneficio del grano, tal es el caso del sancochado del arroz, que es un tratamiento con agua caliente, vapor y secado para propiciar la disolución de vitaminas y minerales de la periferia y trasladándose al interior del endospermo. La desventaja es que con este tratamiento el arroz se torna de color amarillo opaco, se hace más duro y presenta olores poco comunes en los alimentos. Esta es una práctica antiquísima en la India donde se consume una gran proporción de arroz sancochado.

Frijol

El frijol forma parte de la familia de las leguminosas que son granos formados por dos cotiledones. Esta familia está constituida por unos 600 géneros de donde se derivan más 1,300 especies, pero sólo más de 20 de ellos son de interés comercial y

de importancia económica, y se consumen como alimento ya sea en forma madura o como grano seco.

En Centroamérica se consumen principalmente una gama muy variada de frijoles pertenecientes a la especie de *Phaseolus vulgaris*, otros en menor grado de *Phaseolus áureas*, *Phaseolus lunatus*, *Leus esculenta*, entre otros; dentro de las leguminosas que se producen y que participan en menor proporción en nuestra dieta alimenticia, son garbanzo, haba, lenteja, chícharo, cacahuate, frijol soya entre muchos. Se consumen frijol rojo, negro, bayo y blanco.

Estructura básica

La fruta es una vaina que consiste en varias semillas dentro de una cubierta exterior.

Pericarpio

Durante el crecimiento de la planta, las capas del pericarpio, exocarpio, mesocarpio y endocarpio son gruesas. Secándose en la maduración y pueden abrirse una vez que están secas.

Semilla

Esta formada por:

- Tegumento
- Embrión
- Dos cotiledones
- Células para el desarrollo de una nueva planta
- No hay endosperma como en los cereales

Composición química

La principal característica es el contenido de proteína siendo el frijol soya donde se presenta mayor proporción. En el cuadro 5 se describe la composición química de algunas variedades de frijol.

Como se observa, todas estas variaciones contienen una elevada proporción de proteína, sin embargo, son deficientes en algunos aminoácidos esenciales, sobre todo en aquellos que contienen azufre, pero son mejores que los cereales en lisina y triptófano por lo que la ingesta se ve favorecida mejorando la calidad nutritiva cuando se combina el consumo de las leguminosas con los cereales.

El valor biológico de las proteínas es bastante bajo más que por su valor nutritivo, por su baja digestibilidad. Esto ocurre por la existencia de factores tóxicos en las leguminosas tales como inhibidores de tripsina, quiotrípcina, amilasa pancreática etc. Por fortuna la mayoría de esos factores son termolábiles, lo que reduce su actividad y favorece su consumo después de su cocción.

Cuadro 5: Composición química del frijol

Tipo de Frijol	Proteína	Niacina	Grasa	Carbohidratos	Calcio	Hierro	Tiamina	Rivoflamina
Rojo								
Negro	21.8	2.5	55.4	183	4.7	0.63	0.17	1.8
Blanco	22.5	2.7	52	185	4.6	0.6	0.15	1.8
Soya	37.3	20	24	187	8.7	0.7	0.1	1.6

Carbohidratos

Los carbohidratos, en mayor proporción (65 a 70 % en promedio) es almidón también contienen celulosa y hemicelulosa en un 15 a 20 % en promedio, localizados en la capa periférica. Los azúcares, la mayor proporción está formada por rafinosa y estaquinoso y se conocen como factores de flatulencia, debido a que el organismo humano no las asimila y son metabolizadas por la flora intestinal produciendo grandes cantidades de gases, como CO₂, hidrógeno y metano en diferentes partes del tracto intestinal, además de otras sustancias volátiles malolientes como amoníaco y aminos. El remojo de los frijoles previo a su cocción reduce gradualmente estos problemas de flatulencia y aumentan la digestibilidad del grano.

Lípidos

El contenido de lípidos es muy bajo en las leguminosas y sólo en el caso del frijol soya y el cacahuate los niveles son elevados, siendo el primero usado a gran escala para la obtención de aceite a nivel industrial, más que para consumo como grano. Los glóbulos de grasa se encuentran insertos entre la red que forman las proteínas y los carbohidratos en cada cotiledón, encontrándose principalmente triglicéridos. Entre los ácidos grasos libres se ha identificado: ácido láurico, palmítico, esteroico, siendo el palmítico el que más se encuentra.

Vitaminas y minerales

En general las leguminosas son buenas fuentes de vitaminas del grupo B disponibles en ellas. En cuanto a los minerales son ricos en calcio, hierro y fósforo, su asimilación depende de la acción del ácido fítico, que por su acción inhibitoria reduce un alto porcentaje de su asimilación.

Semillas oleaginosas

Dentro del término de oleaginosas, se agrupan todas las semillas vegetales que ofrecen un contenido de aceite o grasa en grandes cantidades y que es posible su extracción, separación, purificación y consumo.

Estos granos pertenecen a diferentes familias, géneros y especies, y solo tienen como característica común el contenido elevado de grasa. Así encontramos algunas leguminosas (soya), Sesámeas (ajonjolí) Malváceas (algodón) etc.

Composición química

Las oleaginosas en su conjunto contienen altos contenidos de proteínas, por lo que las pastas degradadas residuales después de la extracción de aceite crudo, resultan muy apropiadas para la nutrición animal. Particularmente todos los aceites de origen vegetal son altamente nutritivos, pues contienen todos los ácidos esenciales (no saturados) que además evitan la formación y acumulación de colesterol.

Cuadro 6: Composición química de semillas oleaginosas (%)

Producto	Niácina	Proteínas	Grasas	Carbohidratos	Calcio	Hierro
Girasol	30.3	45.8	14.4	38	9.2	2.9
Ajonjolí	14.9	52.2	21.1	72.8	9.5	5
Cacahuete	26.7	40.1	20.3	72	3.5	16
Coco	6.1	67.4	14.3	8	19	0.2
Algodón (Semilla)	18	21	46			

Lípidos

La composición de las grasas de los diferentes frutos oleaginosos es muy diferente y eso mismo provoca que los aceites obtenidos de ellos sean diferentes entre sí y se puedan emplear para diferentes usos.

Por ejemplo el aceite de soya es rico en fosfátidos, lo que le confiere alta capacidad emulsificante, por lo que su uso permite la obtención de aderezos, mayonesas etc. Las grasas de algodón se caracterizan por estar formadas en una alta proporción por ácidos grasos saturados como ácido palmítico, oleico y linoleico. Contiene un pigmento llamado gissipol, lo que le da un color rojo anaranjado oscuro. A partir de esta grasa se obtiene el mejor aceite comestible aunque la mayor producción se destina para obtener margarinas.

La grasa del cacahuete contiene menos ácido linoleico (31%) Y más ácido oleico (46 %) por lo que no es usado para aderezos. En el caso del cardamomo es el que presenta mayor contenido de ácido linoleico que los demás. Pero es poco estable al calor, su aceite se usa para aderezos y mayonesas.

En general las pastas residuales derivadas de la extracción de aceite de las frutas oleaginosas se utilizan en gran proporción para la formulación y obtención de alimentos balanceados, esto es por que resulta un producto altamente nutritivo.

IMAGENES









