



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERÚ
FACULTAD DE CIENCIAS APLICADAS TARMA
INGENIERIA AGROINDUSTRIAL



TECNOLOGIA DE CEREALES

ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN QUIMICA

Facilitador: MSc. Miguel Angel Quispe Solano

CEREALES

I.- GENERALIDADES

- Constituyen un conjunto de plantas de gran importancia para la humanidad.
- Contribuyen con el aporte energético como con los nutrientes para el organismo.
- Son los cultivos masivos mas eficientes en la producción neta de alimentos por hectárea.



Es bien entendido que el contenido en diferentes principios de los cereales, varía no solamente de una especie a otra si no que también depende del clima y del suelo, así, el trigo se produce mejor en terrenos **arcillosos** y en países con **inviernos crudos** y veranos fuertes como Canadá y Estados Unidos.

La mayoría de los cereales, tienen la siguiente composición general:

Tabla 1. Composición general de los cereales

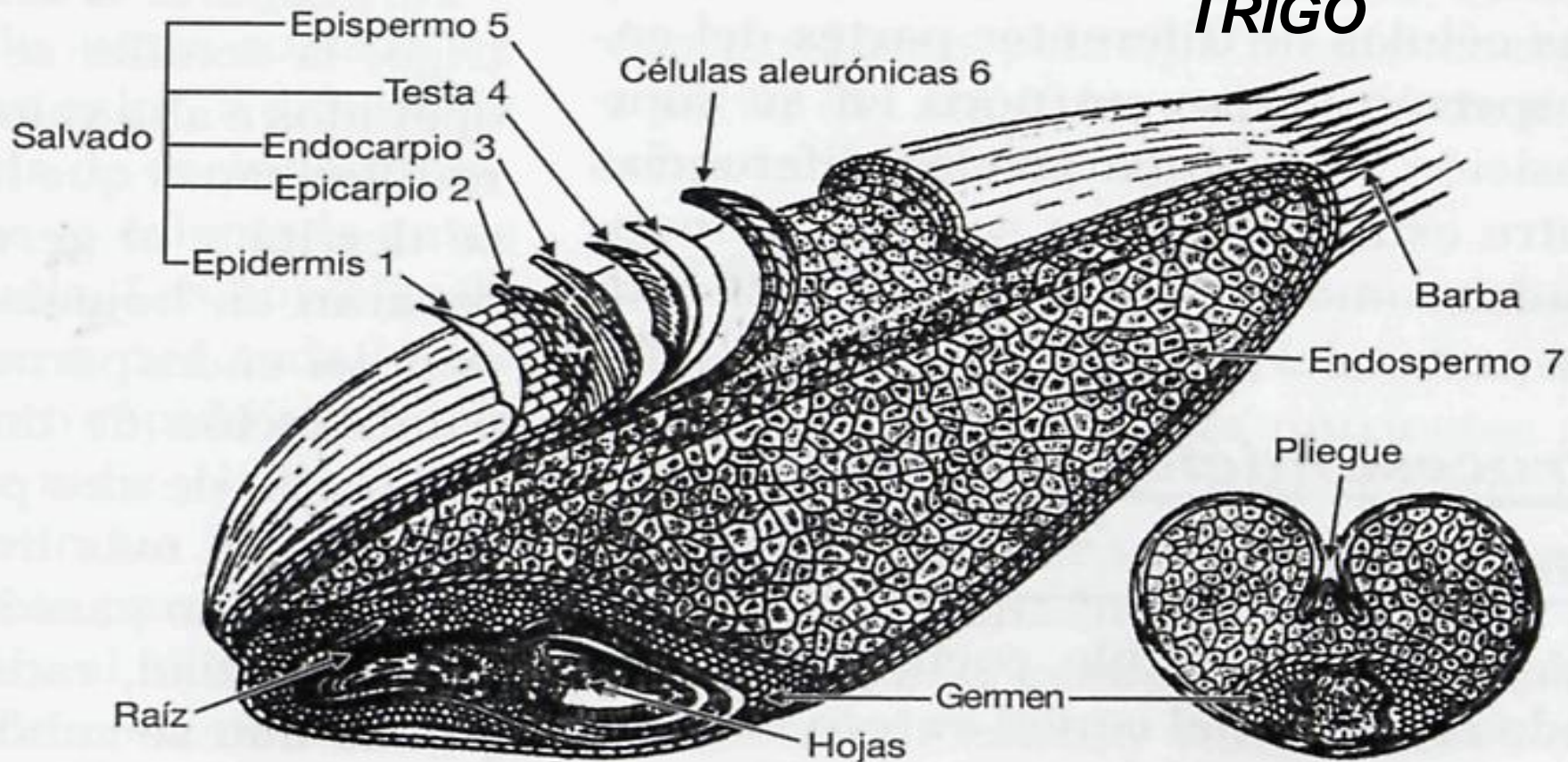
Compuesto	%
Humedad	10 – 14
Proteína	7 – 12
Carbohidratos	63 – 73
Fibra bruta	1 - 4
Grasa	1 - 5
Cenizas	1,5 - 2,5

II.- ESTRUCTURA Y COMPOSICION GENERAL DE LOS CEREALES

- Ω Los cereales son deficientes en lisina pero ricos en aminoácidos azufrados.
- Ω Se denominan granos andinos la quinua, Kiwicha, Kañihua.
- Ω Los granos de distintos vegetales tienen una estructura semejante.
 - Tienen protección externa.
 - Un germen protegido por una pared dura.
 - Un deposito de Almidón.
- Ω Debido a sus relaciones familiares, un método químico no distinguirá un cereal de otro ya que son muy parecidos en sus macro características químicas, para diferenciarlos será necesario un método microscópico o macroscópico.

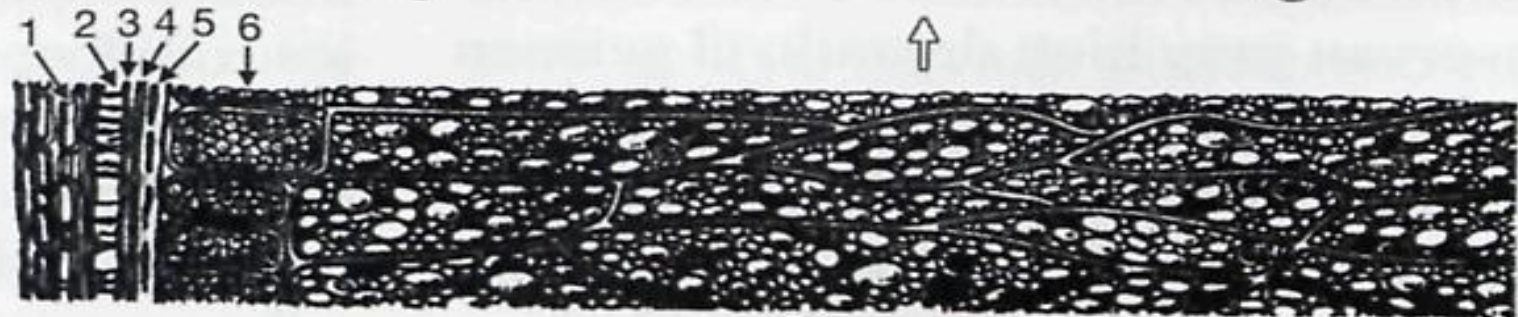
Ejemplo: Examinando los gránulos de almidón que son diferentes de una especie a otra o ciertas hileras de células.

TRIGO



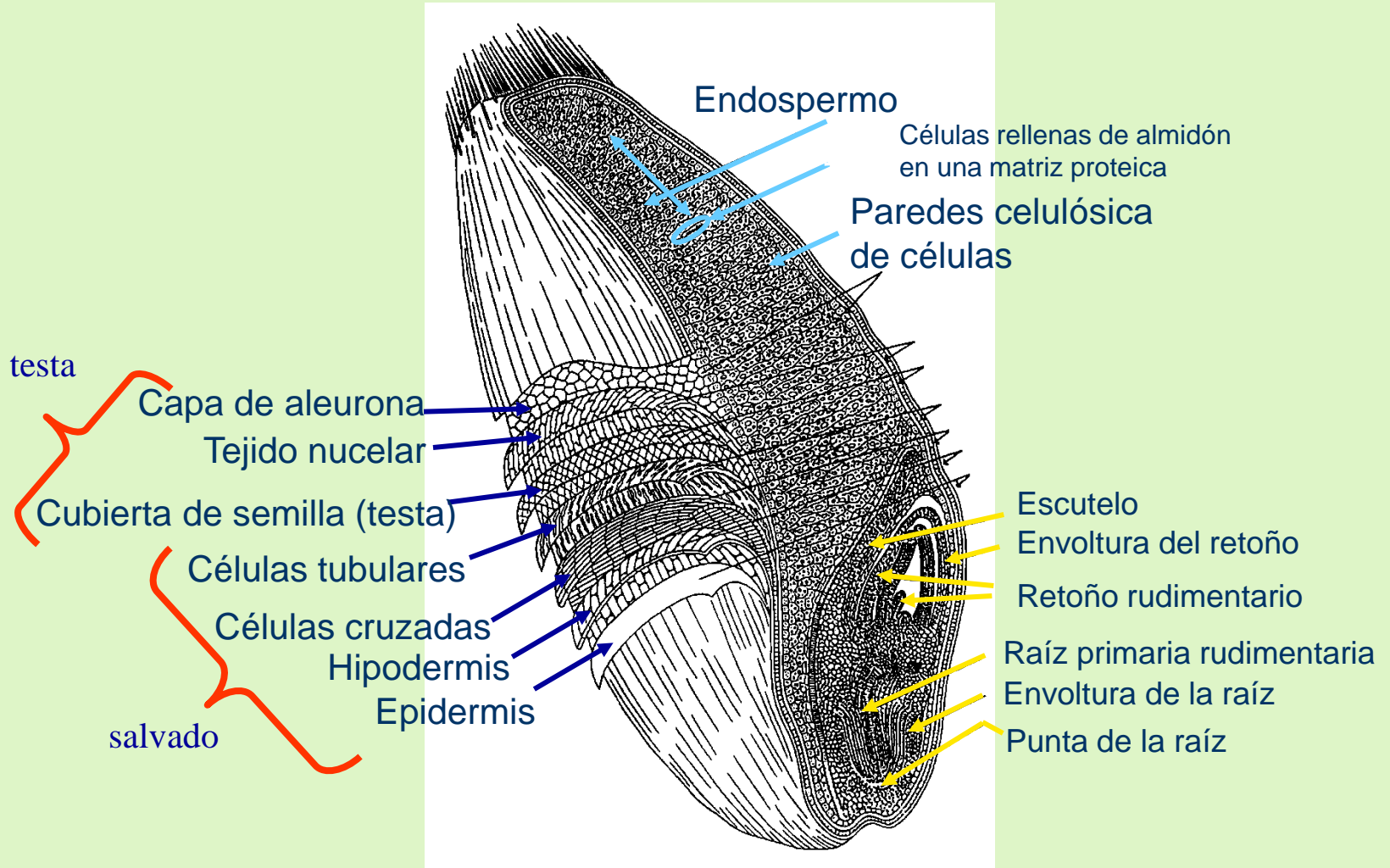
(a)

(b)



(c)

Partes estructurales del trigo



Parte del grano	Proteínas	Minerales	Lípidos	Celulosa	Hemicelulosa	Almidón
Pericarpio	7-8	3-5	1	25-30	35-43	0
Germen	35-40	5-6	15	1	25-30	20
Endospermo	8-13	3.35-0.60	15	0.3	0.5-3	70-85
Grano entero	10-14	1.6-2.1	1.5-2.5	2-3	5-8	60-70

Partes estructurales de cereales

TRIGO.

- Pericarpio (salvado—*bran*). ~5% (7-8%)
- Germen ~2.5–3.5% (2-4%).
- Endospermo ~91%

MAÍZ.

- Pericarpio (salvado) ~5-6% .
- Germen ~10 - 14%.
- Endospermo ~80 - 85%

ARROZ.

1. Cáscara 20%.
2. Cariopsis
 - Pericarpio (salvado) ~2% pericarpio+5% aleurona= 7%
 - Germen ~10 - 14%.
 - Endospermo ~80 - 85%

TRIGO

ENDOSPERMO

Endospermo Rico En Almidón

Capa De Aleurona

TESTA

PERICARPIO

Celulas transversales

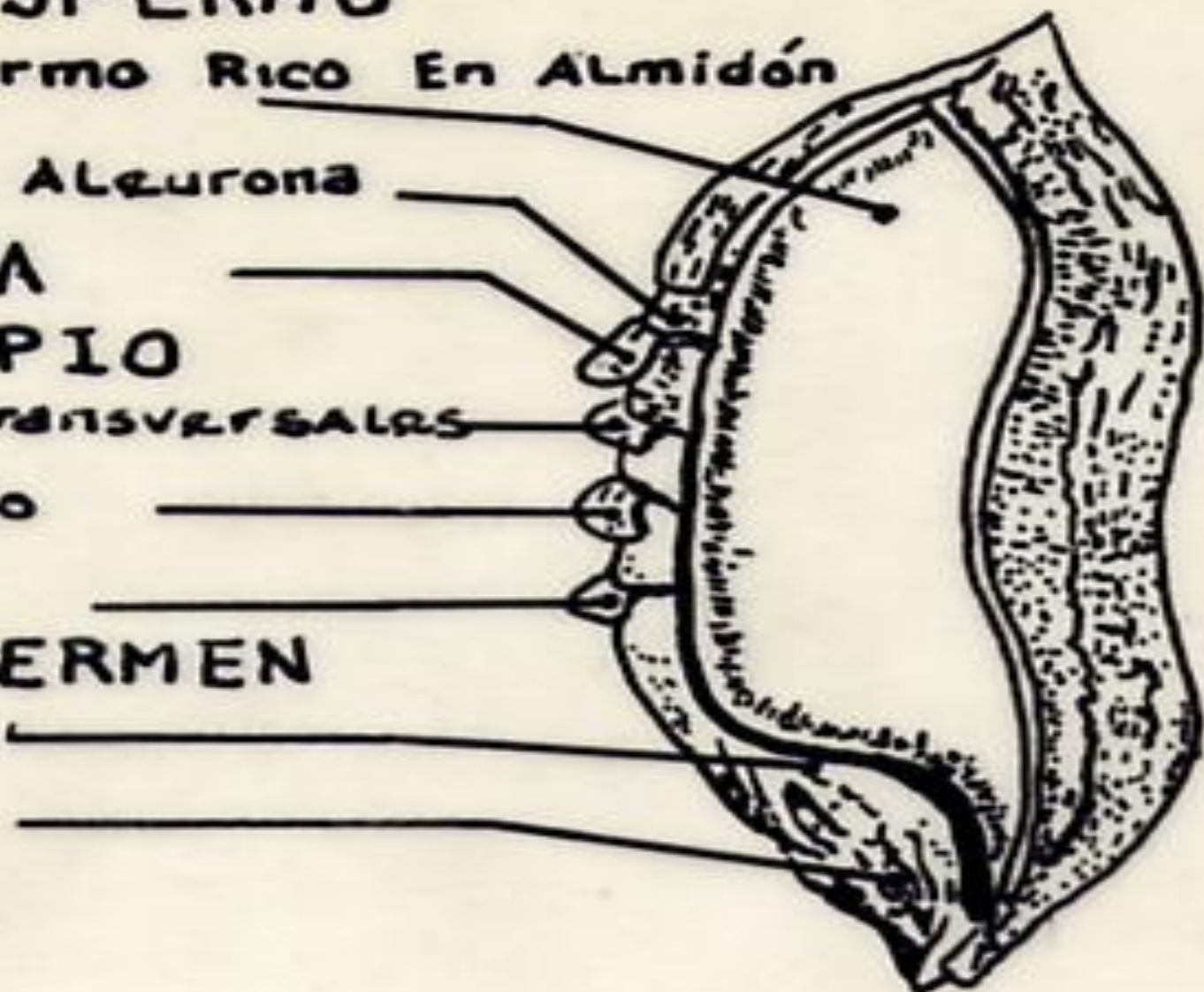
Mesocarpio

Epicarpio

GERMEN

Escutelo

Embrión



MAIZ

ENDOSPERMO

Endospermo Rico en Almidón

Endospermo Córneo

Capa De Aleurona

TESTA

PERICARPIO

Células Transversales

Mesocarpio

Epicarpio

GERMEN

Escutelo

Embrión



ARROZ

ENDOSPERMO

Endospermo Rico En Almidón

Lapa De Aleurona
TESTA

PERICARPIO

Células Transversales

Mesocarpio

Epicarpio

CASCARILLA
(Lemna y Palca)

GERMEN

Escutelo

Embrión



CEBADA

CASCARILLA
(Lemna y Palea)

ENDOSPERMO

Endospermo Rico En Almidón

Capa De Aleurona

TESTA

PERICARPIO

Celulas transversales

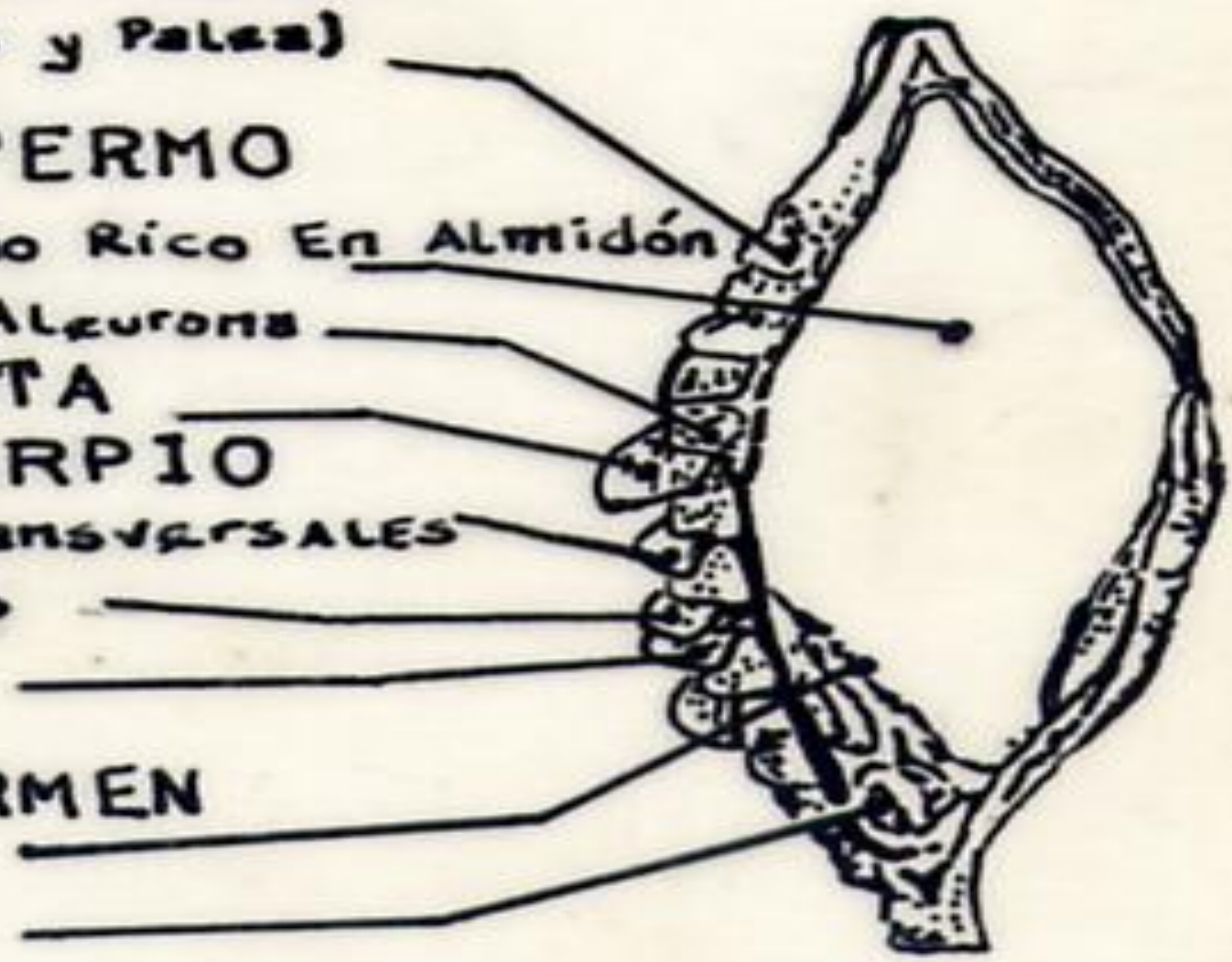
Mesocarpio

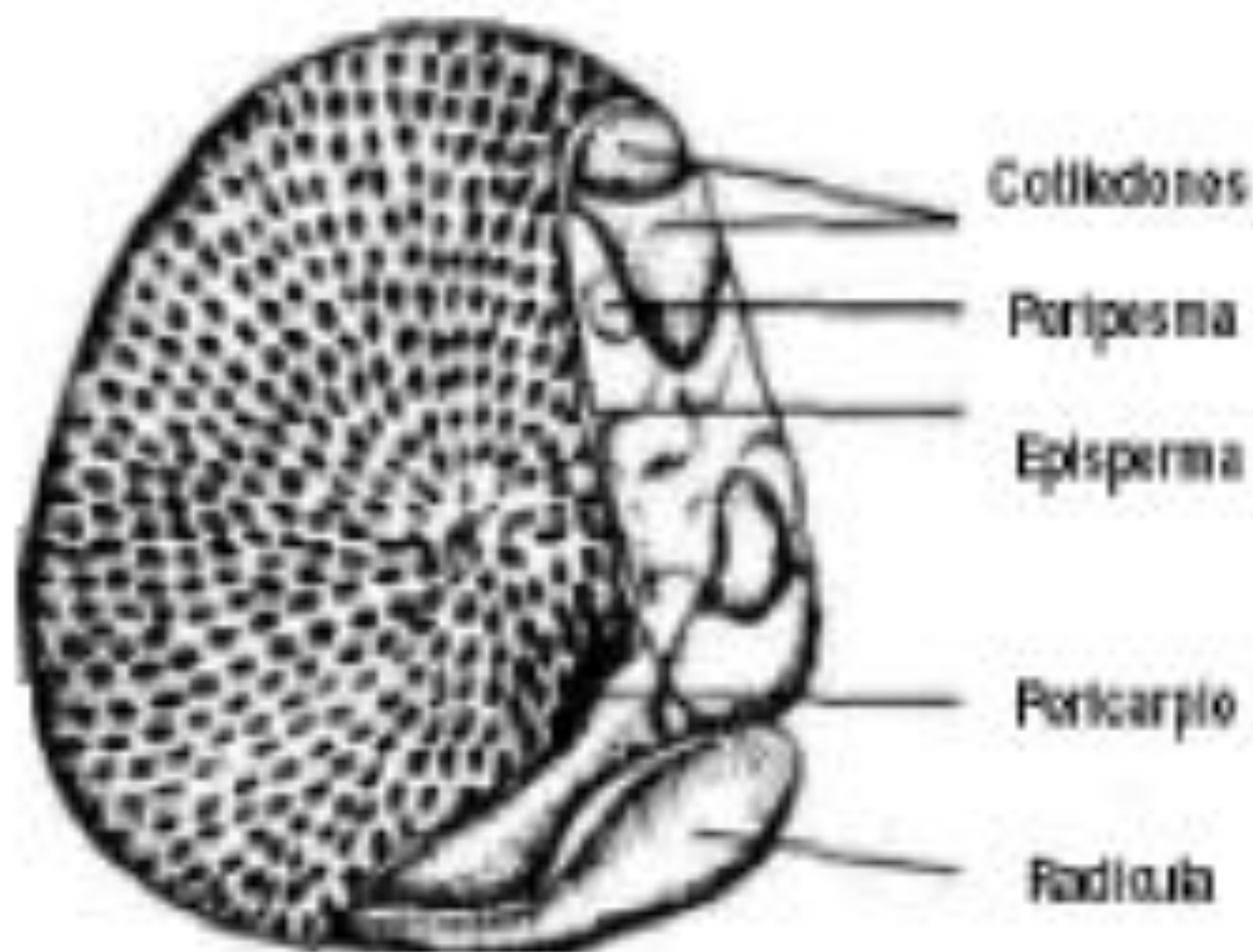
Epicarpio

GERMEN

Escutelo

Embrión





GRANO DE TRIGO - Estructuras



Estructuras botánicas
•Cáscara

- El trigo es un grano "desnudo": la cáscara cae fácilmente durante la cosecha
- Formada por la *lema* y la *palea*, que son hojas modificadas
- Contiene celulosa, pentosanas, lignina y fenólicos
- Tiene niveles tolerables de hongos y bacterias.
- Protege al germen y al acrospório
- Regula distribución de agua

Por ser fácilmente removible, no causa mayores problemas

Pericarpio



%Composición:

- Proteína 6
- Cenizas 2
- Celulosa 20
- Lípidos 0.5

- Estructuras botánicas
- Cáscara
- Pericarpio

- **Compuesto de varias capas**
- **Inicialmente contiene gránulos pequeños de almidón**
- **Cuando maduro, se vuelve una capa delgada de células muertas**
- **Limita O_2 para el germen**



Protege el grano y el germen

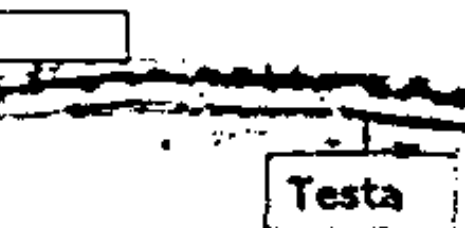
- **Parte del farelo con la aleurona y testa**

Alto contenido de fibras dietarias insolubles con atributos benéficos para la salud

Testa



- **Contiene**
 - carbohidratos no amiláceos
 - material parecido con cutina.



- **Semi-impermeable y resistente a ácidos.**

www.botany.hawaii.edu

- Estructuras botánicas
- Cáscara
- Pericarpio
- Testa

- **Permeable al oxígeno.**

- **Pigmentos fenólicos:**
en el caso de trigo colorido.

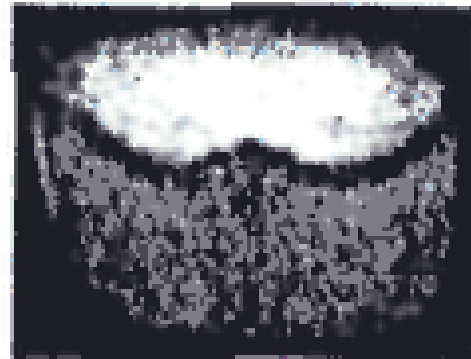


Camada de Aleurona



- Estructuras botánicas
- Cáscara
- Pericarpio
- Testa
- Aleurona

➤ Tejido vivo - Teste del tetrazolio



➤ Junto con el germen produce enzimas que degradan el endospermo.

➤ Durante la germinación las paredes celulares de la camada sencilla tienen que ser hidrolizadas para que las enzimas penetrem al endospermo.

Camada de Aleurona

- **Contiene lípidos, proteínas, vitaminas del complejo B minerales, celulosa, Pentosanas, sacarosa, polifenólicos complejos, fósforo total y ácido fítico**
- **Las paredes celulares contienen β -D-glucanas, arabinoxilanas, y fosfolípidos.**
- **Parte del farelo**

Afecta el contenido de ácido fítico de las harinas de trigo duro

Differences in the Aleurone Layer Fate Between Hard and Soft Common Wheats at Grain Milling. 2005. V. Greffeuille et al., *Cereal Chem.* 82(2):138-143.

- Estructuras botánicas
- Cáscara
- Pericarpio
- Testa
- Aleurona

Germen

➤ Tejido vivo = Prueba del tetrazolio

• *Responsable por la germinación (Vitalidad y Vigor)*

➤ **Contiene :** - proteínas 25%

- **azúcares** 18%

- lípidos 16%

- cenizas 5%

- vitaminas del complejo B,

- vitamina E: Tocoferoles y tocotrienoles

- minerales



• Estructuras botánicas

• Cáscara

• Pericarpio

• Testa

• Aleurona

• Germen

- glutatona - afecta la integridad del gluten y resulta en bajo volúmen del pan integral.

"Wheat to Flour", 1996; Wheat Foods Council

Endospermo

Contiene

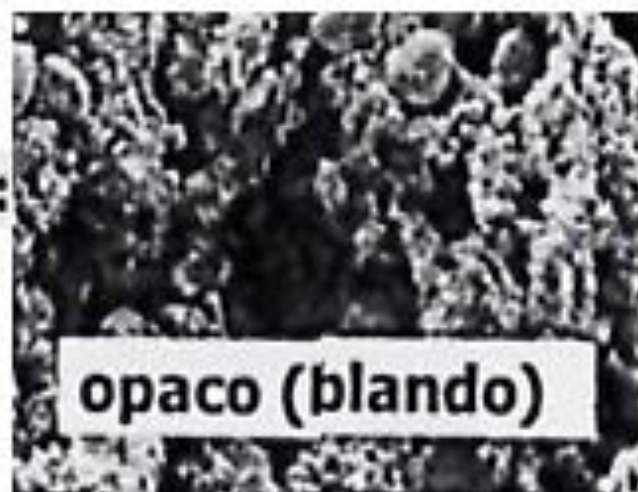
- **gránulos de almidón:**
 - grandes/ lenticulares (A) y
 - pequeños/ esféricos em
- **una matriz de proteína rodeada por**
- **paredes celulares:**
 - pentosanas
 - otras hemicelulosas
 - β -glucanas.



- Estructuras botánicas
- Cáscara
- Pericarpio
- Testa
- Aleurona
- Germen
- Endospermo

Endospermo - Proteína

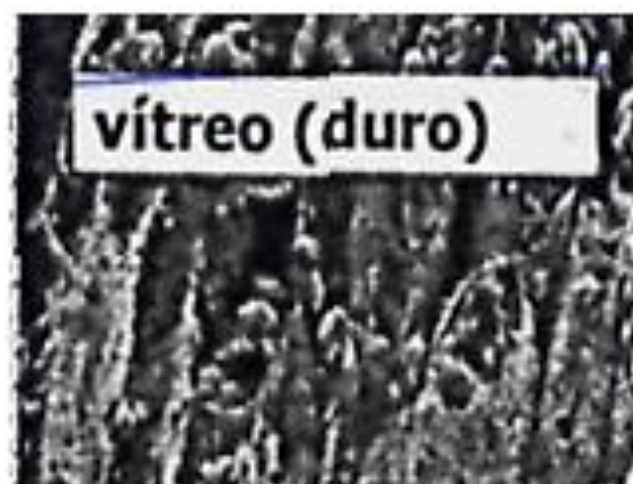
- La textura del endospermo puede ser:
 - opaco (con espacios aéreos) o
 - vítreo (compactado).
- En el trigo la dureza está asociada a mayor contenido de proteína.



- Dureza: controlada por genes *pinA* y *pinB* del locus *Ha* (*hardness*) de la cromosoma 5D del trigo. Una mutación de punto en *pinB* o ausencia de *pinA*, resultan en textura DURA

- Estructuras botánicas
- Cáscara
- Pericarpio
- Testa
- Aleurona
- Germen
- Endospermo
 - Proteína
 - puroindolina

PUROINDOLINAS



Endospermo - Proteínas - Puroindolinas

➤ Las Puroindolinas ya fueron aisladas y caracterizadas Gallechi, L. et al., 2003. *Isolation of wheat puroindoline*. Cereal Chem. 80 (1): 99-101.

➤ Las puroindolinas han sido descritas en relación a trigos oriundos de China

Lanqin Xia et al. 2005. *Puroindolines in Chinese Wheats*. Cereal Chem. 82(1):38-43.

➤ también tienen efecto en la calidad de la panificación. Estudios de reconstitución de harinas libres de puroindolinas demostraron que estas tienen un efecto positivo en la reología de la masa y en la calidad de la miga. *Effect of Puroindolines on the Breadmaking Properties of Wheat Flour*. 1998. Dubreil, L. et al., Cereal Chem. 75(2):222-229

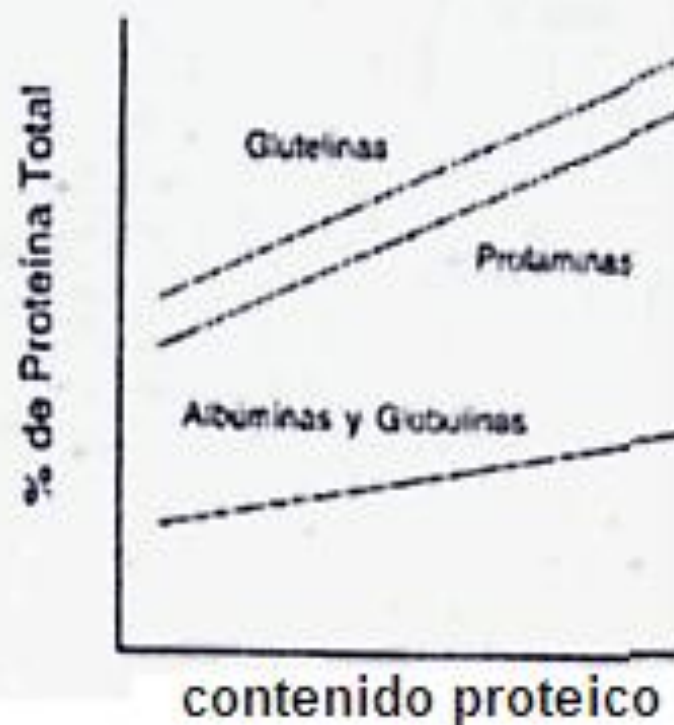
- Estructuras botánicas
- Cáscara
- Pericarpio
- Testa
- Aleurona
- Germen
- Endospermo
 - Proteína
 - puroindolinas

Endospermo - Proteínas

- Sintetizadas durante todo el período de fructificación.
El almidón mas tarde y acelera durante la maduración:
- Buenas condiciones al final: ↑ almidón
 - +N₂ desde el comienzo: ↑ rendimiento
 - +N₂ después de la floración: ↑ proteína
 - Sequía/congelamiento/enfermedad: ↑ proteína ↓ amido

➤ Variación en la concentración altera su composición

- Estructuras botánicas
- Cáscara
- Pericarpio
- Testa
- Aleurona
- Germen
- Endospermo
 - Proteína



Endospermo - Proteínas

➤ De las proteínas del trigo las prolaminas y glutelinas son responsables por la formación del gluten.

Específicamente

- Gliadinas y
- gluteninas



- Estructuras botánicas
- Cáscara
- Pericarpio
- Testa
- Aleurona
- Germen
- Endospermo
 - Proteína
 - Gluten

Endospermo - Proteínas

➤ Mayor relación de glutenina para gliadina:

Masa con ↑ tiempo de desarrollo, estabilidad, elasticidad

Physicochemical and Rheological Characterization of Wheat Flour

Dough. C. Puppo, A. Calvelo, and M. C. Añón. 2005. *Cereal Chem.*

82(2):173-181.

➤ La distribución del tamaño del polímero de glutenina determina la calidad de panificación de las harinas de cultivares HRS

• Estructuras

botánicas

• Cáscara

• Pericarpio

• Testa

• Aleurona

• Germen

• Endospermo

• Proteína

Gluten

Characterization of Glutenin Protein Fractions

from Sequential Extraction of Hard Red Spring

Wheats of Different Breadmaking Quality. 2004

J. Zhu (2) and K. Khan, *Chem.* 81(6):681-685

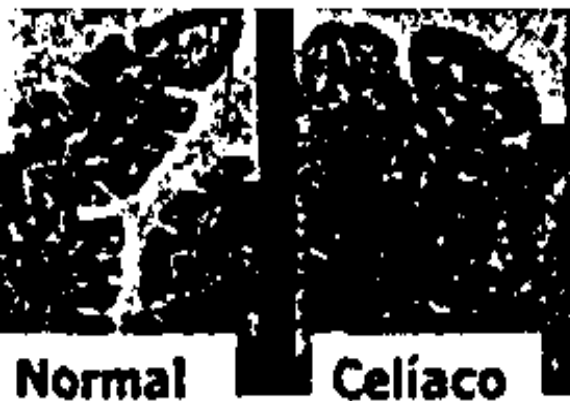
Endospermo - Proteínas

➤ El "gluten" puede tener efectos tóxicos para personas celíacas con disturbios intestinales y dermatológicos.

➤ Trigo, cebada y centeno tienen gluten y no son recomendados para celíacos.

➤ Se identificó la gliadina como responsable principal.

➤ Secuencia específica de amino ácidos



- Estructuras botánicas
- Cáscara
- Pericarpio
- Testa
- Aleurona
- Germen
- Endospermo
 - Proteína
 - Gluten

M.-L. L'hdeaho et al., 1995. Activation of Celiac Disease Immune System by Specific alpha- Gliadin Peptides. *Cereal Chem* 72:475-479.

Donald D. Kasarda and Renato D'Ovidio. 1999. *Deduced Amino Acid Sequence of an alpha-Gliadin Gene from Spelt Wheat (Spelta) Includes Sequences Active in Celiac Disease.* *Cereal Chem.* 76(4):548-551

Endospermo - Almidón

- El almidón del trigo es *simple*: 1 gránulo/amiloplasto.
- Esta dividido em 2 poblaciones:
 - gránulos A Lenticulares y grandes (20-35µm)
 - Gránulos B esféricos y pequeños (2-10µm)
- Relación de 25/75 amilose/amilopectina
- Temperatura de gelatinización: 58-64 °C



- Estructuras botánicas
- Cáscara
- Pericarpio
- Testa
- Aleurona
- Germen
- Endospermo
 - -Proteína
 - Almidón

➤ **Correlación lineal positiva de aceptación:**

Miga del pan vs. tamaño de los gránulos A.

➤ **Relación polinomial:**

Miga del pan vs. % gránulos B = 19.8–22.5%

Size Distribution and Properties of Wheat Starch Granules in Relation to Crumb Grain Score of Pup-Loaf Bread. 2004 S.H. Park, J. D. Wilson, O. K. Chung, and P. A. Seib. Cereal Chem. 81(6):699-704.

Trigo Integral - Fibras

Brasil y Mercosul (*Codex dietariarius*): Definición de Fibras Dietárias:

"Qualquier material comestible de origen vegetal que no sea hidrolizado por las enzimas endógenas del tracto intestinal humano, determinado según el método 985.29 da AOAC 15a. 1990 o edición mas actual".

- Estructuras botánicas
- Cáscara
- Pericarpio
- Testa
- Aleurona
- Germen
- Endospermo
 - Proteína
 - Almidón
 - Fibras

**El metodo equivalente es el
AACC 32-07 - Fibra dietaria soluble,
Insoluble y Total en Alimentos;**

Trigo Integral - Fibras

Las fibras dietárias se dividen em:

- **Fibras solubles como β -glucanas, pectinas y gomas**
- **Fibras insolubles como celulosa y lignina.**

Las fibras dietárias mas importantes del trigo son las insolubles que se encuentran en el salvado.

- Estructuras botánicas
- Cáscara
- Pericarpio
- Testa
- Aleurona
- Germen
- Endospermo
 - -Proteína
 - Almidón
 - Fibras

Fibras del trigo - Salvado

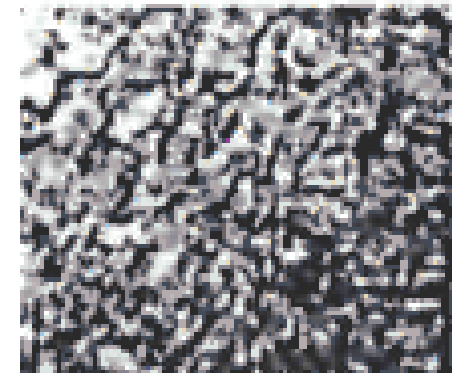
> Proteína	15%
> Lípidos	5%
> Cenizas	6%
> Celulosa	13
> Hemicelulosas	16%
> Azúcares	3%
> Almidón	4%
> Agua	14%
> Otros	24%

Carbohidratos
36%

- > Ácidos fenólicos
- > Vitaminas
- > Aminas aromáticas

De los ingredientes funcionales (nutracéuticos) del grano, 95% se encuentran en el salvado y el germen

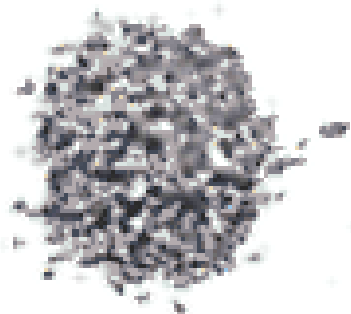
Nutricionalmente es una excelente fuente de fibras dietarias insolubles.



- Estructuras botánicas
- Cáscara
- Pericarpio
- Testa
- Aleurona
- Germen
- Endospermo
 - Proteína
 - Almidón
 - Fibras
- Salvado

Fibras del trigo - Salvado

➤ **La propiedad fisico-química mas importante de las fibras insolubles es la retención de agua**



➤ **Esta a su vez es responsable por las propiedades fisiológicas:**

- **Aumentan saciedad = COMBATE OBESIDAD**
- **Aumentan tiempo de ingestão (+9 min. Pan integral)**
- **Disminuyen el tiempo de tránsito en el intestino**
- **Aumentan el volumen de las heces**

Importância para a saúde- Disminuye:
Constipación, úlcera péptica, diverticulitis y diluyen sustancias carcinogénicas

- Estructuras botánicas
- Cáscara
- Pericarpio
- Testa
- Aleurona
- Germen
- Endospermo
 - Proteína
 - Almidón
 - Fibras
 - Salvado

Fibras y Granos Integrales

➤ **El aumento de obesidade a nivel mundial há promovido Dietas com bajo teor de carbohidratos**

➤ **La utilización de fibras diluye el teor total de carbohidratos indeseables y como fuente se han utilizado: aveia, cevada, trigo y centeno como granos integrales, concentrados de soya y trigo, Semillas de linaza y girasol.**

- Estructuras botánicas
- Cáscara
- Pericarpio
- Testa
- Aleurona
- Germen
- Endospermo
 - -Proteína
 - Almidón
 - Fibras
 - Salvado

Problema de la incorporación de fibras en los alimentos: Sabor, color

Cereales comunes: trigo y maíz

Trigo

- Tiene 9,3% de proteínas, 1,6% de grasa, 75% de carbohidratos y 2,6% de fibra.
- Sus proteínas son albúmina, globulina, gliadina y glutelina. las dos últimas forman el *gluten*. Ambas otorgan elasticidad y suavidad al pan. *Con gluten puro se hace fideos para diabéticos.*



Maíz

- Fresco, llamado *choclo* tiene 3,3% de proteína, 0,8% de grasa, 27,8% de carbohidratos y 1,5% de fibra.
- Seco, posee un 8% de proteínas y 70% de carbohidratos.
- Su principal proteína es la zeína, pobre en triptofano y lisina.
- El aminoácido triptofano en el hombre permite su paso a niacina.



Cereales comunes: arroz, avena, cebada

Arroz

- Necesita abundante sol y agua.
- Con cáscara gruesa rica en sílice.
- Tiene 6,5% de proteína, 0,7% de grasa, 78,7% de carbohidratos y 1,6% de fibra.
- Su proteína más importante es la orizenina pobre en lisina.
- Según FAO, su proteína alcanza el 97,5% de digestibilidad



Avena

- Contiene 8,2% de proteína, 5,9% de grasa, 68,5% de carbohidratos y 2,7% de fibra.
- Su germen es rico en proteína, grasa, vitaminas y minerales.
- Las hojuelas retienen parte del pericarpo y de la aleurona.

Cebada

- Posee 5,9% de proteína, 1,8% de grasa y 77,2% de carbohidratos, 1 a 2% de fibra.
- Se utiliza para la malta de la cerveza y como alimento en hojuelas similares a la avena. Ventaja: se cultiva en el Perú y en terrenos muy altos.

Granos Andinos

- **QUINUA y CAÑIHUA.** quenopodiáceas, con proteína de alto valor biológico, similar al de la leche en varios aminoácidos
- Crecen de 1500 y 2000 msnm en los Andes.
- La quinua posee saponinas de sabor amargo, debiéndose lavar mucho para consumirla.
- Contienen entre 9 y 12% de proteínas, 4 a 4,7% de grasa, 68% de carbohidratos y 4 a 6% de fibra.
- Se consumen como sopa, pan, chicha, guiso, galletas, tamales. Se industrializa en varias formas.
- **KIWICHA:** amarantus, crece a más de 2000 metros. Su planta es hermosa como adorno.
- Por estrusión revienta como palomitas de maíz. Ideal para niños y ancianos.
- Contiene 11% de proteínas de alto valor biológico.
- Su estudio fascinó al mundo y los astronautas la consumen.
- Se industrializa como alimentos para el desayuno, muy similar a los cereales.

CARBOHIDRATOS:

Tiene un aprox. Entre 65 y 90% del peso seco de los granos y son abundantes en el arroz, cebada, avena teniendo como componente principal al almidón, hemicelulosa, celulosa y los azucares libres

Constituyente	Arroz	Maíz	Sorgo	Trigo
Almidón	85	70	75	60
Hemicelulosa	2	3	25	5
Celulosa	1	2.5	25	2
Azucares libres	1	2.5	2	3

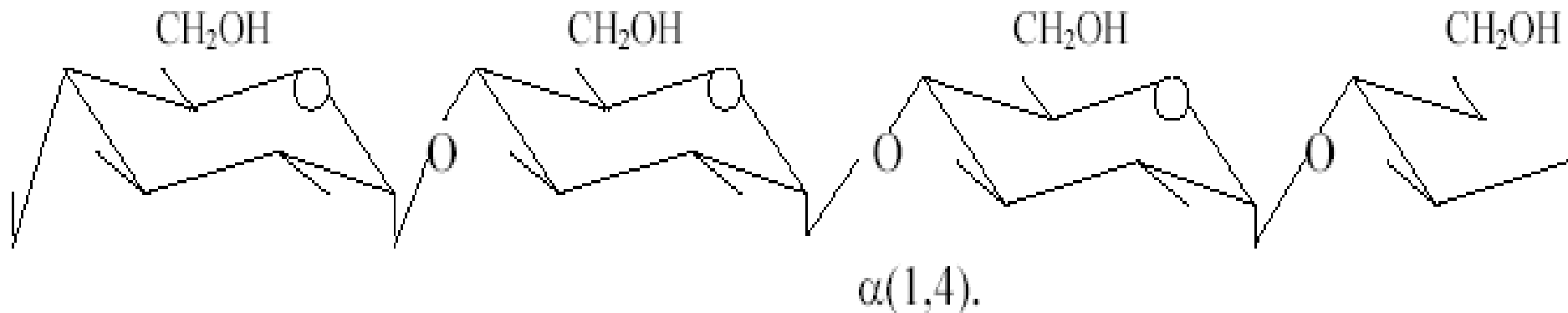
En % de total de CHOS de cada cereal

✓ Almidón.-

Como hidrato de carbono o carbohidratos de reserva, el almidón se encuentra en especial abundancia en determinados tejidos vegetales, como los tubérculos, leguminosas y granos de semillas como el trigo, maíz, cebada, centeno, etc.

Se presentan en forma de gránulos, que son de forma redondeada, ovoide, lenticular e irregular: La forma y tamaño son características de las especies. Los polímeros del almidón son de dos formas: *α amilosa* y *amilopectina*.

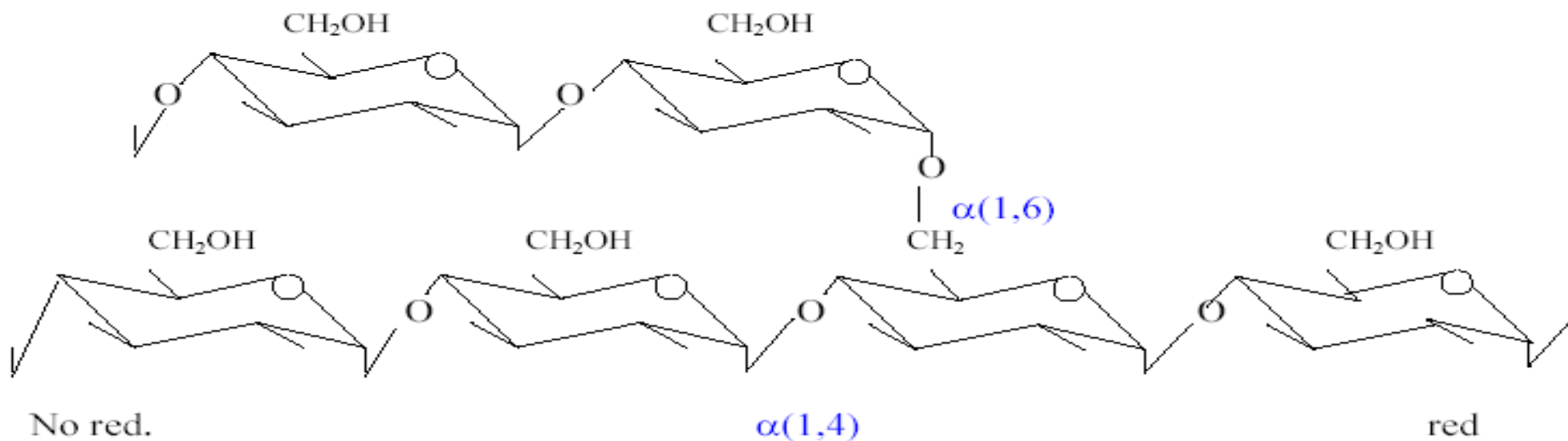
α amilosa. está constituida por cadenas largas no ramificadas, en las que las unidades de D-glucosa se hallan unidas mediante enlaces $\alpha(1,4)$. El peso molecular desde unos millares hasta 500 000. tiene arrollamiento helicoidal. La amilosa no es verdaderamente soluble en agua, pero forma micelas hidratadas que dan un *color azul con el yodo.*



Amilopectina.- está muy ramificada, la longitud media de las ramificaciones de 24 a 30 residuos de glucosa.

Los enlaces glucosídicos del esqueleto son enlaces $\alpha(1,4)$, pero los puntos de ramificación son $\alpha(1,6)$.

La amilopectina produce disoluciones coloidales o micelares que dan una **coloración rojo violáceo con el yodo**. Su peso molecular puede llegar hasta 100 millones.



Gránulos de almidón.-

Cuando la planta forma moléculas de almidón, estas se depositan en los amiloplastos de la célula en forma de gránulos. Estos gránulos tienen forma y tamaño característico, dependen del tipo de vegetal, los diámetros varían de 2 a 150 μ .

En el siguiente cuadro se tiene algunos ejemplos:

DIMENSIONES Y FORMA DE GRANULOS

Tipo de almidón	Diámetro (μ)	forma
Arroz	3-8	poligonal (pequeños)
Yuca	12-25	redondas
Maíz	12-25	Redondas o poligonales
Trigo	35	Lenticular o discoide
	10	Esféricas
Papa	150	Concha de ostra (grandes)



Poligonal



redondas



Lenticular



concha

Organización de las moléculas dentro del gránulo

El almidón se encuentra formando gránulos, constituidos por moléculas, radialmente dispuestas, de cadenas lineales y ramificadas. La ***amilopectina*** están radialmente dispuestas y la amilosa en cadena lineal,

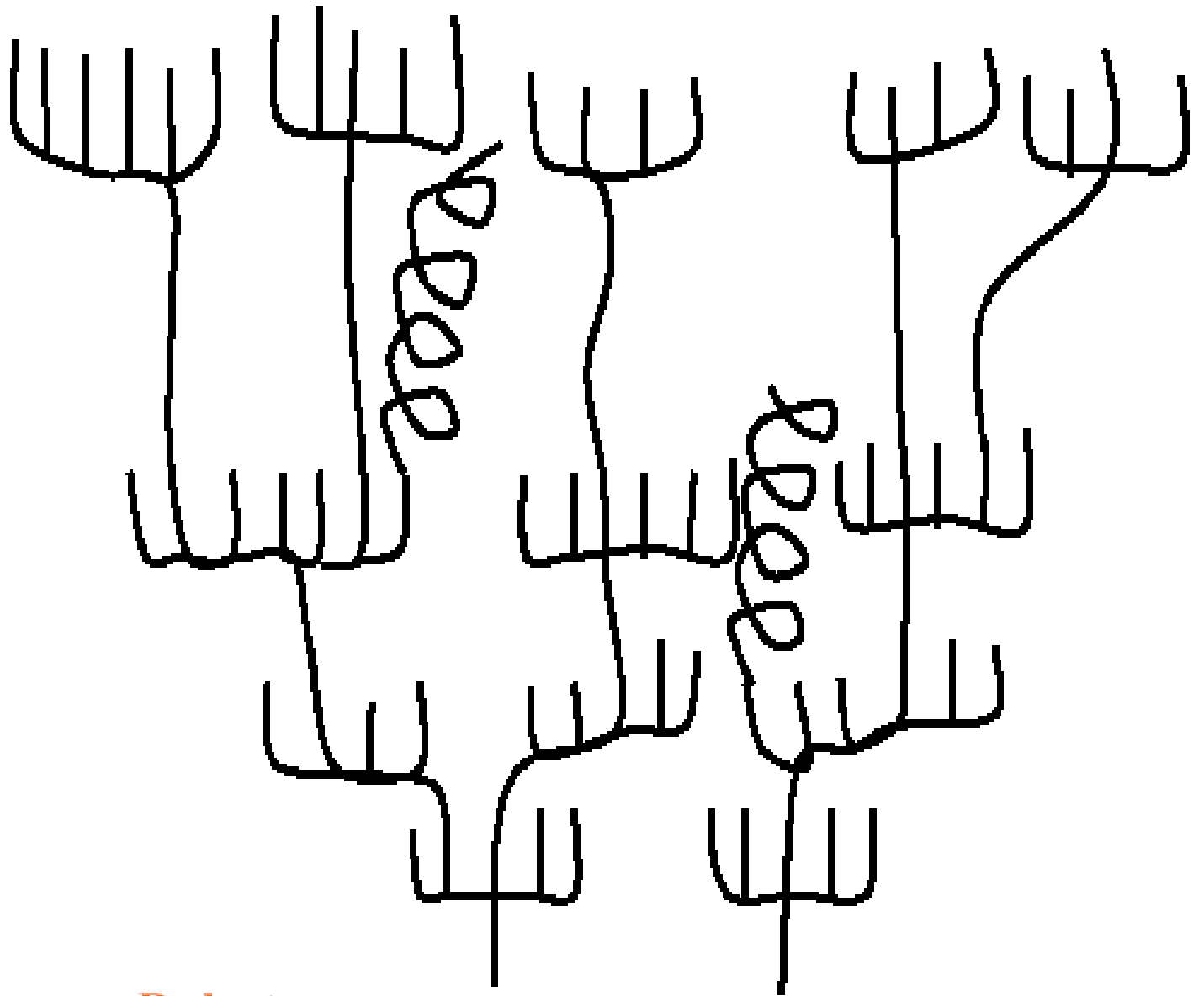
La amilopectina se asocia por medio de enlaces de hidrógeno con cadenas lineales de amilosa, para formar ***regiones micelares cristalinas***, por esta razón son insolubles en agua fría.

En maíz céreo 1 % de amilosa y 99 % de amilopectina.

Arroz céreo 1 % de amilosa y 99 % de amilopectina.

Amilo maíz 50 – 80 % amilosa y 50 – 20 % amilopectina.

no reductor



Reductor

Figura 4.- disposición de la amilopectina y amilosa al interior del gránulo.

- Birrefringencia
- Gelatinización
- Retrogradación

Cuadro 4.-Temperatura de inicio de gelatinización del almidón de algunos alimentos.

Alimentos	°C
Maíz	62
Maíz céreo	63
Cebada	51,1
Arroz	68
Papa	58
Papa tratada con vapor	65
Tocosh de maíz	80,5

PROTEINAS:

varia desde 7 a 13% del peso del grano entero.

Trigo: 9%, 12%, 15%

Cebada, maiz: 10%

Arroz: 7%

Avena: 12%

La distribución de las proteínas se encuentra en los diversos tejidos y en el interior del mismo. el 60-80% son prolaminas y gluteninas, además están como globulinas y albúminas y una gran parte son enzimas.

FRACCION PROTEICA DE LOS CEREALES

	TRIGO	CENTENO	CEBADA	AVENA	ARROZ	MAIZ
1. PROTEÍNAS HIDROSOLOLUBLE						
-ALBUMINAS	9	8	12	10	5	4
-GLOBULINAS	6	10	12	55	10	3
2. PROTEÍNAS DE RESERVA INSOLUBLES (GLUTEN)						
- PROLAMINAS				12	7	55
- GLUTENINAS	45	42	52	23	78	38
	40	40	24			

PROTEÍNAS DE RESERVA

1. PROLAMINAS:

Proteínas solubles en etanol (65-75°C) cuyo nombre varía según la especie:

- Gliadina del trigo
- Hordenina de la cebada.
- Secalina del centeno, etc.

2. GLUTENINAS

Proteínas solubles en disolución ácidas o alcalinas diluidas o en agentes disociantes (urea)

Cabe señalar, su contenido muy bajo en lisina y bajo en triptofano.

LIPIDOS:

Representan entre 1 al 13% del peso del grano.

Teniendo a los triglicéridos, fosfolípidos, mono y diglicéridos, ácidos grasos libres.

Una parte de los lípidos están enlazados al almidón, no se extraen con éter si previamente no se disocian.

Estos influyen en la calidad ya que después de triturados se oxidan causando sabores indeseables, la presencia de lipoxidasas y peroxidasas en el pericarpio y aleurona se oxidan mayormente.

Algunos cereales tienen **β carotenoides** que dan color amarillo a la harina, pero las enzimas la decoloran enranciendo las harinas.

VITAMINAS: constituyen una fuente de vitaminas del grupo B como son niacina, Ac. Pantoténico, piridoxina, tiamina, tocoferoles, inositol, cantidades bajas de Vitamina C, B12, A y D.

MINERALES: 1-3% del peso seco del grano lo que abunda son el P, K, Mg en menor proporción el silicio, sodio, calcio además en menor proporción el Fe, Mn, Se, Cu, Zinc.

Una gran parte del P se encuentra combinado con el inositol, cuyas sales de Ca y Mg **CONSTITUYEN LA FITINA** y esto es insoluble y no asimilable por el organismo.

TRIGO

El trigo : Es el cereal que tiene mas sistemas de clasificación. Estos se comercializan según su grado (grado de salud del grano), clase (con el uso potencial del mismo).

Este es uno de los cereales que mas se consumen a nivel mundial. Ya que por sus propiedades fisicoquímicas, nutricionales.

son usados como materia prima o sucedáneos en industria de los alimentos como panificación, pastelería, extrusión, etc.

Sistema de asignación del grado para el trigo en Estados Unidos ^a

Peso/Bushel		Granos dañados		Material	Granos		Otras clases	
Primaver rojo o blanco (lb/bu)	Otras clases (lb/bu)	Total (%)	Por calor (%)	extraño (%)	Chupados o quebrados (%)	Defectuosos (%)	total (%)	Contraste (%)
58.0	60.0	2.0	0.2	0.5	3.0	3.0	3.0	1.0
57.0	58.0	4.0	0.2	1.0	5.0	5.0	5.0	2.0
55.0	56.0	7.0	0.5	2.0	8.0	8.0	10.0	3.0
53.0	54.0	10.0	1.0	3.0	12.0	12.0	10.0	10.0
50.0	51.0	15.0	3.0	5.0	20.0	20.0	10.0	10.0

^a De 1 kg/hl se multiplica el valor por 1.247.

n grado muestra es el grano que no llena los requisitos de los grados U.S. No. 1, 2, 3, 4 o 5; o contiene 32 o más granos dañados por insectos por 100 g de trigo; o contiene 10 o más pedregos, pedras o cualquier número de piedras, las cuales no tienen un peso agregado en exceso al 0.2% del peso de la muestra; 2 o más pedazos de vidrio; 3 o más semillas de higuera (*Ficus sp.*); 2 o más semillas de higuera (*Ricinus communis*); 4 o más partículas de sustancias desconocidas o comúnmente reconocidas como dañinas o tóxicas; 2 o más heces de ratas, desechos fecales de pájaros o cantidades equivalentes de otros residuos animales por 1 000 g de trigo; o tiene un olor mohoso, agrio u olores extraños (excepto, olor a ajo o tizón); o muestra signos de daños por calentamiento o de otra forma que baja la calidad.

Clasificación de los trigos estadounidenses con base en sus propiedades y funcionalidad del gluten.

Clase	Subclase	Funcionalidad y usos
Duro rojo-invernal	—	Clase de trigo más sembrado en Estados Unidos. Tiene 10-14,5% de proteína, un gluten funcional para procesos de panificación y una apariencia roja.
Duro-blanco	—	Es la clase menos sembrada en Estados Unidos. Tiene propiedades muy similares al duro-rojo-invernal, excepto que tiene el pericarpio blanco, lo que lo hace más deseable en la industria molinera y de producción de productos de panificación integrales.
Duro rojo-primaveral	Rojo norteño/ norteño/ oscuro	Trigo de mejor calidad para panificación que su contraparte invernal dado a que posee un gluten más funcional y mayor contenido de proteína (11.0-17.5). Es el trigo duro que se exporta en mayor cantidad, especialmente al Japón y a la Comunidad Europea. Se diferencia del rojo-invernal debido a que tiene mayor dureza en el endospermo.
Suave rojo-invernal	—	Dentro de la categoría de trigos suaves es la más popular. Posee un endospermo harinoso con bajo contenido de proteína (6.5-10.0%) y un gluten débil adecuado para la fabricación de galletas, pasteles y productos leudados con agentes químicos.
Suave-blanco	Suave/blanco club	Trigos con las mismas propiedades funcionales al suave rojo-invernal. Dado a que poseen un pericarpio blanco son del occidente, preferidos para la elaboración de cereales de desayuno, productos integrales y harinas más blancas para pastelería.
Durum o cristalino	Duro/ámbar durum ámbar/durum	Trigos tetraploides con endospermo vítreo generalmente de color amarillo utilizados para la producción industrial de pastas largas y cortas (sopas). Contienen 10-17% de proteína.

Tipos de harinas:

Harinas duras: alto contenido de proteínas.

Harinas suaves: bajo contenido de proteínas.

Clases de harina para pan:

Harina integral: es aquella que contiene todas las partes del trigo.

Harina completa: solo se utiliza el endospermo.

Harina patente: es la mejor harina que se obtiene hacia el centro del endospermo.

Harina clara: es la harina que queda después de separar la patente.

PROTEÍNAS DEL TRIGO

De acuerdo con su solubilidad, cabe dividir las proteínas del grano de trigo en:

a) albúminas (solubles en agua)

b) globulinas (solubles en disoluciones de ClNa al 10% e insolubles en agua)

c) gliadinas (solubles en alcohol al 70-90%)

d) gluteninas (insolubles en agua o alcohol, pero soluble en ácido a álcali).

Los granos de trigo tienen un gran número de proteínas estructurales, proteínas de reserva y proteínas que tienen función biológica.

Granos Andinos

Son plantas de hoja ancha (no gramíneas), que son usadas de la misma manera que los cereales (los verdaderos cereales son pastos). Su semilla puede ser molida a harina, y así utilizada.

Los granos andinos son plantas oriundas de los Andes. Han sido cultivadas durante miles de años en el Perú, así como en otros países andinos. En tiempos antiguos constituían la base de la dieta de estas regiones.

Los granos de quinua más importantes son la Quinua (*Chenopodium quinoa*), la kañiwa (*Chenopodium pallidicaule*), y la kiwicha (*Amaranthus caudatus*).

La **quinua**: La semilla de quinua es un fruto maduro de forma lenticular, elipsoidal, cónica o esferoidal.

Presenta tres partes bien definidas que son: episperma, embrión y perisperma. El tamaño de la semilla puede ser entre 1,5 y 2,6 mm de diámetro dependiendo de la variedad, como también su color.

La **KAÑIWA** confundida con la quinua, es una planta menos conocida y menos difundida que la quinua.

El cultivo no está mayormente difundido fuera de la zona del altiplano peruano-boliviano y de las serranías de Cochabamba. En el Perú el departamento de mayor producción es Puno.

Tiene gran variabilidad genética bien representada en la colección de la estación experimental de Camacani de la Universidad Nacional del Altiplano (Puno). Consiste en 339 accesiones de Perú y 26 accesiones de Bolivia. (Lescano 1997).

Los requerimientos del cultivo son similares a los de la quinua, aunque es menos exigente en cuanto a la calidad de suelo . Soporta T° bajas de hasta -3°C .

La **Kiwicha** puede crecer bien en suelos alcalinos, ácidos, con alto contenido de sal y aluminio. También tienen gran capacidad para adaptarse a diferentes altitudes.

Se consumen tal cual y en forma de harinas y sus derivados. También se elabora con ellos, tras una fermentación previa, una bebida alcohólica típica de Bolivia denominada chicha.

Hervidos, ya sea enteros o partidos, son empleados como ingrediente de sopas, y mezclados con frutos secos y copos de avena. Los granos reventados también se preparan de un modo similar a las palomitas de maíz.

La harina de amaranto, generalmente mezclada con otros tipos de harina, se utiliza en la elaboración de diversos productos , con galletas o panes. La harina integral tiene grán interés por su alto contenido en lisina, vitaminas y minerales.

COMPOSICION PROXIMAL DE QUINUA Y KAÑIWA (en base 100 g)

	QUINUA		KAÑIWA	
	BH	BS	BH	BS
Humedad	9.4	-	9.6	-
Grasa	5.49	6.06	7.4	8.18
Proteínas	13.2	14.57	15.7	17.39
Ceniza	3.6	3.97	3.4	3.76
Fibra	4.8	5.29	6.4	7.07
Carbohidratos por diferencia	63.51	70.1	57.5	62.14
Saponinas	0.12	---		

ESPINOZA (2000)

TRABAJOS DE INVESTIGACION

1. Caracterización Física de Extruidos Preparados con Mezclas de Harinas de Maíz y Fríjol
2. Snack de Maíz Enriquecido con Fibra Dietética y Carotenoides de la harina de zanahoria por Extrusión.
3. Propiedades Reológicas de Sopas Instantáneas por Extrusión Cocción de Mezclas de Maíz – Fríjol
4. Propiedades de gelatinización de Almidón de Malaga Fosfatado por Extrusión
5. Desarrollo de Productos Carnicos Texturizados para personas de tercera edad.

TRABAJOS DE INVESTIGACION

6. Efecto de la extrusión sobre las características Funcionales y la Calidad Proteica de la Quinua
7. Extrusión de Almidones de Fuentes no Convencionales para la producción de Almidón Resistente.
8. Desarrollo de un Alimento Ablactante Con Alto contenido de Proteína por Cocimiento por Extrusión usando maíz, soya y mani.
9. Cocimiento por Extrusión de Harinas de Legumbres.