

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS



**EVALUACIÓN FÍSICO QUÍMICA DE DOS VARIEDADES DE ARROZ, BLANCO
(*Oryza sativa* L) Y MORADO (*Oryza sativa violácea*) PARA DETERMINAR
CUALIDADES NUTRICIONALES**

Por:

FÉLIX SANTANA ALDACO LUNA

Tesis:

Presentada como requisito parcial para obtener el título profesional de:

INGENIERO EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

Buenvista, Saltillo, Coahuila, México.

Febrero 2010

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

DEPARTAMENTO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

EVALUACIÓN FÍSICO QUÍMICA DE DOS VARIEDADES DE ARROZ, BLANCO
(*Oriza sativa* L) Y MORADO (*Oriza sativa violácea*) PARA DETERMINAR
CUALIDADES NUTRICIONALES

Por:

FÉLIX SANTANA ALDACO LUNA

Tesis:

Presentada como requisito parcial para obtener el título profesional de:

INGENIERO EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

APROBADA

Presidente del Jurado



Lic. Laura O. Fuentes Lara

Sinodal



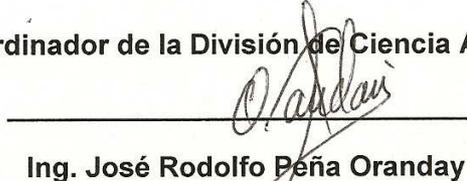
Dr. Adalberto Benavides Mendoza

Sinodal



Dr. Antonio F. Aguilera Carbó

Coordinador de la División de Ciencia Animal



Ing. José Rodolfo Peña Oranday

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Febrero 2010

Universidad Autónoma Agraria
"ANTONIO NARRO"



COORDINACIÓN DE
CIENCIA ANIMAL

DEDICATORIA

A Dios

Tú señor me das la fuerza, la esperanza, la sabiduría, el entendimiento, la paciencia, el amor y la razón, para seguir tus pasos con el corazón. Dándote gracias por todo mi señor.

Con mucho cariño, respeto y amor a mis Padres:

Prof. José Guadalupe Aldaco Quintana

Tú papá que con tu esfuerzo has podido apoyarme en las buenas y en las malas, gracias a ti hoy en día estoy realizando mis sueños.

Sra. Eleuteria Luna Valente

A ti mamá que siempre me has dado ánimos para seguir con mi carrera, dándome siempre tus bendiciones para darme fuerzas y dándome amor para lograr lo que ahora soy.

A mis hermanos

A ustedes: Bianca Coral, Karen Ariana, Nidia Lizbeth y Kevin Iván, que siempre me han dado su cariño y amor.

Con mucho cariño y amor a mi abuelita:

Nicolasa Valente Ramírez

Abuelita que con tu cariño, amor y tus bendiciones, siempre me has apoyado y dado una vida muy hermosa a tu lado, dándome consejos y animándome para seguir adelante, nunca en mi vida te olvidare abuelita tu vives en mi corazón.

AGRADECIMIENTOS

Con mucho respeto y orgullo a mi **ALMA TERRA MATER**, por darme la oportunidad de lograr lo que ahora soy, nunca te olvidare llevándote por siempre en mi corazón.

A la Lic. **Laura Olivia Fuentes Lara**, por hacerme el honor y prestar de su valioso tiempo, para la realización y apoyo de mi tesis, muchas gracias maestra.

También al **Dr. Antonio Francisco Aguilera Carbó**, por su gran aportación en la contribución y revisión de los resultados del presente trabajo.

Al **T.L.Q. Carlos Alberto Arévalo Sanmiguel**, por haberme apoyado en el laboratorio con el equipo y reactivos requeridos en la realización de esta investigación, muchas gracias.

Con mucho respeto **a todos mis maestros** que con ellos aprendí muchas cosas, no solo intelectuales, sino también morales.

A todas aquellas personas que de alguna manera colaboraron para la realización de la presente tesis, muchas gracias.

ÍNDICE GENERAL

| | Pág. |
|---|----------|
| DEDICATORIA..... | I |
| AGRADECIMIENTOS..... | II |
| ÍNDICE GENERAL..... | III |
| ÍNDICE DE FIGURAS..... | VI |
| ÍNDICE DE TABLAS..... | VI |
| RESUMEN..... | VIII |
| 1. INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| 1.1 Justificación..... | 2 |
| 1.2 Objetivos..... | 2 |
| 1.2.1 Objetivo general..... | 2 |
| 1.2.2 Objetivos específicos..... | 2 |
| 2. REVISIÓN DE LITERATURA..... | 3 |
| 2.1 Generalidades del arroz..... | 3 |
| 2.1.1 Definición..... | 3 |
| 2.2 Clasificación del arroz..... | 4 |
| 2.2.1 Tipos de arroz..... | 4 |
| 2.2.2 Tipos de granos..... | 5 |
| 2.2.3 Cuatro variedades de arroz..... | 5 |
| 2.3 Producción de arroz en México..... | 6 |
| 2.4 Arroz y la nutrición..... | 8 |
| 2.5 Contenido nutricional del arroz..... | 9 |

| | |
|---|-----------|
| 2.5.1 Carbohidratos..... | 10 |
| 2.5.2 Fibra..... | 10 |
| 2.5.3 Proteína..... | 11 |
| 2.5.4 Grasa..... | 11 |
| 2.5.5 Acido fólico..... | 11 |
| 2.5.6 Tiamina..... | 12 |
| 2.5.7 Niacina..... | 12 |
| 2.5.8 Hierro..... | 13 |
| 2.5.9 Riboflavina..... | 13 |
| 2.5.10 Vitamina E..... | 13 |
| 2.5.11 Calcio..... | 13 |
| 2.5.12 Fosforo..... | 14 |
| 2.5.13 Potasio..... | 14 |
| 2.5.14 Sodio..... | 14 |
| 2.6 Almidón..... | 16 |
| 2.6.1 La utilidad del Almidón..... | 16 |
| 2.7 Contenido de nutrientes en capas externas del arroz..... | 17 |
| 2.7.1 Contenido de nutrientes..... | 18 |
| 2.7.2 Procesamiento..... | 18 |
| 3. MATERIALES Y MÉTODOS..... | 19 |
| 3.1 Material vegetal..... | 19 |
| 3.2 Metodología..... | 19 |
| 3.3 Diferenciación de los gránulos de almidón..... | 19 |
| 3.4 Caracterización química..... | 19 |

| | |
|---|-----------|
| 3.4.1Materia seca total..... | 20 |
| 3.4.2 Determinación de humedad..... | 20 |
| 3.4.3 Porcentaje de cenizas (minerales)..... | 20 |
| 3.4.4 Determinación de proteínas por el método microkjeldhal..... | 20 |
| 3.4.5 Determinación de grasa por el método Soxleth..... | 20 |
| 3.3.6 Determinación de fibra cruda..... | 20 |
| 3.3.7 Determinación de carbohidratos totales..... | 21 |
| 3.3.8 Determinación de almidón..... | 21 |
| 3.3.9 Determinación de minerales..... | 21 |
| 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN..... | 22 |
| 4.1 Apariencia microscópica de los gránulos de almidón del | 22 |
| arroz..... | |
| 5. CONCLUSIONES..... | 30 |
| 6. BIBLIOGRAFÍA..... | 31 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| No. de figura | Pág. |
|--|------|
| Figura 1: Regiones productoras de arroz en México..... | 7 |
| Figura 2: Regiones productoras de arroz, trópico seco..... | 7 |
| Figura 3: Regiones productoras de arroz, trópico húmedo y subhúmedo..... | 8 |
| Figura 4: Fotografías microscópicas de los gránulos de almidón del arroz..... | 16 |
| Figura 5: Partes del arroz..... | 18 |
| Figura 6: Gránulos de almidón de arroz blanco..... | 22 |
| Figura 7: Gránulos de almidón de arroz morado..... | 23 |

ÍNDICE DE TABLAS

| No. de tabla | |
|---|----|
| Tabla 1: Composición nutritiva del arroz..... | 15 |
| Tabla 2: Materia seca total de las dos variedades de arroz..... | 24 |
| Tabla 3: Humedad de las dos variedades de arroz..... | 24 |
| Tabla 4: Cenizas (minerales) de las dos variedades de arroz..... | 25 |
| Tabla 5: Proteína de las dos variedades de arroz..... | 25 |
| Tabla 6: grasa de las dos variedades de arroz..... | 26 |
| Tabla 7: Fibra cruda de las dos variedades de arroz..... | 26 |
| Tabla 8: Carbohidratos totales de las dos variedades de arroz..... | 27 |
| Tabla 9: Almidón presente en las dos variedades de arroz..... | 27 |
| Tabla 10: Cantidad presente de Zn..... | 27 |
| Tabla 11: Cantidad presente de Cu..... | 28 |

| | |
|---|----|
| Tabla 12: Cantidad presente de Fe..... | 28 |
| Tabla 13: Cantidad presente de Mn..... | 29 |
| Tabla 14: Cantidad presente de Mg..... | 29 |

RESUMEN

Se conoce por arroz a los granos maduros procedentes de las variedades del cereal *Oryza sativa* L., de la familia de las gramíneas. Por lo menos un tercio de la humanidad come arroz como alimento principal, esto se debe a que es un alimento muy rico en nutrientes, que se puede cocinar de forma rápida, que acepta el maridaje con casi todos los alimentos, y que también sacia de forma rápida la sensación de hambre; otro motivo por el cual es tan consumido es que es una planta que se conrea en casi todas las partes de la geografía de la Tierra.

El objetivo del presente trabajo fue la evaluación de dos variedades de arroz; blanco (*Oryza sativa* L) y morado (*Oryza sativa violácea*) para determinar cualidades y evaluar atributos en cuanto a calidad nutricional.

Por lo anterior se presentan los siguientes resultados; demostró mayores cualidades nutricionales el arroz morado, ya que contiene más cantidad de nutrientes como: carbohidratos con 86.017 %, humedad con 12.80 %, grasa 2.65 %, proteína 8.14 %, fibra cruda 0.62 %, y minerales como: Zn con 59 mg Kg⁻¹, Cu 51.0 mg Kg⁻¹, Mn 20.3 mg Kg⁻¹ y Mg 20.30 %, es importante resaltar que el arroz blanco recibe un proceso de pulido estricto para su posterior venta, debido a este proceso el arroz blanco tiene menores cantidades de nutrientes, por el contrario el arroz morado recibe también un pulido, pero no tan escrupuloso ya que presenta cierta cantidad del salvado y germen, por lo cual presenta mayor cantidad de nutrientes.

PALABRAS CLAVE: Evaluación Fisicoquímica, Arroz morado, Arroz blanco.

1. INTRODUCCIÓN

El arroz (*Oryza sativa* L.) es una planta monocotiledónea perteneciente a la familia *Poaceae* de las gramíneas. La palabra "arroz" procede del indio "dravidic arruzz".

El arroz es uno de los cereales más consumidos en todo el mundo desde hace siglos. Fue tanta su importancia, que en los países orientales se utilizaba como moneda de trueque en las transacciones comerciales.

Fue cultivado por primera vez en los ríos del suroeste de Asia hace más de 3.000 años, y desde entonces la planta del arroz ha viajado por toda la India, donde ha sido utilizado como símbolo de fertilidad en las ceremonias religiosas, de ahí la tradición de tirárselo a los recién casados. Con Alejandro "El Grande" viajó al Mediterráneo, donde griegos y romanos lo utilizaron para aguas y leches medicinales similares a las que aún se utilizan en regiones del Mediterráneo español.

El arroz es el cereal que más se consume en el mundo después del trigo. A más de la mitad de la población mundial les proporciona más del 50% de las calorías de su alimentación. Ocupa un lugar tan importante en Asia que llega incluso a tener repercusiones sobre el idioma y las creencias locales. En chino clásico, el mismo término sirve a la vez a definir "arroz" y "agricultura". En varias lenguas oficiales y dialectos locales, la palabra "comer" significa "comer arroz". Finalmente en la semántica oriental, las palabras "arroz" y "comida" son a veces equivalentes.

Basta ojear cualquier recetario de cocina regional para constatar la importancia que el arroz tiene en la gastronomía Mexicana. Existen numerosas formas de prepararlo, siendo la más emblemática "Sopa de arroz mexicana", además también se han desarrollado multitud de fórmulas autóctonas que combinan este cereal con los productos locales, dada su capacidad para absorber el sabor de los ingredientes que lo acompañan. También algunas preparaciones extranjeras comienzan a ser habituales en nuestras mesas.

1.1 Justificación

El arroz morado es una variedad poco conocida muy regional, por lo que son pocos los estudios que se han realizado, existe poca información en la actualidad y sobre todo son escasos los documentos sobre su composición nutrimental; es por eso que este trabajo es de gran relevancia para dar a conocer la información nutrimental de esta variedad de arroz, además, promover el cultivo de este tipo de variedad arroz lo que daría un ingreso extra para las familias que lo cultiven; también es importante, debido a que los pigmentos pueden ser potentes antioxidantes, que beneficiaran a las personas que lo consuman, para la presente investigación se comparo con el arroz blanco de una marca comercial.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo general

- Determinar las diferencias del contenido nutricional entre dos variedades de arroz, una comercial y una de arroz morado de la población de San Miguel municipio de Ayutla de los Libres Región de la Costa Chica del Estado de Guerrero.

1.2.2 Objetivos específicos

- Determinar las características microscópicas de los gránulos de almidón de las dos variedades de arroz.
- Determinar y comparar las características físico-químicas de las dos variedades de arroz.
- Caracterizar y comparar los minerales presentes en las dos variedades de arroz.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Generalidades del arroz

El origen en estado silvestre parece centrarse en el sureste asiático. Como planta alimenticia se sabe que empezó a utilizarse probablemente en el año 3000 a. C. Posiblemente fueron los chinos quienes empezaron a cultivarlo, desde China fue introducido a Corea, Japón y Filipinas, la extensión al Asia occidental se produjo bajo el Imperio Persa. Los griegos en el año 320 a.C. conocen la existencia de este cereal bajo el nombre de *Oryza*, como consecuencia de la invasión de Alejandro Magno. Los árabes lo introdujeron en Egipto, en la costa oriental de África, y más tarde, ya en la Edad Media en la Península Ibérica. Siempre ha tenido un papel importante en la sociedad, tanto que incluso fue moneda de intercambio en varios países de Asia.

Como referencias gastronómicas ya en la época romana es citado en libros y escritos como en la obra “Diez libros de cocina de Apicio”. En escritos de la cocina francesa se menciona un arroz con leche de almendras y canela, en una comida que ofreció el rey Luis a San Tomas de Aquino. A medida que avanzamos en el tiempo aumentan el numero de elaboraciones culinarias que tienen el arroz como elemento base, y aun sigue aumentando el número de creaciones culinarias, lo que nos demuestra una vez más que este cereal es una pieza clave en las gastronomías del mundo, por eso, encontramos tantas variedades de este cereal, que es el segundo más cultivado después del trigo (Conran y col., 1998).

2.1.1 Definición

Se conoce por arroz a los granos maduros procedentes de las variedades del cereal *Oryza Sativa* L., de la familia de las gramíneas.

Por lo menos un tercio de la humanidad come arroz como alimento principal, esto se debe a que es un alimento muy rico en nutrientes, que se puede cocinar de forma rápida, que acepta el maridaje con casi todos los alimentos, y que también sacia de forma rápida la sensación de hambre; otro motivo por el cual es tan

consumido es debido a que la planta que se cultiva en casi todas las partes de la geografía de la Tierra (Juliano 1984).

2.2 Clasificación del arroz

Existen más de 2000 variedades de arroz cultivadas en el mundo. El banco de genes del IRRI (Instituto Internacional de Investigación sobre el Arroz) en las Filipinas conserva no obstante alrededor de 83 000 variedades.

2.2.1 Tipos de arroz

A continuación se mencionan los tipos de arroz que existen:

Arroz de grano largo y fino: es muy seco y el grano queda suelto luego de la cocción.

Arroz glutinoso: tiene un gran contenido de almidón; tras la cocción los granos quedan pegados unos a otros. El grano es corto y es ideal para las recetas italianas, como el risotto con arroces de las variedades Arborio y Carnaroli. Otras variedades de grano corto son utilizadas en algunos platos asiáticos, como el sushi y otros platillos.

Arroz silvestre: no es un verdadero arroz, sino una planta acuática que crece en Canadá y Estados Unidos. Es más fino que el de grano largo y tiene un color oscuro. Tras la cocción se mantiene entero, y su interés radica más en su efecto decorativo que en sus cualidades gastronómicas, ya que este arroz contiene muy pocos nutrientes.

Arroz vaporizado: tiene el mismo valor nutritivo que el integral y su mismo color dorado que se vuelve blanco al cocerlo. Por llevar un proceso especial antes de su comercialización, no se pasa ni se pega, aunque tarda más en cocer y absorbe menos los sabores de los ingredientes que lo acompañan, siendo mejor que los demás.(Web5)

Arroz integral: conserva el salvado de la cáscara, lo que lo hace rico en fibras y vitaminas.

Arroz Basmati: su grano es largo y muy fino. Tras la cocción permanece entero y suelto, conservando un sabor característico. Procede de la India y sus alrededores.

Arroz Tailandés: se destaca por su aroma a jazmín, es muy mencionado en Tailandia. (Web 5)

2.2.2 Tipos de granos

- Arroz de grano largo: El arroz de grano largo es 3 veces más largo que ancho (superior a 6 mm). Es ligero, no pega y se separa fácilmente, ejemplo: Basmati de India y Pakistán, arroz aromático de jazmín de Tailandia, Ferrini de Italia. Existen también los arroces glutinosos de grano largo en Laos y Tailandia.
- El arroz de grano medio es entre 2 y 3 veces más largo que ancho (5 - 6 mm), más corto y más inflado que el arroz de grano largo, ejemplo: Arborio, Carnaroli, Vialone, Nano.
- El arroz de grano corto o redondo es casi tan largo como ancho (4-5 mm de largo y 2.5 mm de espesor).

2.2.3 Cuatro variedades de arroz

Integral o arroz completo: es un arroz entero al cual se le ha quitado la cáscara externa fibrosa y no comestible llamado cascabillo, pero que conserva el germen (el embrión) y la cáscara que hacen que sea más nutritivo que el arroz blanco.

Blanco: es descascarillado y pulido. Ha perdido una gran parte de sus elementos nutritivos y contiene particularmente menos niacina, tiamina, magnesio, zinc, hierro y fibras.

Rojo: es un arroz con una capa de afrecho rojo.

Negro: se caracteriza por tener una delgada capa de afrecho negro bajo el cual hay un grano blanco. Puede ser balinés, chino o tailandés. (Web 5)

2.3 Producción de arroz en México

En México, el arroz ocupa el cuarto lugar entre los granos que se cultivan, después del maíz, trigo y frijol. Es el cereal que más se produce por su alta adaptabilidad a una amplia gama de condiciones climáticas y de cultivo y el de mayor consumo en el ámbito mundial en forma directa.

En nuestro país, la mayor producción de arroz se concentra en las entidades de Campeche y Veracruz, contribuyen con el 52% de la producción nacional. También sobresale Morelos, donde los productores minifundistas tienen rendimientos que alcanzan las 10 toneladas por hectáreas. Otros estados donde se cultiva este grano son Nayarit, Michoacán, Tabasco, Colima, Tamaulipas, Oaxaca, Jalisco, Sinaloa, Guerrero y México.



Figura 1. Regiones productoras de arroz en México. (Inifap, 2003)

En el trópico seco, los estados que producen este Cereal, Son:

- Sinaloa
- Nayarit *
- Jalisco
- Colima *
- Michoacán
- Guerrero
- Estado de México
- Morelos
- Puebla



Figura 2. Regiones productoras de arroz, trópico seco. (Inifap 2003)

* Estos estados presentan ciertas regiones con trópico húmedo y/o subhúmedo.

Y los estados que participan dentro del trópico húmedo y subhúmedo como productores de arroz, son:

- Campeche
- Quintana roo
- Tamaulipas
- Veracruz
- Oaxaca
- Tabasco
- Chiapas



Figura 3. Regiones productoras de arroz, trópico húmedo y subhúmedo. (Inifap 2003)

2.4 Arroz y la nutrición

Según la FAO El arroz es el alimento básico predominante para 17 países de Asia y el Pacífico, nueve países de América del Norte y del Sur y ocho países de África. Este cereal proporciona el 50 por ciento del suministro de energía alimentaria del mundo.

No sólo el arroz es una rica fuente de energía sino también constituye una buena fuente de tiamina, riboflavina y niacina. El perfil de aminoácidos del arroz indica que presenta altos contenidos de ácido glutámico y aspártico, en tanto que la lisina es el aminoácido limitante. El arroz, como alimento único, no puede proporcionar todos los nutrientes necesarios para una alimentación adecuada. (FAO 2004).

Los productos de origen animal y el pescado son alimentos adicionales útiles para el régimen alimenticio por cuanto proporcionan grandes cantidades de aminoácidos y micronutrientes esenciales. Las leguminosas, como el frijol, el maní y la lenteja, también constituyen complementos nutricionales para el régimen alimenticio basado en el arroz y ayudan a completar el perfil de aminoácidos.

Muchos platos tradicionales en todo el mundo combinan estos ingredientes para lograr un mejor balance nutricional. Las frutas y las verduras de hojas verdes también se adicionan para mejorar la diversidad alimenticia y proporcionar los micronutrientes esenciales. (FAO, año internacional del arroz 2004). Es el alimento principal de dos terceras partes de la población del planeta. El arroz es un cereal sano y nutritivo y tiene cualidades que lo vuelven ideal en cualquier tipo de dieta o requerimiento nutricional.

- Contiene sólo 103 calorías por media taza de arroz blanco y 108 calorías por media taza de arroz moreno
- No contiene colesterol
- No contiene grasa
- No contiene sodio

- Es un carbohidrato complejo
- No contiene gluten
- Es sencillo de digerir
- No es alergénico

(<http://www.alimentacion-sana.com.ar/informaciones/novedades/arroz.htm>. 9:23 20 Octubre de 2009).

2.5 Contenido nutricional del arroz

El componente mayoritario del arroz es el almidón y por ello supone una buena fuente de energía. Aporta unas 350 calorías por cada 100 gramos. Aporta un 7 por ciento de proteínas y es rico en vitaminas del grupo B, si se consume integral.

Es pobre en minerales, especialmente en hierro, calcio y zinc y por ello resulta conveniente tomarlo en combinación con legumbres, verduras, carnes o pescados. (FAO 2004)

2.5.1 Carbohidratos

Los carbohidratos simples y complejos son ambos importantes en la dieta. Son el combustible del cual nuestro cuerpo toma la mayor cantidad de energía. Al menos la mitad de las calorías consumidas durante el día deberían venir de carbohidratos, especialmente carbohidratos complejos tales como el arroz.

El azúcar, el almidón y la fibra son tipos de carbohidratos. Los carbohidratos simples son azúcares dentro de las cuales se encuentran la glucosa, fructosa, lactosa y sacarosa.

Los carbohidratos complejos que son compuestos por cadenas de moléculas de glucosa consisten en principio de almidones y fibra. El almidón es la forma de almacenamiento del carbohidrato en plantas; en los humanos es el glucógeno.

El arroz contiene un gran porcentaje de carbohidratos (variando entre 23.3 y 25.5 gramos por 100 gramos de arroz cocido). De hecho, el 90% de las calorías en el arroz provienen de los carbohidratos. Este carbohidrato complejo ofrece más vitaminas y fibra que cualquier carbohidrato simple. (Web 4)

2.5.2 Fibra

Los expertos recomiendan que consumamos por lo menos 25 gramos de fibra cada día para reducir el riesgo de enfermedades crónicas. Los alimentos ricos en fibra ayudan al funcionamiento del sistema digestivo y reducen el riesgo de desarrollo de desordenes intestinales. Media taza de arroz blanco proporciona 0.3 gramos de fibra. Media taza de arroz moreno proporciona 1.8 gramos de fibra.

2.5.3 Proteína

Las proteínas proporcionan aminoácidos para construir y mantener el tejido, para formar enzimas, algunas hormonas y anticuerpos. Las proteínas hacen parte de algunos procesos de regulación del cuerpo y son una buena fuente de energía.

En el arroz los aminoácidos están bien balanceadas pues se encuentran los ocho y en las cantidades necesarias. Es por esto que el arroz es único. A pesar de ser limitado el contenido de proteína en el arroz (entre 2.0 a 2.5 mg por media taza de arroz cocido) esta es considerada una de las proteínas de mejor calidad.

2.5.4 Grasa

El arroz contiene una mínima cantidad de grasa (entre 0.2 gramos en media taza de arroz blanco cocido y 0.9 gramos en media taza de arroz moreno cocido).

Además de proporcionar energía, la grasa contribuye con la absorción de vitaminas que son solubles en esta. Todos los ácidos grasos requeridos por el cuerpo pueden ser sintetizados de carbohidratos, grasa o proteínas a excepción

de uno - el ácido linoleico. El ácido linoleico representa el 30 % del total de los ácidos grasos que se encuentran en el arroz.

Debido a que el arroz es bajo en grasa, (menos de 1% de las calorías provienen de grasa) y no contiene colesterol es un excelente alimento para ser incluido en cualquier tipo de dieta. (Web 5)

2.5.5 Ácido Fólico

El ácido fólico es una vitamina B recomendada para las mujeres durante su etapa de vida reproductiva como una alternativa para reducir defectos neuronales. El ácido fólico ha demostrado contribuir con la maduración de las células rojas y en la síntesis de ADN y ARN.

El FDA recomienda el consumo de 400 miligramos de ácido fólico al día provenientes de una dieta variada. En las comidas que contienen ácido fólico se incluyen los granos secos, vegetales verdes, frutas y jugos de fruta. Media taza de arroz blanco fortificado contiene 8% del consumo diario requerido.

2.5.6 Tiamina

La tiamina (vitamina B-1) funciona como parte de una coenzima que contribuye con el rompimiento de la glucosa para generar energía.

El funcionamiento adecuado de la tiamina mantiene el cerebro y las células nerviosas sanas, el corazón en buen estado, el apetito normal y una adecuada agilidad mental.

Como la tiamina no puede ser almacenada por el cuerpo, es importante incluir en la dieta diaria alimentos que contengan este nutriente. Incluir granos enteros, pan enriquecido y cereal en la dieta es la mejor forma de conseguir tiamina. Media taza de arroz moreno cocido proporciona 6 % del consumo diario requerido. Y media taza de arroz blanco cocido proporciona 7 % del consumo diario requerido.

2.5.7 Niacina

La niacina también es requerida en el rompimiento de glucosa para la producción de energía. La niacina es esencial para la salud de la piel y el sistema nervioso. Media taza de arroz moreno cocido proporciona 8 % del consumo diario requerido. Y media taza de arroz blanco cocido proporciona 6 % del consumo diario requerido.

2.5.8 Hierro

La mayor cantidad del hierro en el cuerpo humano está presente en la hemoglobina, una proteína que consiste de un compuesto metálico y que está atada a una proteína llamada globina.

La hemoglobina transporta el oxígeno necesario a los tejidos para que se lleve a cabo el proceso de oxidación en las células.

El hierro es un elemento importante de muchas enzimas que son requeridas para el rompimiento de la glucosa y los ácidos grasos en energía. Media taza de arroz moreno cocido proporciona 8 % del consumo diario requerido. Y media taza de arroz blanco cocido proporciona 7 % del consumo diario requerido.

2.5.9 Riboflavina

El arroz contiene una pequeña cantidad de riboflavina (vitamina B-2), metabólicamente importante para la producción de energía y el mantenimiento de la piel y el tejido de los ojos. Media taza de arroz moreno cocido proporciona 1% del consumo diario requerido.

2.5.10 Vitamina E

La vitamina E es una vitamina soluble en ácidos grasos y que protege a la vitamina A y a ciertos ácidos grasos de oxidarse en las células del cuerpo y evita el rompimiento de los tejidos. Media taza de arroz moreno cocido proporciona una mínima cantidad del consumo diario requerido.

2.5.11 Calcio

Los niños requieren calcio para formar un esqueleto fuerte, pero su requerimiento no para allí. A través de la madurez, el calcio es requerido para mantener los huesos y evitar la osteoporosis; un decrecimiento en la densidad de hueso que puede llevar a fracturas e inhabilidades.

2.5.12 Fósforo

El fósforo es muy importante en la construcción de huesos y dientes y juega un papel importante en el metabolismo. Media taza de arroz moreno cocido proporciona 8% del consumo diario requerido. Y media taza de arroz blanco cocido proporciona 3% del consumo diario requerido.

2.5.13 Potasio

El potasio es esencial para la síntesis de proteínas, para el funcionamiento de las enzimas en las células y para el mantenimiento del balance de fluidos del cuerpo.

De acuerdo con la afirmación recientemente aprobada por la Administración de Comidas y Medicamentos (FDA), "las dietas que incluyen comidas que son buenas fuente de potasio y bajas en sodio pueden ayudar a reducir el riesgo de presión arterial alta e infarto". De acuerdo con el USDA, más de 80% de los americanos no consumen la dosis diaria requerida de potasio (3,500 mg). Media taza de arroz moreno cocido proporciona 1% del consumo diario requerido. Y

media taza de arroz blanco cocido proporciona un mínimo del consumo diario requerido.

2.5.14 Sodio

El sodio ayuda a mantener el balance de los fluidos del cuerpo y al funcionamiento de los nervios para una buena salud. La mayoría de los americanos consumen más sodio del requerido diariamente. Los cereales como el arroz contienen un bajo contenido de sodio por cada media taza. El contenido de sodio varía de acuerdo a los niveles de sal agregada durante el proceso de cocción. El arroz es la comida ideal para dietas bajas en sodio.

Tabla 1. Composición nutritiva del Arroz

| Los nutrientes de Arroz | Integral | | ARROZ REGULAR (enriquecido) | |
|---------------------------------|------------|------------------------------|-----------------------------|------------------------------|
| | Crudo 100g | La taza de 1/2 cocinada =98g | Crudo 100g | La taza de 1/2 cocinada =79g |
| El agua (%) | 10.4 | 71.3 | 11.6 | 54.1 |
| Energía | 370 | 108 | 365 | 103 |
| Proteína (g) | 7.9 | 2.5 | 7.1 | 2.1 |
| Grasa (g) | 2.9 | 0.9 | 0.7 | 0.2 |
| Carbohidratos: Total (g) | 77.2 | 22.4 | 80 | 22.3 |
| Fibra dietética (g) | 3.5 | 1.8 | 1.3 | 0.3 |
| Ceniza (g) | 1.53 | 0.45 | 0.64 | 0.32 |
| Calcio (mg) | 23 | 10 | 28 | 8 |
| Hierro (mg) | 1.5 | 0.4 | * *4.3* | * *1.0 |
| Fósforo (mg) | 333 | 81 | 115 | 34 |
| Sodio (mg) | 7 | * * * | 5 | * * * |
| Potasio (mg) | 223 | 42 | 115 | 28 |
| Tiamina (mg) | 0.4 | 0.09 | * *0.58 | * *0.13 |
| Riboflavina (mg) | 0.09 | 0.02 | 0.05 | 0.01 |
| Niacina (mg) | 5.1 | 1.5 | * *4.2* | * *1.2 |
| Folata (µg) | 20 | 3.9 | * *231 | * *45.8 |
| Vitamina E (mg) | 0.72 | 0.7 | 0.13 | 0.04 |

| Los nutrientes del arroz | PARBOLIZADO (enriquecido) | | PRE-COCINADO BLANCO (enriquecido) | |
|---------------------------------|---------------------------|---------------|-----------------------------------|---------------------------------|
| | Crudo 100 g | 1/2 taza =88g | Deshidratado 100g | 1/2 taza lista para servir =83g |
| Agua (%) | 10.2 | 63.4 | 8.1 | 63.1 |
| Energía | 371 | 100 | 379 | 81 |
| Proteína (g) | 6.8 | 2.0 | 7.7 | 1.7 |
| Grasa (g) | 0.6 | 0.2 | 0.3 | 0.1 |
| Carbohidratos: Total (g) | 81.7 | 21.6 | 83.6 | 17.5 |
| Fibra dietética (g) | 1.7 | 0.4 | 1.6 | 0.5 |
| Ceniza (g) | 0.77 | 0.19 | 0.33 | 0.06 |
| Calcio (mg) | 60 | 17 | 18 | 7 |
| Hierro (mg) | * *3.6 | * *1.0 | * *4.2 | * *0.52 |
| Fósforo (mg) | 136 | 37 | 68 | 12 |
| Sodio (mg) | 5 | * * * | 6 | * * * |
| Potasio (mg) | 120 | 32 | 18 | 3 |
| Tiamina (mg) | * *0.6 | * *0.22 | * *0.61 | * *0.06 |
| Riboflavina (mg) | 0.07 | 0.02 | 0.06 | 0.04 |
| Niacina (mg) | * *3.6 | * *1.2 | * *5.5 | * *0.73 |
| Folato (µg) | * *231 | * *43.8 | * *231 | * *33.8 |
| Vitamina E (mg) | 0.13 | 0.04 | 0.13 | 0.04 |

La información de estas tablas se tomó del Servicio de Investigación Agrícola del Departamento de Agricultura de EUA, de 1998. USDA - Base de Datos de Nutrientes de Referencia Normal - USDA, publicación 12.

* * Los valores de hierro, tiamina, niacina, y folato se basan en los niveles mínimos de enriquecimiento especificados por el gobierno de Estados Unidos.

* * * Varía con el contenido iónico de sodio del agua y la adición de sal en preparación del arroz cocinado.

2.6 Almidón

El almidón está realmente formado por una mezcla de dos sustancias, amilosa y amilopectina, que sólo difieren en su estructura: la forma en la que se unen las unidades de glucosa entre si para formar las cadenas. Pero esto es determinante para sus propiedades. Así, la amilosa es soluble en agua y más fácilmente hidrolizable que la amilopectina (es más fácil romper su cadena para liberar las moléculas de glucosa). (Gómez, 2003).

En realidad, la estructura del almidón es muy parecida a la de la celulosa. El almidón se puede identificar fácilmente gracias a que la amilosa en presencia de yodo forma un compuesto azul estable a bajas temperaturas.

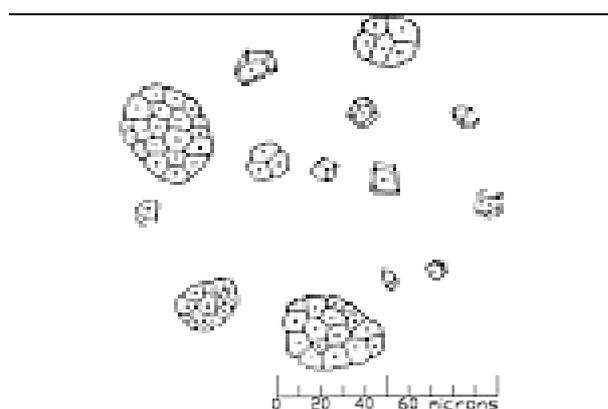


Figura 4. Fotografías microscópicas de los gránulos de almidón de arroz. Generalmente entre 20 y 60 micras en conglomerados (Instituto Internacional de almidón, Parque de las Ciencias de Aarhus, 1999).

2.6.1 La utilidad del almidón

El almidón es importante porque forma parte de nuestra dieta. En una dieta sana, la mayor parte de la energía la conseguimos a partir del almidón y las unidades de glucosa en que se hidroliza.

El almidón es muy utilizado en la industria alimentaria como aditivo para algunos alimentos. Uno más de los muchos utilizados. Tiene múltiples funciones entre las que cabe destacar: adhesivo, ligante, enturbiante, formador de películas, estabilizante de espumas, conservante para el pan, gelificante, aglutinante, etc. El problema surge porque muchas veces no se nos informa de su uso. Así, por ejemplo, se utiliza en la fabricación de embutidos y fiambres de baja calidad para dar consistencia al producto.

2.7 Contenido de nutrientes en capas externas del arroz

El endospermo blanco está rodeado por una capa de salvado cubierta por una cáscara de color marrón. El salvado del grano de arroz contiene proteínas y vitaminas del complejo B, E y K. El arroz blanco, que es el arroz del que el salvado nutritivo ha sido retirado, es un alimento inferior. El reconocimiento del valor nutricional del salvado de arroz ha llevado a un cierto aumento en el consumo de arroz, que es el grano de arroz, el salvado de la que no se ha eliminado.

El arroz pulido contiene principalmente hidratos de carbono, cantidades pequeñas de yodo, hierro, magnesio y fósforo, y cantidades casi insignificantes de proteínas y grasas. (FAO, 2004).

Es recomendable tomar en cuenta que el arroz aporta una cantidad inmensa de nutrientes, siempre y cuando este se consuma junto con el salvado que contiene, sin recibir un proceso de pulido exagerado.

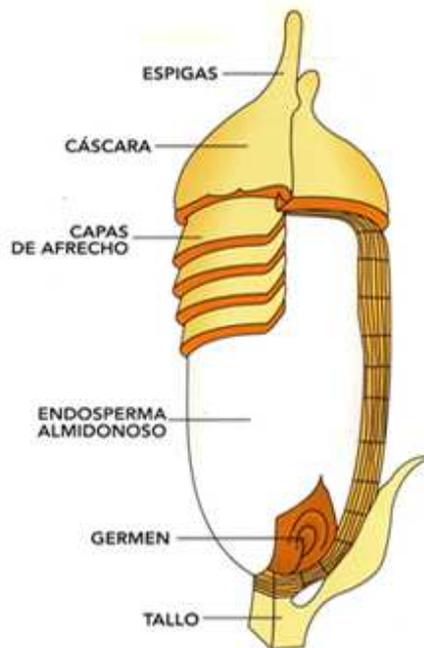


Figura 5. Partes del arroz. (Instituto Internacional de almidón, Parque de las Ciencias de Aarhus, 1999).

2.7.1 Contenido de nutrientes.

Las capas externas y el germen contienen conjuntamente casi un 80 por ciento de la mayoría de los nutrientes en el grano de arroz. El endospermo, aunque constituye el 90 por ciento del peso del grano, contiene menos del 10 %.

2.7.2 Procesamiento.

Después de la cosecha, las semillas o granos de arroz se someten a diferentes métodos de molienda. El método tradicional hogareño para moler el arroz en un mortero de madera y aventamiento en una batea poco profunda, generalmente genera una pérdida de aproximadamente la mitad de las capas externas y el germen. El procedimiento de molienda y subsiguiente pulido del arroz, que produce el arroz blanco altamente estimado para la venta en muchos lugares, retira casi la totalidad de las capas externas y el germen. (FAO, 2004).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

Los análisis se llevaron a cabo dentro de las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, en los laboratorios de: Nutrición y Alimentos y laboratorio de Citogenética.

3.1 Material vegetal

Las muestras de arroz morado se obtuvieron en la población de San Miguel municipio de Ayutla de los Libres Región de la Costa Chica del Estado de Guerrero los granos fueron cosechados en el mes de Junio del 2009. Y el arroz blanco fue obtenido de una marca comercial (Valle verde).

3.2 Metodología

Para la presente sección experimental se desarrollaron técnicas referidas por manuales internacionales, así como métodos reportados en la literatura, los cuales fueron reproducidos para el presente trabajo, a continuación se detallan.

3.3 Diferenciación de los gránulos de almidón

De los granos de arroz se hicieron unos pequeños cortes con un bisturí, se pusieron en portaobjetos, posteriormente se les agregó lugol y se observaron en el microscopio a 100 x.

3.4 Caracterización química

La composición bromatológica se determinó de acuerdo a los métodos oficiales descritos por la A.O.A.C. (1990).

Comprendiendo los siguientes análisis:

3.4.1 Materia seca total

La materia seca total se obtuvo mediante la evaporación total de humedad a una temperatura arriba de 100°C.

3.4.2 Determinación de humedad

Después de la determinación de materia seca total se realiza una operación en el resultado obtenido:

$$\%H= 100 - MST.$$

3.4.3 Porcentaje de Cenizas (minerales)

La muestra se somete a temperaturas mayores de 550°C en una mufla hasta eliminación de materia orgánica.

3.4.4 Determinación de proteínas por el método microkjeldhal

Está basado en la combustión húmeda de la muestra calentándola con ácido sulfúrico concentrado en presencia de catalizadores metálicos, para efectuar la reducción de la muestra a amoníaco, el cual es retenido en solución como sulfato de amonio. La solución de la digestión se hace alcalina y se destila o se arrastra con vapor para liberar el amoníaco que es atrapado en ácido bórico valorándose el ácido no neutralizado por medio de titulación.

3.4.5 Determinación de grasa por el método Soxleth

La muestra se extrajo con solvente (hexano,) posteriormente se determina el extracto seco por diferencia de peso.

3.4.6 Determinación de fibra cruda

Para determinar la cantidad de fibra cruda el material ya debe estar desengrasado, y se hace reaccionar al alimento con álcalis y ácidos fuertes en caliente, el residuo se seca y se calcina, la diferencia de pesos entre los residuos seco y calcinado corresponde a la fibra cruda.

3.4.7 Determinación de carbohidratos totales

Se determinaron a través de una diferencia, esta es la que existe entre el peso original de la muestra y la suma de pesos del agua, grasa, proteína, fibra cruda y cenizas. (A.O.A.C 1990)

3.4.8 Determinación de almidón

Se valoró con el método colorimétrico de Fernández-Reyes, 2000.

Para determinar el contenido de almidón en el arroz se hicieron 3 soluciones; solución madre, solución Stock y solución de yodo.

Después la muestra se preparó con agua destilada agitándola constantemente durante media hora, posteriormente se filtró y se leyó en el Espectrofotómetro marca Helios a 620 nm.

3.4.9 Determinación de minerales

De la muestra de ceniza se tomo una pequeña proporción para determinar minerales. Esto se determinó con el aparato de absorción atómica modelo Varían AA 1275.

Por medio de la absorción atómica, la muestra se oxida empleando ácidos y agentes oxidantes como el ácido perclórico y nítrico, en una proporción (1:3).

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Apariencia microscópica de los gránulos de almidón del arroz

Las microfotografías de los gránulos de almidón en muestra de arroz blanco y morado se muestran en las figuras 6 y 7. Las cuales presentan una forma irregular esférica oval.

El tamaño de los gránulos fue de $20.11 - 57.62 \mu\text{m}^2$, con valores promedio de diámetro de $5.92 \mu\text{m}$. Coincidiendo con la literatura citada (Instituto Internacional de almidón, Parque de las Ciencias de Aarhus, 1999).

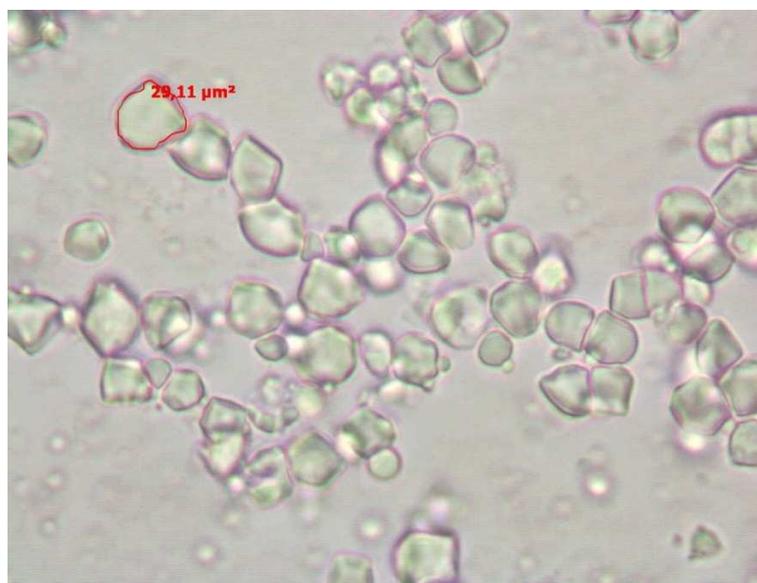


Figura 6. Gránulos de almidón de arroz blanco.



Figura 7. Gránulos de almidón de arroz morado.

Para el caso del arroz morado se hizo el mismo procedimiento para obtener las partículas requeridas. Se observa que los gránulos también son de forma irregular, no se distinguen diferencias entre uno y otro, aunque podría diferenciarse en el tamaño, ya que las partículas del arroz morado son más grandes que las del arroz blanco.

Los datos obtenidos fueron evaluados mediante medias, así como un análisis de varianza, se efectuó una comparación de prueba de t no apareada, para establecer las diferencias entre las características evaluadas, utilizando el paquete Analyse it for Microsoft Excel versión 2.21.

Tabla 2. Materia seca total de las dos variedades de arroz

| Materia seca total % | |
|-----------------------------|-------------------------------|
| Procedencia | Media |
| AB | 88.27 ± 0.0393 a [▼] |
| AM | 87.20 ± 0.1825 b |

▼ promedios seguidos de la misma literal no son diferentes según una prueba de t no apareada.

Los resultados obtenidos de la materia seca total muestran que las dos variedades de arroz son diferentes estadísticamente, considerando la media de AB con 88.27 % siendo significativo con el AM con un 87.20 %.

Tabla 3. Humedad de las dos variedades de arroz

| Humedad % | |
|--------------------|-------------------------------|
| Procedencia | Media |
| AM | 12.80 ± 0.1825 a [▼] |
| AB | 11.70 ± 0.0233 b |

▼ promedios seguidos de la misma literal no son diferentes según una prueba de t no apareada.

Los resultados establecidos en la tabla 4 muestran una diferencia significativa que existe entre AM con un 12.80 % y el AB con 11.70 %, lo que nos indica que el AM contiene mayor porcentaje de humedad. Tomemos en cuenta que el AB recibe un proceso de limpieza y pulido más estricto para su posterior venta, por ello se pierde más humedad y el AM tiene un proceso de pulido pero no lo suficiente, por eso es que este arroz contiene mayor porcentaje de humedad.

Tabla 4. Cenizas (minerales) de las dos variedades de arroz

| Cenizas % | |
|--------------------|------------------------------|
| Procedencia | Media |
| AM | 1.33 ± 0.0115 a [▼] |
| AB | 0.71 ± 0.0088 b |

▼ promedios seguidos de la misma literal no son diferentes según una prueba de t no apareada.

Los resultados obtenidos en la tabla 6 que comprende al porcentaje de cenizas, muestran que las dos variedades son diferentes, considerando la media de AM con 1.33 % siendo significativo con el AB el cual presenta 0.71 %, por lo tanto podemos decir que el AM contiene mayor cantidad de minerales que el AB. Los cuales coinciden con la tabla de composición nutritiva (USDA publicación 12).

Tabla 5. Proteína de las dos variedades de arroz

| Proteína % | |
|--------------------|------------------------------|
| Procedencia | Media |
| AM | 8.14 ± 0.0318 a [▼] |
| AB | 5.65 ± 0.0000 b |

▼ promedios seguidos de la misma literal no son diferentes según una prueba de t no apareada.

Vemos que existe diferencia entre ambas variedades AM con 8.14 % teniendo mayor cantidad de proteína que el AB con 5.65 %. Dichos valores coinciden con la tabla de composición nutritiva (USDA publicación 12b). En el AB hay menor cantidad de proteínas debido a que este ha tenido un proceso de pulido, ya que es en el salvado es donde están presentes las proteínas y por lo tanto el AM contiene mayor cantidad de proteína porque a este no se le ha quitado totalmente.

Tabla 6. Grasa de las dos variedades de arroz

| Grasa % | |
|--------------------|------------------------------|
| Procedencia | Media |
| AM | 2.65 ± 0.0285 a [▼] |
| AB | 0.66 ± 0.0088 b |

▼ promedios seguidos de la misma literal no son diferentes según una prueba de t no apareada.

Claramente se observa que hay una diferencia considerando la media de AM con 2.65 % siendo significativa contra AB, el cual presenta 0.66 %, dichos valores coinciden con la tabla de composición nutritiva (USDA publicación 12a). La grasa que presenta el AM es mayor, debiéndose a que este arroz no está totalmente pulido como el blanco, ya que en este proceso el arroz pierde una gran cantidad de nutrientes.

Tabla 7. Fibra cruda de las dos variedades de arroz

| Fibra cruda % | |
|----------------------|------------------------------|
| Procedencia | Media |
| AM | 0.62 ± 0.0186 a [▼] |
| AB | 0.00 ± 0.0000 b |

▼ promedios seguidos de la misma literal no son diferentes según una prueba de t no apareada.

Claramente observamos que en los resultados de la tabla 7, existe una diferencia entre ambas variedades, presentando el AM un porcentaje de 0.62 %, siendo significativo con el AB el cual presenta un 0.00%. Pudiera ser que el AB recibe un proceso de pulido continuo en las industrias para su posterior venta, y el AM si recibe un pulido pero no lo suficiente para perder este valor.

Tabla 8. Carbohidratos totales de las dos variedades de arroz

| Carbohidratos % | |
|------------------------|-------------------------------|
| Procedencia | Media |
| AB | 86.01 ± 0.0384 a [▼] |
| AM | 81.22 ± 0.2021 b |

▼ promedios seguidos de la misma literal no son diferentes según una prueba de t no apareada.

Los resultados observados en la tabla 8, muestran diferencia en AB con 86.01 % siendo significativa de AM con 80.22 % teniendo menor cantidad de carbohidratos, cabe señalar que el AB es más completo en cuanto a cantidad de carbohidratos.

Tabla 9. Almidón presente en las dos variedades de arroz

| Almidón % | |
|--------------------|-------------------------------|
| Procedencia | Media |
| AB | 44.81 ± 0.2864 a [▼] |
| AM | 18.62 ± 0.0520 b |

▼ promedios seguidos de la misma literal no son diferentes según una prueba de t no apareada.

Los resultados presentes en la tabla 9, nos muestran la diferencia entre AB con 44.81 % de almidón siendo significativo con AM en 18.62 %, observando que contiene menos porcentaje de almidón. Esta gran diferencia se debe principalmente a la variedad de arroz, también a diversos factores como la tierra en la que se cultiva, el clima, temperatura, humedad, entre otros.

Tabla 10. Cantidad de Zn presente en las dos variedades de arroz

| Zn mg Kg⁻¹ | |
|------------------------------|----------------------------|
| Procedencia | Media |
| AM | 59.0 ± 0.58 a [▼] |
| AB | 26.7 ± 0.88 b |

▼ promedios seguidos de la misma literal no son diferentes según una prueba de t no apareada.

Con los siguientes datos se muestra que existe gran diferencia, considerando la media entre el AM con 59 mg Kg⁻¹ siendo significativo, por otra parte el AB

presenta un valor de 26.7 mg Kg⁻¹ por lo que tiene menor cantidad de Zn, podemos decir que el AM es más rico en Zn. Ya que en el salvado del arroz se encuentran presentes gran cantidad de vitaminas y minerales, por esta razón puede ser que el AB que es completamente pulido pierde gran cantidad de estos nutrientes y en el AM contiene todavía parte del salvado, por lo tanto mantiene una cantidad deseable de estos nutrientes tal y como se observa en la tabla 10.

Tabla 11. Cantidad de Cu presente en las dos variedades de arroz

| Cu mg Kg⁻¹ | |
|------------------------------|----------------------------|
| Procedencia | Media |
| AM | 51.0 ± 1.53 a [▼] |
| AB | 49.0 ± 0.58 b |

[▼] promedios seguidos de la misma literal no son diferentes según una prueba de t no apareada.

La presente tabla nos muestra los resultados y la diferencia que existe considerando la media de AM con 51.0 mg Kg⁻¹ siendo significativa de AB con 49.0 mg Kg⁻¹. Aunque la diferencia es mínima observamos que el AM contiene mayor cantidad de Cu que el AB.

Tabla 12. Cantidad de Fe presente en las dos variedades de arroz

| Fe mg Kg⁻¹ | |
|------------------------------|----------------------------|
| Procedencia | Media |
| AB | 56.7 ± 0.67 a [▼] |
| AM | 52.3 ± 0.33 b |

[▼] promedios seguidos de la misma literal no son diferentes según una prueba de t no apareada.

La cantidades presentes en la tabla 12, nos indican que hay diferencia considerando la media de AB con 56.7 mg Kg⁻¹ siendo significativa de AM con 52.3 mg Kg⁻¹, este mineral se presenta con mayor cantidad en el AB.

Tabla 13. Cantidad de Mn presente en las dos variedades de arroz

| Mn mg Kg⁻¹ | |
|------------------------------|----------------------------|
| Procedencia | Media |
| AM | 20.3 ± 0.88 a [▼] |
| AB | 3.7 ± 0.33 b |

▼ promedios seguidos de la misma literal no son diferentes según una prueba de t no apareada.

Los resultados obtenidos del contenido de Mn muestran que las dos variedades de arroz son diferentes, considerando la media de AM con 20.3 mg Kg⁻¹ siendo significativa de AB con 3.7 mg Kg⁻¹ el cual contiene menor cantidad de Mn, claramente observamos la gran diferencia que existe entre las cantidades de este mineral presente en las dos variedades de arroz siendo AM mayor y AB menor.

Tabla 14. Cantidad de Mg presente en las dos variedades de arroz

| Mg % | |
|--------------------|-------------------------------|
| Procedencia | Media |
| AM | 0.110 ± 0.0058 a [▼] |
| AB | 0.010 ± 0.0000 b |

▼ promedios seguidos de la misma literal no son diferentes según una prueba de t no apareada.

Las cantidades mostradas en la tabla 14, representan la diferencia existente entre las dos variedades de arroz, considerando la media de AM con 0.110 mg Kg⁻¹ siendo significativa de AB con 0.010 mg Kg⁻¹.

5. CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos en el presente trabajo, se concluye:

- Sí, existen diferencias entre las dos variedades evaluadas, *Oryza sativa* L. arroz blanco y *Oryza sativa* violácea arroz morado, siendo este último el que presenta las mejores características nutrimentales.
- En cuanto a las características microscópicas de los gránulos de almidón de las dos variedades de arroz, no existen diferencias y concuerdan con los de la literatura.
- Las principales diferencias se encontraron en los contenidos de proteína (8.14 % y 5.65 %), cenizas (1.33 % y 0.71 %), fibra cruda (0.62 % y 0 %) para el arroz morado y blanco respectivamente.
- En cuanto a la caracterización de minerales se concluye que si existen diferencias entre las dos variedades, llegando a ser entre 2 y 5 veces superior el arroz morado con respecto a la variedad comercial a excepción del Fe que fueron muy similares.

6. BIBLIOGRAFÍA

- 1.- Aarhus, Instituto Internacional de almidón. Parque de las Ciencias Dinamarca. 1999.
- 2.- Alejandro W. Paucic, FONAPAS-Guerrero. Geografía general del Estado de Guerrero. Gobierno del Estado, FONAPAS-Guerrero. 1980.
- 3.- AMV. Métodos oficiales de análisis de alimentos. Ed. Mundi-Prensa. Madrid 1994.
4. - AOAC. Official methods of analysis of the association of official analytical chemists, 17^a ed. Ed. Helrich, K.; Arlington, VA. USA-2000.
5. - Autret, M., Perisse, J., Sizaret, F. y Cresta, M. Valor proteico de distintos tipos de alimentación en el mundo: su aptitud para la complementación. *Noticiero de Nutrición* (FAO), 1998.
6. - Hegsted M. . «Rice bran and rice bran oil may lower heart disease risk by decreasing cholesterol synthesis in the body» *Louisiana agriculture*. 1994.
7. - Juliano, B.O. El arroz en la nutrición humana *Volumen 26 de Colección FAO: Alimentación y nutrición*. Food & Agriculture Org., 1994.
8. - Lees, R. análisis de los alimentos. Métodos analíticos y de control de calidad. Ed. Acribia. Zaragoza 1992.
9. - Lu, J.J.; T.T. Chang. «Rice in its temporal and spatial perspectives» *Rice: Production and Utilization*. 1980.
10. - Manuel Blanco, Flora de Filipinas: según el sistema sexual de Linneo. C López, 1837.
- 11.- Cornan, C., Conran, T., Hopkinson, S. (1998). Enciclopedia Culinaria, Ed. Blume.

PÁGINAS WEB CONSULTADAS

- 1.- *Aditivos alimentarios*. [Online]. [Octubre 2006]. Disponible en: <<http://bioaplicaciones.galeon.com/Der.html>>.
- 2.- *Agricultura*. [Online]. FAO, 1998. [Octubre 2006]. Disponible en: <<http://www.fao.org/ag/esp/revista/9809/spot3.htm>>.
- 3.- *Almidones*. [Online]. [Octubre 2006]. Disponible en: <http://www.cpimex.com>.
- 4.- Anónimo 1” EL ARROZ Y LA NUTRICION” [en línea] consultado el 29 de Septiembre de 2009. Disponible en: [<http://www.biblioteca.org.ar/LIBROS/88775.pdf>].
- 5.- Anónimo 2, “alimentación sana” [en línea] consultado el 20 de Octubre del 2009. Disponible en: <http://www.alimentacion-sana.com>.
- 6.- *Los espesantes*. [Online]. [Octubre 2006]. Disponible en: <<http://www.pasqualinonet.com>>.
- 7.- Gómez, M.A. ¿Qué es el almidón? [Online]. [2003]. Disponible en: <http://centros5.pntic.mec.es/ies.victoria.kent/Rincon-C/Curiosid/Rc-58.htm>