



UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS,
RECURSOS NATURALES Y DEL AMBIENTE.
ESCUELA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL.

TEMA:

NIXTAMALIZACIÓN DE ARROZ (*Oriza Sativa L.*) PARA INCREMENTAR EL CONTENIDO DE CALCIO Y AMINOÁCIDOS ESENCIALES EN LA PROVINCIA BOLÍVAR.

Tesis de Grado Previo a la Obtención del Título de Ingeniera Agroindustrial otorgado por la Universidad Estatal de Bolívar, a través de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente.

Auspiciado por el proyecto de investigación PINAP-2011, financiado por la UEB.

AUTORA:

ROSA ANGÉLICA TIGRE LEÓN.

DIRECTOR:

ING.ALIM.CARLOS MORENO MSc.

GUARANDA – ECUADOR.

2012.

TEMA

NIXTAMALIZACIÓN DE ARROZ (*Oriza Sativa L.*) PARA INCREMENTAR EL CONTENIDO DE CALCIO Y AMINOÁCIDOS ESENCIALES EN LA PROVINCIA BOLÍVAR.

Auspiciado por el proyecto de investigación PINAP, financiado por la UEB.

REVISADO POR:

.....
DIRECTOR DE TESIS
(ING.ALIM. CARLOS MORENO MSc.)

APROBADO POR:

.....
BIOMETRISTA
(ING.ALIM. PATRICIA IZA MSc.)

.....
ÁREA TÉCNICA
(DRA. HERMINIA SANAGUANO MSc.)

.....
REDACCIÓN TÉCNICA
(ING. VICENTE DOMÍNGUEZ)

Fecha de defensa.....

DECLARACIÓN

Yo, **Rosa Angélica Tigre León** autora declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; este documento no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que las referencias bibliográficas que se incluyen han sido consultadas por la autora.

La Universidad Estatal de Bolívar puede hacer uso de los derechos de la publicación correspondiente a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.

Egda. Rosa Angélica Tigre León.

C.I. 1104623606

DEDICATORIA.

Dedico el presente trabajo investigativo a mi hijo Anthony Fabián Bayas Tígre, el cual ha sido la fuerza principal que me impulsó día a día para seguir adelante; a mi esposo Favián Bayas M. que de manera incondicional y especial estuvo a mi lado apoyándome en cada momento de mi trabajo.

A mi apreciada madre Hilda Isabel León, mis queridos hermanos; Juan, Luis, Bolívar, Manuel, Rubén, Pablo, Jaime; y estimadas hermanas; María y Lucía que aunque a la distancia me supieron apoyar.

AGRADECIMIENTO.

Agradezco a DIOS por haberme dado la vida, sabiduría e iluminación para seguir adelante durante mi trabajo de investigación; a la VIRGEN por interceder por mí, ante nuestro señor.

Al finalizar esta investigación es gratificante expresar mi agradecimiento al Ing. Carlos Moreno Mejía director de tesis, a la Ing. Patricia Iza Biometrista, a la Dra. Herminia Sanaguano en Área Técnica, e Ing. Vicente Domínguez en Área de Redacción Técnica, quienes supieron guiar esta investigación con buena voluntad, amplio conocimiento y experiencia a lo largo de este trabajo.

Y por último agradezco a todas las personas que me apoyaron de una u otra manera para la realización de mi trabajo.

ÍNDICE DE CONTENIDO.

| Nº | DESCRIPCIÓN. | Pág. |
|------------|--|-------------|
| | TEMA. | I |
| | AUTORÍA. | II |
| | DEDICATORIA | III |
| | AGRADECIMIENTO. | IV |
| | ÍNDICE DE CONTENIDO. | V |
| | ÍNDICE DE ANEXOS. | IX |
| | ÍNDICE DE CUADROS. | X |
| | ÍNDICE DE TABLAS. | XI |
| | ÍNDICE DE DIAGRAMA. | XIII |
| | ÍNDICE DE GRÁFICOS. | XIV |
| | I. INTRODUCCIÓN. | 1 |
| | II. MARCO TEÓRICO. | 5 |
| 2.1 | EL ARROZ DEFINICIÓN. | 5 |
| 2.2 | HISTORIA Y ORIGEN. | 5 |
| 2.3 | PRODUCCIÓN DE ARROZ. | 6 |
| 2.3.1 | Producción y superficie de arroz a nivel mundial. | 6 |
| 2.3.2 | Producción de arroz en América Latina. | 6 |
| 2.3.3 | Producción de arroz en el Ecuador | 7 |
| 2.3.4 | Producción de arroz en la provincia Bolívar. | 9 |
| 2.4 | COMERCIO Y CONSUMO DE ARROZ. | 9 |
| 2.4.1 | Comercio y consumo de arroza nivel mundial. | 9 |
| 2.4.2 | Comercio y consumo de arrozen América Latina. | 12 |
| 2.4.3 | Comercio y consumo de arrozen el Ecuador. | 13 |
| 2.4.4 | Comercio y consumo de arrozen la Provincia Bolívar. | 15 |
| 2.5 | EL ARROZ Y LA NUTRICIÓN HUMANA. | 15 |
| 2.5.1 | Nutrientes que ingiere el individuo al consumir arroz. | 16 |
| 2.5.2 | Beneficios de su consumo. | 16 |
| 2.6 | NIXTAMALIZACIÓN. | 17 |
| 2.6.1 | Concepto y origen. | 17 |
| 2.6.2 | Como aumenta el valor nutritivo del nixtamalizado | 18 |

| | | |
|----------|--|----|
| a) | Fibra dietaria. | 18 |
| b) | Proteína. | 18 |
| c) | Aminoácidos. | 18 |
| d) | Almidón. | 19 |
| e) | Calcio. | 20 |
| f) | Pelagra. | 20 |
| | III. MATERIALES Y MÉTODOS | 21 |
| 3.1. | MATERIALES. | 21 |
| 3.1.1 | Localización del experimento. | 21 |
| 3.1.2. | Situación geográfica y climática. | 21 |
| 3.1.3. | Recursos institucionales | 22 |
| 3.1.4. | Materiales. | 22 |
| 3.1.4.1. | Equipos y Materiales. | 22 |
| 3.1.4.2. | Materiales de oficina. | 23 |
| 3.2. | MÉTODOS. | 24 |
| 3.2.1. | Factores en estudio. | 24 |
| 3.2.2. | Material Experimental. | 24 |
| 3.2.3. | Tratamientos. | 25 |
| 3.2.4. | Descripción del diseño. | 26 |
| 3.2.5. | Procedimiento. | 26 |
| 3.2.6. | Respuesta experimental. | 26 |
| 3.2.7. | Tipo de análisis. | 27 |
| 3.3. | MANEJO DEL EXPERIMENTO. | 28 |
| 3.3.1. | Descripción del proceso de obtención de arroznixtamalizado. | 28 |
| 3.3.1.1. | Diagrama de flujo del nixtamalizado del arroz . | 30 |
| 3.3.1.2. | Proceso de cocción de arroz nixtamalizado para las cataciones. | 31 |
| 3.4. | MÉTODOS DE ANÁLISIS PARA EL ARROZ NIXTAMALIZADO. | 31 |
| 3.4.1 | Análisis en la materia prima. | 31 |

| | | |
|----------|--|----|
| 3.4.2. | Análisis en el producto terminado. | 31 |
| 3.4.3. | Análisis en los mejores tratamientos. | 32 |
| | IV RESULTADOS Y DISCUSIONES. | 33 |
| 4.1. | ANÁLISIS EN LA MATERIA PRIMA. | 33 |
| 4.1.1. | Análisis bromatológicos. | 33 |
| 4.1.2. | Análisis del mineral (calcio). | 33 |
| 4.2. | ANÁLISIS EN EL PRODUCTO TERMINADO. | 34 |
| 4.2.1. | Análisis de varianza para el contenido de calcio. | 34 |
| 4.2.2. | Análisis sensorial. | 38 |
| a) | Color. | 38 |
| b) | Olor | 40 |
| c) | Sabor | 42 |
| d) | Textura | 44 |
| e) | Aceptabilidad | 47 |
| 4.2.2.1. | Resumen de las cataciones de arroz nixtamalizado. | 49 |
| 4.3. | ANÁLISIS EN LOS MEJORES TRATAMIENTOS. | 50 |
| 4.3.1. | Análisis microbiológicos en el arroz nixtamalizado de los mejores tratamientos. | 50 |
| 4.3.2. | Análisis bromatológicos en el arroz nixtamalizado de los mejores tratamientos. | 51 |
| 4.3.3. | Análisis de aminoácidos esenciales de los mejores tratamientos. | 52 |
| 4.3.4. | Análisis económico de los mejores tratamientos. | 55 |
| 4.3.4.1. | Análisis de costo/ beneficio de los mejores tratamientos obtenidos de las pruebas de análisis sensorial y contenido de calcio. | 55 |
| | V. VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS. | 57 |
| 5.1. | HIPÓTESIS PLANTEADA. | 57 |
| 5.1.1. | Verificación de hipótesis para el contenido de calcio en el arroz nixtamalizado. | 57 |
| 5.1.2. | Verificación de hipótesis para el contenido de aminoácidos en el arroz nixtamalizado. | 58 |

| | | |
|------|--|----|
| | VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES. | 59 |
| 6.1. | CONCLUSIONES. | 59 |
| 5.2. | RECOMENDACIONES. | 62 |
| | VII. RESUMEN Y SUMMARY. | 63 |
| 7.1. | RESUMEN. | 63 |
| 7.2. | SUMMARY. | 65 |
| | VIII. BIBLIOGRAFÍA. | 67 |

ÍNDICE DE ANEXOS.

| N° anexos | Descripción. |
|------------------|--|
| Anexo 1. | UBICACIÓN DEL PROYECTO EXPERIMENTAL. |
| Anexo 2. | CROQUIS DEL PROYECTO LABORATORIO DE ANÁLISIS Y DESARROLLO DENUEVOS PRODUCTOS A BASE DE CEREALES, SENACYT-UEB. |
| Anexo 3. | COSTO TOTAL DEL PROYECTO. |
| Anexo 3.1. | COSTO DE MATERIA PRIMA Y ADITIVOS. |
| Anexo 3.2. | COSTO DE MATERIALES DE LIMPIEZA. |
| Anexo 3.3. | COSTO ESTIMADO DE MATERIALES DE OFICINA. |
| Anexo 3.4. | COSTO DE OTROS GASTOS. |
| Anexo 4. | RECTA DE CALIBRACIÓN PARA ANÁLISIS DE CALCIO. |
| Anexo5. | HOJA DE CATACIÓN. |
| Anexo 6. | RESUMEN DE MEDIAS EN ANÁLISIS SENSORIAL DE ARROZ COCIDO NIXTAMALIZADO. |
| Anexo 7. | RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS DE AMINOÁCIDOS. |
| Anexo 7.1. | HOJA DE ANÁLISIS DE AMINOÁCIDOS EN LA MATERIA PRIMA. |
| Anexo 7.2. | HOJA DE ANÁLISIS DE AMINOÁCIDOS EN EL TRATAMIENTO 2(A1B1C2). |
| Anexo 7.3. | HOJA DE ANÁLISIS DE AMINOÁCIDOS EN EL TRATAMIENTO 6 (A1B2C3). |

Anexo 8. FOTOGRAFÍAS DEL PROCESO Y ANÁLISIS.

Anexo 8.1. FOTOGRAFÍAS DE LA OBTENCIÓN DEL
ARROZ NIXTAMALIZADO.

Anexo 8.2. FOTOGRAFÍAS DE LOS ANÁLISIS
REALIZADOS.
HUMEDAD, PROTEÍNA, GRASA, FIBRA.

Anexo 9. GLOSARIO DE TÉRMINOS.

ÍNDICE DE CUADROS.

| N° | Descripción | Pág. |
|-----------|--|-------------|
| Cuadro 1. | Producción de arroz en el Ecuador. | 8 |
| Cuadro 2. | Producción de arroz en la Provincia Bolívar. | 9 |
| Cuadro 3. | Consumo de arroz en el Ecuador. | 10 |

ÍNDICE DE TABLAS.

| N° | Descripción | Pág. |
|-----------------|---|-----------|
| Tabla 1. | Ubicación del experimento. | 21 |
| Tabla 2. | Parámetros climáticos. | 21 |
| Tabla 3. | Factores en estudio. | 24 |
| Tabla 4. | Tratamientos. | 25 |
| Tabla 5. | Procedimiento a aplicar. | 26 |
| Tabla 6. | Análisis de varianza (ADEVA) para el contenido de calcio. | 27 |
| Tabla 7. | Análisis de varianza (ADEVA) para el análisis organoléptico. | 27 |
| Tabla 8. | Análisis proximal bromatológico del arroz, expresado en base seca (materia prima). | 33 |
| Tabla 9. | Análisis del contenido de calcio en el arroz (materia prima). | 34 |
| Tabla 10. | Análisis de varianza del contenido de calcio en mg/100 gr presente en el arroz nixtamalizado. | 34 |
| Tabla 11. | Prueba de rangos ordenados de Tukey para determinar los promedios de los tratamientos, en el contenido de calcio del arroz nixtamalizado. | 35 |
| Tabla 12. | Análisis de varianza de las pruebas sensoriales del color en el arroz nixtamalizado. | 38 |
| Tabla 13. | Prueba de rangos ordenados de Tukey para los tratamientos, en la característica organoléptica de color en el arroz nixtamalizado. | 39 |
| Tabla 14. | Análisis de varianza de las pruebas sensoriales de olor en el arroz nixtamalizado. | 40 |
| Tabla 15. | Prueba de rangos ordenados de Tukey para los tratamientos, en la característica organoléptica de olor en el arroz nixtamalizado. | 41 |
| Tabla 16. | Análisis de varianza de las pruebas sensoriales de sabor en el arroz nixtamalizado. | 43 |
| Tabla 17. | Prueba de rangos ordenados de Tukey para los tratamientos, en la característica organoléptica de sabor en el arroz nixtamalizado. | 43 |

| | | |
|-----------|--|----|
| Tabla 18. | Análisis de varianza de las pruebas sensoriales de textura en el arroz nixtamalizado. | 45 |
| Tabla 19. | Prueba de rangos ordenados de Tukey para los tratamientos, en la característica organoléptica de textura en el arroz nixtamalizado | 45 |
| Tabla 20. | Análisis de varianza de las pruebas sensoriales de aceptabilidad en el arroz nixtamalizado. | 47 |
| Tabla 21. | Prueba de rangos ordenados de Tukey para los tratamientos, en la característica organoléptica de aceptabilidad en el arroz nixtamalizado. | 48 |
| Tabla 22. | Análisis microbiológicos en el arroz nixtamalizado de los mejores tratamientos. | 50 |
| Tabla 23. | Análisis bromatológicos en el arroz nixtamalizado de los mejores tratamientos, expresados en base seca. | 51 |
| Tabla 24. | Análisis de aminoácidos esenciales en el arroz nixtamalizado de los mejores tratamientos, expresados en base seca. | 52 |
| Tabla 25. | Análisis de aminoácidos esenciales en el arroz nixtamalizado de los mejores tratamientos, expresados en gr/100 gr de proteína | 53 |
| Tabla 26. | Computo químico de los porcentajes en aminoácidos en el arroz nixtamalizado comparado con el Patrón FAO para niños y adultos de los mejores tratamientos | 54 |
| Tabla 27. | Relación costo/beneficio de los mejores tratamientos. | 56 |
| Tabla 28. | Valores de Fisher comparativos del diseño en calcio. | 57 |

ÍNDICE DE DIAGRAMAS.

| N° | Descripción | Pág. |
|-------------|--|-------------|
| Diagrama 1. | Diagrama de flujo de Nixtamalizado de Arroz. | 29 |

ÍNDICE DE GRÁFICOS.

| Nº | Descripción | Pág. |
|-------------|---|------|
| Gráfico 1. | Perfil de los tratamientos para el contenido de calcio en el arroz nixtamalizado. | 36 |
| Gráfico 2. | Interacción AxB del contenido de calcio en el arroz nixtamalizado. | 36 |
| Gráfico 3. | Interacción AxC del contenido de calcio en el arroz nixtamalizado. | 37 |
| Gráfico 4. | Interacción BxC del contenido de calcio en el arroz nixtamalizado. | 37 |
| Gráfico 5. | Perfil de los tratamientos para el color en el arroz nixtamalizado. | 40 |
| Gráfico 6. | Perfil de los tratamientos para el olor en el arroz nixtamalizado. | 42 |
| Gráfico 7. | Perfil de los tratamientos para el sabor en el arroz nixtamalizado. | 44 |
| Gráfico 8. | Perfil de los tratamientos para la textura en el arroz nixtamalizado. | 46 |
| Gráfico 9. | Perfil de los tratamientos para la aceptabilidad en el arroz nixtamalizado. | 49 |
| Gráfico 10. | Resumen de las cataciones del arroz cocido nixtamalizado | 49 |

I. INTRODUCCIÓN.

El cultivo del arroz comenzó hace casi 10.000 años, en Asia. Posiblemente en la India se cultivó por primera vez, debido a que en ella abundaban los arroces silvestres, pero el desarrollo del cultivo tuvo lugar en China, y probablemente desde allí se extendió a otras partes del mundo. *Revista Visión Agropecuaria. (2011).*

Aunque muy provisional, el primer pronóstico de la FAO relativo a la producción mundial de arroz en el 2011 presagia un incremento del 3 % respecto de la campaña del 2010 a 720 millones de toneladas (480 millones de toneladas de arroz elaborado). Esta perspectiva favorable depende de unas condiciones atmosféricas mejores previstas en los próximos meses al disiparse los efectos de La Niña. *FAO. (2011).*

La producción en América Latina y el Caribe repuntaría de un 9.2 millones de toneladas a 29.2 millones de toneladas, sustentada por una fuerte recuperación en el sur del continente. *FAO. (2011).*

En Ecuador la presencia de abundante agua en las zonas de mayor producción: Daule, Santa Lucía, Babahoyo y Balzar, donde se siembran 200 mil hectáreas, ha favorecido el incremento de las cosechas. Este extraordinario suministro de agua tiene como principal fuente de abastecimiento la presa Daule Peripa, y permite que se realicen hasta 2,5 cultivos anuales por lo que los terrenos destinados a la producción han aumentado al punto de que el país dedica la mayor superficie de tierras en el cultivo de este cereal. *MAGAP. (2010).*

El arroz, un alimento que da energía, además de ser multi-vitamínico es un alimento especialmente rico en hidratos de carbono complejos (70-80%) como el almidón, que proporcionan la mayor parte de su valor energético. Unos 100 g de arroz en crudo aportan unas 350 calorías. *FAO. (2010).*

De todos los cereales existentes o conocidos, el arroz es, sin duda alguna el que ofrece la posibilidad de llenar más rápidamente un déficit de producción agrícola para la alimentación del hombre y, junto con el trigo y la carne o el pescado, constituye la base de la alimentación humana. El 75% de la población mundial lo incluye en su dieta alimenticia diaria. *Franquet, J. (2008)*.

Igualmente, es interesante su aporte en vitaminas del grupo B, vitamina B1 o tiamina, además de B2, B6, E y sobre todo ácido fólico y niacina, siendo pobre en vitamina C, D y A; por ello este cereal se ha convertido en uno de los importantes complementos nutricionales, por su importante aporte de aminoácidos como la niacina, tiamina. *FAO. (2010)*.

Los aminoácidos son sustancias cristalinas, casi siempre de sabor dulce; tienen carácter ácido como propiedad básica y actividad óptica; químicamente son ácidos carbónicos con por lo menos un grupo amino por molécula. *Esquivel, C. (2002)*.

Aparte de éstos, se conocen otros que son componentes de las paredes celulares, las plantas pueden sintetizar todos los aminoácidos, nuestro cuerpo solo sintetiza 16 aminoácidos reciclando las células muertas a partir del conducto intestinal y catabolizando las proteínas dentro del propio cuerpo. *Esquivel, C. (2002)*.

Los aminoácidos son las unidades elementales constitutivas de las moléculas denominadas proteínas. Son pues, consideradas como los "ladrillos" con los cuales el organismo reconstituye permanentemente sus proteínas específicas consumidas por la sola acción de vivir. *Esquivel, C. (2002)*.

Se sabe que de los 20 aminoácidos protéicos conocidos, 8 resultan indispensables (o esenciales) para la vida humana y 2 resultan "semi indispensables" (*Treonina, Valina, Leucina, Isoleucina, Fenilalanina, Triptófano, Metionina, Lisina, Glicina, Alanina, Serina, Prolina, Tirosina, Hidroxiprolina*

Histidina, Cisteína, Cistina, Arginina, Acido aspártico, Acido glutámico). Son estos aminoácidos los que requieren ser incorporados al organismo en su cotidiana alimentación y con más razón, en los momentos en que el organismo más los necesita: en la disfunción o enfermedad. El déficit de aminoácidos esenciales afectan mucho más a los niños que a los adultos. *Esquivel, C. (2002)*.

Hay que destacar que, si falta uno solo de ellos (aminoácidos esenciales) no será posible sintetizar ninguna de las proteínas en la que sea requerido dicho aminoácido. Esto puede dar lugar a diferentes tipos de desnutrición, según cual sea el aminoácido limitante, para evitar estos problemas, se han recurrido a técnicas culinarias Mesoamericanas como lo es el nixtamalizado. *Esquivel, C. (2002)*.

La nixtamalización es una técnica culinaria muy específicamente hablando, se trata de un procedimiento muy antiguo, de origen centroamericano, que se usa fundamentalmente para el procesamiento del maíz. *Días, R. (2009)*.

Su nombre en sí mismo es una palabra compuesta de dos raíces: nextli que significa ceniza calina y tamal o tamalli que es masa de maíz. El procedimiento de preparación, tal como su nombre lo indica, lleva ambos componentes. *Días, R. (2009)*.

El término nixtamalización se refiere a cocer el maíz u otro grano entero en presencia de agua y sales de calcio (hidróxido de calcio u óxido de calcio), el reposo y molienda del grano cocido o nixtamal o a dejar reposar el maíz crudo en agua y en presencia de la sal de calcio durante cierto tiempo en un recipiente a la temperatura indicada del proceso, su importancia se da por el incremento del rendimiento de los productos, también se puede incrementar la vida de anaquel referente a textura y control de microorganismos. *Vélez, J. (2006)*.

Cuando se descubrió que la cal viva (*óxido de calcio*), que en presencia del agua forma el hidróxido de calcio, se encontró el primer elemento químico que se probó en la nixtamalización. *Vélez, J. (2006)*.

En los procesos enzimáticos de nixtamalización reportados en los cuales las enzimas son utilizadas como ayuda de proceso para hidrolizar y romper el pericarpio del grano en las etapas de remojo, pre-cocimiento y reposo y posteriormente remover y desechar los sólidos solubles, producto de la desnaturalización enzimática por medio de lavado del nixtamal o posterior a ella para hidrolizar o solubilizar las paredes del pericarpio y paredes celulares del grano pero manteniendo todos esos importantes compuestos (fibra, vitaminas, proteínas, etc.) para mejorar la calidad nutritiva de la masa integral y productos de ella o en las harinas integrales instantáneas y sus productos. *Vélez, J. (2006)*.

En la presente investigación se plantearon los siguientes objetivos.

- Estudiar el mejor porcentaje de óxido de calcio (CaO) en la nixtamalización del arroz (*Oryza sativa L*).
- Establecer los mejores tiempos y temperaturas de nixtamalización de arroz para el enriquecimiento de calcio y aminoácidos esenciales.
- Determinar el mejor tratamiento del arroz nixtamalizado en base al contenido de calcio y pruebas sensoriales del producto terminado.
- Realizar en el mejor tratamiento análisis de aminoácidos esenciales, bromatológico y microbiológico.
- Determinar el análisis relación costo/beneficio en el mejor tratamiento

II. MARCO TEÓRICO.

2.1. EL ARROZ DEFINICIÓN.

El arroz es la semilla de la *Oryza Sativa L.* Se trata de un cereal considerado como alimento básico en muchas culturas culinarias (en especial de la cocina asiática), así como en algunas partes de América Latina. Su grano corresponde al segundo cereal más producido del mundo, tras el maíz. Debido a que el maíz es producido para otros muchos propósitos que el del consumo humano, se puede decir que el arroz es el cereal más importante para la alimentación humana, y que contribuye de forma muy efectiva al aporte calórico de la dieta. El arroz es responsable del aporte calórico de una quinta parte de las calorías consumidas en el mundo por los seres humanos. *Revista Visión Agropecuaria. (2011).*

2.2. HISTORIA Y ORIGEN.

Hacia el año 800 a.C. el arroz asiático se aclimató en el cercano oriente y en Europa Meridional. En España fue introducido por los moros (musulmanes) quienes lo cultivaron con éxito cuando ocuparon la península. Más tarde se propagó a Italia, a partir del siglo XV a Francia y tras la época del descubrimiento de América se implantó en todos los continentes. *Revista Visión Agropecuaria. (2011).*

El arroz es el cereal que más se consume en el mundo después del trigo y en la mitología budista es considerado como el único alimento que nunca sacia ni cansa por mucho que se consuma. *Revista Visión Agropecuaria. (2011).*

2.3. PRODUCCIÓN DE ARROZ.

2.3.1. Producción y superficie del arroz a nivel mundial.

Entre los principales productores del mundo se destacan: China, India, Filipinas, Vietnam, Madagascar, Japón, etc. Desde 1965 al 2004 la producción mundial ha crecido 25% y se considera que el mayor rendimiento lo aportan las variedades híbridas, llegando a superar más del 20% del rendimiento que las demás variedades. Aunque en sus orígenes el arroz crecía de manera salvaje, hoy en día las variedades que se cultivan en la mayoría de los países son del tipo oriza. *Revista Visión Agropecuaria. (2011).*

El actual pronóstico de la FAO relativo a la producción mundial de arroz en el 2010 se cifra provisionalmente en 635 millones de toneladas, sólo un 0,8%, es decir 4 millones de toneladas, más que en la última campaña. Estas perspectivas más bien moderadas se deben a las preocupaciones por el aumento de los costos de producción y a las previsiones de unas condiciones de crecimiento más normales y menos favorables que en 2009.

En cuanto a los países del hemisferio sur en los que la campaña del 2010 está muy avanzada, se estima un aumento de la producción en la Argentina, Australia, Indonesia y Madagascar, y una disminución en el Brasil, Ecuador, Perú, Sri Lanka y Uruguay. *Banco Central del Ecuador. (2010).*

2.3.2. Producción de arroz en América Latina.

La demanda de arroz en América Latina todavía responde bien a los cambios en el ingreso y precio. El consumo individual de arroz blanco, que llegó a un promedio de 30 kilos en 1990, es mayor cuando se asciende en los niveles de ingreso. Sin embargo, cuanto menor sea el nivel de ingreso familiar, mayor es la participación del arroz en la ingesta calórica-protéica y mayor el aporte del arroz a los gastos alimentarios domésticos totales. Si el precio real del arroz continuara en

su descenso acompañado por mayores niveles de consumo per-cápita como se ha observado tradicionalmente en las dos décadas pasadas será necesaria una continua y vigorosa respuesta de la oferta. *AGRIS / FAO. (2011)*.

Los retos para los investigadores en América Latina son: (I) aumentar el rendimiento en arroz de riego, (II) lograr que se exprese plenamente el potencial de rendimiento del arroz de período lluvioso, (III) desarrollar líneas para ambos agro-ecosistemas que tengan mayor estabilidad del rendimiento mediante la ampliación de la base genética y de la tolerancia o resistencia agregada a las plagas y enfermedades, y (IV) aumentar la eficiencia técnica y la económica aplicando mejores principios y prácticas de manejo del cultivo.

Solo a través de germoplasma mejorado y mejores prácticas de manejo el arroz conservará sus ventajas comparativas para difundirse en áreas nuevas y preservar el papel principal que tiene actualmente en las dietas de los latinoamericanos, es decir, como la fuente de hidratos de carbono más dinámica que se cultiva localmente. *AGRIS / FAO. (2011)*.

2.3.3. Producción de arroz en el Ecuador.

El arroz es un cultivo de gran importancia en el Ecuador, por ser un producto de consumo masivo y una importante fuente de ingreso para numerosos hogares en el sector rural. Esta actividad agrícola involucra a 75814 unidades de producción agropecuaria (UPAS) según el III Censo Nacional Agropecuario (2009), impacto de una reducción en el precio debido a una liberalización de aranceles, en el marco de los diferentes acuerdos comerciales, podría conllevar a serios problemas sociales en el Ecuador. *Campoverde, R/ Franco, C/ Granda, M. (2009)*.

La implementación de un acuerdo comercial, en general, beneficiaría a la sociedad, ya que más son las personas consumidoras que vendedoras de arroz. Una de las recomendaciones que se propone para evitar estas molestias es que el

Gobierno implante un subsidio que cubra el diferencial de precio entre el valor del arroz proveniente de otros países y el valor del arroz local. *Campoverde, R/ Franco, C/ Granda, M. (2009).*

Cuadro 1. Producción de arroz en el Ecuador.

| PARTICIPACIÓN REGIONAL DEL ÁREA SEMBRADA, PERDIDA, COSECHADA, RENDIMIENTO Y PRODUCCIÓN DE ARROZ AÑO AGRÍCOLA 2010 | | | | | | | | |
|---|------------|------------|--------------|-----------------|-----------------------|-----------------------|---------------|--------|
| Provincia /cantón | Área Semb. | Área Perd. | Área Cosech. | Rendim. Estimd. | Produc. Arroz cáscara | Produc. Arroz cáscara | Produc. Arroz | % |
| | (HAS) | (HAS) | (HAS) | (TM) | Húmedo/ sucio tm | Seco/ limpio tm | Pilado | Partic |
| GUAYAS | 199.182.00 | 10.450.00 | 188.732.00 | 4.10 | 773.672.80 | 620.795.05 | 8.604.219.46 | 54.52 |
| LOS RÍOS | 121.031.00 | 10.734.00 | 110.297.00 | 3.72 | 409.892.05 | 325.897.38 | 4.558.517.70 | 33.13 |
| MANABÍ | 26.125.00 | 1.350.00 | 24.775.00 | 2.55 | 63.253.75 | 50.754.81 | 703.461.65 | 7.15 |
| ESMERALDAS | 1.955.00 | 130.00 | 1.825.00 | 3.20 | 5.840.00 | 4.686.02 | 64.948.18 | 0.54 |
| BOLÍVAR | 1.300.00 | 80.00 | 1.220.00 | 3.20 | 3.904.00 | 3.132.57 | 43.417.41 | 0.36 |
| EL ORO | 1.350.00 | 0.00 | 1.350.00 | 3.50 | 4.725.00 | 3.791.34 | 52.547.97 | 0.37 |
| LOJA | 1.709.00 | 50.00 | 1.659.00 | 5.13 | 8.510.05 | 6.828.46 | 94.642.51 | 0.47 |
| OTRAS Provincias | 12.695.00 | 420.00 | 12.275.00 | 3.18 | 38.995.00 | 31.289.59 | 433.673.69 | 3.47 |
| TOTAL NACIONAL | 365.347.00 | 23.214.00 | 342.133.00 | 3.83 | 1.308.792.65 | 1.050.175.22 | 14.555.428.58 | 100 |

Fuente: Corporación de Industriales Arroceros del Ecuador. (2010).

Como se observa en el cuadro 1, en el año 2010 la provincia del Guayas ha mantenido gran margen en el número de hectáreas sembradas de arroz, el buen nivel de producción se ha enmarcado gracias a que en este año en la temporada de invierno no ha mostrado precipitaciones fuertes, lo que en años anteriores ha ocasionado graves problemas al arrocero nacional, Durán y Naranjal han sido los que mayores beneficios han obtenido en la producción de este cereal, Mientras que los Ríos ha mantenido su producción similar a lo de los años anteriores, se ha incrementado la producción y el número de hectáreas sembradas en las Provincias andinas de Bolívar y Loja. *Corporación de Industriales Arroceros del Ecuador. (2010).*

2.3.4. Producción de arroz en la provincia Bolívar.

Cuadro 2. Producción de arroz en la provincia Bolívar.

| Participación Regional del Área Sembrada, Perdida, Cosechada, Rendimiento y Producción de Arroz; Año Agrícola 2008-2010 | | | | | | | | |
|--|--------------------------|-------------------------|---------------------------|---------------------------------|---|---|-----------------------------|-------------------------|
| Provincia Cantón | Área Sembrada | Área Perdida | Área Cosechada | Rendimiento Estimado | Producción Arroz Cascara | Producción Arroz Cascara | Producción Arroz | % |
| | HAS | HAS | HAS | TM | Húmedo/ sucio TM | Seco/ limpio | Pilado qq | PARTI- CULAR |
| BOLÍVAR | 1,300.00 | 80.00 | 1.220.00 | 3.20 | 3,904.00 | 3,132.57 | 43.417.41 | 0.36 |

Fuente: Corporación de Industriales Arroceros del Ecuador. (2010).

En el cuadro 2, se muestran cifras de áreas sembradas, perdidas, cosechadas, así como de rendimiento y producción de arroz, en la Provincia de Bolívar, datos tomados de la Corporación de Industriales Arroceros del Ecuador en el año 2008–2010, cuyo porcentaje de producción general de la Provincia es del 0.36 % con respecto al todo el país. *Corporación de Industriales Arroceros del Ecuador. (2010).*

2.4. COMERCIO Y CONSUMO DE ARROZ.

2.4.1. Comercio y consumo de arroz a nivel mundial.

Debido a las características del mercado mundial del arroz, éste contribuye a la volatilidad de los precios. Por tanto, se consideran los siguientes aspectos relevantes en el mercado internacional del arroz: destacan las pequeñas cantidades comercializadas respecto a las cantidades producidas o consumidas; por ello, pequeños cambios en la producción o en el consumo de alguno de los principales productores/consumidores o países compradores o vendedores, pueden dar lugar a un gran impacto sobre el volumen puesto en el mercado y, por tanto, sobre los precios internacionales. *http://www.eumed.net /libros/.(2006).*

Otro aspecto a destacar es el alto grado de concentración entre los exportadores de arroz en el mundo, ya que el 85% de la exportación procede de sólo 7-9 países; por tanto, hay variaciones de las ofertas de la existencia de arroz, debido a la climatología, por ejemplo, repercuten finalmente sobre los precios. [http:// www.eumed.net /libros /.](http://www.eumed.net/libros/./)(2006).

Como se puede apreciar en el cuadro 3, el consumo de arroz en el Ecuador ha ido en incremento debido a la alta demanda de los consumidores, pero en los años 2004 y 2005 en los cuales en este último ha existido una disminución de 34,285.38 toneladas métricas, mientras que en el año 2010 se tiene un consumo de 472,830.41 toneladas métricas. *Corporación de Industriales Arroceros del Ecuador. (2010).*

Cuadro 3. Consumo de arroz en el Ecuador.

| Año | Producción TM | Habitantes | Consumo per cápita Kg. |
|-------------|----------------------|-------------------|-------------------------------|
| 2004 | 675,108.69 | 13,026.891 | 47.16 |
| 2005 | 640,823.31 | 13,215.089 | 45.44 |
| 2006 | 680,290.47 | 13,408.270 | 38.73 |
| 2007 | 682,470.42 | 13,605.485 | 42.76 |
| 2008 | 673,498.49 | 13,900.000 | 47.00 |
| 2009 | 738,966.12 | 13,927.650 | 47.50 |
| 2010 | 472,830.41 inv. | 14,225.742 | 48.00 |

Fuente: Corporación de Industriales Arroceros del Ecuador. (2010).

El consumo de arroz y, por tanto, el comercio de dicho cereal de verano, está diferenciado por los tipos de arroz y por la calidad de los mismos. Se consideran los siguientes tipos de arroz:

De grano largo de perfil índica: éste, a su vez se clasifica de acuerdo al porcentaje de granos partidos y el hecho de que sean o no aromáticos. Este tipo de arroz representa el 85% del comercio mundial de arroz, incluyendo

aproximadamente el 10-15% de arroces aromáticos (tipos jazmín y basmati), 35-40% de arroces de alta calidad (menos del 10% de granos partidos) y del 30-35% de arroces de baja calidad. http://arrosos.com/articulos/sección/historia_del_arroz.

De grano medio/corto de tipo japónica: el comercio de este tipo de arroces representa solamente una cuota del 15%. En muchos lugares, el arroz sustituye al pan que se consume a diario, como acompañamiento de las comidas occidentales. http://arrosos.com/articulos/sección/historia_del_arroz.

Sólo en Asia, más de 2.000 millones de personas obtienen el 70% de su energía con este cereal, mientras que en África es el alimento de crecimiento más rápido. Además, se trata de un producto muy importante para la seguridad alimentaria de los países con escasos ingresos. Casi mil millones de hogares en Asia, África y América dependen de los sistemas arroceros como fuente principal de ingresos. En muchos lugares, el arroz sustituye al pan que se consume a diario, como acompañamiento de las comidas occidentales. En Japón, es costumbre ofrecer un plato de arroz blanco al sentarse a la mesa pero, en cambio, no se sirve pan. http://arrosos.com/articulos/sección/historia_del_arroz.

Se trata de un alimento muy versátil que admite cualquier tipo de preparación, acompañado de verduras, pescado, carne y huevos. Puede servirse caliente o frío y permite salarlo, azucararlo, sazonarlo con diferentes especias y condimentos. También suele utilizarse en repostería, pastelería y panadería. Si se muele, se obtiene una harina que se utiliza para espesar salsas, cremas y rellenos de pasteles, especialmente indicada para personas con intolerancia al gluten. http://arrosos.com/articulos/sección/historia_del_arroz.

2.4.2. Comercio y consumo de arroz América Latina.

El Arroz, Oportunidad de América Latina para alimentar al mundo en el Siglo XXI.

El arroz se rige como uno de los alimentos clave para contrarrestar el hambre que azota al mundo, y de no adoptarse correctivos urgentes, puede agravarse para el año 2025. Para entonces, la demanda mundial de este cereal crecerá en un 70%, pero la región tradicionalmente productora que es Asia no podrá atenderla debido a la escasez de tierra y agua. *Figueroa, E. (2001).*

Se abre así un nuevo horizonte para los países arroceros de América Latina y el Caribe, región que se convierte en una frontera agrícola aprovechable en forma inmediata pues tiene junto al 8.3% de la población mundial, el 12.1% de las tierras agrícolas y el 13.2% de los recursos renovables de agua del planeta. En la actualidad, el mundo consume 575 millones de toneladas de arroz, estimándose que para el año 2025 se requerirán 400 millones de toneladas adicionales. Esta es la oportunidad que tiene América Latina de incrementar su producción, que ahora es de apenas 20 millones de toneladas por año (que es el 3.5% del total mundial). *Figueroa, E. (2001).*

Justamente el FLAR, un consorcio arrocero creado en 1995 por los sectores privados y público de América Latina y el Caribe, del que forman parte 16 países, sentó las bases que permitirán a la región acometer con éxito las empresas productoras de arroz, esas bases son la investigación y la cooperación regional. *FLAR. (2001).*

"No será fácil, pero es posible", dijo Ana Lorena Guevara, de la Oficina Nacional de Semillas de Costa Rica. "Si el conjunto de países logra consolidar ese esfuerzo productivo, como creemos, sí podremos aceptar el desafío". *Guevara, A. (2001).*

Por su parte, los brasileños los mayores productores de arroz de la región consideran que este aumento de producción se puede lograr "siempre y cuando la política económica beneficie a los productores eficientes, sean éstos grandes, medianos o pequeños", *Ortiz, R. (2001)*.

Esta afirmación la comparten los panameños: "Somos un país pequeño y no representamos mayor cosa respecto al mundo, pero podremos colaborar a nuestra manera", manifestó Nicolás Bayo, presidente de la Federación de Arroceros de Panamá. *Bayo, N. (2001)*.

El arroz se considera el cultivo más versátil, pues las 120,000 variedades conocidas se adaptan a diferentes climas, suelos y condiciones hídricas. Sus virtudes como alimento son numerosas: es rico en vitaminas y sales minerales que cubren en un 80% las necesidades alimenticias del ser humano. Es de bajo contenido graso (1%), está libre de colesterol, y su nivel de sodio es muy bajo. *Figueroa, E. (2001)*.

En América Latina, el papel de los científicos del arroz ha sido decisivo en las últimas décadas. Entre 1967 y 1995 se liberaron 275 variedades de arroz y se duplicó la producción total. *Figueroa, E. (2001)*.

Los españoles y portugueses trajeron este cereal al Nuevo Mundo en el siglo XVI, pero sólo a mediados del siglo XX entró a formar parte de la dieta de los latinoamericanos. Aun así, no somos fuertes consumidores de arroz (30 kilos per-cápita), si se nos compara con Asia (más de 100 kilos per-cápita). En ese continente se consume el 90% de todo el arroz producido en el mundo. *Figueroa, E. (2001)*.

2.4.3. Comercio y consumo de arroz en Ecuador.

El quintal de arroz, el cual registra un aumento de precio en cáscara como en pilado, se comercializa entre \$32.00 y \$35.00, pese a que el precio de

sustentación oficial establecido por el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca (Magap) es de \$0.31. La subida del precio se siente tanto en el campo como en los mercados de abasto, y es el consumidor final el que paga la diferencia. La libra del producto oscila entre \$0.35 y \$0.45, afirmó Elizabeth Sánchez, quien encontró la libra en 0.40\$ en una tienda de su barrio, en la Atarazana, en Guayaquil. *FLAR. (2011)*.

Los motivos del alza comenzaron hace dos semanas, con el retraso de la cosecha de verano, que debe rendir entre 140 mil 150 mil hectáreas (ha) dentro de siete meses con una producción de ocho toneladas métricas (tm) en cada una de estas, según los registros de la Cámara de Agricultura de la II Zona y de la Corporación de Industriales Arroceros del Ecuador. *Corpcom. (2011)*.

Lo más preocupante para una piladora, según confirmaron productores arroceros como Hugo Pobeda, es que el rendimiento por hectárea se redujo en 50%. Si hasta la cosecha última el rendimiento fue de 8 toneladas métricas por ha (tm/ha), se obtienen apenas 4 (tm/ha) en estas semanas. *FLAR. (2011)*.

"A más de ello, existe una demanda de arroz pronunciada, sabemos que Colombia solicita el producto", dijo Rivas, sin precisar el mecanismo de la comercialización. Pobeda confirmó asimismo que ve como lógica la salida del producto, pues el quintal se comercializa en Colombia en \$48.00, mientras que en el Perú, en \$42.00 *FLAR. (2011)*.

Pero la venta de arroz al exterior, que, según cálculos del sector, significaría 150 mil quintales al mes, no se realizaría de manera formal, sino a través de las fronteras, y la incentivan quienes operan bajo la modalidad de contrabando. *FLAR. (2011)*.

La sugerencia del productor es que el Gobierno comience a sacar el arroz a los mercados y equilibrar así los precios. *FLAR. (2011)*.

En el Ecuador, el consumo mensual de arroz representa 1 millón de quintales, con una producción anual que representan alrededor de 500 mil hectáreas. *FLAR. (2011)*.

2.4.4. Comercio y consumo de arroz en la provincia Bolívar.

En la provincia de Bolívar: la agricultura, que gracias a los diferentes pisos ecológicos existentes promueven una gran variedad de productos entre ellos el maíz, trigo, cebada, papa, lenteja, fréjol y arveja en las zonas altas y la producción de Arroz, café, banano, caña y frutas como la mandarina y la naranja en el subtrópico. *MAGAP. (2010)*.

La distribución del producto en el ámbito nacional, se lo realiza de acuerdo a la ubicación geográfica en donde se ubican las piladoras; las piladoras de la provincia de Los Ríos se encargan de distribuir el producto hacia el norte del País, como Esmeraldas, y Pichincha y en menor grado a las provincias de Tungurahua y Bolívar. *CI-UESS. (2010)*.

En la provincia de Bolívar se consume 500 quintales de arroz al mes, lo que equivale a 0.00208 quintales al día y que da como resultado 0,21lb de arroz que consume cada habitante, datos tomados considerando el número de habitantes de la provincia. *FLAR. (2011)*.

2.5. EL ARROZ Y LA NUTRICIÓN HUMANA.

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 20 por ciento del suministro de energía alimentaria del mundo, en tanto que el trigo suministra el 19 por ciento y el maíz, el 5 por ciento. *FAO. (2004)*.

2.5.1. Nutrientes que ingiere el individuo al consumir arroz.

El arroz además de proporcionar la energía proveniente de sus carbohidratos, es una fuente importante de tiamina, riboflavina y niacina que son vitaminas necesarias para evitar enfermedades como Beri beri, arriboflavinosis, pelagras, que están relacionadas con el déficit de estas, así también el perfil de los aminoácidos que este alimento posee como el ácido glutámico, aspártico, en tanto que la lisina es un aminoácido limitante, es por esto que el arroz como alimento único no puede proporcionar todos los nutrientes adecuados lo cual se aconseja que deba existir la buena combinación con otros alimentos como la lenteja que es rica en aminoácido como la lisina, y productos de origen animal como carne de res, pollo o pescado lo que lo complementa el déficit en este cereal. *FAO. (2010).*

Pero de manera general, para las personas cuya dieta está basada en un consumo entre 2000 a 2500 kcal, se aconseja el consumo de arroz de 3 a 4 veces por semana, con raciones de 120 gramos y para aquellas personas en las cuales su necesidad calórica es mayor combinar con demás carbohidratos complejos como pastas o tallarines. *CORPCOM. (2010).*

2.5.2. Beneficios de su consumo.

Pero el arroz no es sólo un alimento vital, también constituye el eje fundamental de numerosas culturas y tradiciones en todo el planeta. Está presente en ceremonias religiosas, festivales, costumbres, platillos y festividades que giran en torno a este cereal, como la costumbre importada de Asia de lanzar arroz en las bodas, considerado como símbolo de fertilidad. *http://www.arrozsos.com/articulos/sección/historia_del_arroz.*

Algunos estudios han demostrado que el consumo de arroz con su capa de salvado hace que se reduzca el nivel de colesterol en sangre. Pero el consumo de arroz con salvado es minoritario debido a su poca durabilidad. *<http://es.wikipedia.org/wiki/Arroz>.*

2.6. NIXTAMALIZACIÓN.

2.6.1. Concepto y origen.

Del náhuatl *nixtli*, cenizas, y *tamalli*, masa, el proceso de la nixtamalización se ha transmitido de generación en generación en Mesoamérica, y todavía se utiliza como en tiempos prehispánicos. Se inicia con la adición de dos partes de una solución de cal aproximadamente al 1% a una porción de maíz, esta preparación se cuece de 50 a 90 minutos, y se deja remojando en el agua de cocción de 14 a 18 horas. *Paredes, O/ Guevara, F/ Bello, L. (2009).*

Posterior al remojo, el agua de cocción, conocida como nejayote, se retira y el maíz se lava dos o tres veces con agua, sin retirar el pericarpio ni el germen del maíz. Se obtiene así el llamado maíz nixtamalizado o nixtamal, que llega a tener hasta 45% de humedad. La nixtamalización no sólo ha servido para producir tortillas. La masa, el maíz nixtamalizado y las tortillas, obviamente, se han usado también para preparar un gran número de platillos. *Paredes, O/ Guevara, F/ Bello, L. (2009).*

Cuando se descubrió que la cal viva (*óxido de calcio*), que en presencia del agua forma el hidróxido de calcio, se encontró el primer elemento químico que se probó en la nixtamalización, obteniéndose resultados positivos y siendo utilizando hasta la actualidad, encontrándose en el mercado en varias marcas comerciales. *Vélez, J. (2006).*

El óxido de calcio utilizado es de la marca Horcalsa el cual es utilizado en procesos de acondicionamiento de agua potable, como: coagulación, floculación, desinfección, ajuste de pH, suavización, tratamiento de aguas residuales como estabilizador de pH. Y puede ser usado en el proceso de la nixtamalización del grano utilizado. Gracias a la acción del hidróxido de calcio se produce una reacción físico-química que genera calor, lo que contribuye a suavizar y desprender la cascarilla del grano. Debido a esta reacción las proteínas del grano

se hacen más digeribles y se dispone de la niacina presente en el grano, lo que impide enfermedades como la pelagra. A su vez la cal ayuda a agregar calcio al grano, el cual posteriormente es asimilado por el cuerpo humano. *Horcalsa. (2011).*

2.6.2. Cómo aumenta el valor nutritivo del nixtamalizado.

a) Fibra dietaria.

La cocción alcalina y el remojo provocan la disolución y el hinchamiento de las capas del pericarpio, esto hace que las paredes celulares y los componentes de la fibra dietaria de esta parte del grano se vuelvan frágiles, facilitando su remoción, lo cual obviamente disminuye el contenido de fibra dietaria insoluble. Sin embargo, y por fortuna, en este proceso la fibra dietaria soluble pasa de 0.9% en el maíz a 1.3% en la masa, y a 1.7% en la tortilla. La fibra dietaria en general ha sido reconocida como un componente importante y altamente deseable en los alimentos, ya que ejerce diversas funciones fisiológicas asociadas a la salud. *Paredes, O / Guevara, F/ Bello, L. (2009).*

b) Proteína.

La nixtamalización también provoca que la estructura que une las células del endospermo, llamada lámina media, y las paredes celulares se degraden y solubilicen parcialmente. La mayoría del germen permanece en el grano durante la nixtamalización, lo que permite que la calidad de la proteína de los productos de la masa no se vea afectada. *Paredes, O/ Guevara, F/ Bello, L. (2009).*

c) Aminoácidos.

El proceso de nixtamalización disminuye ligeramente el contenido de vitaminas presentes, el almidón y la solubilidad de la proteína del maíz pero aumenta la biodisponibilidad de aminoácidos, el contenido de fósforo y calcio, de

fibra soluble y almidón resistente, el contenido de ácido fólico disminuye también, mejorando con ello la absorción de minerales. *Días, R. (2009).*

Los aminoácidos liberados pueden producir un compuesto llamado lisinoalanina, que no es biodisponible, que además puede reaccionar con azúcares reductores formando compuestos de color oscuro. *Paredes, O/ Guevara, F/ Bello, L. (2009).*

Es pertinente aclarar que la relación de eficiencia protéica mide la relación que existe entre la ganancia de peso con respecto a la cantidad de proteína consumida, de esta forma una proteína consumida presenta mayor eficiencia protéica cuando el organismo en cuestión gane más peso con menor cantidad de proteína ingerida. *Paredes, O/ Guevara, F/ Bello, L. (2009).*

La nixtamalización eleva la disponibilidad de niacina, eliminando con ello el riesgo de desarrollar pelagra atribuida en otras partes del mundo. *Días, R. (2009).*

d) Almidón.

En cuanto a los cambios que el almidón sufre durante la nixtamalización, ésta retarda la gelatinización del mismo debido a la aparente interacción del calcio con el almidón, especialmente con la amilosa, el almidón se retrograda, es decir, se recristaliza o re-asocia para formar nuevas estructuras, durante el tiempo que el grano permanece en remojo. El proceso de retrogradación del almidón ha llamado la atención en los últimos años. Hoy día se sabe que, desde un punto de vista nutricional, la fracción del almidón retrogradado no es digerida en el intestino delgado de los seres humanos.

Este almidón, llamado almidón resistente, pasa al tracto intestinal inferior y llega al colon, el almidón resistente es fermentado por la microflora del colon, con lo cual se producen ácidos grasos de cadena corta como el ácido propiónico,

el acético y el butírico. La fermentación de este almidón produce cantidades mayores de ácido butírico este ácido sirve como la principal fuente de energía de los colonocitos —las células del colon—, por lo que el almidón resistente es considerado de gran importancia para mantener el colon en estado saludable, ya que por este mecanismo, tanto el almidón como la fibra soluble ayudan a prevenir el cáncer de colon. *Paredes, O/ Guevara, F/ Bello, L. (2009).*

e) Calcio.

En relación con el calcio, se ha observado que el contenido de este elemento en la masa se ve afectado por la cantidad de cal u óxido de calcio añadido, las temperaturas de cocción, el tiempo de remojo y el nivel de cal eliminada durante el lavado del grano cocido. Por otro lado, si el grano se remoja antes de la cocción, el contenido de calcio aumenta en el grano nixtamalizado, que generalmente puede contener alrededor de 30 veces el nivel original de calcio del grano crudo, de igual manera se ha calculado que la tortilla puede proporcionar de 32 a 62% de los requerimientos mínimos de hierro. *Paredes, O / Guevara, F / Bello, L. (2009).*

f) Pelagra.

Al respecto se ha indicado que la cocción alcalina destruye el efecto pelagrógeno, aparentemente esta enfermedad se debe al desbalance de los aminoácidos esenciales del maíz, en particular su bajo nivel de triptófano, lo que incrementa los requerimientos de niacina por parte del organismo. Se ha reportado que los productos nixtamalizados proporcionan entre 39 y 56% de niacina, de 32% a 62% de tiamina y 19 a 36% de riboflavina del mínimo requerido diariamente por el ser humano. *Paredes, O / Guevara, F / Bello, L. (2009).*

III. MATERIALES Y MÉTODOS.

3.1. MATERIALES.

3.1.1. Localización del experimento.

El siguiente proyecto se realizó en el laboratorio de SENACYT - UEB de la Universidad Estatal de Bolívar, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente, Escuela de Ingeniería Agroindustrial, ubicado en el Sector Alpachaca, Avenida Ernesto Che Guevara s/n y Avenida Gabriel Secaira Km 3 1/2 vía Ambato, ciudad Guaranda Provincia de Bolívar.

Tabla 1. Ubicación del experimento.

| Ubicación. | Localidad. |
|--------------------|---|
| Cantón | Guaranda |
| Provincia | Bolívar |
| Universidad | Estatal de Bolívar |
| Dirección | Av. Ernesto Che Guevara s/n y Av. Gabriel Secaira |
| Lugar experimental | Laboratorio de SENACYT - UEB |

Experimentales: Proyecto P.I.N.A.P - UEB. Tigre, R. (2012).

3.1.2. Situación geográfica y climática.

Tabla 2. Parámetros climáticos.

| Parámetro | Valor |
|--------------------------|---------------|
| Altitud | 2640 m.s.n.m |
| Latitud | 01° 36' 52''S |
| Longitud | 78° 59' 54''W |
| Temperatura máxima | 21° C |
| Temperatura. mínima | 7° C |
| Temperatura. media anual | 14. 4° C |
| Humedad Relativa | 70% |

Fuente: Estación Meteorológica Lagucoto II (UEB). 2011.

3.1.3. Recursos institucionales.

Para el siguiente trabajo se recopiló información primaria y secundaria en:

- Biblioteca Universidad Estatal de Bolívar.
- Biblioteca Virtual Universidad Técnica Particular de Loja. (UTPL).
- Ministerio de Agricultura Ganadería Acuacultura y Pesca. (MAGAP).
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC).
- Sitios Web (Internet).
- Instituto Nacional Autónomo de Investigación Agropecuario. (INIAP).
- Tesis de Pregrado de la Universidad Estatal de Bolívar.

3.1.4. Materiales.

3.1.4.1. Equipos y Materiales.

- Autoclave.
- Balanza analítica.
- Cajas Petry.
- Cámara de Flujo laminar.
- Cocina eléctrica.
- Cocina industrial.
- Coladores.
- Crisoles.
- Cucharas grandes.
- Cuenta colonias.
- Desecador.
- Determinador de fibra.
- Determinador de grasa.
- Determinador de humedad.
- Determinador de Proteína.
- Espectrofotómetro.

- Esterilizador.
- Estufa.
- Fundas de Papel y plásticas.
- Incubadora.
- Kit de Calcio.
- Mallas plásticas.
- Mechero Bunsen.
- Ollas.
- pH-metro.
- Pinzas metálicas.
- Termómetro.
- Tubos de ensayo.
- Vasos de precipitación.

3.1.4.2. Materiales de oficina.

- Borrador.
- Cámara Fotográfica.
- Carpetas.
- CD.
- Cinta adherible.
- Computador.
- Entre otros.
- Escritorio.
- Lápices.
- Papel bond.

3.2. MÉTODOS.

3.2.1. Factores en estudio.

Tabla 3. Factores en estudio.

| | |
|--|---|
| FACTOR A Temperatura de cocción en la nixtamalización | A ₁ = 80°C A ₂ =85°C A ₃ =90°C |
| FACTOR B Tiempo de cocción en la nixtamalización | B ₁ = 1min B ₂ = 2min |
| FACTOR C Porcentajes de óxido de calcio | C ₁ = 1% C ₂ = 2% C ₃ = 3% |

Experimentales: Proyecto P.I.N.A.P - UEB. Tigre, R. (2012).

3.2.2. Material experimental.

El material experimental es el arroz pilado, mismo al que se sometió al proceso de nixtamalización, a diferentes temperaturas de cocción (Factor A), diferentes tiempos de cocción (Factor B) y con diferentes concentraciones de óxido de calcio CaO como (Factor C).

3.2.3. Tratamientos.

Tabla 4. Tratamientos

| No. Tratamientos | Código | Detalle |
|------------------|--|-------------------------------------|
| T ₁ | A ₁ B ₁ C ₁ | 80°C de cocción + 1min + 1% “Ca O”. |
| T ₂ | A ₁ B ₁ C ₂ | 80°C de cocción + 1min + 2% “Ca O”. |
| T ₃ | A ₁ B ₁ C ₃ | 80°C de cocción + 1min + 3% “Ca O”. |
| T ⁴ | A ₁ B ₂ C ₁ | 80°C de cocción + 2min + 1% “Ca O”. |
| T ₅ | A ₁ B ₂ C ₂ | 80°C de cocción + 2min + 2% “Ca O”. |
| T ₆ | A ₁ B ₂ C ₃ | 80°C de cocción + 2min + 3% “Ca O”. |
| T ₇ | A ₂ B ₁ C ₁ | 85°C de cocción + 1min + 1% “Ca O”. |
| T ₈ | A ₂ B ₁ C ₂ | 85°C de cocción + 1min + 2% “Ca O”. |
| T ₉ | A ₂ B ₁ C ₃ | 85°C de cocción + 1min + 3% “Ca O”. |
| T ₁₀ | A ₂ B ₂ C ₁ | 85°C de cocción + 2min + 1% “Ca O”. |
| T ₁₁ | A ₂ B ₂ C ₂ | 85°C de cocción + 2min + 2% “Ca O”. |
| T ₁₂ | A ₂ B ₂ C ₃ | 85°C de cocción + 2min + 3% “Ca O”. |
| T ₁₃ | A ₃ B ₁ C ₁ | 90°C de cocción + 1min + 1% “Ca O”. |
| T ₁₄ | A ₃ B ₁ C ₂ | 90°C de cocción + 1min + 2% “Ca O”. |
| T ₁₅ | A ₃ B ₁ C ₃ | 90°C de cocción + 1min + 3% “Ca O”. |
| T ₁₆ | A ₃ B ₂ C ₁ | 90°C de cocción + 2min + 1% “Ca O”. |
| T ₁₇ | A ₃ B ₂ C ₂ | 90°C de cocción + 2min + 2% “Ca O”. |
| T ₁₈ | A ₃ B ₃ C ₃ | 90°C de cocción + 2min + 3% “Ca O”. |

Experimentales: Proyecto P.I.N.A.P - UEB. Tigre, R. (2012).

3.2.4. Descripción del diseño.

El diseño experimental fue A x B x C con 2 réplicas.

3.2.5. Procedimiento.

Tabla 5. Procedimiento a Aplicar.

| | |
|-----------------------------------|-------|
| Número de tratamientos | 18 |
| Número de repeticiones | 2 |
| Número de unidades investigativas | 36 |
| Unidad investigativa | 250 g |

Experimentales: Proyecto P.I.N.A.P - UEB. Tigre, R. (2012).

3.2.6. Respuesta experimental.

Para la respuesta experimental se realizó el análisis sensorial del producto obtenido a partir del arroz Nixtamalizado, ésta evaluación se realizó a través de un panel de 10 catadores, teniendo como base la técnica de calificación por medio de escala de intervalo citado por *Wittig, E. (2001)*.

De igual manera se evaluó la cantidad de calcio en los tratamientos mediante el análisis fotométrico SQ 200 modificado.

3.2.7. Tipo de análisis.

Tabla 6. Análisis de varianza (ADEVA), para el contenido de calcio

| Fuente de Variación | | Grados de Libertad (GL) |
|---------------------|-------------------|-------------------------|
| Total | $(abc-1)$ | 35 |
| Repeticiones | $(r-1)$ | 1 |
| Factor A | $(a-1)$ | 2 |
| Factor B | $(b-1)$ | 1 |
| Factor C | $(c-1)$ | 2 |
| Factor AB | $(a-1)(b-1)$ | 2 |
| Factor AC | $(a-1)(c-1)$ | 4 |
| Factor BC | $(b-1)(c-1)$ | 2 |
| Factor A x B x C | $(a-1)(b-1)(c-1)$ | 4 |
| Error | $(abc-1)(r-1)$ | 17 |

Experimentales Proyecto P.I.N.A.P - UEB. Tigre, R. (2012).

- Prueba de Tukey al 5%, para comparar promedios de los tratamientos.

Tabla 7. Análisis de varianza (ADEVA), para el análisis organoléptico.

| Fuente de Variación | | Grados de Libertad (GL) |
|---------------------|------------------|-------------------------|
| Total | $(t.cat-1)$ | 179 |
| Tratamientos | $(t-1)$ | 17 |
| Catadores | $(cat-1)$ | 9 |
| Error | $(abc-1)(cat-1)$ | 153 |

Experimentales: Proyecto P.I.N.A.P - UEB. Tigre, R. (2012).

- Prueba de Tukey al 5%, para comparar promedios de los tratamientos.
- Análisis de correlación y regresión simple.

3.3. MANEJO DEL EXPERIMENTO.

Para efectuar el siguiente trabajo investigativo se utilizó arroz pilado, al que se sometió a los tratamientos de nixtamalización, donde se consideró factores como: temperatura, tiempo y porcentaje de óxido de calcio (CaO).

3.3.1. Descripción del proceso de obtención de arroz nixtamalizado.

➤ **Recepción de materia prima.**

Se recibió el arroz o materia prima verificando que se encuentre en buenas condiciones, y de igual manera se comprobó su peso y calidad.

➤ **Pesado.**

Se pesó la materia prima 1 kilogramo de arroz, el óxido de calcio 1, 2 y 3% con relación a la materia prima, se midió el agua en relación 1-3 en razón de arroz-agua; o sea por cada 100gr de arroz se incorpora 300ml de agua.

➤ **Nixtamalizado.**

El pre-cocido se realizó cuando la temperatura fue de 80, 85, 90°C, después se añadió el arroz, y enseguida la cal al 1%, 2% y 3%; se mezcló la preparación por 1 minuto y 2 minutos respectivamente de acuerdo al tratamiento; finalmente se añadió una solución de ácido ascórbico al 5% regulando así el pH a 6

➤ **Ecurrido.**

Se escurrió el agua de manera inmediata para eliminar de ésta manera el exceso de agua con residuos de hidróxido de calcio.

➤ **Lavado.**

Se procedió a lavar la muestra por cuatro veces consecutivas para evitar que queden restos de hidróxido de calcio en el arroz.

➤ **Escurrido.**

Después de lavado el arroz se escurrió bien eliminado todo el exceso de agua, se colocó en mallas plásticas tratando de que el arroz quede de forma uniforme en la superficie.

➤ **Secado.**

Las mallas se colocaron en las bandejas del secadero, previamente limpio y desinfectado y se procedió al secado de 2 a 3 horas a una temperatura de 55°C, manteniendo este proceso bajo constante vigilancia.

➤ **Enfundado.**

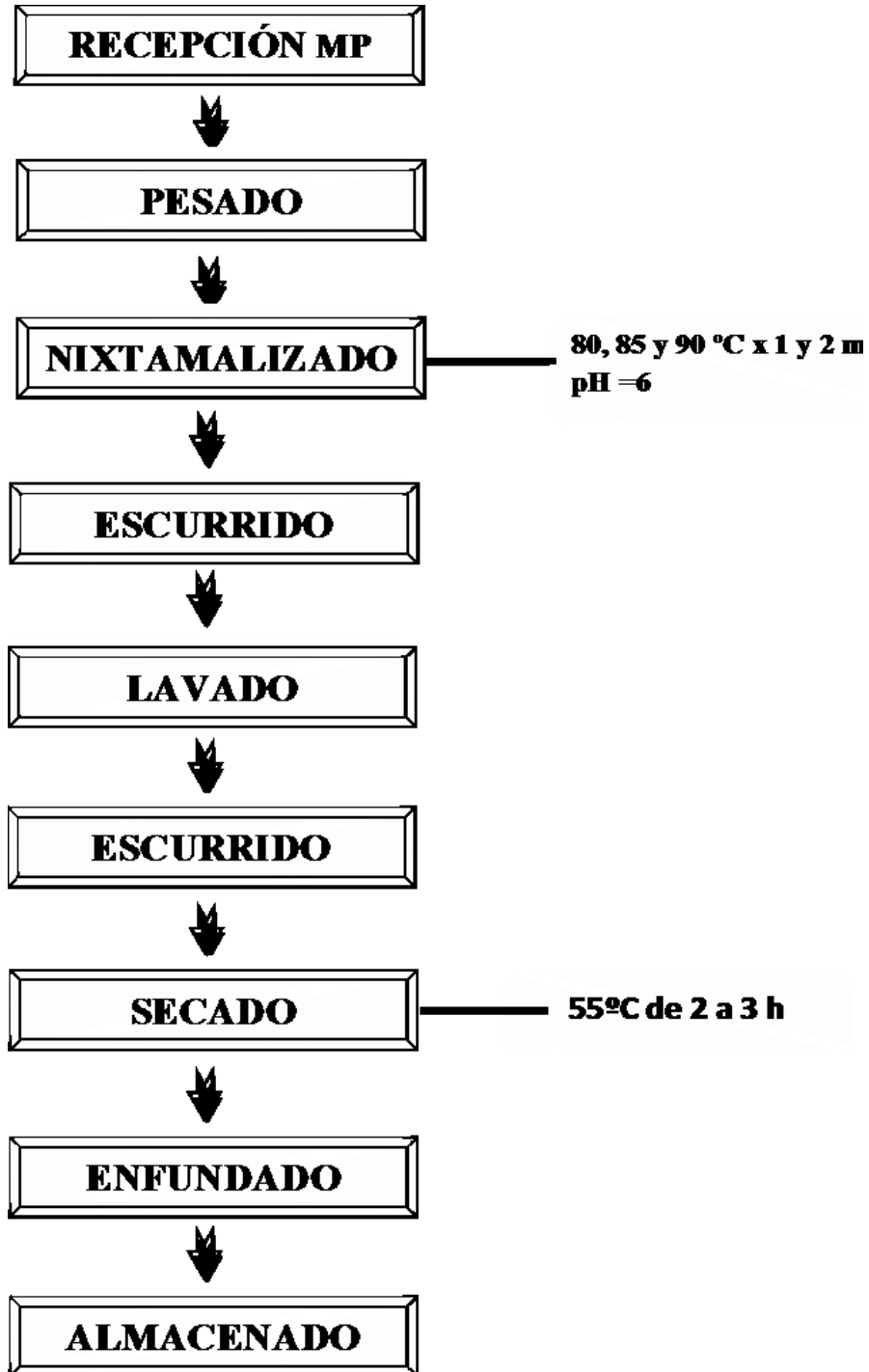
Luego de que el arroz se encontró seco en su totalidad, se retiró las bandejas del secadero, y el arroz se colocó en fundas de papel y después en fundas plásticas (ziplot); asegurando así que no absorba humedad del ambiente.

➤ **Almacenado.**

Se etiquetó y codificó las fundas con el producto para después ser colocadas en un lugar seco y limpio.

3.3.1.1. Diagrama de flujo del Nixtamalizado de Arroz.

Nixtamalizado Del Arroz



Experimentales, Proyecto P.I.N.A.P - UEB. Tigre, R. (2012).

3.3.1.2. Proceso de cocción de arroz nixtamalizado para las cataciones (análisis sensorial).

Se colocó a hervir agua y después se adicionó el arroz, esto según las siguientes condiciones:

Por cada 100 gr de arroz se añadió 250 gr de agua; 2,5 gr de sal, una cuchara de aceite; se cocinó a fuego medio por 10 min, y está listo para la catación, aplicando la escala de calificación de *Wittig, E. (2001)*.

3.4. MÉTODOS DE ANÁLISIS PARA EL ARROZ NIXTAMALIZADO.

3.4.1. Análisis en la materia prima.

En la materia prima se realizó los siguientes análisis bromatológicos.

a) Análisis Bromatológico.- Esto se lo realizó a partir de las diferentes técnicas como por ejemplo para:

- **Humedad.** Según el método; (AOAC 24.003).
- **Proteína.** Según el método; (AOAC 14.068).
- **Grasa.** Según el método; (AOAC 24.0059)
- **Fibra.** Según el método; (AOAC 7.061)

b) Análisis del contenido de calcio.- Este se lo realizó, aplicando el método fotométrico SQ 200 modificado.

3.4.2. Análisis en el producto terminado

Se realizó los análisis de:

- **Análisis de Contenido de Calcio.** según el método fotométrico SQ200 modificado, (para determinar el mejor tratamiento).
- **Análisis Sensorial Organoléptico.** según la escala citada por *Wittig, E. (2001)* en los tratamientos, (para determinar el mejor tratamiento).
- **Respuestas Experimentales.** la determinación de los mejores tratamientos será en base al contenido de calcio y análisis sensorial del producto final.

3.4.3. Análisis en los mejores tratamientos.

En los mejores tratamientos se realizaron los siguientes análisis:

a) Análisis Bromatológicos:

- **Humedad.** Según el método; (AOAC 24.003).
- **Proteína.** Según el método; (AOAC 14.068).
- **Grasa.** Según el método; (AOAC 24.0059)
- **Fibra.** Según el método; (AOAC 7.061)

b) Análisis Microbiológicos:

- **Recuento Total de Mesófilos.** Según el método de recuento de gérmenes, aeróbios mesófilos viables en placa 32°C por 48h.
- **Hongos y Levaduras.** Según el método, NF V 08-059, técnica de rutina, para numeración de colonias de levaduras a 32°C. (ISO 7954)
- **Coliformes Totales.** Según el método, NF V 08-050, técnica de rutina para la numeración de coliformes mediante el recuento de colonias a 30°C. (ISO 4831).

c) Análisis Aminoácidos. Por cromatografía líquida de alta eficiencia HPLC en el Laboratorio de Análisis de Alimentos WSS, de Guayaquil - Ecuador.

d) Análisis Económico de Relación Costo Beneficio. Para poder determinar cuánto de ganancia representa económicamente por cada dólar invertido.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

4.1. ANÁLISIS EN LA MATERIA PRIMA.

4.1.1. Análisis bromatológicos.

Tabla 8. Análisis proximal bromatológico del arroz (materia prima), expresados en base seca

| | Código | Humedad * % | Proteína * % | Grasa * % | Fibra * % |
|--------------------------------|--------------------------------|-----------------------|------------------------|---------------------|---------------------|
| Muestras De Arroz en MP | MP \bar{x} | 12,09 | 6,63 | 0,52 | 0,39 |
| Bibliografía | Abad C(2010) | 12,00 | 6,60 | 0,60 | 1,45 |

Experimentales: Proyecto P.I.N.A.P - UEB. Tigre, R. (2012).

* valores promedios de dos réplicas.

En la tabla 8, se presenta el análisis proximal bromatológico del arroz, y se observa que se tiene una humedad de 12,09%, en proteína se tiene 6,63%; en grasa 0,52% y en fibra 0,39%, donde al comparar con los datos que reporta *Abad, C. (2010)* en lo que respecta a humedad y proteína están similares a los citados; mientras que en grasa y fibra se presentan datos menores a los reportados en bibliografía.

4.1.2. Análisis del mineral (calcio).

El análisis de calcio se realizó siguiendo la metodología descrita para el método espectrofotométrico SQ200 modificado, se preparó las muestras se midió la absorbancia de la muestra con su réplica a 540 nm; una vez obtenidos los valores se procedió a introducir los datos en una recta de calibración, consiguiendo el contenido de calcio en la materia prima.

Tabla 9. Análisis del contenido de calcio en el arroz (materia prima).

| Muestra de Arroz Mp | Código | Calcio mg/100gr * | Norma FAO (2002) |
|---------------------|--------------|-------------------|------------------|
| | MP \bar{x} | 11.16 | 10-12 mg/100gr. |

Experimentales: Proyecto P.I.N.A.P - UEB. Tigre, R. (2012).

* valores promedios de dos réplicas.

En la tabla 9, se observa el análisis del contenido de calcio en el arroz y reporta 11,16 mg/100gr, comparando este resultado con el reportado por la FAO. (2002), se deduce que la materia prima está dentro de lo citado.

4.2. ANÁLISIS EN EL PRODUCTO TERMINADO.

Después de someter el arroz a los diferentes tratamientos de nixtamalización se aplicó el método espectrofotométrico SQ200 modificado para evaluar su contenido de calcio.

4.2.1. Análisis de varianza para el contenido de calcio.

Tabla 10. Análisis de varianza del contenido de calcio en mg/100 gr presente en el arroz nixtamalizado.

| Fuente de Variación | Suma de Cuadrados | Gl | Cuadrado Medio | Razón-F | Probabilidad |
|---------------------|-------------------|----|----------------|---------|--------------|
| Efectos Principales | | | | | |
| A: Temperaturas | 29,8442 | 2 | 14,9221 | 132,36 | 0,0000** |
| B: Tiempos | 2,1904 | 1 | 2,1904 | 19,43 | 0,0004** |
| C: Porcentajes | 37,4421 | 2 | 18,7211 | 166,05 | 0,0000** |
| Réplicas | 0,5476 | 1 | 0,5476 | 4,86 | 0,0416* |
| Interacciones | | | | | |
| AB | 1,9166 | 2 | 0,9583 | 8,50 | 0,0028** |
| AC | 27,8591 | 4 | 6,96479 | 61,78 | 0,0000** |
| BC | 2,12195 | 2 | 1,06098 | 9,41 | 0,0018** |
| ABC | 2,39575 | 4 | 0,59894 | 5,31 | 0,0058** |
| Error Residual | 1,9166 | 17 | 0,112741 | | |
| Total | 106,234 | 35 | | | |
| Media | 19,1367 | | | | |
| CV% | 1,75 | | | | |

Experimentales: Proyecto P.I.N.A.P - UEB. Tigre, A. (2012).

* = Diferencia significativa

** = Diferencia altamente significativa

En la tabla 10, se muestra el análisis de varianza del contenido de calcio en mg/100 gr presente en el arroz nixtamalizado, donde existe diferencia altamente significativa en el Factor A (temperaturas de cocción), factor B (tiempos de cocción), Factor C (concentración de CaO) y en las interacciones AB, AC, BC Y ABC; y existe diferencia significativa en las réplicas.

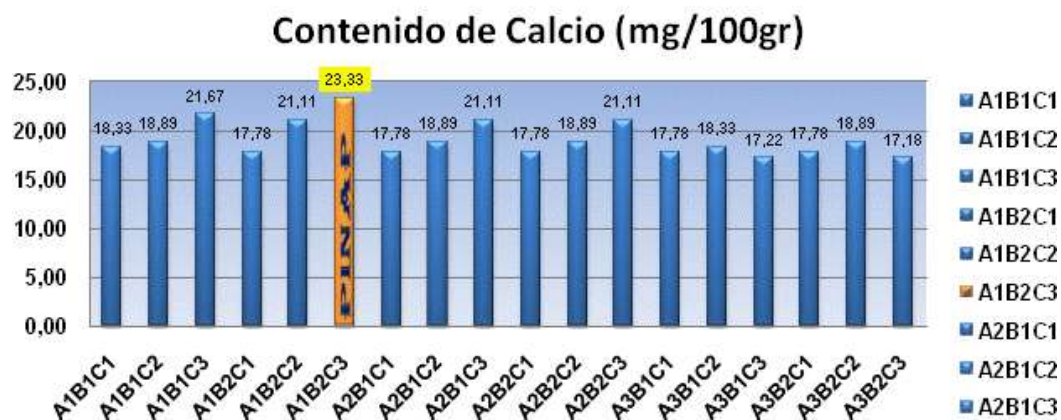
Tabla 11. Prueba de rangos ordenados de Tukey para determinar los promedios de los tratamientos, en el contenido de calcio del arroz nixtamalizado.

| Tratamientos | Réplicas | Medias | Grupos homogéneos |
|--|----------|--------|-------------------|
| A ₁ B ₂ C ₃ | 2 | 23,33 | A |
| A ₁ B ₁ C ₃ | 2 | 21,67 | B |
| A ₂ B ₁ C ₃ | 2 | 21,11 | B |
| A ₁ B ₂ C ₂ | 2 | 21,11 | B |
| A ₂ B ₂ C ₃ | 2 | 21,11 | B |
| A ₁ B ₁ C ₂ | 2 | 18,89 | C |
| A ₂ B ₁ C ₂ | 2 | 18,89 | C |
| A ₃ B ₂ C ₂ | 2 | 18,89 | C |
| A ₂ B ₂ C ₂ | 2 | 18,89 | C |
| A ₃ B ₁ C ₂ | 2 | 18,34 | CD |
| A ₁ B ₁ C ₁ | 2 | 18,34 | CD |
| A ₃ B ₁ C ₁ | 2 | 17,78 | CD |
| A ₂ B ₁ C ₁ | 2 | 17,78 | CD |
| A ₃ B ₂ C ₁ | 2 | 17,78 | CD |
| A ₃ B ₂ C ₃ | 2 | 17,78 | CD |
| A ₁ B ₂ C ₁ | 2 | 17,78 | CD |
| A ₂ B ₂ C ₁ | 2 | 17,78 | CD |
| A ₃ B ₁ C ₃ | 2 | 17,23 | D |

Experimentales: Proyecto P.I.N.A.P - UEB. Tigre, A. (2012).

En la tabla 11, se aprecia la prueba de rangos ordenados de Tukey para determinar los promedios de los tratamientos en el contenido de calcio del arroz nixtamalizado, donde se identifica que el tratamiento A₁B₂C₃ (80°C de cocción por 2 minutos al 3% de CaO), es superior a los demás tratamientos con un contenido de calcio de 23,33 mg/100gr de muestra.

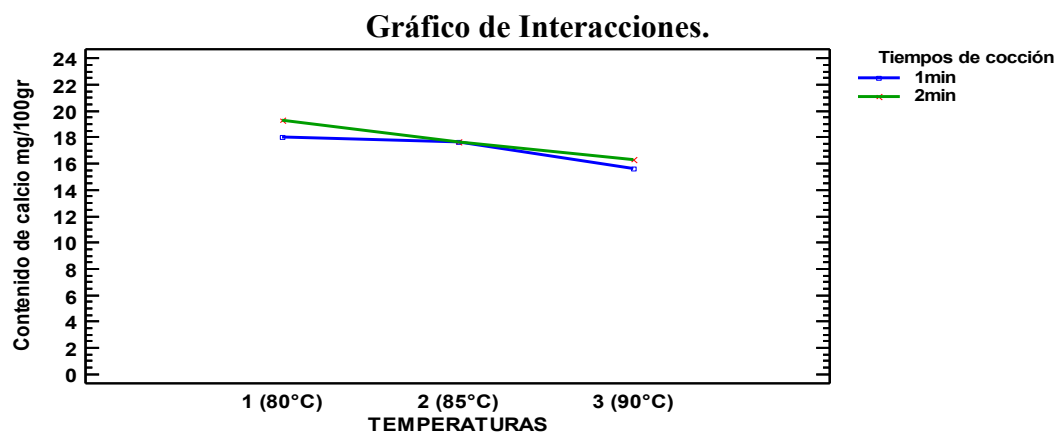
Gráfico 1. Perfil de los tratamientos para el contenido de calcio en el arroz nixtamalizado.



Experimentales: Proyecto P.I.N.A.P - UEB. Tigre, A. (2012).

En el gráfico 1, se muestra que en el perfil de los tratamientos para el contenido de calcio en arroz nixtamalizado; el tratamiento $A_1B_2C_3$ (90°C por 2 minutos al 3% de CaO) presenta un valor superior a los demás tratamientos con una puntuación de 23,33 mg de Ca/100 gr de muestra.

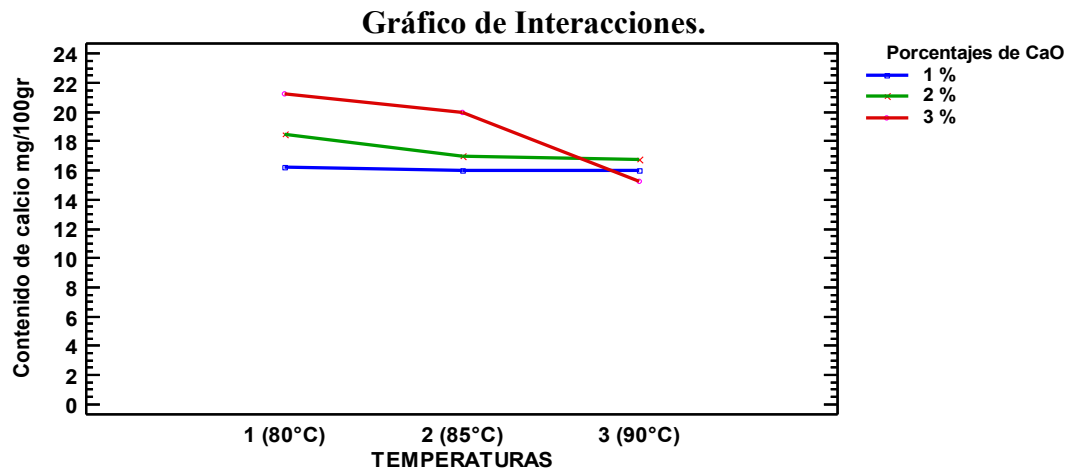
Gráfico 2. Interacción AXB del contenido de calcio en el arroz nixtamalizado.



Experimentales: Proyecto P.I.N.A.P - UEB. Tigre, A. (2012).

En el Gráfico 2, se indica la interacción AXB del contenido de calcio en el arroz nixtamalizado, donde se aprecia que los tiempos de cocción presentan interacción con las temperaturas de nixtamalizado, influyendo la concentración de calcio en los diferentes tratamientos.

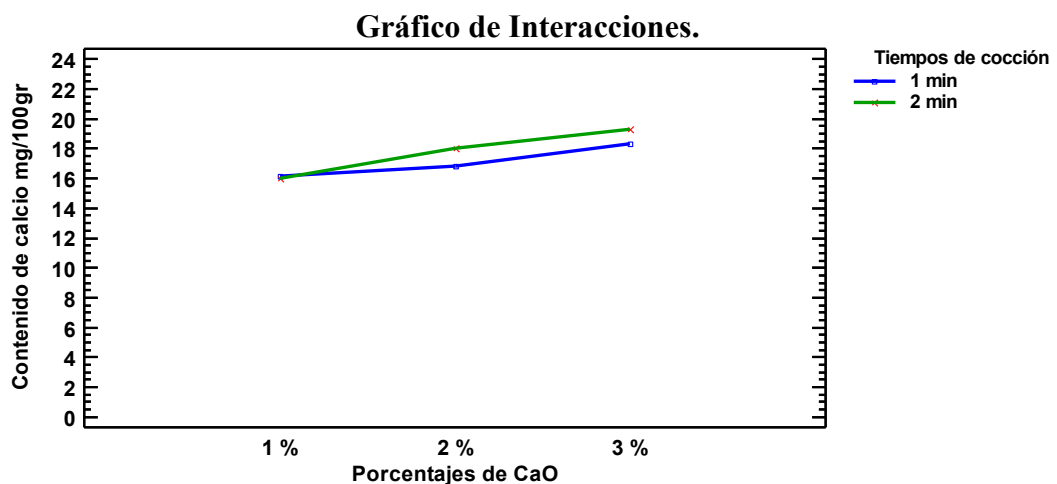
Gráfico 3. Interacción AXC del contenido de calcio en el arroz nixtamalizado.



Experimentales: Proyecto P.I.N.A.P - UEB. Tigre, A. (2012).

En el Gráfico 3, se observa la interacción AXC del contenido de calcio en el arroz nixtamalizado, se aprecia que los porcentajes de óxido de calcio interactúan con las temperaturas de nixtamalización, concluyendo que estos influyen en el contenido de calcio.

Gráfico 4. Interacción BXC del contenido de calcio en el arroz nixtamalizado.



Experimentales: Proyecto P.I.N.A.P - UEB. Tigre, A. (2012).

En el Gráfico 4, se aprecia la interacción BXC del contenido de calcio en el arroz nixtamalizado, donde se deduce que los porcentajes de óxido de calcio y los tiempos de nixtamalizado influyen en la concentración de calcio.

4.2.2. Análisis sensorial

a) Color.

El color es la primera sensación que se percibe y la que determina el primer juicio sobre su calidad. Es también un factor importante dentro del conjunto de sensaciones que aporta el alimento, y tiende a veces a modificar subjetivamente otras sensaciones como el sabor y el olor. *Rodríguez, M. (2009).*

Tabla 12. Análisis de varianza de las pruebas sensoriales de color en el arroz nixtamalizado.

| Fuente de variación | Suma de Cuadrados | Gl | Cuadrado Medio | Razón-F | Probabilidad |
|---------------------|-------------------|-----|----------------|---------|--------------|
| Efectos Principales | | | | | |
| Tratamientos | 7,66111 | 17 | 0,450654 | 1,69 | 0,0492* |
| Catadores | 24,5 | 9 | 2,72222 | 10,23 | 0,0000** |
| Error Residual | 40,7 | 153 | 0,266013 | | |
| Total | 72,8611 | 179 | | | |
| Media | 3,53 | | | | |
| CV% | 14,61 | | | | |

Experimentales: Proyecto P.I.N.A.P - UEB. Tigre, R. (2012).

* = Diferencia significativa

** = Diferencia altamente significativa

En la tabla 12, se muestra el análisis de varianza de las pruebas sensoriales de color en el arroz nixtamalizado, en el cual se aprecia que existe diferencia estadística significativa en los tratamientos.

Tabla 13. Prueba de rangos ordenados de Tukey para los tratamientos, en la característica organoléptica de color en el arroz nixtamalizado.

| Tratamientos | Catadores | Medias | Grupos Homogéneos |
|--|-----------|--------|-------------------|
| A ₁ B ₁ C ₂ | 10 | 3,85 | A |
| A ₁ B ₂ C ₃ | 10 | 3,85 | A |
| A ₃ B ₂ C ₃ | 10 | 3,75 | A |
| A ₁ B ₁ C ₁ | 10 | 3,70 | AB |
| A ₁ B ₂ C ₁ | 10 | 3,70 | AB |
| A ₁ B ₂ C ₂ | 10 | 3,60 | ABC |
| A ₂ B ₁ C ₁ | 10 | 3,60 | ABC |
| A ₃ B ₂ C ₂ | 10 | 3,55 | ABC |
| A ₁ B ₁ C ₃ | 10 | 3,55 | ABC |
| A ₂ B ₂ C ₃ | 10 | 3,55 | ABC |
| A ₂ B ₂ C ₁ | 10 | 3,50 | ABCD |
| A ₃ B ₁ C ₁ | 10 | 3,45 | ABCD |
| A ₂ B ₁ C ₃ | 10 | 3,45 | ABCD |
| A ₂ B ₂ C ₂ | 10 | 3,45 | ABCD |
| A ₃ B ₁ C ₃ | 10 | 3,45 | ABCD |
| A ₂ B ₁ C ₂ | 10 | 3,25 | BCD |
| A ₃ B ₁ C ₂ | 10 | 3,20 | CD |
| A ₃ B ₂ C ₁ | 10 | 3,05 | D |

Experimentales: Proyecto P.I.N.A.P - UEB. Tigre, R. (2012).

En la Tabla 13, se muestra la prueba de rangos ordenados de Tukey para los tratamientos en la característica organoléptica de color en el arroz nixtamalizado, en donde existe diferencia significativa en los tratamientos en cuatro grupos y los catadores califican a los tratamientos A₁B₁C₂ (80°C por un minuto de cocción al 2% de CaO) y al A₁B₂C₃ (80°C por dos minutos de cocción al 3% de CaO) como superiores a los demás tratamientos con 3,85; ubicándose como bueno según la escala de *Wittig, E. (2001)*.

Gráfico 5. Perfil de los tratamientos para el color en el arroz nixtamalizado.



Experimentales: Proyecto P.I.N.A.P - UEB. Tigre, R. (2012).

En el gráfico 5, del perfil de los tratamientos para el color en arroz nixtamalizado, se observa a los tratamientos ganadores, siendo el A₁B₁C₂ (80°C por 1 minuto de cocción al 2% de CaO) y el A₁B₂C₃ (80°C por 2 minuto de cocción al 3% de CaO) superiores, con una puntuación de 3,85 respectivamente.

b). Olor

Las sustancias que actúan como estímulo en la producción del gusto y del olfato cumplen requisitos similares de estructura química, grado de concentración, solubilidad (o volatilidad), temperatura, etc. Al mezclarse olores o gustos estos se fusionan, se perciben por separado, se neutralizan o se potencian. *Costell, E. (2001).*

Tabla 14. Análisis de varianza de las pruebas sensoriales del olor en el arroz nixtamalizado.

| Fuente de Variación | Suma de Cuadrados | Gl | Cuadrado Medio | Razón-F | Probabilidad |
|---------------------|-------------------|-----|----------------|---------|--------------|
| Efectos Principales | | | | | |
| Tratamientos | 4,27778 | 17 | 0,251634 | 1,42 | 0,1353NS |
| Catadores | 10,8833 | 9 | 1,20926 | 6,81 | 0,0000** |
| Error residual | 27,1667 | 153 | 0,17756 | | |
| Total | 42,3278 | 179 | | | |
| Media | 3,44 | | | | |
| CV% | 12,25 | | | | |

Experimentales: Proyecto P.I.N.A.P - UEB. Tigre, R. (2012).

* = Diferencia significativa
 ** = Diferencia altamente significativa
 NS = Diferencia no significativa

En la tabla 14, se presenta el análisis de varianza de las pruebas sensoriales del olor en arroz nixtamalizado, donde se aprecia que no existe diferencia significativa en los tratamientos.

Tabla 15. Prueba de rangos ordenados de Tukey para los tratamientos en la característica organoléptica de olor en el arroz nixtamalizado.

| Tratamientos | Catadores | Medias | Grupos Homogéneos |
|--|-----------|--------|-------------------|
| A ₁ B ₁ C ₂ | 10 | 3,75 | A |
| A ₁ B ₂ C ₃ | 10 | 3,65 | A |
| A ₃ B ₂ C ₃ | 10 | 3,60 | A |
| A ₁ B ₁ C ₃ | 10 | 3,60 | A |
| A ₁ B ₁ C ₁ | 10 | 3,55 | A |
| A ₁ B ₂ C ₁ | 10 | 3,55 | A |
| A ₁ B ₂ C ₂ | 10 | 3,55 | A |
| A ₂ B ₂ C ₂ | 10 | 3,45 | A |
| A ₂ B ₁ C ₃ | 10 | 3,45 | A |
| A ₃ B ₁ C ₃ | 10 | 3,45 | A |
| A ₂ B ₁ C ₁ | 10 | 3,35 | A |
| A ₃ B ₂ C ₁ | 10 | 3,30 | A |
| A ₃ B ₁ C ₂ | 10 | 3,30 | A |
| A ₂ B ₂ C ₃ | 10 | 3,30 | A |
| A ₃ B ₁ C ₁ | 10 | 3,30 | A |
| A ₂ B ₂ C ₁ | 10 | 3,30 | A |
| A ₃ B ₂ C ₂ | 10 | 3,25 | A |
| A ₂ B ₁ C ₂ | 10 | 3,20 | A |

Experimentales: Proyecto P.I.N.A.P - UEB. Tigre, R. (2012).

Pese a que no existe diferencia estadística significativa en los tratamientos, en la tabla 15, se analiza la prueba de rangos ordenadas de Tukey en la característica organoléptica de olor en el arroz nixtamalizado, donde se aprecia que numéricamente los catadores califican al tratamiento A₁B₁C₂ (80°C por 1 minuto de cocción al 2% de CaO) como superior a los demás tratamientos con

3,75 correspondiendo a agradable según la escala de medición de *Wittig, E. (2001)*.

Gráfico 6. Perfil de los tratamientos para el olor en el arroz nixtamalizado.



Experimentales: Proyecto P.I.N.A.P - UEB. Tigre, A. (2012).

En el gráfico 6, se presenta el perfil de los tratamientos para el olor en arroz nixtamalizado, donde se observa al tratamiento A₁B₁C₂ (80°C por 1 minuto al 2% de CaO) como superior a los demás tratamientos con una puntuación de 3,75.

c). Sabor

Se entiende por "flavor" (sabor) a la combinación compleja de sensaciones olfativas, gustativas y trigeminales percibidas durante la degustación. El "flavor" puede estar influenciado por efectos táctiles, térmicos, dolorosos y/o "kinestésicos" (cinestésicos). *Trincher, J. (2006)*.

Tabla 16. Análisis de varianza de las pruebas sensoriales de sabor en el arroz nixtamalizado.

| Fuente de Variación | Suma de Cuadrados | Gl | Cuadrado Medio | Razón-F | Probabilidad |
|---------------------|-------------------|-----|----------------|---------|--------------|
| Efectos Principales | | | | | |
| Tratamientos | 6,62361 | 17 | 0,389624 | 2,06 | 0,0111* |
| Catadores | 16,3069 | 9 | 1,81188 | 9,59 | 0,0000** |
| Error residual | 28,9181 | 153 | 0,189007 | | |
| Total | 51,8486 | 179 | | | |
| Media | 3,54722 | | | | |
| CV% | 12,26 | | | | |

Experimentales: Proyecto P.I.N.A.P - UEB. Tigre, A. (2012).

* = Diferencia significativa

** = Diferencia altamente significativa

Se presenta en la tabla 16, el análisis de varianza de las pruebas sensoriales de sabor en el arroz nixtamalizado, donde indica que existe diferencia estadística significativa en los tratamientos.

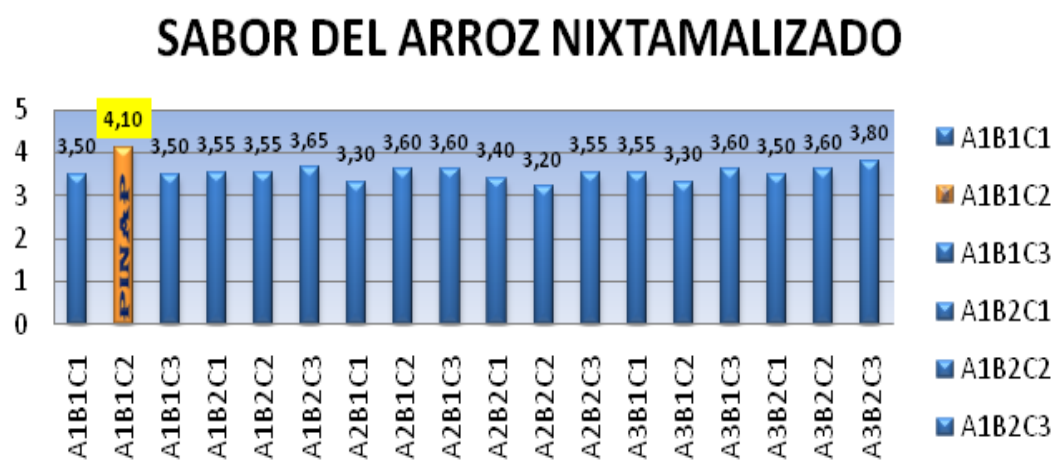
Tabla 17. Prueba de rangos ordenados de Tukey para los tratamientos, en la característica organoléptica de sabor en el arroz nixtamalizado.

| Tratamientos | Catadores | Media | Grupos homogéneos |
|--------------|-----------|-------|-------------------|
| A1B1C2 | 10 | 4,10 | A |
| A3B2C3 | 10 | 3,80 | AB |
| A1B2C3 | 10 | 3,65 | AB |
| A2B1C2 | 10 | 3,60 | AB |
| A2B1C3 | 10 | 3,60 | AB |
| A3B1C3 | 10 | 3,60 | AB |
| A3B2C2 | 10 | 3,60 | AB |
| A1B2C2 | 10 | 3,55 | AB |
| A1B2C1 | 10 | 3,55 | AB |
| A2B2C3 | 10 | 3,55 | AB |
| A3B1C1 | 10 | 3,55 | AB |
| A3B2C1 | 10 | 3,50 | AB |
| A1B1C3 | 10 | 3,50 | AB |
| A1B1C1 | 10 | 3,50 | AB |
| A2B2C1 | 10 | 3,40 | B |
| A2B1C1 | 10 | 3,30 | B |
| A3B1C2 | 10 | 3,30 | B |
| A2B2C2 | 10 | 3,20 | B |

Experimentales: P.I.N.A.P - UEB. Tigre, A. (2012).

En la Tabla 17, se aprecia la prueba de rangos ordenados de Tukey para los tratamientos en la característica organoléptica de sabor en el arroz nixtamalizado, en el cuál existe diferencia significativa en dos grupos, donde los catadores califican al tratamiento A₁B₁C₂ (80°C por 1 minuto de cocción al 2% de CaO) como superior a los demás tratamientos con una calificación de 4,10 ubicándose como muy bueno según la escala de medición de *Wittig, E. (2001)*,

Gráfico 7. Perfil de los tratamientos para el sabor en el arroz nixtamalizado.



Experimental: Proyecto P.I.N.A.P - UEB. Tigre, A. (2012).

En el gráfico 7, se observa el perfil de los tratamientos para el sabor en el arroz nixtamalizado, donde el tratamiento A₁B₁C₂ (80°C por 1 minuto al 2% de CaO) es superior a los demás tratamientos con una puntuación de 4,10.

d). Textura.

La textura es el conjunto de propiedades mecánicas, geométricas y de superficie de un producto que son percibidas por los receptores mecánicos, táctiles (receptores visuales y auditivos). Se puede tener información de las características de textura antes de la masticación por la apariencia visual o tacto. Las características de textura se aprecian mejor en la cavidad bucal. *Trincherro, J. (2006)*.

Tabla 18. Análisis de varianza de las pruebas sensoriales de textura en el arroz nixtamalizado.

| Fuente de Variación | Suma de Cuadrados | Gl | Cuadrado Medio | Razón-F | Probabilidad |
|---------------------|-------------------|-----|----------------|---------|--------------|
| Efectos Principales | | | | | |
| Tratamientos | 2,41111 | 17 | 0,14183 | 0,78 | 0,7188NS |
| Catadores | 10,7722 | 9 | 1,19691 | 6,55 | 0,0000** |
| Error residual | 27,9778 | 153 | 0,182861 | | |
| Total | 41,1611 | 179 | | | |
| Media | 3,27222 | | | | |
| CV% | 13,07 | | | | |

Experimentales: Proyecto P.I.N.A.P - UEB. Tigre, A. (2012).

* = Diferencia significativa

** = Diferencia altamente significativa

NS = Diferencia no significativa

En la tabla 18, se presenta el análisis de varianza de las pruebas sensoriales de la textura en el arroz nixtamalizado, donde se muestra que no existe diferencia estadística significativa en los tratamientos.

Tabla 19. Prueba de rangos ordenados de Tukey para los tratamientos, en la característica organoléptica de textura en el arroz nixtamalizado.

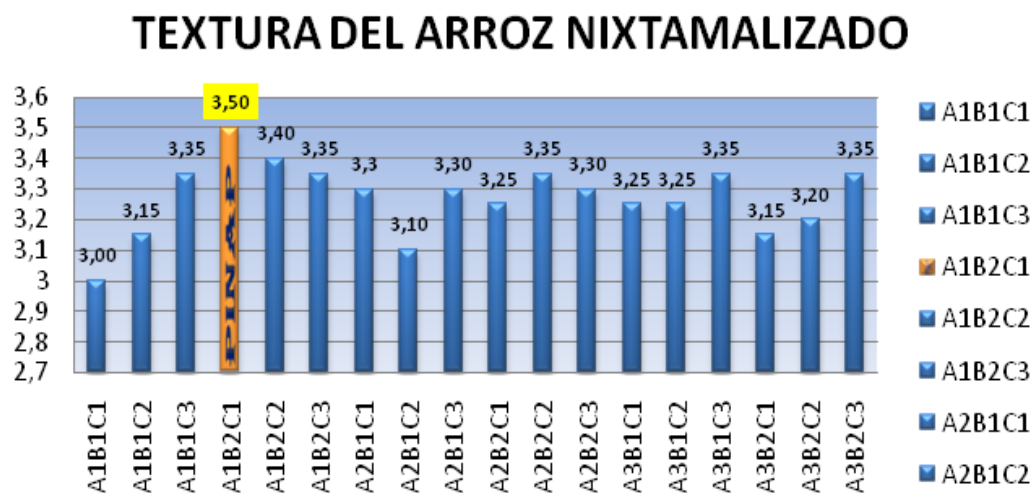
| Tratamientos | Catadores | Medias | Grupos homogéneos |
|--|-----------|--------|-------------------|
| A ₁ B ₂ C ₁ | 10 | 3,50 | A |
| A ₁ B ₂ C ₂ | 10 | 3,40 | A |
| A ₃ B ₂ C ₃ | 10 | 3,35 | A |
| A ₂ B ₂ C ₂ | 10 | 3,35 | A |
| A ₁ B ₁ C ₃ | 10 | 3,35 | A |
| A ₃ B ₁ C ₃ | 10 | 3,35 | A |
| A ₁ B ₂ C ₃ | 10 | 3,35 | A |
| A ₂ B ₁ C ₃ | 10 | 3,30 | A |
| A ₂ B ₂ C ₃ | 10 | 3,30 | A |
| A ₂ B ₁ C ₁ | 10 | 3,30 | A |
| A ₃ B ₁ C ₂ | 10 | 3,25 | A |
| A ₂ B ₂ C ₁ | 10 | 3,25 | A |
| A ₃ B ₁ C ₁ | 10 | 3,25 | A |

| | | | |
|--|----|------|---|
| A ₃ B ₂ C ₂ | 10 | 3,20 | A |
| A ₁ B ₁ C ₂ | 10 | 3,15 | A |
| A ₃ B ₂ C ₁ | 10 | 3,15 | A |
| A ₂ B ₁ C ₂ | 10 | 3,10 | A |
| A ₁ B ₁ C ₁ | 10 | 3,00 | A |

Experimentales: Proyecto P.I.N.A.P - UEB. Tigre, A. (2012).

Pese a que no existe diferencia estadística significativa en los tratamientos, en la tabla 19, se observa la prueba de rangos ordenados de Tukey para los tratamientos en la característica organoléptica de textura en el arroz nixtamalizado, donde se muestra que los catadores califican numéricamente como mejor al tratamiento A₁B₂C₁ (80°C por 2 minutos de cocción al 1% de CaO) con 3,50 correspondiendo a blando según la escala de medición de Wittig, E. (2001).

Gráfico 8. Perfil de los tratamientos para la textura en el arroz nixtamalizado.



Experimentales: Proyecto P.I.N.A.P - UEB. Tigre, A. (2012).

En el gráfico 8, se observa el perfil de los tratamientos para la textura en arroz nixtamalizado; donde se aprecia al tratamiento A1B2C1 (80°C por 2 minutos al 1% de CaO) como superior a los demás tratamientos con una puntuación de 3,50.

e) Aceptabilidad.

La aceptabilidad refleja la calidad de sensaciones de agrado para un producto o soluciones puras en el cual se identifique los sentidos básicos, como es el gusto en relación con la concentración. Ya en 1928, Engell descubrió que al incrementar las concentraciones de ciertos componentes aumenta la sensación de agrado en lo cual el consumidor acepta el producto. *Costell, E. (2001)*.

Tabla 20. Análisis de varianza de las pruebas sensoriales de aceptabilidad en el arroz nixtamalizado.

| Fuente de Variación | Suma de Cuadrados | Gl | Cuadrado Medio | Razón-F | Probabilidad |
|----------------------------|--------------------------|-----------|-----------------------|----------------|---------------------|
| Efectos Principales | | | | | |
| Tratamientos | 3,14444 | 17 | 0,184967 | 1,14 | 0,3250 NS |
| Catadores | 16,0889 | 9 | 1,78765 | 10,98 | 0,0000** |
| Error residual | 24,9111 | 153 | 0,162818 | | |
| Total | 44,1444 | 179 | | | |
| Media | 3,54 | | | | |
| CV% | 11,39 | | | | |

Experimentales: Proyecto P.I.N.A.P - UEB. Tigre, A. (2012).

* = Diferencia significativa

** = Diferencia altamente significativa

NS = Diferencia no significativa

En la tabla 20, se muestra el análisis de varianza de las pruebas sensoriales de aceptabilidad en arroz nixtamalizado, donde se observa que en los tratamientos no existe diferencia estadística significativa.

Tabla 21. Prueba de rangos ordenados de Tukey para los tratamientos, en la característica organoléptica de aceptabilidad en el arroz nixtamalizado.

| Tratamientos | Catadores | Medias | Grupos homogéneos |
|--|-----------|--------|-------------------|
| A ₃ B ₂ C ₃ | 10 | 3,90 | A |
| A ₁ B ₁ C ₂ | 10 | 3,75 | A |
| A ₃ B ₂ C ₂ | 10 | 3,65 | A |
| A ₁ B ₂ C ₁ | 10 | 3,65 | A |
| A ₁ B ₂ C ₃ | 10 | 3,65 | A |
| A ₂ B ₁ C ₃ | 10 | 3,60 | A |
| A ₁ B ₁ C ₃ | 10 | 3,55 | A |
| A ₃ B ₂ C ₁ | 10 | 3,50 | A |
| A ₁ B ₂ C ₂ | 10 | 3,50 | A |
| A ₂ B ₂ C ₂ | 10 | 3,50 | A |
| A ₂ B ₂ C ₃ | 10 | 3,50 | A |
| A ₃ B ₁ C ₃ | 10 | 3,50 | A |
| A ₂ B ₁ C ₁ | 10 | 3,50 | A |
| A ₃ B ₁ C ₂ | 10 | 3,45 | A |
| A ₃ B ₁ C ₁ | 10 | 3,45 | A |
| A ₂ B ₁ C ₂ | 10 | 3,40 | A |
| A ₁ B ₁ C ₁ | 10 | 3,40 | A |
| A ₂ B ₂ C ₁ | 10 | 3,35 | A |

Experimentales: Proyecto P.I.N.A.P - UEB. Tigre, A. (2012).

A pesar no existir diferencia significativa en los tratamientos, en la tabla 21, se analiza la prueba de rangos ordenados de Tukey para los tratamientos en la característica organoléptica de aceptabilidad en el arroz nixtamalizado, donde los catadores numéricamente califican como mejor al tratamiento A₃B₂C₃ (90°C por 2 minutos de cocción al 3% de CaO) con 3,90 correspondiendo a bueno según la escala de medición de *Wittig, E.* (2001).

Gráfico 9. Perfil de los tratamientos para la aceptabilidad en el arroz nixtamalizado.

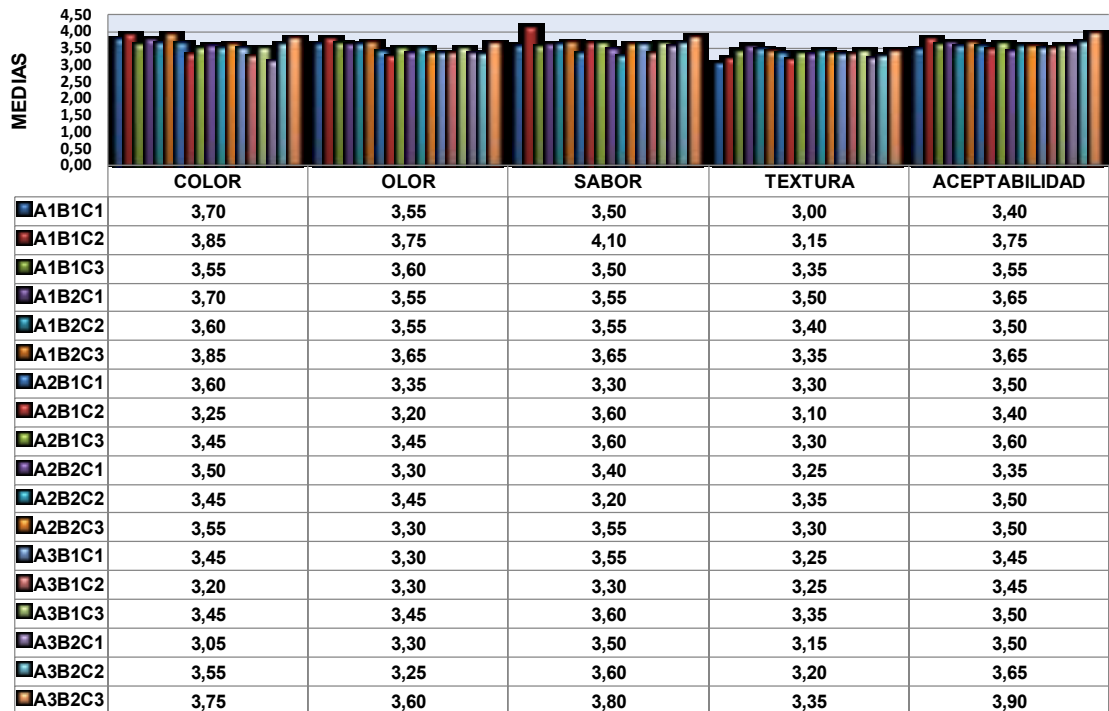


Experimentales: Proyecto P.I.N.A.P - UEB. Tigre, A. (2012).

En el gráfico 9, se muestra el perfil de los tratamientos para aceptabilidad en arroz nixtamalizado; donde los catadores califican al tratamiento A₃B₂C₃ (90°C por 2 minutos al 3% de CaO) como superior a los demás tratamientos con una puntuación de 3,90; correspondiendo a muy buena en la escala de *Wittig, E.* (2001).

4.2.2.1. Resumen de las cataciones del arroz cocido nixtamalizado.

Gráfico 10. Resumen de las cataciones del arroz cocido nixtamalizado.



Experimentales: Proyecto P.I.N.A.P - UEB. Tigre, A. (2012).

En el gráfico 10, se muestra el resumen de las cataciones de arroz nixtamalizado, donde se puede identificar que el mejor tratamiento es el A₁B₁C₂ (80°C de cocción por 1minuto al 2% de CaO).

4.3. ANÁLISIS EN LOS MEJORES TRATAMIENTOS.

Después de haber realizado el análisis de calcio y análisis sensorial se obtuvo dos mejores tratamientos como son: A₁B₂C₃ (80°C a 2min y 3% de CaO) en análisis de calcio y A₁B₁C₂(80°C a 1min y 2% de CaO) en el análisis sensorial a los cuales se los sometió a los siguientes análisis.

4.3.1. Análisis microbiológicos en el arroz nixtamalizado de los mejores tratamientos.

Para determinar el nivel de control e higiene del producto se procedió a realizar los análisis microbiológicos de bacterias mesófilas, coliformes totales, mohos y levaduras.

Tabla 22. Análisis microbiológicos en el arroz nixtamalizado de los mejores tratamientos.

| Mejor tratamiento | Código | Bacterias mesófilas | Mohos y levaduras | Coliformes totales |
|--|--------------------------|---------------------|-------------------|--------------------|
| A ₁ B ₁ C ₂ | T ₂ \bar{X} | 35.5 | Ausencia | Ausencia |
| A ₁ B ₂ C ₃ | T ₆ \bar{X} | 25.5 | Ausencia | Ausencia |
| NORMA | INEN NTE 2074 | 10.000 UFC /gr | 10 UFC /gr | 0 UFC /gr |

Experimentales: Proyecto P.I.N.A.P - UEB. Tigre, A. (2012).

En la tabla 22, se presenta el análisis microbiológico en el arroz nixtamalizado de los mejores tratamientos, en el cual los resultados de bacterias mesófilas en los dos tratamientos se encuentran por debajo de lo máximo

permitido en número de UFC/gr según la norma INEN NTE 2074, mientras que en mohos, levaduras y coliformes totales presenta ausencia.

4.3.2. Análisis bromatológicos en el arroz nixtamalizado de los mejores tratamientos.

Tabla 23. Análisis bromatológicos en el arroz nixtamalizado de los mejores tratamientos, expresados en base seca.

| Mejores tratamientos | Código | Humedad * | Proteína* | Grasa * | Fibra * |
|--|--------------------------|--------------|-------------|-------------|-------------|
| | | % | % | % | % |
| Materia prima | MP \bar{X} | 12,09 | 6,33 | 0,52 | 0.39 |
| A ₁ B ₁ C ₂ | T ₂ \bar{X} | 10,81 | 6,94 | 0,37 | 0.40 |
| A ₁ B ₂ C ₃ | T ₆ \bar{X} | 10,61 | 7,85 | 0,36 | 0.43 |
| Bibliografía | Abad C (2010) | 12,00 | 6,60 | 0,60 | 1,45 |

Experimentales: Proyecto P.I.N.A.P - UEB. Tigre, A. (2012).

* Valores promedio de dos réplicas.

En la Tabla 23, del análisis bromatológico en el arroz nixtamalizado de los mejores tratamientos, se aprecia que el contenido de humedad los tratamientos no se diferencia mucho de la materia prima, pero al comparar con bibliografía que reporta *Abad, C. (2010)*, se indica que las muestras poseen menor humedad, debido al tratamiento de secado que se les da luego del nixtamalizado.

En lo que respecta al contenido de proteína se observa que hay un incremento en comparación a materia prima y datos reportados en bibliografía, debiéndose al proceso del nixtamalizado.

En grasa los tratamientos ganadores han disminuido con relación a la materia prima de 0.52%, a 0,37% en el tratamiento A₁B₁C₂ (80°C1min2%CaO) y 0,36% en el tratamiento A₁B₂C₃ (80°C2min3%CaO).

Finalmente en fibra se muestra que los tratamientos T2 y T6 presentan un incremento, partiendo de la materia prima de 0.39% a 0,40 % en el T2 (80°C1min2%CaO), y 0,43% en el T6 (80°C2min3%CaO).

4.3.3. Análisis de aminoácidos esenciales de los mejores tratamientos.

Tabla 24. Análisis de aminoácidos esenciales de los mejores tratamientos, expresados en base seca.

| Aminoácidos | MP % | T2 (A₁B₁C₂) % | T6 (A₁B₂C₃) % | Bibliografía. % Sauvant, D. / Perez, JM. / Tran, G. (2004). |
|----------------------|-------------|---|---|--|
| Alanina | 0,44 | 0,46 | 0,51 | 0.41 |
| Arginina | 0,22 | 0,31 | 0,18 | 0.63 |
| Ac. Aspártico | 0,61 | 0,56 | 0,74 | 0.66 |
| Cistina | 0,21 | 0,31 | 0,17 | 0.18 |
| Ac. Glutámico | 0,23 | 0,32 | 0,17 | 0.28 |
| Glicina | 0,37 | 0,42 | 0,38 | 0.34 |
| Histidina | 0,76 | 0,67 | 0,87 | 0.68 * |
| Isoleucina | 0,39 | 0,42 | 0,39 | 0.31 |
| Leucina | 0,79 | 0,64 | 0,92 | 0.60 * |
| Lisina | 0,34 | 0,39 | 0,38 | 0.28 * |
| Metionina | 0,28 | 0,34 | 0,25 | 0.18 * |
| Fenilalanina | 0,59 | 0,46 | 0,64 | 0.34 |
| Prolina | 0,41 | 0,44 | 0,43 | 0.30 |
| Serina | 0,42 | 0,44 | 0,42 | 0.38 |
| Treonina | 0,36 | 0,40 | 0,36 | 0.26 * |
| Tirosina | 0,20 | 0,30 | 0,16 | 0.35 * |
| Valina | 0,48 | 0,48 | 0,50 | 0.45 * |

Fuente: Laboratorio WSS. (2012).

* Aminoácidos esenciales.

En la Tabla 24, se observa el análisis de aminoácidos esenciales expresados en base seca de los mejores tratamientos de arroz nixtamalizado, donde se determinó por cromatografía líquida de alta eficiencia HPLC en el Laboratorio de Análisis de Alimentos WSS, de Guayaquil-Ecuador.

Los aminoácidos se dividen en dos grupos: los esenciales y los no esenciales; los esenciales son los aminoácidos que no sintetiza el cuerpo humano y es necesario suministrarlo a través de los alimentos que ingerimos, en cambio los aminoácidos no esenciales son aquellos que no son necesarios ingerir en la dieta por que el cuerpo humano lo sintetiza. *Latham, M. (2002).*

Tabla 25. Análisis de aminoácidos esenciales en el arroz nixtamalizado de los mejores tratamientos, expresados en gr/100 gr de proteína.

| Aminoácido. | MP gr/100 gr | T2 (A₁B₁C₂) gr/100 gr | T6 (A₁B₂C₃) gr/100 gr |
|----------------------|---------------------|---|---|
| Alanina | 5,90 | 5,95 | 6,50 |
| Arginina | 2,95 | 4,01 | 2,29 |
| Ac. Aspártico | 8,18 | 7,24 | 9,43 |
| Cistina | 2,81 | 4,01 | 2,17 |
| Ac.Glutámico | 3,08 | 4,14 | 2,17 |
| Glicina | 4,96 | 5,43 | 4,84 |
| Histidina * | 10,19 | 8,67 | 11,08 |
| Isoleucina | 5,23 | 5,43 | 4,97 |
| Leucina * | 10,59 | 8,28 | 11,72 |
| Lisina * | 4,56 | 5,05 | 4,84 |
| Metionina * | 3,75 | 4,40 | 3,18 |
| Fenilalanina | 7,91 | 5,95 | 8,15 |

| | | | |
|-------------------|------|------|------|
| Prolina | 5,50 | 5,69 | 5,48 |
| Serina | 5,63 | 5,69 | 5,35 |
| Treonina * | 4,82 | 5,17 | 4,59 |
| Tirosina * | 2,68 | 3,88 | 2,04 |
| Valina * | 6,43 | 6,21 | 6,37 |

Experimentales: Proyecto P.I.N.A.P - UEB. Tigre, A. (2012).

**= Aminoácidos esenciales*

En la Tabla 25, se presenta el análisis de aminoácidos expresados en base seca por cada 100gr de proteína de los mejores tratamientos, sabiéndose que el ácido glutámico y el ácido aspártico son los aminoácidos que se presentan en mayor contenido en el arroz, y el ácido glutámico es el responsable de dar el sabor característico a los cereales, mientras más alto contenido tenga mejor será el sabor. *FAO (2004).*

El arroz puro tiene 3,08 de ácido glutámico/100gr de proteína; y al someter el arroz al tratamiento 2 (80°C por 1min al 2% de CaO) incrementa este aminoácido a 4,14 /100 g de proteína, mientras que al someter al arroz al tratamiento 6 (80°C por 2 min al 3% de CaO) disminuye a 2,17 gr de ácido glutámico/100 gr de proteína, por lo que se deduce que este aminoácido se degrada al aumentar el tiempo de nixtamalizado y la concentración de CaO.

En lo referente al ácido aspártico se ha partido de 8,18 gr/100gr de proteína en la materia prima, y al nixtamalizar el arroz se ha incrementado en el T6 a 9,43 gr/100gr de proteína.

En lisina se puede observar que en el tratamiento 2 existe un incremento de este aminoácido a 5,05gr/100gr de proteína, mientras que en el tratamiento 6 su valor baja a 4,84gr/100gr de proteína pero no es menor al valor de la materia prima.

Tabla 26. Computo químico de los porcentajes en aminoácidos en el arroz nixtamalizado comparado con el Patrón FAO para niños y adultos de los mejores tratamientos.

| RELACIÓN CON PATRÓN FAO (%) | | | | | | | | |
|-----------------------------|------------|---------|---------------|--------------|--|--------------|--|--------------|
| Aminoácidos | Patrón FAO | | Materia Prima | | T2 (A ₁ B ₁ C ₂) | | T6 (A ₁ B ₂ C ₃) | |
| | Niños | Adultos | Para Niños | Para adultos | Para niños | Para adultos | Para niños | Para adultos |
| Histidina | 1,9 | - | 536,11 | - | 456,19 | - | 583,31 | - |
| Isoleucina | 2,8 | 2,9 | 186,68 | 180,24 | 194,05 | 187,36 | 177,43 | 171,32 |
| Leucina | 6,6 | 5,9 | 160,43 | 179,46 | 125,45 | 140,33 | 177,57 | 198,64 |
| Lisina | 5,8 | 4,5 | 78,57 | 101,26 | 86,99 | 112,12 | 83,46 | 107,57 |
| Metionina + cistina | 2,5 | 2 | 150,11 | 187,64 | 175,94 | 219,92 | 127,39 | 159,24 |
| Fenilalanina + tirosina | 6,3 | 5,9 | 125,52 | 134,03 | 94,46 | 100,86 | 129,41 | 138,18 |
| Treonina | 3,4 | 3,3 | 141,91 | 209,78 | 152,20 | 224,98 | 134,88 | 199,39 |
| Valina | 3,3 | 3,8 | 194,95 | 169,30 | 188,17 | 163,41 | 193,01 | 167,62 |
| Triptofano | 1,1 | 0,8 | ND | ND | ND | ND | ND | ND |

Experimentales: Proyecto P.I.N.A.P - UEB. Tigre, A. (2012).

En la Tabla 26, se analiza la relación entre los aminoácidos esenciales del arroz nixtamalizado con el patrón *FAO para niños, (1985)*, y relación entre los aminoácidos esenciales del arroz nixtamalizado con el patrón *FAO para adultos, (2001)*.

El valor biológico de una proteína depende fundamentalmente de su composición en aminoácidos indispensables. Conocida ésta, es posible predecir dentro de ciertas limitaciones, su comportamiento en el organismo; para ello solo es necesario contar con un adecuado patrón de comparación. *Días, R. (2009)*.

En lo que respecta al ácido glutámico y ácido aspártico no se pudo comparar con los patrones FAO, porque no presentan valores de comparación por

no ser aminoácidos esenciales, pero son los aminoácidos que sobresalen en el arroz.

En lisina que es un aminoácido esencial limitante en el arroz; al comparar los resultados obtenidos en arroz nixtamalizado de los mejores tratamientos con el patrón FAO para niños y adultos, se observa que va desde 78,57% en la materia prima, a 86,99% en el T2 y 83,46 en el T6 para niños y 101,26% en la materia prima, a 112,12% en el T2 y 107,57% en el T6 para adultos.

Según estudios de la FAO en el año 2004 la lisina es esencial debido a que al asociarse con otros aminoácidos ayuda al crecimiento, reparación de tejidos, refuerza el sistema inmunológico y sintetiza hormonas. *Días, R. (2009).*

4.3.4. Análisis económico de los mejores tratamientos.

4.3.4.1. Análisis de costo/beneficio de los mejores tratamientos obtenidos de las pruebas de análisis sensorial y contenido de calcio.

El análisis Costo/Beneficio, permite definir la factibilidad de las alternativas planteadas o del proyecto a ser desarrollado. Tiene como objetivo fundamental proporcionar una medida de los costos en que se incurren en la realización de un proyecto, y a su vez comparar dichos costos previstos con los beneficios esperados de la realización de dicho proyecto. *Fontaine, J. (2004).*

Tabla 27. Relación costo/beneficio de los mejores tratamientos.

| TRATAMIENTO | | A ₁ B ₁ C ₂ (T2) | | A ₁ B ₂ C ₃ (T6) | |
|---------------------|-------|---|-----------------|---|-----------------|
| DESCRIPCIÓN | Simb. | Cantidad a utilizar | Precio/producto | Cantidad a utilizar | Precio/Producto |
| Arroz viejo veguero | | 1Kg | 0,76 | 1Kg | 0,76 |
| CaO | | 200gr | 1,00 | 300gr | 1,50 |
| ácido Ascórbico | | 10gr | 0,24 | 12gr | 0,29 |
| Sal | | 12gr | 0,05 | 12gr | 0,05 |

| | | | | | |
|---|--------------|------|-------------|------|-------------|
| Aceite | | 10ml | 0,20 | 10ml | 0,20 |
| MATERIALES | | | | | |
| Platitos | | 10 | 0,09 | 10 | 0,09 |
| Cucharas | | 10 | 0,05 | 10 | 0,05 |
| Mano de obra | | 1 | 1,65 | 1 | 1,65 |
| Otros | | | 1,00 | | 1,00 |
| TOTAL GENERAL DE EGRESOS | TGE | | 5,04 | | 5,59 |
| Productos obtenidos "100gr" | PO | | 10 | | 10 |
| Costo por producto (TGE/PO) | CP | | 0,50 | | 0,56 |
| Precio de venta unitaria | PVU | | 0,80 | | 0,80 |
| Relación Beneficio Costo Unitario (PVU-CP) | RBC U | | 0,30 | | 0,24 |
| Relación Beneficio Costo Total ((PVU*PO)-TGE) | RBC T | | 2,96 | | 2,41 |

Experimentales: Proyecto P.I.N.A.P - UEB. Tigre, A. (2012).

En la tabla 27, se puede identificar el análisis de la relación costo/beneficio, cabe recalcar que se lo ha desarrollado de acuerdo a los mejores tratamientos obtenidos; el primero del análisis sensorial, siendo el Tratamiento 2 A₁B₁C₂ (80°C por 1 minuto de cocción al 2% de CaO); y el segundo del análisis de contenido de calcio, que fue el Tratamiento 6 A₁B₂C₃ (80°C por 2 minutos de cocción al 3% de CaO), obteniéndose un RBC U de 0,30 USD en el Tratamiento 2 y 0,24 USD en el Tratamiento 6, tomando en cuenta que por cada dólar invertido se ha obtenido una ganancia de \$0,48 en el T₂; y \$0,43 en el T₆. Valores calculados con la siguiente fórmula: $(1 * RBC T) / TGE$.

V. VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS.

5.1. HIPÓTESIS PLANTEADA.

El nixtamalizado del arroz (*Oryza Sativa L.*) permite obtener un producto enriquecido en calcio y aminoácidos esenciales.

5.1.1. Verificación de hipótesis para el contenido de calcio en el arroz nixtamalizado.

Para la verificación de la hipótesis, se realizó una comparación entre los valores de F calculado en el arroz nixtamalizado con el valor de F tabulados en las tablas Fisher, para poder aceptar la hipótesis nula y si se rechaza, aceptar la hipótesis alternativa.

Tabla 28. Valores de Fisher comparativos del diseño en calcio.

| Determinación | Valor F calculado | Valor F Tablas |
|-----------------------|-------------------|----------------|
| A = Temperaturas | 132,36 | 3,20 |
| B = Tiempos | 19,43 | 4,45 |
| C= Porcentajes de CaO | 166,05 | 3,20 |

Experimentales: Proyecto P.I.N.A.P - UEB. Tigre, A. (2012).

En la tabla 28, se presenta a un nivel de confianza del 95%, que existe diferencia altamente significativa para los tratamientos del nixtamalizado de arroz de esta manera se rechazó la hipótesis nula y se aceptó la hipótesis alternativa; debido a que el valor de F calculado es superior al valor de F de tablas Fisher, según la siguiente expresión matemática:

$$\text{Hipótesis alternativa: } H_1 = T_1 \neq T_2 \neq T_3 \neq \dots \neq T_{18}.$$

En la cual se pone en manifiesto que mediante el nixtamalizado de arroz se incrementa el contenido de calcio, coincidiendo estadísticamente con lo obtenido en el análisis de Tukey, en el cual se evidenció un enriquecimiento de calcio y diferencia significativa por tratamientos, muestra de ello se comprobó que en los tres porcentajes de concentración existió enriquecimiento de calcio, donde se partió con una concentración de Ca en la materia prima (arroz puro pilado) de

11,66 mg/100gr y el contenido más alto fue en el tratamiento 6 con una concentración de 23,33 mg / 100gr.

5.1.2. Verificación de hipótesis para el contenido de aminoácidos en el arroz nixtamalizado.

Para la verificación de la hipótesis, se realiza una comparación entre los valores de aminoácidos esenciales presentes en la materia prima y los valores obtenidos en los tratamientos, T2 ($A_1B_1C_2$) y T6 ($A_1B_2C_3$), para poder aceptar la hipótesis nula y si se rechaza, aceptar la hipótesis alternativa.

Se pudo evidenciar que al comparar el tratamiento 2 ($A_1B_1C_2$) con la materia prima existe un incremento en los porcentajes de los aminoácidos esenciales como son: en lisina del 0,34% al 0,39%; en metionina de 0,28% a 0,34%; treonina de 0,36% a 0,40% y tirosina de 0,20% a 0,30%.

Al analizar el tratamiento 6 ($A_1B_2C_3$), con la materia prima, se comprueba que hay incremento en los siguientes aminoácidos esenciales; histidina de 0,76% a 0,87%, leucina de 0,79% a 0,92%, en lisina de 0,34% a 0,38%, y valina de 0,48% a 0,50%.

Comprobando de ésta manera que con el nixtamalizado de arroz se incrementa el contenido de aminoácidos esenciales; por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

6.1. CONCLUSIONES.

Del presente trabajo de investigación se puede expresar las siguientes conclusiones.

- Se puede evidenciar que el arroz de mayor consumo en la provincia de Bolívar, es el arroz proveniente de la provincia de Los Ríos y Bajos subtropicales de Bolívar, debido a las facilidades de comercio entre estos sectores.
- El arroz fue sometido al proceso de nixtamalización que consistió en precocer el arroz con óxido de calcio por 1 y 2 min a 80, 85 y 90 °C con 1, 2 y 3 % de CaO, con el fin de incrementar el contenido de calcio y aminoácidos esenciales en el arroz nixtamalizado.
- En vista de que el arroz al terminar el proceso de nixtamalizado presentó una apariencia poco apreciable por acción oxidante del CaO, se utilizó una solución de ácido ascórbico a una concentración del 5% regulando el pH a 6, evitando así una coloración no deseada.
- Se obtuvo 2 mejores tratamientos, arrojados por 2 respuestas experimentales como son; en el contenido de calcio el T6 (A₁B₂C₃) a 80°C por 2 minutos de cocción al 3 % de óxido de calcio, y en el análisis sensorial el Tratamiento 2 (A₁B₁C₂) a 80°C por 1 minutos de cocción al 2 % de concentración de CaO.
- El tratamiento con mayor contenido de calcio es el tratamiento 6 con una concentración de 23,33 mg/100gr de muestra, seguido por el tratamiento 3 con una concentración de 21,67 mg/100gr, donde este incremento se debió a la concentración de CaO al 3%, considerado en el presente estudio como factor C; cabe recalcar que a mayor tiempo de cocción y a mayor temperatura, menor es el contenido de calcio, debido a que el grano de arroz se degrada y ya no absorbe más CaO.

- Con respecto al tratamiento T2 (A₁B₁C₂) que es el mejor tratamiento obtenido del análisis organoléptico sensorial se concluye, que en el sabor éste tuvo mayor aceptación; debido al incremento de Ácido Glutámico mismo que da el sabor característico a los cereales.
- Realizados los análisis microbiológicos, se pudo notar la asepsia del producto en estudio, con resultados favorables que se encuentran dentro las normas de calidad permitida, como es el caso de los mohos y levaduras con un resultado de ausencia total de UFC/gr de arroz, y la norma INEN NTE 2074 permite un máximo de 10 UFC/gr; en bacterias mesófilas presentó 185 UFC/gr de arroz, y la norma permite hasta 10000 UFC/gr; finalmente en coliformes totales existió ausencia, deduciendo así que el producto es apto para el consumo.
- En los análisis bromatológicos se concluye que con relación a la materia prima la humedad ha disminuido en los mejores tratamientos, que va desde 12,09% en la materia prima a 10,81% en el T₂ (A₁B₁C₂), y 10,61% en el T₆ (A₁B₂C₃), debido a las condiciones de secado sometidas a las muestras, como son a 55°C por 2 y 3 horas.
- En proteína se ha obtenido un incremento en los 2 tratamientos con relación a la materia prima, donde se partió con 6.33% en la materia prima; a 6,94%, en el T₂ (A₁B₁C₂) y 7.85 % en el T₆ (A₁B₂C₃); donde se concluye que al nixtamalizar arroz incrementa el nivel de proteína.
- En fibra y grasa hubo un ligero descenso en los porcentajes obtenidos en los tratamientos, debido al proceso de lavado que se le da al arroz en el nixtamalizado.
- Siendo la Lisina el primer aminoácido limitante en el arroz, se comprobó su incremento al compararlo con el patrón FAO para niños y adultos, el cual va desde 78,53% en la materia prima hasta 86,99% en el T₂ (A₁B₁C₂), para niños; y para adultos de 101,26% en la materia prima a 112,12% en el T₂

(A₁B₁C₂). Disminuyendo la cantidad de lisina en el T6 (A₁B₁C₂) para los dos patrones con relación al T2, concluyendo que el tiempo y la concentración de CaO beneficia en el incremento de este aminoácido.

- Finalmente se concluye que en el análisis económico; el Tratamiento 2 obtiene un beneficio de \$0,48 por cada dólar invertido; y en el Tratamiento 6 el beneficio es de \$0,43 por cada dólar invertido, resultados obtenidos del cálculo con la siguiente fórmula: $(1 * RBC T) / TGE$.

6.2. RECOMENDACIONES.

- Desarrollar en la provincia y en el país, productos con nuevas tecnologías para dar valor agregado a los cereales y así alimentarnos sanamente.

- Almacenar de manera adecuada la materia prima y producto procesado en un lugar seguro, libre de roedores, humedad, olores extraños evitando así todo tipo de contaminación.
- Al momento del nixtamalizado del arroz se debe evitar lesionar al grano por agitación brusca, y no exponerlo por más de 2 min de cocción, para prevenir que el grano se degrade.
- Se recomienda no exceder la temperatura 80°C en el nixtamalizado, en vista que a más temperatura el grano no asimila CaO; por el contrario se debe probar nixtamalizar el grano a temperaturas menores como 60 y 70 °C.
- En lo que respecta a la concentración del CaO, se recomienda no utilizar más del 3% con relación al peso del grano; puesto que influye en la aceptabilidad del producto.

VII. RESUMEN Y SUMMARY.

7.1. RESUMEN.

Para esta investigación se utilizó el arroz de mayor consumo en la provincia Bolívar, como lo es el arroz conejo (*Oriza Sativa L.*):

Éste fue sometido a un proceso de nixtamalizado, utilizando variables metodológicas para su aplicación considerando los porcentajes de CaO, minutos de cocción y temperaturas. Se consideró como respuesta experimental el mayor contenido de calcio y la evaluación organoléptica desarrollada por 10 catadores; teniéndose el mayor contenido de calcio en el tratamiento 6 (A₁B₂C₃), que corresponde a (80°C por 2 minuto de cocción al 3 % de concentración de CaO) con 23,33 mg/100gr de muestra, que en relación con la materia prima que fue de 11.16mg/100gr se obtuvo un incremento de 12.17 mg/100gr.

En el análisis sensorial el mejor tratamiento fue el T2 (A₁B₁C₂) que corresponde a (80°C por 1 minuto de cocción al 2 % de concentración de CaO), sin antes mencionar que se realizó en todos los tratamientos el mejoramiento del color a través de la corrección de pH a 6 con la adición de una solución de ácido ascórbico al 5%.

Con respecto a la composición bromatológica, en proteína existió un incremento partiendo de 6,33% en la materia prima, a 6,94% en el T2 y 7,85% en el T6; debido al nixtamalizado con la adición de CaO que permite el incremento de niveles de aminoácidos totales que conforman dicha proteína, sabiéndose que la lisina es el aminoácido esencial limitante del arroz, en la presente investigación se ha logrado incrementar su contenido, en 8,42% a través del computo químico (patrón FAO para niños); en fibra sus concentraciones se mantuvieron similares con relación a la materia prima, mientras que en grasa es evidente una disminución de su contenido.

El producto final como es el arroz nixtamalizado, esta microbiológicamente dentro de la NORMA INEN NTE 2074, demostrando la asepsia y calidad del mismo, en especial por la ausencia de coliformes totales.

7.2. SUMMARY.

For this investigation the rice of more consumption was used in the county Bolívar, as it is it the rice rabbit:

This was subjected to a nixtamalizado process, using methodological variables for their application whereas clause the percentages of CaO, minutes of cooking and temperatures. It was considered as experimental answer the biggest content of calcium and the organoleptic evaluation developed by 10 tasters; being had the biggest content of calcium in the treatment 6 (A₁B₂C₃) that corresponds to (80°C for 2 minute of cooking to 3% of concentration of CaO) with 23,33 sample mg/100gr that was obtained in connection with the raw material that was of 11.16mg/100gr an increment of 12.17 mg/100gr.

In the sensorial analysis the best treatment was the T2 (A₁B₁C₂) that corresponds to (80°C for 1 minute of cooking to 2% of concentration of CaO), without before to mention that he/she was carried out in all the treatments the improvement of the color through the pH correction at 6 with the addition of an ascorbic acid solution to 5%.

With regard to the composition bromatológica, in protein an increment existed leaving of 6,33% in the raw material, to 6,94% in the T2 and 7,85% in the T6; due to the nixtamalizado with the addition of CaO that allows the increment of total amino acid levels that you/they conform this protein, being known that the lysine is the restrictive essential amino acid of the rice, in the present investigation has been possible to increase its content, in 8,42% through the I compute chemical (patron CAM for children); in fiber its concentrations stayed similar with relationship to the raw material, while in fat it is evident a decrease of its content.

The endproduct like it is the rice nixtamalizado, this microbiológicamente inside the NORM INEN NTE 2074, demonstrating the asepsis and quality of the same one, especially for the absence of total coliformes.

VIII. BIBLIOGRAFÍA.

1. **ABAD, C.** “Influencia del Grado de Madurez del Arroz INIAP12 en el Rendimiento de su Pilado y la Calidad del Producto Cocido”, Ecuador, Guayaquil, 2010, pág. 145.
2. **AGRIS/FAO.** Organización de las Naciones unidas para la Alimentación y la Agricultura, Situación alimenticia en América Latina y futuro de la producción agropecuaria para pequeños campesinos, 2011, pág. 14.
3. **BANCO CENTRAL DEL ECUADOR.** Superficie y Producción de arroz a nivel mundial, Boletín anual, vol. 3, 2010.
4. **BAYO, N.** Presidente de la Federación de Arroceros de Panamá, El Entorno Internacional del Sector Arroceros Centroamericano, Panamá, **2001**, pág. 17.
5. **CAMPOVERDE, R/ FRANCO, C/ GRANDA, M.** Impacto de la apertura comercial en el caso ecuador: el mercado de arroz, Ecuador, 2009, pág. 11.
6. **CI-UCESS.** Centro de investigaciones Universidad de especialidades Espíritu santo Guayaquil, Boletín Anual, Ecuador, Guayaquil, 2010, pág. 3.
7. **CORPCOM.** Corporación de productores y comerciantes de arroz Ecuador, el arroz y la situación de la nutrición humana, apartado 3, Ecuador, Guayaquil, 2010, pág. 2.
8. **CORPCOM.** Corporación de productores y comerciantes de arroz Ecuador, Seguridad Alimentaria y Arroz en América Latina y el Caribe, Boletín Anual, Ecuador, 2011, pág. 32.
9. **CORPORACIÓN DE INDUSTRIALES ARROCEROS DEL ECUADOR.** Participación Regional Del Área Sembrada, Perdida, Cosechada, Rendimiento Y Producción De Arroz Año Agrícola, Ecuador, 2010, Pág. 13
10. **COSTELL, E.** La aceptabilidad de los alimentos: nutrición y placer, editorial Arbor CLXVIII, 661, 2001, pág. 65-85.
11. **DÍAS, R.** Naranja dulce, limón partido, El Colegio de México, primera edición, México, 2009, pág. 137.
12. **ESQUIVEL, C.** Boletín semanal de Alimentación sana Org, 2002, pág. 9.
13. **ESTACIÓN METEOROLÓGICA LAGUACOTO II,** UEB, Ecuador, Guaranda, 2011.

14. **FAO.** Aminoácidos de referencia de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura, (de 1985 para niños), apartado postal 2, Ecuador, 1985, pág. 3.
15. **FAO.** Aminoácidos de referencia de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura, (del 2002 para adultos), apartado postal 2, Ecuador, 2002, pág. 4.
16. **FAO.** Organización de las Naciones unidas para la Alimentación y la Agricultura, El Arroz y la Nutrición Humana, edición 2, Ecuador, 2004, pág. 1.
17. **FAO.** Organización de las Naciones unidas para la Alimentación y la Agricultura, Informativo mensual del mercado mundial del arroz, Ecuador, 2010, pág. 4.
18. **FAO.** Organización de las Naciones unidas para la Alimentación y la Agricultura, Seguimiento del mercado del arroz, Ecuador, 2011, pág. 45.
19. **FIGUEROA, E. Centro Internacional de Agricultura Tropical,** El Arroz, Oportunidad de América Latina para alimentar al mundo en el Siglo XXI, Venezuela, **2001,** pág. 1.
20. **FLAR.** Producción de arroz año agrícola, Ecuador, **2001,** pág. 12.
21. **FLAR.** Precio de arroz sube por demanda y retraso en la cosecha, Ecuador, 2011, pág. 14.
22. **FONTAINE, J.** Relación económica y costos de inversión, Argentina, Buenos Aires, 2004, pág. 1.
23. **FRANQUET, J.** Economía del arroz: variedades y mejora, proyecto de envejecimiento artificial del arroz, para su comercialización, Colombia, Bogotá, 2008, pág. 11
24. **FUNDACIÓN ABC (ayuda a Bolívar en el campo), Bosques protectores y áreas protegidas de la Provincia Bolívar, mapa político, vial, turístico e hidrográfico de la Provincia Bolívar, 2011, pág. 59.**
25. **GUEVARA, A.** Ana Lorena Guevara, perspectivas de la producción y el comercio mundial de arroz, de la Oficina Nacional de Semillas de Costa Rica, Costa Rica, 2001, pág. 1.

26. **HORCALSA.** Empresa productora de cal hidratada Horcalsa, Ecuador, Guayaquil, 2011, pág. 2.
27. **LABORATORIOS WWS.** Análisis de Aminoácidos, Ecuador Guayaquil, 2012, 3 hojas.
28. **LATHAM, M.** Contenido de aminoácidos esenciales de las proteínas del germen y el endospermo del maíz, México, 2002, pág. 13.
29. **MAGAP.** Ministerio de agricultura ganadería acuacultura y pesca, Entorno Económico, Ecuador, Cap. No. 151, 2010.
30. **ORTIZ, R.** Rogerio Ortiz Porto, del Instituto Río Grandense de Arroz, Brasil, pág. 147, 2001.
31. **PAREDES, O / GUEVARA, F / BELLO, L.** La nixtamalización y el valor nutritivo del maíz México, 2009, pág. 1.
32. **REVISTA VISIÓN AGROPECUARIA.** Los precios de los cereales a nivel internacional y la seguridad alimentaria en los países de América latina, 2011, pág. 9.
33. **RODRÍGUEZ, M.** Bases de la Alimentación Humana, Edición Simón Magro, México, 2009, pág. 96.
34. **SAUVANT, D. / PEREZ, JM. / TRAN, G.** Tablas de composición y valor nutricional de materias primas destinadas para la alimentación, Editorial Mundi-Prensa, Madrid, 2004, pág 134-135
35. **TRINCHERO, J.** Evaluación sensorial para alimentos de consumo humano, México, 2006, pág. 2.
36. **VÉLEZ, J.** Instituto mexicano de la propiedad industrial, además ventajas económicas; Procesos Ecológico De Nixtamalización para la Producción de Harinas Masa y Tortillas Integrales, México, 2006, pág. 2.
37. **WITTIG, E.** Evaluación sensorial una metodología actual para alimentos; gráficas USACH, Alemania, 2001, pág. 28-38-56.

WEBGRAFÍA.

37. [Http://www.horcalsa.com/index.php?showPage=12&cache=1](http://www.horcalsa.com/index.php?showPage=12&cache=1)
38. [Http:// www.eumed.net /libros/](http://www.eumed.net/libros/).(2006).
39. [Http://es.wikipedia.org/wiki/arroz](http://es.wikipedia.org/wiki/arroz).
40. [Http://www.arrozsos .com/articulos/sección/historia_del_arroz](http://www.arrozsos.com/articulos/sección/historia_del_arroz).
41. [Http://www.eumed.net/libros/2006a/fbbp/1c.htm](http://www.eumed.net/libros/2006a/fbbp/1c.htm)
42. [Http://www.corpcom-ec.com/bondades/index.htm](http://www.corpcom-ec.com/bondades/index.htm)

Anexos

ANEXO 1.

UBICACIÓN DEL PROYECTO EXPERIMENTAL.

MAPA TURÍSTICO Y POLÍTICO DE LA PROVINCIA BOLÍVAR.



FUENTE: Fundación ABC. (2011).

ANEXO 2.

CROQUIS DEL PROYECTO LABORATORIO DE ANÁLISIS Y DESARROLLO DE NUEVOS PRODUCTOS A BASE DE CEREALES, SENACYT-UEB.



DESCRIPCIÓN:

- 1 ENTRADA AL LABORATORIO.**
- 2 ÁREA DE BROMATOLOGÍA.**
- 3 ÁREA DE MICROBIOLOGÍA.**
- 4 ÁREA DE PROCESO Y OBTENCIÓN DE PRODUCTOS INNOVADOS.**

ANEXO 3.**COSTO TOTAL DEL PROYECTO.**

| | |
|-----------------------------------|----------------|
| COSTO DE MATERIA PRIMA Y ADITIVOS | 23.65 |
| COSTO DE MATERIALES DE LIMPIEZA | 7.00 |
| COSTO DE MATERIALES DE OFICINA | 605.00 |
| COSTO DE OTROS GASTOS | 350.00 |
| SUB TOTAL | 985.65 |
| IMPREVISTOS TOTALES 10% | 98.56 |
| TOTAL GENERAL | 1084.22 |

ANEXO 3.1. COSTO DE MATERIA PRIMA Y ADITIVOS.

| CONCEPTO | UNIDAD | CANTIDAD | P.U. \$ | P.T. \$ |
|-----------------|---------------|-----------------|----------------|----------------|
| ARROZ | | | | |
| COSTO DE ARROZ | Kg. | 25 | 0.60 | 15.00 |
| ACEITE | L. | 1 | 3.00 | 3.00 |
| SAL | Kg. | 1 | 0.65 | 0.65 |
| CAL | Kg | 1 | 5.00 | 5.00 |
| TOTAL | | | | 23.65 |

ANEXO 3.2. COSTO DE MATERIALES DE LIMPIEZA.

| CONCEPTO | UNIDAD | P.U. \$ | P.T. \$ |
|---------------------|---------------|----------------|----------------|
| Desinfectante | 1 | 2.00 | 2.00 |
| Fundas para desecho | 1 (paquete) | 0.50 | 0.50 |
| Escoba | 1 | 1.50 | 1.50 |
| Guantes | 4 | 1.00 | 4.00 |
| TOTAL | | | 7.00 |

ANEXO 3.3. COSTO ESTIMADO DE MATERIALES DE OFICINA.

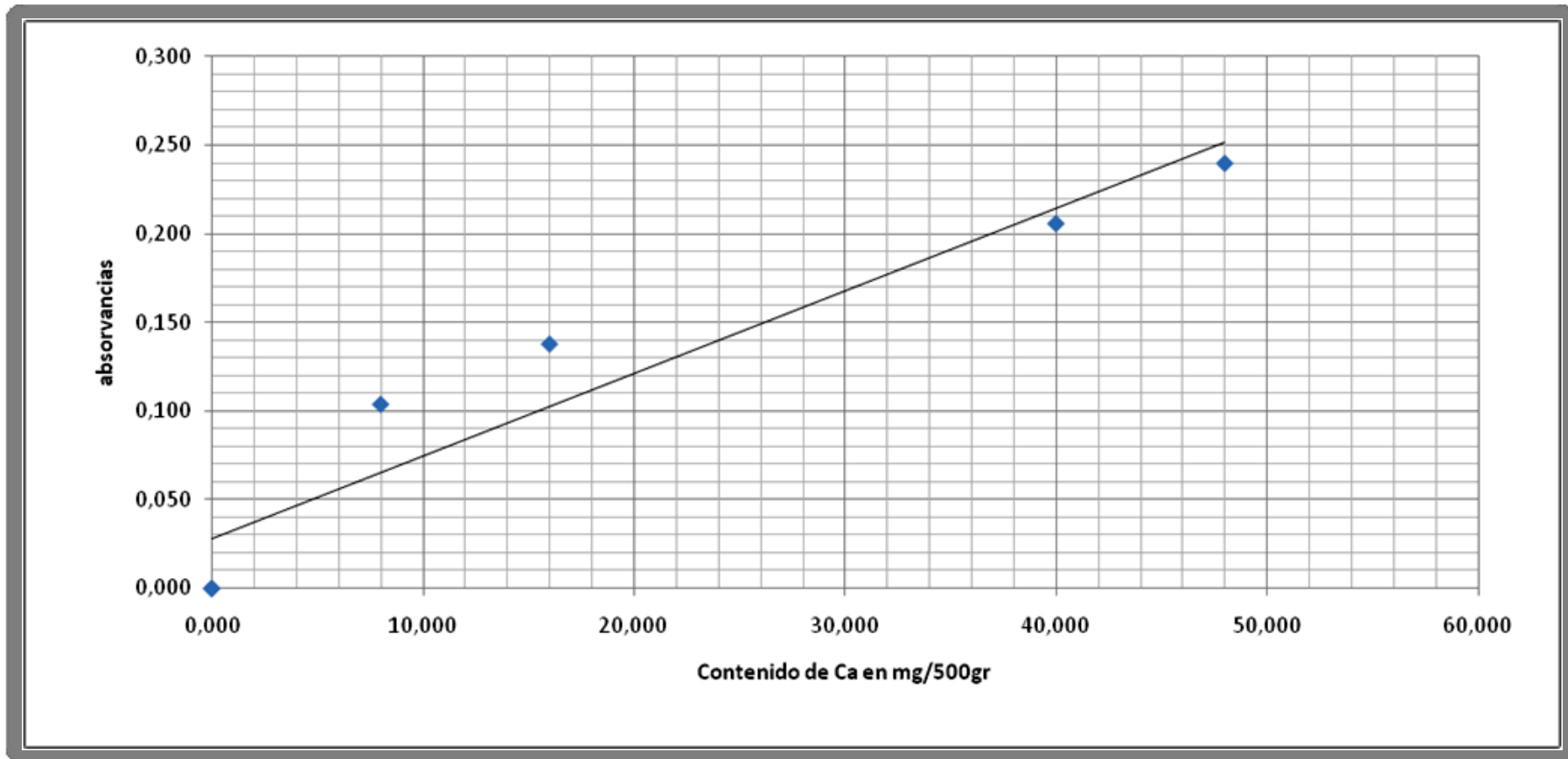
| MATERIALES | COSTO |
|--|---------------|
| Documentos informativos y bibliografía | 100.00 |
| Materiales de escritorio | 150.00 |
| Transporte | 20.00 |
| Libreta para recopilar datos | 5.00 |
| Tabulación de datos | 20.00 |
| Trascripción | 100.00 |
| Impresión del documento | 150.00 |
| Empastado | 60.00 |
| Total | 605.00 |

ANEXO 3.4. COSTO DE OTROS GASTOS.

| CONCEPTO | UNIDAD | Valor unit. | Valor total |
|------------------------------------|---------------|--------------------|--------------------|
| Análisis microbiológicos (muestra) | 4 | 20.00 | 80.00 |
| Análisis Bromatológicos (muestra) | 4 | 30.00 | 120.00 |
| Transporte | | | 150.00 |
| TOTAL | | | 350.00 |

ANEXO 4.

RECTA DE CALIBRACIÓN PARA EL ANÁLISIS DE CALCIO.



ANEXO 5.
HOJA DE CATACIÓN.

UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR
ESCUELA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL
EVALUACIÓN SENSORIAL DE ARROZ NIXTAMALIZADO.

Fecha. _____ Nombre _____

Instrucciones: sírvase evaluar cada una de las características de calidad y aceptabilidad. Marque con una ✓ el punto que mejor indique su sentido con respecto a la muestra.

| CARACTERÍSTICAS | ALTERNATIVAS | MUESTRA | | |
|-----------------|--------------------|---------|---|-----|
| | | n | 1 | ... |
| COLOR | 1.Malo | | | |
| | 2.Regular | | | |
| | 3.Bueno | | | |
| | 4.Muy Bueno | | | |
| | 5.Excelente | | | |
| OLOR | 1.Muy desagradable | | | |
| | 2.desagradable | | | |
| | 3.agradable | | | |
| | 4.Muy Bueno | | | |
| | 5.Excelente | | | |
| SABOR | 1.Malo | | | |
| | 2.Regular | | | |
| | 3.Bueno | | | |
| | 4.Muy Bueno | | | |
| | 5.Excelente | | | |

| | | | | |
|----------------------|--|--|--|--|
| TEXTURA | 1.Muy duro 2.Duro 3.Semi- Blando 4.Blando 5.Muy Blando | | | |
| ACEPTABILIDAD | 1.Malo 2.Regular 3.Bueno 4.Muy Bueno 5.Excelente | | | |

Fuente: Wittig, E. (2001)

OBSERVACIONES:

.....

.....

ANEXO 6.

**RESUMEN DE MEDIAS EN ANÁLISIS SENSORIAL DE ARROZ
COCIDO NIXTAMALIZADO.**

| Réplicas | Tratamientos | Color | Olor | Sabor | Textura | Aceptabilidad |
|-----------------|---------------------|--------------|-------------|--------------|----------------|----------------------|
| 1 | A1B1C1 | 3,70 | 3,55 | 3,50 | 3,00 | 3,40 |
| 2 | A1B1C2 | 3,85 | 3,75 | 4,10 | 3,15 | 3,75 |
| 3 | A1B1C3 | 3,55 | 3,60 | 3,50 | 3,35 | 3,55 |
| 4 | A1B2C1 | 3,70 | 3,55 | 3,55 | 3,50 | 3,65 |
| 5 | A1B2C2 | 3,60 | 3,55 | 3,55 | 3,40 | 3,50 |
| 6 | A1B2C3 | 3,85 | 3,65 | 3,65 | 3,35 | 3,65 |
| 7 | A2B1C1 | 3,60 | 3,35 | 3,30 | 3,30 | 3,50 |
| 8 | A2B1C2 | 3,25 | 3,2 | 3,60 | 3,10 | 3,40 |
| 9 | A2B1C3 | 3,45 | 3,45 | 3,60 | 3,30 | 3,60 |
| 10 | A2B2C1 | 3,50 | 3,30 | 3,40 | 3,25 | 3,35 |
| 11 | A2B2C2 | 3,45 | 3,45 | 3,20 | 3,35 | 3,50 |
| 12 | A2B2C3 | 3,55 | 3,30 | 3,55 | 3,30 | 3,50 |
| 13 | A3B1C1 | 3,45 | 3,30 | 3,55 | 3,25 | 3,45 |
| 14 | A3B1C2 | 3,20 | 3,30 | 3,30 | 3,25 | 3,45 |

| | | | | | | |
|----|--------|------|------|------|------|------|
| 15 | A3B1C3 | 3,45 | 3,45 | 3,60 | 3,35 | 3,50 |
| 16 | A3B2C1 | 3,05 | 3,30 | 3,50 | 3,15 | 3,50 |
| 17 | A3B2C2 | 3,55 | 3,25 | 3,60 | 3,20 | 3,65 |
| 18 | A3B2C3 | 3,75 | 3,60 | 3,80 | 3,35 | 3,90 |

Experimentales: Proyecto P.I.N.A.P - UEB. Tigre, R. (2012).

ANEXO 7.

RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS DE AMINOÁCIDOS.

ANEXO 7.1. HOJA DE ANÁLISIS DE AMINOÁCIDOS EN LA MATERIA PRIMA.

LABORATORIO WSS

Inspección & Certificación de Calidad
Página 1 de 2
R-LB-15 Rv.04



INFORME DE ENSAYO N° 1254

Número de OT: 10029
Cliente: UNIVERSIDAD ESTATAL DE GUARANDA
Dirección: Av. Ernesto Che Guevara SN y Av. Gabriel Secara
Laboratorio: Microbiología Físico Químico
 Instrumental
Muestra: Harina de arroz
Tipo de Muestra: Proporcionalada
 De muestreo
Tipo de envase: Funda plástica
Fecha de recepción: 16 Mayo del 2012
Fecha de inicio de Ensayo: 21 Mayo del 2012
Cantidad de Muestra: 500 g
Hora: 8:30
Fecha de término de ensayo: 4 Junio del 2012

**ANÁLISIS
RESULTADOS**

| Muestra - Descripción | Ensayo | Resultado |
|-----------------------|------------------------------|-----------|
| HARINA DE ARROZ T 144 | PERFIL DE AMINOACIDOS | |
| | ALANINA | 0.44 g% |
| | ARGININA | 0.22g% |
| | AC. ASPARTICO | 0.61g% |
| | CISTINA | 0.21g% |
| | AC. GLUTAMICO | 0.23g% |
| | GLICINA | 0.37g% |
| | HISTIDINA | 0.76g% |
| | ISOLEUCINA | 0.39g% |
| | LEUCINA | 0.79g% |
| | LISINA | 0.34g% |
| | METIONINA | 0.28g% |
| | FENILALANINA | 0.59g% |
| | PROLINA | 0.41g% |
| | SERINA | 0.42g% |
| | TREONINA | 0.36g% |
| TIROSINA | 0.20g% | |
| VALINA | 0.48g% | |



LABORATORIO WSS

Inspección & Certificación de Calidad
Página 2 de 2
R/L-15 Rev 04



INFORME DE ENSAYO N° 1254

Métodos de Ensayo:
* Perfil de ensayados: HPLC

Concentraciones:
2780- Horno de ensay T 144

Observaciones:
Los resultados corresponden tan solo a las muestras sometidas a ensayo.
La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito de este laboratorio.

* Análisis subcontratado

Guayaquil, 1 de Junio del 2012


Dr. MS. Fernando Guzmán J.
Jefe de División Laboratorios
WSS ECUADOR S.A.

Rev 04 06.01.2012



ANEXO 7.2. HOJA DE ANÁLISIS DE AMINOÁCIDOS EN EL TRATAMIENTO 2 (A₁B₁C₂).

LABORATORIO WSS

Inspección & Certificación de Calidad
Página 3 de 3
R-UP-15 Rev.04



INFORME DE ENSAYO N° 1256

Número de OT: 17E29
 Cliente: UNIVERSIDAD ESTATAL DE GUAYAS
 Dirección: Av. Ernesto Che Guevara 591 y Av. Gabriel García
 Laboratorio: MONTAÑO FLORES GUANO
 Instrumental:
 Muestra: Harina de arroz
 Tipo de Muestra: Preprocesada
 De muestra:
 Tipo de ensayo: Funda plástica
 Fecha de recepción: 16 Mayo del 2012
 Fecha de inicio de Ensayo: 21 Mayo del 2012
 Cantidad de Muestra: 500 g
 Hora: 8:30
 Fecha de término de ensayo: 4 Junio del 2012

ANÁLISIS RESULTADOS

| Muestra - Descripción | Ensayo | Resultado |
|-----------------------|------------------------------|-----------|
| HARINA DE ARROZ Y AÇA | PERFIL DE AMINOÁCIDOS | |
| | ALFANINA | 0.40g% |
| | ARGININA | 0.31g% |
| | AC. ASPARTICO | 0.86g% |
| | ISTINA | 0.21g% |
| | AC. GLUTAMICO | 0.33g% |
| | GLICINA | 0.43g% |
| | HISTIDINA | 0.07g% |
| | ISOLEUCINA | 0.42g% |
| | LEUCINA | 0.44g% |
| | LEUCINA | 0.38g% |
| | METIONINA | 0.24g% |
| | FENILALANINA | 0.40g% |
| | PROLINA | 0.44g% |
| | SERINA | 0.44g% |
| TRICONINA | 0.40g% | |
| TRONINA | 0.35g% | |
| VALINA | 0.40g% | |



LABORATORIO WSS

Inspección & Certificación de Calidad
Página 2 de 2
WSS-15 Rev 04



INFORME DE ENSAYO N° 1256

Métodos de Ensayo:
* Perfil de amolaciones: WPLC

Concentraciones:
2747: Horno de arco T 404

Observaciones:

Los resultados corresponden tan sólo a las muestras sometidas a ensayo.
La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito de este laboratorio.

* Análisis subcontratado

Guayaquil, 5 de Junio del 2012

Dr. MSc. Fernando Galpe J.
Jefe de División Laboratorios
WSS ECUADOR S.A.

Rev 04-06-01-2012



ANEXO 7.3. HOJA DE ANÁLISIS DE AMINOÁCIDOS EN EL TRATAMIENTO 6 (A₁B₂C₃).

LABORATORIO WSS

Inspección & Certificación de Calidad
Página 1 de 2
R. 05-13 14-04



INFORME DE ENSAYO N° 1255

Número de OT: 10029
Cliente: UNIVERSIDAD ESTATAL DE GUAYACÁN
Dirección: Av. Ernesto Che Guevara 58 y Av. Gabriel García
Laboratorio: Microbiología Físico-Químico
 Instrumental
Muestra: Harina de arroz
Tipo de Muestra: Proporciónada
 De muestra
Tipo de ensayo: Fertilizante
Fecha de recepción: 18 Mayo del 2012
Fecha de inicio de Ensayo: 21 Mayo del 2012
Cantidad de Muestra: 200 g
Marc: 8.30
Fecha de término de ensayo: 4 Junio del 2012

**ANÁLISIS
RESULTADOS**

| Muestra - Descripción | Ensayo | Resultado |
|-----------------------|-----------------------------|-----------|
| HARINA DE ARROZ T 185 | PUERA DE AMINOÁCIDOS | |
| | ALANINA | 0.01% |
| | ARGININA | 0.78% |
| | AC. ASPARTICO | 0.74% |
| | GLUTAMICO | 0.17% |
| | AC. GLUTAMICO | 0.17% |
| | GLICINA | 0.38% |
| | ISTIDINA | 0.07% |
| | ISOLEUCINA | 0.76% |
| | LEUCINA | 0.40% |
| | LISINA | 0.36% |
| | METIONINA | 0.25% |
| | PENICILANINA | 0.04% |
| | PROLINA | 0.41% |
| SERINA | 0.41% | |
| TRICLORINA | 0.36% | |
| TRONINA | 0.18% | |
| VALINA | 0.90% | |



LABORATORIO WSS

Inspección & Certificación de Calidad
Página 2 de 2
A-03-13 Rev 01



INFORME DE ENSAYO N° 1255

Método de Ensayo:
Perfil de amoníaco: HPLC

Concentratos:
2740: Herra de amor T 183

Observaciones:

Los resultados corresponden tan sólo a las muestras sometidas a ensayo.

La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito de este laboratorio.

* Análisis subcontratado

Guayaquil, 5 de Junio del 2012

Dr. MSc. Fernando Guajal J.
Jefe de División Laboratorios
WSS ECUADOR S.A.

Rev 04 05 01 2012



ANEXO 8.

FOTOGRAFÍAS DEL PROCESO Y ANÁLISIS.

ANEXO 8.1. FOTOGRAFÍAS DE LA OBTENCIÓN DEL ARROZ NIXTAMALIZADO.





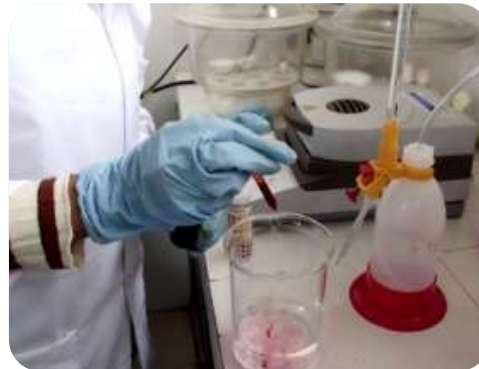
ANEXO 8.2.

FOTOGRAFÍAS DE LOS ANÁLISIS REALIZADOS.

HUMEDAD.



PROTEÍNA.



GRASA.



FIBRA.



ANEXO 9.

GLOSARIO DE TÉRMINOS.

ÁCIDO ASPÁRTICO: El ácido aspártico o su forma ionizada, el aspartato (símbolos Asp y D) es uno de los veinte aminoácidos con los que las células forman las proteínas.

ÁCIDO FÓLICO: El ácido fólico es una vitamina B que ayuda a prevenir los defectos del tubo neural (cerebro y médula espinal) cuando se toma antes y durante las primeras semanas del embarazo.

ÁCIDO GLUTÁMICO: ácido glutámico (glutamato) es un aminoácido que se utiliza en el organismo para la síntesis de proteínas. El glutamato es el neurotransmisor excitador (estimulante) más común en el sistema nervioso central.

ARRIBOFLAVINOSIS: Integrante de una importante familia de compuestos denominadas flavinas, esenciales en el proceso de liberación de energía de todas las células.

ARROZ INTEGRAL: El arroz integral es un arroz descascarillado y limpio, pero sin pulir.

BERI-BERI: El beriberi es una enfermedad producida por carencia de vitamina B₁ (tiamina), presenta dos cuadros clínicos distintos: uno en niños recién nacidos de madres con deficiencia en vitamina B1 y otro en adultos.

HORCALSA: Industria productora de óxido de calcio para diferentes usos.

JAZMÍN Y BASMATI: Variedades de arroz considerados por su aroma y coloración

NIACINA: Propiedades medicinales de la **niacina:** Normalmente una alimentación variada es suficiente para satisfacer las exigencias diarias de esta vitamina.

NIXTAMALIZACIÓN: La nixtamalización es el proceso milenario de origen mesoamericano por el cual se prepara la harina de maíz. La palabra proviene de nixtamal, a su vez del náhuatl *nextli* ("cenizas de cal") y *tamalli* (masa de maíz cocido).

NUTRIMENTAL: Que sirve de alimento o de sustento, desde la perspectiva de un nutricionista.

PELAGRA: Enfermedad que afecta a la piel, se presenta cuando un individuo no obtiene consume la cantidad suficiente de niacina (una de las vitaminas del complejo B) y triptófano (un aminoácido).

PILADO: Es el producto final principal obtenido del procesamiento en el molino arrocero. El grano pilado corresponde al endospermo, es de color blanco perlado o cristalino. Se le han retirado las envolturas (cáscaras y cutícula) y se han desprendido los embriones.

SALVADO: Es el producto que queda al refinar los granos de los cereales, el salvado corresponde a lo que serían las capas externas del grano y más concretamente al pericarpio, mesocarpio y endocarpio, la tresta y capa aleurona.

SECANO: Es el cultivo de arroz realizado en el invierno o periodo lluvioso

TIAMINA: La tiamina es una vitamina usada por el cuerpo para descomponer los azúcares de los alimentos.

VOLATILIDAD: Se ha definido también como una medida de la facilidad con que una sustancia se evapora. A una temperatura dada, las sustancias con mayor presión de vapor se evaporan más fácilmente que las sustancias con una menor presión de vapor.

ZIPLOT: Fundas plásticas re – sellables.