



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

TEMA:

EFECTO DE LA TEMPERATURA Y EL TIEMPO DE REMOJO EN LA GERMINACIÓN DE MAÍZ MORADO (*Zea mays*), QUINUA (*Chenopodium quinoa*) Y AMARANTO (*Amaranthus hypochondriacus*) PARA INCREMENTAR SU VALOR PROTEICO.

Tesis de Grado Previo a la Obtención del Título de Ingenieros Agroindustriales 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 PIMQA - 2011, Financiado por la UEB.

AUTORES:

SONIA ARGÜELLO MONCAYO
GABRIEL GARZÓN CARRERA

DIRECTORA:

Ing. Alm. PATRICIA IZA IZA M.Sc.

GUARANDA - ECUADOR

2012

EFFECTO DE LA TEMPERATURA Y EL TIEMPO DE REMOJO EN LA GERMINACIÓN DE MAÍZ MORADO (*Zea mays*), QUINUA (*Chenopodium quinoa*) Y AMARANTO (*Amaranthus hypochondriacus*) PARA INCREMENTAR SU VALOR PROTEICO.

Auspiciado por el proyecto de investigación PIMQA - 2011, Financiado por la UEB.

REVISADO POR:

DIRECTORA DE TESIS
Ing. Alm. Patricia Iza Iza M.Sc.

APROBADO POR:

BIOMETRISTA
Ing. Alm. Carlos Moreno Mejía M.Sc.

ÁREA TÉCNICA
Dra. Herminia Sanaguano Salguero M.Sc.

REDACCIÓN TÉCNICA
Ing. Vicente Domínguez

Fecha de defensa

AUTORÍA DE TESIS

Nosotros, Argüello Moncayo Sonia y Garzón Carrera Gabriel, autores declaramos que el trabajo aquí descrito es de nuestra 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 de autores.

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

Argüello Moncayo Sonia
020198303-8

Garzón Carrera Gabriel
180431040-5

DEDICATORIAS

Dedico este trabajo de tesis a Dios, a la Santísima Virgen del Guayco y a mis Padres. A Dios porque está conmigo a cada paso que doy, a la Santísima Virgen del Guayco porque me ha concedido muchos milagros, cuidándome y dándome fortaleza para continuar.

A mis queridos Padres que son parte de mi familia a mi PAPI Guido Arguello, mi MAMI Lucía Moncayo, a mis HERMANOS y a todos mis TÍOS en especial a Genaro Quiroz que me mira desde algún lugar de lo desconocido y a mi sobrino Erick que es mi vida; quienes a lo largo de mi vida han velado por mi bienestar y educación siendo mi apoyo en todo momento. Depositando su entera confianza en cada reto que se me presentaba sin dudar ni un solo momento en mi inteligencia y capacidad. Es por ellos que soy lo que soy ahora.

Los amo con mi vida.

Sonia

Con todo mi amor y cariño:

A ti mi DIOS que me diste la oportunidad de vivir y regalarme una familia

Con todo mi amor y cariño a mi querida Mamita Mireya por darme la vida, estar conmigo y apoyarme en cada momento de mi vida paso a paso, por siempre darme su amor, su fuerza y apoyo incondicional llevándome hasta donde estoy ahora.

A mis queridos Abuelitos Cirito y Enmita por verme crecer junto a ellos y aprender los valores y consejos de la vida. A mi única Hermana Lis, a mi sobrinito Marquito por ser la alegría de la casa, a mis queridos Tíos Magalita y Marquito, Jéoconda; a mis primitos Marco, Karly, Guibe, Bryan y Brigitte, a todos mil gracias por su apoyo y consejos.

Los amo a todos.

Gabriel

AGRADECIMIENTO

Este trabajo de investigación es el resultado del esfuerzo conjunto de todos los que formamos el grupo de trabajo. Por esto manifestamos nuestro más sincero agradecimiento a la prestigiosa Universidad Estatal de Bolívar, la cual es un templo de sabiduría en la que adquirimos nuestros conocimientos.

Es grato en la vida agradecer, de manera muy especial a la Ing. Patricia Iza, M.Sc. en calidad de Directora de Tesis; al Ing. Carlos Moreno, M.Sc. Biometrista por su abnegada colaboración para el desarrollo y culminación de este trabajo investigativo; a la Dra. Herminia Sanaguano, M.Sc Área Técnica y al Ing. Vicente Domínguez en calidad de Redactor Técnico por brindarnos su apoyo incondicional.

Además agradecemos al equipo de investigadores quienes participaron en este proyecto de investigación financiado por la UEB.

Sonia y Gabriel

ÍNDICE DE CONTENIDOS

| Nº | Descripción | Pág. |
|-----------|--|------|
| | AUTORÍA DE TESIS | II |
| | DEDICATORIAS | III |
| | AGRADECIMIENTO | V |
| I | INTRODUCCIÓN | 1 |
| II | MARCO TEÓRICO | 6 |
| 2.1 | ORIGEN DEL MAÍZ | 6 |
| 2.1.2 | Descripción botánica del maíz | 7 |
| 2.1.3 | Importancia del maíz | 7 |
| 2.1.4 | Propiedades del maíz | 8 |
| 2.1.5 | Producción de maíz | 9 |
| 2.1.6 | Variedades del maíz-INIAP en el Ecuador | 9 |
| 2.1.7 | Maíz Morado (<i>Zea mays</i>) | 10 |
| 2.1.1 | Clasificación sistemática del maíz | 11 |
| | a) Valor nutritivo de maíz morado | 12 |
| | b) Consumo del maíz morado | 12 |
| | c) Uso industrial del maíz | 13 |
| 2.2 | AMARANTO (<i>Amaranthus hypochondriacus</i>) | 14 |
| 2.2.1 | Origen del amaranto | 14 |
| 2.2.2 | Clasificación sistemática del amaranto | 15 |
| 2.2.3 | Descripción botánica del amaranto | 15 |
| 2.2.4 | Importancia del amaranto | 16 |
| 2.2.5 | Propiedades del amaranto | 16 |
| 2.2.6 | Producción del amaranto | 17 |
| 2.2.7 | Valor nutritivo del amaranto | 18 |
| 2.2.8 | Uso industrial del amaranto | 20 |
| 2.3 | LA QUINUA (<i>Chenopodium quinoa</i>) | 21 |
| 2.3.1 | Origen de la Quinua | 21 |
| 2.3.2 | Clasificación sistemática de la quinua | 21 |
| 2.3.3 | Descripción botánica de la quinua | 22 |
| 2.3.4 | Importancia de la quinua | 23 |

| | | |
|------------|---|----|
| 2.3.5 | Propiedades de la quinua | 23 |
| 2.3.6 | Valor nutricional de la quinua | 24 |
| 2.3.7 | Producción de la quinua | 25 |
| 2.3.8 | Producción de quinua en el Ecuador | 25 |
| 2.3.9 | Tipos de quinua | 28 |
| 2.3.10 | Formas de utilización de la quinua | 28 |
| 2.4 | GERMINACIÓN | 28 |
| 2.4.1 | Proceso de germinación en maíz morado, quinua y amaranto en estudio | 29 |
| 2.4.2 | Qué pasa durante la germinación | 29 |
| 2.4.3 | Beneficios de la germinación | 30 |
| 2.5 | MALTEADO | 31 |
| 2.5.1 | Proceso de malteo | 31 |
| 2.5.2 | Beneficios del Malteado | 32 |
| III | MATERIALES Y MÉTODOS | 34 |
| 3.1 | MATERIALES | 34 |
| 3.1.1 | Localización del trabajo de investigación | 34 |
| 3.1.2 | Ubicación del experimento | 34 |
| 3.1.3 | Situación geográfica | 35 |
| 3.1.4 | Recursos institucionales | 35 |
| 3.1.5 | Material experimental | 36 |
| 3.2 | MATERIALES, EQUIPOS E INSTALACIONES | 36 |
| 3.2.1 | Equipos | 36 |
| 3.2.2 | Reactivos | 37 |
| 3.2.3 | Materiales | 37 |
| | a) Materiales de laboratorio | 37 |
| | b) Materiales de oficina | 38 |
| 3.3 | MÉTODOS | 39 |
| 3.3.1 | Factores en estudio para el maíz morado | 39 |
| 3.3.1.1 | Material experimental | 39 |
| 3.3.1.2 | Tratamientos para el maíz morado | 40 |
| 3.3.1.3 | Descripción del diseño | 40 |

| | | |
|---------|---|----|
| 3.3.1.4 | Modelo matemático para maíz morado | 41 |
| 3.3.1.5 | Tipo de diseño para el maíz morado | 41 |
| 3.3.1.6 | Respuesta experimental para el maíz morado | 42 |
| 3.3.1.7 | Tipo de análisis | 42 |
| 3.3.2 | Factores en estudio para la quinua | 43 |
| 3.3.2.1 | Material experimental | 43 |
| 3.3.2.2 | Tratamientos para la quinua | 44 |
| 3.3.2.3 | Descripción del diseño | 44 |
| 3.3.2.4 | Modelo matemático para la quinua | 45 |
| 3.3.2.5 | Tipo de diseño para la quinua | 45 |
| 3.3.2.6 | Respuesta experimental para la quinua | 46 |
| 3.3.2.7 | Tipo de análisis | 46 |
| 3.3.3 | Factores en estudio del amaranto | 47 |
| 3.3.3.1 | Material experimental | 47 |
| 3.3.3.2 | Tratamientos del amaranto | 48 |
| 3.3.3.3 | Descripción del diseño | 48 |
| 3.3.3.4 | Modelo matemático para el amaranto | 49 |
| 3.3.3.5 | Tipo de diseño para el amaranto | 49 |
| 3.3.3.6 | Respuesta experimental del amaranto | 50 |
| 3.3.3.7 | Tipo de Análisis | 50 |
| 3.4 | MANEJO DEL EXPERIMENTO | 51 |
| 3.4.1 | Descripción del experimento para la germinación de maíz morado, quinua y amaranto | 51 |
| | a) Recepción de la materia prima (maíz, quinua y amaranto) | 51 |
| | b) Limpieza | 51 |
| | c) Selección y Clasificación | 51 |
| | d) Pesado | 51 |
| | e) Remojo | 51 |
| | f) Germinado | 52 |
| | g) Secado | 52 |
| | h) Molido | 52 |

| | | |
|-----------|--|-----------|
| | i) Tamizado | 52 |
| | j) Enfundado | 52 |
| | k) Almacenado | 52 |
| 3.4.2 | Diagrama del proceso de germinación de maíz morado, quinua y amaranto | 53 |
| 3.5 | MÉTODOS DE ANÁLISIS | 54 |
| 3.5.1 | Análisis en materia prima | 54 |
| 3.5.2 | Análisis en harinas de maíz morado, quinua y amaranto germinados | 54 |
| IV | RESULTADOS EXPERIMENTALES Y DISCUSIONES | 56 |
| 4.1 | MATERIA PRIMA | 56 |
| 4.1.1 | Análisis bromatológicos en materias primas | 56 |
| 4.2 | ANÁLISIS EN EL CONTENIDO DE PROTEÍNA EN HARINAS GERMINADAS | 59 |
| 4.2.1 | Análisis de proteína | 59 |
| 4.2.1.1 | Análisis de proteína en maíz morado germinado | 59 |
| 4.2.1.2 | Análisis de proteína en quinua germinada | 66 |
| 4.2.1.3 | Análisis de proteína en amaranto germinado | 72 |
| 4.3 | PRODUCTO FINAL | 79 |
| 4.3.1 | Análisis microbiológico de los mejores tratamientos en harinas de maíz morado, quinua y amaranto germinados. | 79 |
| 4.4 | EVALUACIÓN ECONÓMICA | 81 |
| 4.4.1 | Análisis económico en la preparación de una colada nutritiva a partir de harinas germinadas de maíz morado, quinua y amaranto. | 81 |
| V | VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS | 83 |
| 5.1 | HIPÓTESIS A VERIFICAR | 83 |
| 5.2 | VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS EN HARINA DE MAÍZ MORADO GERMINADO. | 91 |
| 5.3 | VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS EN HARINA DE QUINUA GERMINADA | 84 |

| | | |
|-------------|--|-----|
| 5.4 | VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS EN HARINA DE AMARANTO GERMINADO. | 85 |
| VI. | CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 87 |
| 6.1 | CONCLUSIONES | 87 |
| 6.2 | RECOMENDACIONES | 89 |
| VII | RESUMEN SUMMARY | 91 |
| 7.1 | RESUMEN | 91 |
| 7.2 | SUMMARY | 93 |
| VIII | BIBLIOGRAFÍA | 94 |
| | ANEXOS | 102 |

ÍNDICE DE ANEXOS

| Nº | Descripción |
|-----------|---|
| Anexo 1 | Ubicación del trabajo experimental |
| Anexo 2 | Croquis del proyecto / laboratorio de análisis y desarrollo de nuevos productos a base de cereales, Lad'np -UEB |
| Anexo 3 | Tabla de porcentajes de proteína en maíz morado, quinua y amaranto |
| Anexo 4 | Descripción del proceso para la elaboración de una colada nutritiva a base de harinas germinadas. |
| Anexo 5 | Fotografías |
| Anexo 6 | Glosario de términos |

ÍNDICE DE CUADROS

| Nº | Descripción | Pág. |
|-----------|--|------|
| Cuadro 1 | Clasificación sistemática del maíz | 11 |
| Cuadro 2 | Composición nutritiva del maíz morado | 12 |
| Cuadro 3 | Clasificación sistemática del amaranto | 15 |
| Cuadro 4 | Valor nutritivo de amaranto | 18 |
| Cuadro 5 | Aminoácidos esenciales del amaranto | 19 |
| Cuadro 6 | Contenido de minerales en dos especies de <i>amaranthus</i> | 19 |
| Cuadro 7 | Contenido de proteínas en diferentes especies de <i>amaranthus</i> | 20 |
| Cuadro 8 | Clasificación sistemática de la quinua | 22 |
| Cuadro 9 | Valor nutritivo de la quinua | 24 |
| Cuadro 10 | Aminoácidos esenciales de la quinua | 24 |
| Cuadro 11 | Producción de quinua en el Ecuador | 27 |
| Cuadro 12 | Parámetros climáticos | 35 |

ÍNDICE DE TABLAS

| N° | Descripción | Pág. |
|-----------|--|-------------|
| Tabla 1 | Factores en estudio para el maíz morado | 39 |
| Tabla 2 | Combinación AxBxC para el maíz morado. | 40 |
| Tabla 3 | Análisis de varianza (ADEVA) | 42 |
| Tabla 4 | Factores en estudio para la quinua | 43 |
| Tabla 5 | Combinación AxBxC para la quinua | 44 |
| Tabla 6 | Análisis de varianza (ADEVA) | 46 |
| Tabla 7 | Factores en estudio de amaranto | 47 |
| Tabla 8 | Combinación AxBxC para amaranto | 48 |
| Tabla 9 | Análisis de varianza (ADEVA) | 50 |
| Tabla 10 | Resultados de los análisis bromatológicos en materias Primas expresados en base seca. (g/100) | 56 |
| Tabla 11 | Análisis de Proteína en maíz morado germinado expresado en base seca. | 59 |
| Tabla 12 | Análisis de varianza en el porcentaje de proteína en maíz morado a diferentes tiempos, temperaturas de remojo y temperaturas de germinación | 60 |
| Tabla 13 | Prueba de rangos ordenados de Tukey para determinar los mejores promedios de los tratamientos en el porcentaje de proteína en maíz morado germinado | 61 |
| Tabla 14 | Prueba de rangos ordenados de Tukey para determinar los mejores promedios del tiempo y temperatura de remojo en el porcentaje de proteína de maíz morado germinado. | 63 |
| Tabla 15 | Prueba de rangos ordenados de Tukey para determinar los mejores promedios de tiempos de remojo y temperatura de germinación en el porcentaje de proteína de maíz morado germinado. | 65 |
| Tabla 16 | Análisis de proteína en quinua germinada expresada en base seca | 66 |

| | | |
|----------|--|----|
| Tabla 17 | Análisis de varianza en el porcentaje de proteína en quinua germinada a diferentes tiempos de remojo, temperaturas de remojo y temperaturas de germinación | 67 |
| Tabla 18 | Prueba de rangos ordenados de Tukey para determinar los mejores promedios de los tratamientos en el porcentaje de proteína en quinua germinada | 68 |
| Tabla 19 | Prueba de rangos ordenados de Tukey para determinar los mejores promedios del tiempo de remojo y temperaturas de germinación en el porcentaje de proteína de quinua germinada. | 71 |
| Tabla 20 | Análisis de proteína en amaranto germinado expresado en base seca | 72 |
| Tabla 21 | Análisis de varianza en el porcentaje de proteína en amaranto germinado a diferentes tiempos de remojo, temperaturas de remojo y temperaturas de germinación | 73 |
| Tabla 22 | Prueba de rangos ordenados de Tukey para determinar los mejores promedios de los tratamientos en el porcentaje de proteína de amaranto germinado | 74 |
| Tabla 23 | Análisis microbiológicos de las harinas germinadas | 79 |
| Tabla 24 | Análisis Costo/Beneficio | 81 |
| Tabla 25 | Comparación de valores de F en harina de maíz morado germinado | 83 |
| Tabla 26 | Comparación de valores de F en harina de quinua germinada | 85 |
| Tabla 27 | Comparación de valores de F en harina de amaranto germinado | 86 |

ÍNDICE DE GRÁFICOS

| N° | Descripción | Pág. |
|------------|---|-------------|
| Gráfico 1 | Maíz morado | 10 |
| Gráfico 2 | Provincias del Ecuador productoras de quinua | 26 |
| Gráfico 3 | Perfil de los tratamientos para el porcentaje de proteína en maíz morado germinado. | 62 |
| Gráfico 4 | Interacción AxB para porcentaje de proteína en maíz morado germinado. | 62 |
| Gráfico 5 | Interacción AxC para porcentaje de proteína en maíz morado germinado. | 64 |
| Gráfico 6 | Interacción BxC para porcentaje de proteína en maíz morado germinado. | 65 |
| Gráfico 7 | Perfil de los tratamientos para el porcentaje de proteína en quinua germinada. | 69 |
| Gráfico 8 | Interacción AxB para porcentaje de proteína en quinua germinada. | 69 |
| Gráfico 9 | Interacción AxC para porcentaje de proteína en quinua germinada. | 70 |
| Gráfico 10 | Interacción BxC para porcentaje de proteína en quinua germinada. | 71 |
| Gráfico 11 | Perfil de los tratamientos para el porcentaje de proteína en amaranto germinado | 75 |
| Gráfico 12 | Interacción AxB para porcentaje de proteína en amaranto germinado | 75 |
| Gráfico 13 | Interacción AxC para porcentaje de proteína en amaranto germinado. | 76 |
| Gráfico 14 | Interacción BxC para porcentaje de proteína en amaranto germinado | 77 |
| Gráfico 15 | Resumen de los mejores tratamientos obtenidos en base a su contenido proteínico de maíz morado, quinua y amaranto | 78 |

I. INTRODUCCIÓN

Los granos de cereal son el fruto de ciertas gramíneas; se trata, básicamente, del trigo, la quinua, el maíz, el arroz, el amaranto, el alforfón. Su uso como alimento varía según el área geográfica; a nivel mundial en las regiones más pobres del planeta pueden llegar a constituir entre un 70% y un 90% de la ración energética diaria, en los países más desarrollados apenas suponen un 25% de su ración.

Larrañaga, I. (1999)

En nuestro país la creciente demanda de las gramíneas ya sea para el consumo directo en la alimentación humana, o para suministrar alimento a otros sectores de la producción, para la industria en general o para su exportación, hace evidente la necesidad de manejar los cultivos en forma adecuada para lograr una mayor producción y una eficiente comercialización.

El maíz es uno de los productos agrícolas más importantes de la economía nacional, por su elevada incidencia social, ya que casi las tres cuartas partes de la producción total proviene de unidades familiares *SICA. (2002)*. Es actualmente cultivado en la mayoría de los países del mundo y es la tercera cosecha en importancia después del trigo y el arroz. *Riveiro, S. (2004)*

El Programa de Maíz de la Estación Experimental Santa Catalina del Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), se concentra fundamentalmente en conservar la diversidad del maíz existente, poniendo énfasis en desarrollar variedades mejoradas a partir de cultivares locales; realizando actividades que incluyen: colección de mazorcas en campo de agricultores, caracterización, evaluación morfológica con metodología participativa, cruzamiento entre las mejores colectas, métodos de selección y validación con agricultores. *INIAP. (2005)*

El nivel de producción de maíz en Ecuador representa un 50% de los cultivos totales siendo una buena alternativa para mejorar la producción y productividad.

Para el maíz existen empresas dedicadas a la producción de conservas, como *baby corn* (choclitos enlatados) chulpi tostado, refrescos. De otros tipos de maíz, como el morado y negro, se extraen pigmentos para la elaboración de colorantes y saborizantes orgánicos, con potenciales de exportación hacia países asiáticos, como Japón. *Yáñez et al. (2003)*

El amaranto es un pséudo-cereal que contiene mayor porcentaje de proteínas que los cereales, entre 14 y 18%. La proteína del amaranto presenta un buen balance de aminoácidos, el contenido de lisina es superior a 5 gr. por 100 gr. de proteína y es considerado el aminoácido esencial que limita la calidad proteica de la mayoría de los cereales que es equivalente a la leche de vaca y de la yema de huevo. *La Prensa, Mayo. (2004)*

El interés mundial por el amaranto es muy reciente. A partir de los años 80, aparecen las primeras investigaciones, lideradas por la Academia Nacional de Ciencias de Estados Unidos y prácticamente se produce un redescubrimiento del cultivo, justificado principalmente por su valor nutritivo y potencial agronómico. *Nieto, C. (1990)*

En Ecuador, el Programa de Cultivos Andinos de la Estación Experimental Santa Catalina del Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), inició las primeras investigaciones a partir de 1983 con la recolección y evaluación de germoplasma nativo, complementado con la introducción de germoplasma de otros países, especialmente de la Zona Andina. Una vez que el Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos (PRONALEG GA.) del INIAP Santa Catalina, ha realizado algunas pruebas de campo y laboratorio, es necesario caracterizar germoplasma a través de la evaluación participativa con las posibilidades de seleccionar germoplasma apropiado para cada zona Agroecológica, para producir y consumir amaranto en el Ecuador.

En la provincia de Bolívar no existen áreas cultivadas con amaranto pero se encuentra en forma esporádica en medio de cultivos como en el maíz, y su uso es como planta medicinal u ornamental.

La quinua es un pséudo cereal originario de los valles de la Zona Andina, cuyo cultivo se remonta a tiempos ancestrales, formando parte importante de la dieta alimenticia de las comunidades de aquella época por su alto valor nutritivo, especialmente proteico, y su adaptabilidad a condiciones ambientales adversas.

Heiser, M. (1974)

Comparada con otros granos y hortalizas, la quinua es muy alta en proteínas con un 13.81%. ***Peralta, E. (1994)*** manifestó que: "mientras ningún alimento por sí solo puede suministrar todos los nutrientes esenciales para la vida, la quinua es igual o más completa que muchos del reino vegetal y animal".

El programa de los cultivos Andinos de la Estación Experimental Santa Catalina del Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), entregó la variedad mejorada de quinua Tunkahuan que es una alternativa agrícola para los pequeños productores de la Sierra, puesto que se adapta a sus sistemas de producción y autoconsumo. Esta variedad se originó de una población de germoplasma recolectada en la Provincia del Carchi, Ecuador en 1985, como EC-0621. ***Nieto, C/Vimos, C/Monteros, C/Caicedo, C/Rivera, M. (1992)***.

Estratégicamente entre el INIAP Santa Catalina, El INIAP-Bolívar y la Universidad Estatal de Bolívar han dado respuestas apropiadas a los productores/as de nuestra provincia con el afán de mejorar la eficiencia y sostenibilidad de los sistemas de producción local, por medio de la diversificación de cultivos, se inició un proceso de investigación participativa, pudiendo potencializar estos cultivos a gran escala y contribuir a la soberanía alimentaria.

Plan de desarrollo estratégico Cantón Caluma, (2002)

La seguridad alimentaria y nutricional (SAN) es un derecho de todos y cada uno de los ciudadanos de este país y, por tanto, el Estado tiene obligación de velar por el cumplimiento de ese derecho. ***FAO Cumbre Mundial sobre la Alimentación, (1996)***

El cultivo de estos cereales olvidados podría contribuir a paliar el hambre en las zonas más desfavorecidas del planeta y eliminar la dependencia excesiva de la humanidad de unos pocos cultivos, que amenaza la seguridad alimentaria y debilita nuestros organismos precisamente en una época en que la contaminación ambiental nos hace menos resistentes a las enfermedades.

La germinación es una auténtica alquimia de la vida, con la germinación de maíz, quinua y amaranto obtenemos un inmejorable alimento nutritivo y vital. Se trata de alimentos vivos de primer orden que se convierten de secos y duros granos de naturaleza ligeramente acidificante para el organismo, en brotes tiernos alcalinos, ricos en aminoácidos, enzimas digestivas, vitaminas, minerales muy asimilables logrando así alcanzar el mayor incremento de proteína y su mayor digestibilidad para lograr un mejor aprovechamiento al ser suministrado como fuente de proteína, en la alimentación humana. **Linares, D. (2009)**

Al germinar maíz morado, quinua, amaranto se logra mejorar el valor proteínico, que depende de la acción complementaria de las enzimas como la citasa que actúa sobre la celulosa de la capa de las células vacías, descomponen y disuelven los nutrientes; la amilasa facilita la digestión del almidón y la proteasa que ayuda a digerir las proteínas. Las proteínas aumentan un 20% descomponiéndose en aminoácidos, además mejora los parámetros reológicos como la viscosidad en bebidas nutritivas logrando una mejor digestibilidad. **Molero, L. (1952)**

En esta investigación, se plantearon los siguientes objetivos:

- Determinar la temperatura y el tiempo óptimo de remojo de Maíz, Quinoa y Amaranto.
- Establecer las temperaturas óptimas de germinación de Maíz, Quinoa y Amaranto.
- Determinar el mejor tratamiento en base al contenido proteico.
- Realizar un análisis Bromatológico y microbiológico del mejor tratamiento.
- Aplicar el mejor tratamiento para elaborar una colada nutritiva.
- Realizar el análisis de Beneficio/costo del producto elaborado.

II. MARCO TEÓRICO

2.1 ORIGEN DEL MAÍZ.

El maíz, es planta de América, la palabra más verídica es la que asigna a Colón la misión de encomendar a dos españoles que explorarán el interior de Cuba; aquellos volvieron el 5 de noviembre de 1492 con muestras de un grano que hornearon, secaron y molieron para harina. Este grano era maíz o mays. De ese hallazgo da cuenta Colón a los Reyes Católicos por carta en 1498 y por ello se introdujo este cereal en España. *Grupo Editorial Océano. (2003)*

Este cereal ha sido cultivado en América hace tantos siglos que se desconoce exactamente quienes pueden haber sido sus primitivos antecesores. El maíz se ha usado en América como alimento principal desde los tiempos más remotos; el maíz, nombre común de una gramínea muy cultivada como alimento y como forraje para el ganado. El nombre proviene de las Antillas, pero en México, los nahuas lo denominarón *centli* (a la mazorca) o *tlaolli* (al grano). Con el trigo y el arroz, el maíz es uno de los cereales más cultivados del mundo. *Microsoft Encarta. (2010).*

El centro geográfico de origen y dispersión se ubica en el Valle San Juan de Tehuacán, en la denominada Mesa Central de México a 2.500 m. sobre el nivel del mar. En este lugar se han encontrado restos arqueológicos de plantas de maíz que, se estima, datan del 7.000 A.C. Teniendo en cuenta que ahí estuvo el centro de la civilización Azteca es lógico concluir que el maíz constituyó para los primitivos habitantes una fuente importante de alimentación. Aún, se pueden observar en las galerías de las pirámides (que todavía se conservan) pinturas, grabados y esculturas que representan al maíz. *Colección FAO: Alimentación y nutrición. (1993)*

Aunque lo antes mencionado goza de una aceptación general, no se descarta la posibilidad de centros secundarios de origen y/o adaptación en Sud América, si bien es cierto que las evidencias arqueológicas sobre la domesticación son escasas y están centradas en el Perú, donde los materiales más antiguos datan del año 1.000 A.C. Espigas completas encontradas del 500 a.C. son muy parecidas a las razas andinas que aún se encuentran en Perú, Ecuador y Bolivia muy distintas de los restos arqueológicos mexicanos.

Los maíces dentados de México y América central están asociados a la cultura Maya, mientras que los maíces cónicos de la parte central de México (2.500 m.s.n.m.) lo están con la civilización Azteca. Desde el Caribe por la costa atlántica se expandió al Brasil y Argentina con los maíces Flint y catetos amarillos, anaranjados o colorados, después del 1.600 *FAO, (2001)*

2.1.2 Descripción botánica del maíz

Planta herbácea que puede alcanzar hasta los 2,5 m de altura, con un tallo erguido, rígido y sólido. El tallo internamente tiene una médula de tejido esponjoso y blanco donde almacena reservas alimenticias, en especial azúcares. Las hojas son alargadas arrolladas al tallo, del cual nacen las espigas o mazorcas. Cada mazorca consiste en un tronco cubierto por filas de granos, la parte comestible de la planta, cuyo número puede variar entre ocho y treinta. *Tabón, A. (2008)*

2.1.3 Importancia del maíz

El maíz en la sierra Ecuatoriana constituye un renglón agrícola de la importancia por la gran aceptación y demanda que tiene el mercado lo cual se sitúa en el lugar sobresaliente entre los cultivos destinados a la alimentación humana. *Galarza, S. (1976)*

El maíz *Zea Mays L*, es una gramínea de vital importancia en la dieta alimenticia de los pueblos de América Latina y de muchos otros del casi un 60% de las

calorías que se consumen en el área latinoamericana proveniente de este cereal.
Palma, C. (1990)

El almidón del grano de maíz sirve como materia prima para la industria alimentaria. A partir del almidón se obtienen múltiples productos de panadería, maicena, confitería, goma de mascar, cervecería, etc. *Palma, C. (1990)*

2.1.4 Propiedades del maíz

- El maíz es un cereal que ya era muy apreciado por los incas por sus nutrientes y sus propiedades hasta el punto que lo consideraban un alimento sagrado. El maíz es un cereal con propiedades muy interesantes para las personas que no pueden tomar gluten.
- Su alto contenido en hidratos de carbono de fácil digestión, lo convierten en un alimento ideal para los niños y los deportistas.
- Aconsejable en personas con deficiencia de magnesio.
- Su harina es idónea cuando existen problemas de alergia o intolerancia al gluten.
- Las sedas o estigmas de maíz son utilizadas como infusiones diuréticas, excelentes en la hipertensión, en la retención de líquidos o cuando queremos aumentar la producción de orina.
- Su aporte en fibra, favorece la digestión y reduce el colesterol.
- El maíz nos ofrece el antioxidante Betacaroteno, muy recomendado en la prevención del cáncer.

- También nos ofrece vitaminas del grupo B, específicamente B₁, B₃ y B₉, las cuales actúan ante el sistema nervioso. *Ortiz, S/Ureña, R/Sánchez, P/Martínez, R/Montseny, S/Santamans, C. (2008)*

2.1.5 Producción del maíz

Los principales productores de maíz a nivel mundial son Estados Unidos y China con un total de 483.48 millones de toneladas correspondientes al 61.1% de las 791.04 millones que se producen mundialmente, con 331.18 millones producidas por EEUU y 152.30 millones por China, además, México participa en la producción mundial con 2.86% del total. *Censo Agrícola. (2008)*

La producción nacional de maíz se calcula en 23 millones de toneladas, de las cuales 21 toneladas son de la variedad blanca, destinada para consumo humano y el resto amarillo, el cual se ocupa para el sector pecuario, que satisface su demanda mediante importaciones. *Hernández, A. (2009)*

Según el *INIAP. (2007)*, de acuerdo al último censo agrícola 2002 SICA, en la provincia Bolívar en el año 2007 se cultivaron 30.000 hectáreas de maíz en los cantones de: Guaranda, Chimbo, San Miguel y Chillanes. Dentro de las variedades cultivadas están Guagal mejorado INIAP-111 y Criollas tipos Guagales (Guagal de leche, Guagal de tusa roja y el Guagal de tusa blanca). Se tiene un rendimiento promedio de 1,5 ton/ha, llegando a mejorar los rendimientos a 2,5 ton/ha, con el uso adecuado de la tecnología. *INIAP. (2007)*.

2.1.6 Variedades de maíz-iniap en el Ecuador

Actualmente el INIAP cuenta con 9 variedades de maíz que han sido seleccionadas con los agricultores de las diferentes zonas maiceras e investigadas en base a un esquema de mejoramiento que se ajusten a las necesidades y sistemas de producción de los agricultores de las diferentes zonas y en base a recursos genéticos locales.

Las variedades entregadas a los agricultores a partir de 1997 son: INIAP-122 “Chaucho Mejorado”, Guagal Mejorado INIAP-111, INIAP-102 “Blanco Blandito Mejorado”, INIAP-124 “Mishca Mejorado”. Cuenta además con las variedades INIAP-101, INIAP-153, INIAP-176, INIAP-180, e INIAP-192 que aún se encuentran vigentes y se tiene semillas de cada una de ellas.

2.1.7 Maíz morado (*Zea mays L*)

El maíz morado conocido como racimo de uva, ha cobrado singular importancia como antioxidante por su alto contenido en antocianinas, como podemos apreciarlo en el gráfico 1.

Gráfico 1. maíz morado



Fuente: INIAP, (2007)

En el Ecuador existe una gran diversidad genética, representada por alrededor de 29 razas de maíz, de las cuales 18 se han encontrado en la sierra y se caracterizan por ser de tipo harinoso y semiduros y las restantes se encuentran en la región litoral, siendo maíces de tipo duro cristalino. **INIAP. (2007)**

El maíz morado, también conocido como *racimo de uva* de la variedad morada del *Zea mays L* está ligado a nuestros campesinos e indígenas, quienes lo vienen empleando para la elaboración de bebidas (colada morada), harinas y colorantes naturales. Además, países industrializados, como Japón, Alemania y USA, han visto un gran potencial en la utilización de pigmentos naturales en alimentos y bebidas. La raza de maíz negro corre el riesgo de desaparecer, debido a su bajo

rendimiento y poco valor agregado que los productores da a este tipo de maíz, desaprovechando relativas fuentes de: alta calidad proteica; pigmento natural; y antioxidantes. *Yáñez et al. (2003)*.

2.1.1 Clasificación sistemática del maíz

La clasificación taxonómica es importante para diferenciar e identificar variedades, formas silvestres y cultivadas. Esta clasificación se presenta en el cuadro 1.

Cuadro 1. Clasificación botánica o taxonómica del maíz.

| | |
|-------------------|-------------------|
| Reino | Vegetal |
| Subreino | Embriobionta |
| División | Angiospermae |
| Clase | Monocotyledoneae |
| Orden | Ciperales |
| Familia | Poaceae |
| Género | <i>Zea</i> |
| Especie | maíz |
| Nombre Científico | <i>Zea maíz L</i> |

Fuente: Nocetti, E. (2007)

a) Valor nutritivo de maíz morado

En el cuadro 2, se representa las características de calidad nutritiva del Maíz Morado por poseer atributos especiales como la proteína.

Cuadro 2. Composición nutritiva del maíz morado.

| COMPOSICION NUTRITIVA DEL MAÍZ MORADO | |
|--|--------------------------------|
| Proteína | 7,7 – 10% |
| Aceites | 3.3% |
| Almidón | 61,7% |
| Minerales | Fósforo (P), Hierro (Fe) |
| Vitamina | A |
| Aminoácidos | Tiamina, riboflavina, niacina. |

Fuente: Yáñez et al, (2003)

El maíz morado es rico en grasa, hierro y contenido de fibra; pero, su aspecto nutricional más pobre son las proteínas. Cerca de la mitad de las proteínas del maíz están compuestas por zeína, la cual tiene un bajo contenido de aminoácidos esenciales, especialmente lisina y triptófano; pero aportan energía debido a una gran cantidad de hidratos de carbono complejos, además, contiene vitaminas A y B, potasio, magnesio y fibras. *FAO. (2001)*

b) Consumo del maíz morado

- **El maíz en la alimentación humana**

Ahora que los estudios de fitomejoramiento y bromatología han puesto de relieve las ventajas económicas y dietéticas del uso del maíz con todos sus componentes histológicos, o quitándole una parte de las cubiertas superficiales muy ricas en celulosa, diversos países se han integrado por conocer las técnicas seculares y autóctonas de este cereal. Tan útil para compensar la producción deficiente del

trigo y de otros alimentos que no alcanzan a cubrir las necesidades crecientes de alimentación en la mayoría parte de los pueblos. *Cervera, P/Clapes, J/Rigalfas, R. (1993)*

c) Uso industrial del maíz

El uso principal del maíz en la Sierra está destinado para la alimentación humana, y se consume en forma de choclo o en grano seco (tostado), harinas, bebidas, mote, humitas y otros preparados. La mayor parte de la población rural depende del maíz para su seguridad alimentaria, pues para muchos este cereal es la principal fuente de energía. También es utilizado para la alimentación animal como forraje para ganado ovino, bovino y equino. *INIAP. (2007)*

El maíz también se utiliza mucho para fabricar cerveza. En Berlín, por ejemplo, se obtiene malta germinando el grano durante unos cinco días. A continuación, se expone la malta al sol para interrumpir la germinación. Los granos se aplastan ligeramente en un mortero o en una piedra de amolar; se cuece la malta, se cuela el extracto, se enfría y se deja reposar. Al cabo de tres días de fermentación ya se ha convertido en cerveza. *FAO. (1990)*

El maíz morado o de jora, es base principal para la preparación de la que fue bebida sagrada de los Incas: La Chicha de jora, que es un producto que en su elaboración artesanal con lleva una serie de etapas que se encuentran sistematizadas en: Materia Prima, Cocción, Filtración y Fermentación; aun se saborea en diferentes regiones del Perú, en sus fases, clarito, chicha pura, dulcete, bien fermentada, etc; del maíz, como el morado y el negro, se extraen pigmentos para la elaboración de colorantes y saborizantes orgánicos.

<http://www.boletindenewyork.com/punto.maizdeoctubre.htm>

2.2. AMARANTO (*Amaranthus hypochondriacus*)

2.2.1 Origen del amaranto

De acuerdo a los cronistas españoles, el consumo del amaranto se hallaba ampliamente extendido en la población local al momento de la llegada de los conquistadores. La planta tenía como en el caso de la quinua y la kañiwa, diferentes nombres locales, conociéndose la como, *achita*, *achis*, *coimi*, *ccoyas*, trigo inca, quinua del valle, *millmi*. Para el poblador andino, su consumo era de significado especial, fuese la consideraba una planta sagrada; suerte parecida corrió el *Amaranthus hypochondriacus*, la especie *Amaranthus* de México. ***Carrasco. (1988)***

Existen evidencias que indica que el amaranto era cultivado por culturas anteriores a la incaica, estimándose que su domesticación tomó aproximadamente 2000 años. Los españoles se llevaron la planta a Europa donde su empleo fue ornamental, no como alimento, luego de un largo período en que el conocimiento y el consumo del amaranto fueron escasos, en los últimos años se está tratando de dar mayor impulso tanto como a la producción como el consumo de esa planta en el Perú como parte de una estrategia general de seguridad alimentaria en base a cultivos autóctonos. ***Carrasco. (1988)***

2.2.2 Clasificación sistemática del amaranto

En el cuadro 3. La clasificación sistemática es importante para diferenciar e identificar variedades, formas silvestres cultivadas de amaranto.

Cuadro 3. Clasificación sistemática del amaranto

| | |
|----------|-------------------|
| Reino | Plantae |
| Subreino | Embriofitas |
| División | Magnoleophyta |
| Clase | Magnoleopsida |
| Subclase | Caryophyllidae |
| Orden | Caryophyllales |
| Familia | Amaranthaceae |
| Género | Amaranthus |
| Especies | <i>Caudatus</i> , |

Fuente: Escamilla, A. (2001).

2.2.3 Descripción botánica del amaranto

El amaranto es una planta anual, llegando en buenos terrenos a tener una altura de hasta 2.600m. Su maduración se alcanza aproximadamente a los 180 días de su cultivo. Las diferentes especies de la planta tiene colores característicos: amarillo, verde, rojo, púrpura, siendo las inflorescencias particularmente impresionantes, pues llegan alcanzar hasta 90 cm, de altura.

La semilla de amaranto es redonda y ligeramente aplastada, con diámetro de 1-1.5mm: su color es generalmente blanco o amarillento, aunque algunas variedades tienen semillas de color marrón o negro. *Carrasco. (1988)*

2.2.4 Importancia del amaranto

- El amaranto es una planta originaria de América, cuya calidad y cantidad de aminoácidos lo convierte en un alimento excelente, sobre todo porque posee un alto valor nutritivo.
- Alto contenido proteico y una buena proporción de aminoácidos, dado indudablemente por la L-lisina, aminoácido esencial en la nutrición humana y

deficiente en la proteína de los cereales; así como los aminoácidos Metionina y Triptófano.

- Las hojas se aprovechan como hortalizas y sus semillas en calidad de cereal. Las especies silvestres se empleaban como verduras, llegando a constituir una fuente de energía, por su alto contenido en proteínas, minerales y vitaminas.
- A nivel internacional se le conoce con distintos nombres como alegría en México, kiwicha en Perú, icapachi e ilmi en la región andina de América del Sur y sangorache en Ecuador.
- Las plantas de amaranto se utilizan como ornamentales por sus colores atractivos y se menciona que algunas especies son medicinales. **Cureño, B. (2008)**

2.2.5 Propiedades del amaranto

- El Amaranto es una maravilla ya que se aprovecha todo: el grano y la planta en si, como verdura o forraje para los animales.
- La semilla tiene un alto contenido de proteínas, vitaminas y minerales que nos ayudan a crecer sanos y fuertes. Es por ello un alimento muy interesante para los niños.
- El Amaranto es ideal en Anemias y desnutrición ya que es un alimento rico en hierro, proteínas, vitaminas y minerales.
- Es un alimento a tener en cuenta en la Osteoporosis ya que contiene calcio y magnesio.

- Las hojas del Amaranto se pueden consumir incluso antes de recolectar las semillas. Así nos podemos alimentar nosotros y nuestros animales. Por supuesto todo lo que quede después de la cosecha lo aprovecharemos también para los animales.
- Es una planta con una gran tendencia a hibridarse con malezas y otras especies similares. Conviene obtener, pues, semillas muy seleccionadas para intentar que sean lo más puras posibles. *Arnau/Acupuntor. (2009)*

2.2.6 Producción del amaranto

El principal productor del amaranto es China con 150 mil ha. cultivadas, seguida por India y Perú (1.800 has.), México (900 has.) y Estados Unidos (500 ha.). *Jujuy. (2000)*

En Ecuador la producción de amaranto todavía es muy incipiente, según datos del INIAP, existen alrededor de 80 mil ha, aptas para su desarrollo tanto en la Sierra como en la Costa, pero las hectáreas sembradas actualmente no superan las 15 ha.

La provincia de Chimborazo es otra de las zonas donde también se siembra. Con el apoyo de las Escuelas Radiofónicas Populares del Ecuador (ERPE). 2002, donde participan 2800 agricultores que cultivan 10 ha. La producción se supera los 100 quintales, y es exportada a los Estados Unidos a través de la Empresa Sumak Life (Buena Vida). Se utiliza para elaborar pan y otra parte la envían a la NASA. *Diario HOY, Abril (2002)*

2.2.7 Valor nutritivo del amaranto

Todas las especies de Amaranto tienen un valor nutritivo muy alto en comparación con otros cereales más comunes. Su contenido proteico es alto y su

composición de aminoácidos esenciales bastante bien balanceados, como se aprecia en el siguiente cuadro:

Cuadro 4. Valor nutritivo de amaranto.

| CARACTERÍSTICAS | (%) |
|------------------------|------------|
| Proteína | 12.0-17.0 |
| Grasa | 6.1-8.1 |
| Fibra | 3.5-5.0 |
| Carbohidratos | 71.8 |
| Cenizas | 3.0-3.3 |
| Vitamina C | 1.5 |
| Calorías | 391 |

Fuente: Nieto, C. (1990).

En el cuadro 5, apreciamos los aminoácidos esenciales presentes en amaranto, dentro ello está su contenido de lisina como se demuestra a continuación:

Cuadro 5. Aminoácidos esenciales de amaranto

| Aminoácidos esenciales | gr Aminoácidos/100gr de Proteína |
|-------------------------------|---|
| Lisina | 6,7 |
| Histidina | 2,8 |
| Treonina | 3,7 |
| Metionina | 2,3 |
| Isoleucina | 3,9 |
| Tirosina | 4,1 |
| Fenilalanina | 4,3 |

Fuente: <http://www.slideshare.net/MundiTrades/amaranto-ficha-técnica>

En lo que se refiere a los minerales, los *Amaranthus* tienen especialmente altos contenidos de sodio y calcio como se observa en el cuadro 6.

Cuadro 6. Contenido de minerales (ppm) en dos especies de *amaranthus*.

| Especie | Na | K | Ca | Mg | Fe | Zn | Cu | Mn | Ni |
|--------------------|-----|------|------|------|-----|----|------|------|-----|
| <i>A. Cruentus</i> | 310 | 2900 | 1750 | 2440 | 174 | 37 | 12.1 | 45.9 | 1.8 |
| <i>A. Edulis</i> | 370 | 5800 | 1700 | 2890 | 84 | 40 | 8.0 | 22.2 | 2.4 |

Fuente: Becker et al. (1981)

El principal carbohidrato contenido en el grano de la Amaranto es el almidón, el cual representa el 62-69% del total de los carbohidratos. Las características del almidón de los *amaranthus* son distintas de las del trigo: el almidón del *amaranthus* contiene considerablemente menos amilosa (5-7%) que el almidón del trigo (20%). Así la capacidad del almidón del *amaranthus* para hincharse cuando se mezcla con el agua es mucho más baja que la del trigo.

El contenido de proteínas es igual a la del trigo con un 16%; a continuación se mostrará en el siguiente cuadro en diferentes especies de *amaranthus*:

Cuadro 7. Contenido de proteínas en diferentes especies de *amaranthus*

| Especies | % N | % Proteína |
|---------------------------|------|------------|
| <i>A. Caudatus</i> | 2.43 | 14.1 |
| <i>A. Cruentus</i> | 2.53 | 14.7 |
| <i>A. Hypochondriacus</i> | 2.75 | 16.0 |

Fuente: Senft. (1979)

2.2.8 Uso industrial del amaranto

El amaranto es un cultivo que puede ser utilizado en la alimentación humana y animal. Para la alimentación humana se puede utilizar el grano, ya sea entero o en harinas. Con el grano entero, previamente reventado (a manera de maíz canguil)

se pueden preparar desayunos, postres, papillas, budines y otros. Se puede también consumir los granos reventados mezclados con miel de caña, chocolate o miel de abeja, dándole diferentes formas en moldes de madera o metálicos a las que se conoce como turrone de kiwicha en Perú, "alegría" en México y "tadoos" en India.

En México son muy comunes los dulces a manera de turrone que no son otra cosa que amaranto reventado mezclado con miel y solidificado en moldes. Luego de tostado o reventado el grano, se puede preparar harina, la misma que se puede consumir mezclada con dulce a manera de pinol o se pueden preparar cualquier derivado de la industria harinera (panes, galletas, pastas, etc.). También estos productos se pueden preparar con harina de amaranto sin tostar, es decir no contienen ningún compuesto antinutricional como es el caso de las saponinas en la quinua o de las lupininas en el chocho, las que deben ser eliminadas por escarificado o lavado antes del consumo. *Monteros, C. et. al. (1994).*

2.3 LA QUINUA (*Chenopodium quinoa*)

2.3.1 Origen de la quinua

Según *Peralta, E. (1994)* en su boletín divulgativo “La quinua es un alimento nuestro”, la quinua es una planta autóctona de los Andes, cuyo centro de origen se encuentra en algún valle de la Zona Andina y la mayor variabilidad se observa a orillas del Lago Titicaca y en su historia se reconoce que fue utilizada como alimento desde hace 5000 años.

La quinua constituye un cultivo de importancia económica en Perú y Bolivia; en estos países, la producción sirve para el consumo interno y la exportación. En Ecuador, la situación es diferente, la quinua ha estado sometida a un proceso de “erosión genética”, es decir, su cultivo estaba desapareciendo gradualmente. Las provincias en las que se cultiva actualmente, en orden de importancia, son: Imbabura, Chimborazo, Cotopaxi, Pichincha, Carchi y Tungurahua. En Bolívar,

Cañar, Azuay y Loja se ha extinguido; o si existe, es muy ocasional. **Peralta, E. (1994)**

2.3.2 Clasificación sistemática de la quinua

En el cuadro 8, se presenta la clasificación sistemática es importante para diferenciar e identificar variedades, formas silvestres cultivadas de quinua.

Cuadro 8. Clasificación sistemática de la quinua:

| | |
|-------------------|--------------------------|
| Reino | Plantae |
| División | Angiospermas |
| Clase | Dicotiledónea |
| Orden | Centrospermales |
| Familia | Chenopodiaceas |
| Género | Chenopodium |
| Especie | Quinua |
| Nombre Científico | Chenopodium quinoa Wild. |

Fuente: Englers, A. (1984).

2.3.3 Descripción botánica de la quinua

La quinua es una planta herbácea anual, de amplia dispersión geográfica, presenta características peculiares en su morfología, coloración y comportamiento en diferentes zonas agroecológicas donde se la cultiva, fue utilizada como alimento desde tiempos inmemoriales, se calcula que su domesticación ocurrió hace más de 7000 años, presenta enorme variación y plasticidad para adaptarse a diferentes condiciones ambientales, se cultiva desde el nivel del mar hasta 4000 m.s.n.m, muy tolerante a los factores climáticos adversos como son: sequía, heladas, salinidad de suelos y otros que afectan a las plantas cultivadas.

Su período vegetativo varía desde 90 hasta 240 días, crece con precipitaciones desde 200 a 260 ml anuales, se adapta a suelos ácidos de pH 4,5 hasta alcalinos con pH de 9,0. Se adapta a diferentes tipos de suelos desde los arenosos hasta los arcillosos, la coloración de la planta es también variable con los genotipos y etapas fenológicas, desde el verde hasta el rojo, pasando por el púrpura oscuro, amarillo, anaranjado granate y demás gamas que se puedan diferenciar. *Mujica, A. (1998)*

2.3.4 Importancia de la quinua

El crecimiento demográfico, el incremento del nivel de desnutrición y hambre que azotan al mundo entero, hacen cada vez más necesario la búsqueda de nuevas fuentes alimenticias que contribuyen a mejorar los niveles nutricionales.

La quinua puede ser una alternativa para la solución de este problema pues, es un alimento rico en minerales, vitaminas, proteínas y aminoácidos, soportan condiciones ambientales adversas y puede ser cultivada en suelos considerados marginales para otros cultivos. *Nieto, A. (1984)*

2.3.5 Propiedades de la quinua

- Las proteínas que contiene son de alto valor biológico y proporciona los aminoácidos esenciales para la vida.
- Carece de gluten por lo cual integra el arsenal de alimentos aptos para celíacos.
- Tiene propiedades anti inflamatorias y cicatrizantes
- Su valor nutritivo que se compara al de la leche materna la convierte en uno de los alimentos más completos que supera con creces a los de origen animal.

- Aporta una buena cantidad de fibras lo que ayuda a mejorar el estreñimiento.
- Aumenta las defensas de organismo previniendo catarros e infecciones urinarias.
- Es un alimento indispensable en la dieta vegetariana por su incomparable aporte proteico. *Hilda. (2006)*

2.3.6 Valor nutricional de la quinua

Existen alimentos con un alto contenido de proteínas, por ejemplo, la soya, el chocho, etc., pero la quinua supera a aquellos de consumo masivo como son: trigo, arroz, maíz, cebada y es comparable con algunos de origen animal: carne, leche, huevo, pescado.

A continuación se muestra en el cuadro 9, el contenido nutricional de la quinua.

Cuadro 9. Valor nutricional de la quinua

| CONTENIDO | PROMEDIO (%) |
|------------------|---------------------|
| Agua | 16.65 |
| Proteína | 13.81 |
| Carbohidratos | 59.74 |
| Grasas | 5.01 |
| Fibra | 4.14 |
| Ceniza | 3.36 |

Fuente: Morón C. (1999)

En el cuadro 10. Apreciamos los aminoácidos esenciales presentes en la quinua, dentro esta, su alto contenido de lisina como se demuestra a continuación:

Cuadro 10. Aminoácidos esenciales de la quinua

| Aminoácidos | gr Aminoácidos/100gr de Proteína |
|--------------------|---|
| Arginina | 7,3 |
| Fenilamina | 4,0 |
| Histidina | 3,2 |
| Isoleucina | 4,9 |
| Leucina | 6,6 |
| Lisina | 6,8 |
| Metionina | 2,3 |
| Triptófano | 0,9 |
| Valina | 45 |

Fuente: Programa de Cultivos Andinos y Departamento de Nutrición del INIAP (2007).

2.3.7 Producción de la quinua

Los principales productores de este grano son: Bolivia, Perú, Ecuador, y Colombia. Bolivia con más de 47.534 ha cultivadas y alrededor de 30.412 ton cosechadas, de las cuales un 49% es consumida por las familias productoras, 35% se venden en los mercados locales y el resto para mercados externos, constituyéndose así como el primer productor y exportador de quinua en el mundo, siendo productores exclusivos tanto el altiplano central como sur de Bolivia. *Heiser, M. (1974)*

2.3.8 Producción de la quinua en el Ecuador

La quinua (*Chenopodium quinoa*), es un planta herbácea identificada comúnmente como pseudos gramínea cereal. En el Ecuador se cultiva entre 2300 y 3600 metros sobre el nivel del mar.

Ecuador generalmente posee excelentes condiciones agro-climáticas para obtener altos rendimientos; existen buenos suelos de origen volcánico con abundante materia orgánica y retención de agua, con lluvias estables (900 a 950 mm) en la región del Carchi, no obstante, los rendimientos procedente de la región de Chimborazo son de promedio reducido (0,5 T/ha) y fuerte variabilidad (1,85 T/ha

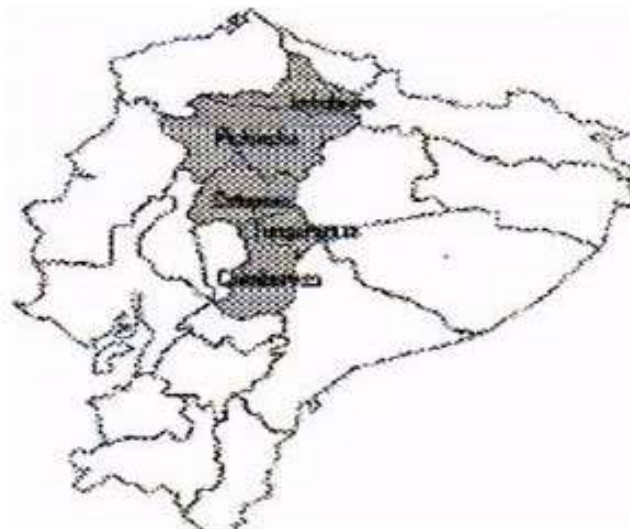
en ciertas comunidades del cantón Colta, hasta 0,24 T/ha en muchas comunidades del cantón Guamote). *III Censo Nacional Agropecuario. (2002)*

La aceptación de este producto en el mercado local y sobre todo en Europa y EEUU ha ido creciendo en razón al reconocimiento de su alto contenido proteico y a la vez nutraceútico, esto último debido a su bajo contenido de gluten, importante factor a considerarse en la preparación de dietas alimenticias.

Según el *III Censo Nacional Agropecuario (CNA) 2002*, en el Ecuador y para el período de referencia del censo, se registraron 2659 UPAS, cerca de 900 ha sembradas con quinua, habiendo sido cosechadas 636 ha y con una producción total obtenida de 226 toneladas. Las ventas registradas de este cultivo fueron de 180 toneladas. Las provincias donde se localizó producción de quinua, son las que corresponden a la región Sierra, es decir Cotopaxi, Chimborazo, Imbabura, Pichincha, Tungurahua y en Azuay muy poca producción.

Provincias del Ecuador con producción de quinua

Gráfico 2. Provincias del Ecuador productoras de quinua



Fuente: El arte nacional (2008).

Dentro de las provincias serranas, las que tienen mayor número de UPAS con quinua, son Chimborazo, Cotopaxi e Imbabura.

Para el 2000, el rendimiento promedio encontrado en la Sierra es de 0.4 toneladas por hectárea. De todos modos los rendimientos provinciales son bien diferenciados, por ejemplo, en Cotopaxi, el rendimiento promedio encontrado fue de 0.1 toneladas por hectárea, mientras que en Chimborazo y en Imbabura fue de 0.4 TM/ha, y en Tungurahua, 0.8 TM/ha. *INIAP. (2001)*

La principal provincia productora es Chimborazo, donde se obtuvo durante el periodo de referencia, según *SICA. (2002)* cerca del 80% de la producción total y es allí donde se encuentra casi el 70% de las UPAS con quinua.

La tendencia de producción de quinua en el Ecuador destaca cualidades del producto que se empezaba a difundir en los mercados nacional e internacional; a esto se suma al impulso inicial de Latinreco, empresa orientada a la investigación y Desarrollo, que le permitió al país alcanzar en 1992 una producción total de más de 1000 toneladas.

Para el 2010 la producción de la quinua en Ecuador bordea las 1050TM; de las cuales aproximadamente el 80% corresponde a producción orgánica.

En el Cuadro 11. Se presenta un cuadro de la producción anual de quinua en el Ecuador.

Cuadro 11. Producción de quinua en el Ecuador

| Año | Rendimiento (Kg/ha) | Superficie sembrada (Ha/año) |
|------------|----------------------------|-------------------------------------|
| 1990 | 759 | 889 |
| 1991 | 421 | 1070 |
| 1992 | 493 | 2030 |
| 1993 | 840 | 500 |
| 1994 | 585 | 780 |
| 1995 | 330 | 1310 |
| 1996 | 48 | 1240 |
| 1997 | 330 | 1098 |
| 1998 | 43,39 | 1108,63 |
| 1999 | 83,2 | 851,09 |
| 2000 | 219,80 | 723,34 |
| 2001 | 317,34 | 1229,61 |

Fuente: Estado del arte nacional de la quinua (2001)

2.3.9 Tipos de quinua

En el Ecuador las variedades de quinua más cultivadas y comercializadas son la INIAP Tunkahuan e INIAP pata de venado entre las mejoradas y variedades criollas o nativas; las primeras de tamaño más bien pequeña, dulce y con un contenido de saponinas menor al 0.1 % casi nulo contenido de saponina, y la segunda denominada criolla cuyo grano es pequeño, poco homogéneo y oscuro, lo cual le da la apariencia del producto “orgánico integral “. *INIAP. (2007)*

2.3.10 Formas de utilización de la quinua

Generalmente la quinua en nuestro país es utilizada como cereal para elaborar platos caseros como sopas, coladas, etc.

Respecto al proceso de industrialización de la quinua en nuestro País se manejan procesos simples y semi complejos. La gama de productos elaborados con quinua es limitada a la quinua perlada, alimentos intermedios como: hojuelas, tapiocas, y harinas de quinua y muy limitadamente en papilla para niños.

2.4 GERMINACIÓN

La germinación es el proceso mediante el cual una semilla colocada en un ambiente adecuado, se convierte en una planta. En este proceso el embrión se hincha y rompe la cubierta de la semilla. El coleóptilo, que es la estructura que emerge inicialmente desde la semilla hacia arriba, se aproxima a la superficie del suelo a través de la elongación del mesocotilo. *Calvaho, N. (1983)*

Además la germinación representa la técnica más efectiva para aportar a nuestro organismo energía vital concentrada; al ser consumidos los granos germinados, actúan sobre el metabolismo humano, conduciendo a una regeneración del torrente sanguíneo y de los procesos digestivos, no generan ácido úrico, pueden consumir con confianza las personas con padecimientos de gota, cansadas y con problemas. *Calvaho, N. (1983)*

2.4.1 Proceso de Germinación en maíz morado, quinua y amaranto en estudio

- a) Se escoge los granos, separando los buenos de los dañados.
- b) Remojar los granos en estudio con agua alrededor de un tiempo determinado hasta que alcance una humedad del 40%.
- c) Después del remojo se escurre el exceso de agua.
- d) Se extiende el grano en recipientes adecuados, giratorios o fijos, durante un período de tiempo determinado a una temperatura adecuada. Durante todo este tiempo el grano germina, desarrollándose la plúmula del germen,

hasta que alcanza la mitad o dos tercios de longitud del grano. *Figueroa, J. (1985)*

La germinación induce cambios en la concentración y digestibilidad de la proteína de forma particular en cada tipo de grano, la germinación genera un incremento significativo en el contenido de proteína. También permite la transformación que se producen en los granos germinados que dependen de la acción complementaria de distintas enzimas como la citasa que actúa sobre la celulosa de la capa de células vacías, descompone y disuelve totalmente los nutrientes, la amilasa que facilita la digestión del almidón y la proteasa que nos ayuda a digerir las proteínas. *Molero, L. (1952)*

2.4.2 ¿Qué pasa durante la germinación?

Cuando las semillas se germinan su contenido nutricional cambia se mejora y aumenta. En cuanto a los granos estos entran en contacto con el agua, el oxígeno y el calor necesarios, empieza a desarrollarse y tienen lugar entre otros los fenómenos siguientes:

- Mediante la absorción de agua la semilla duplica su volumen y revienta la cáscara protectora.
- Las enzimas como la citasa, la amilasa, y proteasa se activan y provocan una serie de transformaciones: Las sustancias de reserva son predigeridas y se transforman en ácidos aminados, algunos de los cuales son imprescindibles para el ser humano.
- El contenido proteico de la semilla queda presente en el germinado, pero de una forma más fácilmente asimilable.
- Se sintetizan abundantes vitaminas y fermentos. Otras vitaminas como la Vitamina C se multiplican. Las sales minerales (calcio, fósforo, hierro, potasio y magnesio) también se multiplican.

- Las grasas se transforman en ácidos grasos y el almidón en maltosa y dextrina, azúcares más simples que exigen menos esfuerzo al aparato digestivo. Así pues, se reduce la naturaleza feculosa de la semilla.

Los ácidos y las toxinas que de forma natural acompañan a la semilla para su defensa, se descomponen. El volumen y el contenido de agua pasa de ser de un 5 al 12% en la semilla a un 70% en el germinado. *Linares Deiter. (2009)*

2.4.3 Beneficios de la germinación

- Las proteínas aumentan un 20% y, se descomponen en aminoácidos.
- Los almidones se transforman en azúcares.
- Las sales minerales aumentan en cantidad, volviéndose más fáciles de asimilar.
- Aumento de varias vitaminas como la E y enzimas.
- Mejoramiento de los parámetros reológicos como la viscosidad logrando una mejor digestibilidad.

<http://www.aviarioangelcabrera.com/articulos/germinados.htm>

2.5 MALTEADO

Según *Figueroa, J. (1985)* en su libro “Métodos para evaluar la calidad Maltera en Cebada” en la página 32: el malteo es un proceso físico - químico controlado durante el cual los granos desarrollan y activan sus sistemas enzimáticos y modifican suficientemente sus reservas alimenticias. Su finalidad es la obtención de la malta, lo que se puede hacer a partir de cualquier grano que se someta a una germinación controlada, lo cual se suspende con una etapa adecuada de secado.

2.5.1 Proceso de malteo

El proceso de malteado comprende las operaciones siguientes:

- Limpieza del grano, por tamización y arrastre neumático.
- Almacenamiento del grano limpio durante un tiempo no inferior a ocho semanas.
- Remojo en agua con lo cual se inicia el proceso propiamente dicho; esta operación se realiza a cierta temperatura durante un tiempo determinado hasta que el contenido de humedad del grano sea del 40%.
- Germinación: después del remojo se escurre el exceso de agua y el grano se extiende en recipientes adecuados, giratorios o fijos, durante un período tiempo, durante todo este tiempo el grano germina, desarrollándose la plúmula del germen, hasta que alcanza la mitad o dos tercios de longitud del grano.
- Secado: cuando el brote ha alcanzado 2-3 mm de longitud, el grano se seca o tuesta a 45-50° C, hasta una humedad del 5 – 7 %, con lo cual se detienen las reacciones enzimáticas sin destruir las enzimas.
- Molienda: tiene por objeto eliminar las raíces y tallitos producidos en la germinación, el producto ya cribado constituye la malta. *Figueroa, J. (1985)*

2.5.2 Beneficios del malteado

El malteado consiste en preparar y transformar las reservas nutritivas del grano a sustratos apropiados, por las bondades que este nos brinda a continuación sus beneficios:

- El contenido de aminoácido lisina por su alto valor biológico que ayuda a la memoria, a la inteligencia y alto aprendizaje, al desarrollo y crecimiento del organismo, necesario para satisfacer los requerimientos en preescolares.
- Mejora los parámetros Reológicos y a la digestibilidad.
- Proporciona aroma y sabor natural, redondeando los sabores de los cereales.
- Mejora la fermentación (azúcares fermentables).
- El consumir productos a partir de cereales malteados es indicada para los niños ya que aporta una cantidad de nutrientes fundamentales para el desarrollo de huesos y dientes.
- Quienes padecen anemia pueden consumir cereales malteados, ya que contiene Hierro y vitamina B. <http://www.maltexco.com.htm>

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 MATERIALES.

3.1.1 Localización del trabajo de investigación

El siguiente trabajo se realizó en el laboratorio de análisis y desarrollo de nuevos productos (LAD-np) de la Universidad Estatal de Bolívar, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente, Escuela de Ingeniería Agroindustrial, ubicado en la ciudadela Alpachaca, Avenida Ernesto Che Guevara s/n y Avenida Gabriel Secaira Km 3/2 vía Ambato, ciudad Guaranda Provincia de Bolívar.

3.1.2 Ubicación del experimento.

| UBICACIÓN | LOCALIDAD |
|-----------|---|
| Provincia | Bolívar |
| Cantón | Guaranda |
| Parroquia | Guanujo |
| Dirección | Av. Ernesto Che Guevara s/n y Av. Gabriel Secaira |
| Lugar | Universidad Estatal de Bolívar (laboratorio Land'np) |

3.1.3 Situación geográfica

Cuadro 12. Parámetros climáticos

| | |
|---|---------------|
| 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 |
| Precipitación. media anual | 1 100 mm |
| Heliofanía | 900 h/l/año |
| Humedad Relativa | 70% |
| Velocidad .Promedio anual viento | 6 m/s. |

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

3.1.4 Recursos institucionales

Para el siguiente trabajo se recopilará información en:

- Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias. (INIAP)
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (INEN)
- Universidad Técnica de Ambato. (UTA)
- Ministerio de Agricultura Ganadería Acuacultura y Pesca. (MAGAP)
- Ministerio de Salud Pública. (MSP)
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. (INEC)
- Bibliotecas Públicas
- Páginas Web (Internet)
- Revistas, documentos, folletos, publicaciones, etc.

3.1.5 Material experimental

El material experimental fue sometido a un proceso de germinación a diferentes tiempos y temperaturas de remojo y a diferentes temperaturas de germinación, con el fin de elevar su valor proteico en los granos de las variedades:

- Maíz morado
- Quinoa de la variedad Tunkahuan, mejor variedad seleccionada por el proyecto de investigación PIC- 08-0000204, Financiado por la SENACYT.
- Amaranto de la variedad Alegría, mejor variedad seleccionada por el proyecto de investigación PIC- 08-0000204, Financiado por la SENACYT.

3.2 MATERIALES, EQUIPOS E INSTALACIONES

3.2.1 Equipos.

- Germinador.
- Secadero.
- Molino.
- Balanza analítica.
- Determinador de humedad.
- Determinador de grasa.
- Determinador de fibra.
- Determinador de Proteína.
- Destilador de agua.

- Extractor de gases.
- Cabina de flujo laminar.
- Estufa.
- Incubadora.
- Esterilizador.
- Autoclave.
- Cocina.

3.2.2 Reactivos

- Pastillas de Kjeldahl.
- Ácido Bórico al 2%.
- Peróxido de hidrógeno.
- Ácido sulfúrico H_2SO_4 al 96%
- Hidróxido de sodio NaOH al 35%.
- Hidróxido de potasio KOH al 1,25%
- Ácido Clorhídrico HCL 0,1N
- Agares (PCA; PDA; PC)
- Rojo de metilo
- Éter de petróleo
- Alcohol
- Acetona hidra.
- Octanol.

3.2.3 Materiales

a) Materiales de laboratorio

- Balanza de precisión
- Espátula
- Tubos de ensayo
- Erlenmeyers
- Mascarillas
- Guantes
- Gradillas
- Frascos gotero
- Soporte universal
- Vasos de precipitación
- Balones aforados, Buretas, picetas y Embudo Büchner
- Pinzas

b) Materiales de oficina

- Archivero
- Borrador
- Cámara Fotográfica
- Carpetas

- CD
- Computador
- Esferográficos y Lápices
- Flash Memory

3.3 MÉTODOS.

3.3.1 Factores en estudio para el maíz morado.

Tabla 1. Factores en estudio para el maíz morado.

| | | | |
|-----------------|-----------------------------------|----------------|----------|
| FACTOR A | TIEMPO DE REMOJO | A ₁ | 12 horas |
| | | A ₂ | 24 horas |
| FACTOR B | TEMPERATURA DE REMOJO | B ₁ | 18 °C |
| | | B ₂ | 25 °C |
| FACTOR C | TEMPERATURA DE GERMINACIÓN | C ₁ | 20 °C |
| | | C ₂ | 22 °C |
| | | C ₃ | 24 °C |

Experimentales: Proyecto UEB-PIMQA. Arguello, S y Garzón, G. (2012)

3.3.1.1 Material experimental

- Maíz morado
- Se aplicará dos tiempos de remojo para el maíz morado (**FACTOR A**)
- Se aplicará dos temperaturas de remojo para el maíz morado (**FACTOR B**)
- Se utilizará tres temperaturas para la germinación del grano (**FACTOR C**)

3.3.1.2 Tratamientos para el maíz morado

Tabla 2. Combinación AxBxC según el detalle:

| TRATAMIENTOS | CODIFICACIÓN | DESCRIPCIÓN DEL DISEÑO |
|-----------------|--|------------------------|
| T ₁ | A ₁ B ₁ C ₁ | 12 horas + 18°C + 20°C |
| T ₂ | A ₁ B ₁ C ₂ | 12 horas + 18°C + 22°C |
| T ₃ | A ₁ B ₁ C ₃ | 12 horas + 18°C + 24°C |
| T ₄ | A ₁ B ₂ C ₁ | 12 horas + 25°C + 20°C |
| T ₅ | A ₁ B ₂ C ₂ | 12 horas + 25°C + 22°C |
| T ₆ | A ₁ B ₂ C ₃ | 12 horas + 25°C + 24°C |
| T ₇ | A ₂ B ₁ C ₁ | 24 horas + 18°C + 20°C |
| T ₈ | A ₂ B ₁ C ₂ | 24 horas + 18°C + 22°C |
| T ₉ | A ₂ B ₁ C ₃ | 24 horas + 18°C + 24°C |
| T ₁₀ | A ₂ B ₂ C ₁ | 24 horas + 25°C + 20°C |
| T ₁₁ | A ₂ B ₂ C ₂ | 24 horas + 25°C + 22°C |
| T ₁₂ | A ₂ B ₂ C ₃ | 24 horas + 25°C + 24°C |

Experimentales: Proyecto UEB-PIMQA. Arguello, S y Garzón, G. (2012)

3.3.1.4 Descripción del diseño.

El diseño experimental, es AxBxC con 2 réplicas, donde el **factor A** es el tiempo de remojo: 12 y 24 horas, el **factor B** es la temperatura de remojo: 18 y 25°C y el **factor C** es la temperatura de germinación: 20, 22 y 24 °C.

3.3.1.4 Modelo matemático para el maíz morado

El experimento se desarrolló bajo un diseño trifactorial $A \times B \times C$ con 2 réplicas, para lo cual se utilizó el siguiente modelo matemático:

$$Y_{ijkl} = \mu + A_i + B_j + C_k + (AB)_{ij} + (AC)_{ik} + (BC)_{jk} + (ABC)_{ijk} + E_{ijkl}$$

Donde:

Y_{ijkl} = Es la observación l , en el nivel i del factor A, nivel j del factor B, nivel k del factor C.

μ = Promedio global para todos los tratamientos

A_i = Efecto del factor A

B_j = Efecto del factor B

C_k = Efecto del factor C

$(AB)_{ij}$ = Efecto de la interacción $A \times B$

$(AC)_{ik}$ = Efecto de la interacción $A \times C$

$(BC)_{jk}$ = Efecto de la interacción $B \times C$

$(ABC)_{ijk}$ = Efecto de la interacción $A \times B \times C$

E_{ijkl} = Efecto del error experimental

3.3.1.5 Tipo de diseño para el maíz morado.

El Diseño experimental aplicado fue un Diseño trifactorial $A \times B \times C$ con 2 réplicas:

| | |
|-----------------------------------|--------|
| Número de tratamientos | 12 |
| Número de repeticiones | 2 |
| Número de unidades investigativas | 24 |
| Unidad investigativa | 500gr. |

3.3.1.6 Respuesta experimental para el maíz morado

- Análisis de proteína, según el método (AOAC 14.068)

3.3.1.7 Tipo de análisis

Tabla 3. Análisis de varianza (ADEVA) según el detalle:

| FUENTE DE VARIACIÓN | | GRADOS DE LIBERTAD (GL) |
|--------------------------|---------------------|-------------------------|
| Total | (abc-1) | 23 |
| Repeticiones | (r-1) | 1 |
| Factor A | (a-1) | 1 |
| Factor B | (b-1) | 1 |
| Factor C | (c-1) | 2 |
| Interacción AxBxC | (a-1)(b-1)(c-1) | 2 |
| Interacción AxB | (a-1)(b-1) | 1 |
| Interacción AxC | (a-1)(c-1) | 2 |
| Interacción BxC | (b-1)(c-1) | 2 |
| Error | (abc-1)(r-1) | 11 |

Experimentales: Proyecto UEB-PIMQA. Arguello, S y Garzón, G. (2012)

- Prueba de Tukey al 5% para comprobar los promedios de los tratamientos.
- Prueba de Tukey al 5% para comprobar promedios del factor AxBxC.

3.3.2 Factores en estudio para la quinua.

Tabla 4. Factores en estudio para la quinua

| | | | |
|-----------------|-----------------------------------|----------------|----------|
| FACTOR A | TIEMPO DE REMOJO | A ₁ | 6 horas |
| | | A ₂ | 12 horas |
| FACTOR B | TEMPERATURA DE REMOJO | B ₁ | 20 °C |
| | | B ₂ | 25 °C |
| FACTOR C | TEMPERATURA DE GERMINACIÓN | C ₁ | 20 °C |
| | | C ₂ | 25 °C |
| | | C ₃ | 30 °C |

Experimentales: Proyecto UEB-PIMQA. Arguello, S y Garzón, G. (2012)

3.3.2.1 Material experimental

- Quinua de la variedad Tunkahuan
- Se aplicará dos tiempos de remojo para la Quinua (**FACTOR A**)
- Se aplicará dos temperaturas de remojo (**FACTOR B**)
- Se utilizará tres temperaturas para la germinación del grano (**FACTOR C**).

3.3.2.2 Tratamientos para la quinua

Tabla 5. Combinación AxBxC según el detalle:

| TRATAMIENTOS | CODIFICACIÓN | DESCRIPCIÓN DEL DISEÑO |
|-----------------|--|------------------------|
| T ₁ | A ₁ B ₁ C ₁ | 6 horas + 20°C + 20°C |
| T ₂ | A ₁ B ₁ C ₂ | 6 horas + 20°C + 25°C |
| T ₃ | A ₁ B ₁ C ₃ | 6 horas + 20°C + 30°C |
| T ₄ | A ₁ B ₂ C ₁ | 6 horas + 25°C + 20°C |
| T ₅ | A ₁ B ₂ C ₂ | 6 horas + 25°C + 25°C |
| T ₆ | A ₁ B ₂ C ₃ | 6 horas + 25°C + 30°C |
| T ₇ | A ₂ B ₁ C ₁ | 12 horas + 20°C + 20°C |
| T ₈ | A ₂ B ₁ C ₂ | 12 horas + 20°C + 25°C |
| T ₉ | A ₂ B ₁ C ₃ | 12 horas + 20°C + 30°C |
| T ₁₀ | A ₂ B ₂ C ₁ | 12 horas + 25°C + 20°C |
| T ₁₁ | A ₂ B ₂ C ₂ | 12 horas + 25°C + 25°C |
| T ₁₂ | A ₂ B ₂ C ₃ | 12 horas + 25°C + 30°C |

Experimentales: Proyecto UEB-PIMQA. Arguello, S y Garzón, G. (2012)

3.3.2.3 Descripción del diseño

El diseño experimental, es AxBxC con 2 réplicas, donde el **factor A** es el tiempo de remojo: 6 y 12 horas, el **factor B** es la temperatura de remojo: 20 y 25°C y el **factor C** es la temperatura de germinación: 20, 25 y 30 °C.

3.3.2.4 Modelo matemático para la quinua

El experimento se desarrolló bajo un diseño trifactorial $A \times B \times C$ con 2 réplicas, para lo cual se utilizó el siguiente modelo matemático:

$$Y_{ijkl} = \mu + A_i + B_j + C_k + (AB)_{ij} + (AC)_{ik} + (BC)_{jk} + (ABC)_{ijk} + E_{ijkl}$$

Donde:

Y_{ijkl} = Es la observación l , en el nivel i del factor A, nivel j del factor B, nivel k del factor C.

μ = Promedio global para todos los tratamientos

A_i = Efecto del factor A

B_j = Efecto del factor B

C_k = Efecto del factor C

$(AB)_{ij}$ = Efecto de la interacción $A \times B$

$(AC)_{ik}$ = Efecto de la interacción $A \times C$

$(BC)_{jk}$ = Efecto de la interacción $B \times C$

$(ABC)_{ijk}$ = Efecto de la interacción $A \times B \times C$

E_{ijkl} = Efecto del error experimental

3.3.2.5 Tipo de diseño para la quinua

El Diseño experimental aplicado fue un Diseño trifactorial $A \times B \times C$ con 2 réplicas

| | |
|-----------------------------------|--------|
| Número de tratamientos | 12 |
| Número de repeticiones | 2 |
| Número de unidades investigativas | 24 |
| Unidad investigativa | 500gr. |

3.3.2.6 Respuesta experimental para la quinua

- Análisis de proteína, según el método (AOAC 14.068)

3.3.2.7 Tipo de Análisis

Tabla 6. Análisis de varianza (ADEVA) según el detalle:

| FUENTE DE VARIACIÓN | | GRADOS DE LIBERTAD (GL) |
|--------------------------|---------------------|-------------------------|
| Total | (abc-1) | 23 |
| Repeticiones | (r-1) | 1 |
| Factor A | (a-1) | 1 |
| Factor B | (b-1) | 1 |
| Factor C | (c-1) | 2 |
| Interacción AxBxC | (a-1)(b-1)(c-1) | 2 |
| Interacción AxB | (a-1)(b-1) | 1 |
| Interacción AxC | (a-1)(c-1) | 2 |
| Interacción BxC | (b-1)(c-1) | 2 |
| Error | (abc-1)(r-1) | 11 |

Experimentales: Proyecto UEB-PIMQA. Arguello, S y Garzón, G. (2012)

- Prueba de Tukey al 5% para comprobar los promedios de los tratamientos.
- Prueba de Tukey al 5% para comprobar promedios del factor AxBxC.

3.3.3 Factores en estudio del amaranto.

Tabla 7. Factores en estudio de amaranto

| | | | |
|-----------------|-----------------------------------|----------------|---------|
| FACTOR A | TIEMPO DE REMOJO | A ₁ | 30 min. |
| | | A ₂ | 60 min. |
| FACTOR B | TEMPERATURA DE REMOJO | B ₁ | 30 °C |
| | | B ₂ | 35 °C |
| FACTOR C | TEMPERATURA DE GERMINACIÓN | C ₁ | 28 °C |
| | | C ₂ | 30 °C |
| | | C ₃ | 35 °C |

Experimentales: Proyecto UEB-PIMQA. Arguello, S y Garzón, G. (2012)

3.3.3.1 Material experimental

- Amaranto de la variedad Alegría.
- Se aplicará dos tiempos de remojo para el Amaranto (**FACTOR A**)
- Se aplicará dos temperaturas de remojo (**FACTOR B**)
- Se utilizará tres temperaturas para la germinación del grano (**FACTOR C**).

3.3.3.2 Tratamientos del amaranto

Tabla 8. Combinación AxBxC según el detalle:

| TRATAMIENTOS | CODIFICACIÓN | DESCRIPCIÓN DEL DISEÑO |
|-----------------|--|------------------------|
| T ₁ | A ₁ B ₁ C ₁ | 30 min + 30°C + 28°C |
| T ₂ | A ₁ B ₁ C ₂ | 30 min + 30°C + 30°C |
| T ₃ | A ₁ B ₁ C ₃ | 30 min + 30°C + 32°C |
| T ₄ | A ₁ B ₂ C ₁ | 30 min + 35°C + 28°C |
| T ₅ | A ₁ B ₂ C ₂ | 30 min + 35°C + 30°C |
| T ₆ | A ₁ B ₂ C ₃ | 30 min + 35°C + 32°C |
| T ₇ | A ₂ B ₁ C ₁ | 60 min + 30°C + 28°C |
| T ₈ | A ₂ B ₁ C ₂ | 60 min + 30°C + 30°C |
| T ₉ | A ₂ B ₁ C ₃ | 60 min + 30°C + 32°C |
| T ₁₀ | A ₂ B ₂ C ₁ | 60 min + 35°C + 28°C |
| T ₁₁ | A ₂ B ₂ C ₂ | 60 min + 35°C + 30°C |
| T ₁₂ | A ₂ B ₂ C ₃ | 60 min + 35°C + 32°C |

Experimentales: Proyecto UEB-PIMQA. Arguello, S y Garzón, G. (2012)

3.3.3.3 Descripción del diseño.

El diseño experimental, es AxBxC con 2 réplicas, donde el **factor A** es el tiempo de remojo: 30 y 60 minutos, el **factor B** es la temperatura de remojo: 30 y 35°C y el **factor C** es la temperatura de germinación: 28, 30 y 32 °C.

3.3.3.4 Modelo matemático para el amaranto

El experimento se desarrolló bajo un diseño trifactorial $A \times B \times C$ con 2 réplicas, para lo cual se utilizó el siguiente modelo matemático:

$$Y_{ijkl} = \mu + A_i + B_j + C_k + (AB)_{ij} + (AC)_{ik} + (BC)_{jk} + (ABC)_{ijk} + E_{ijkl}$$

Donde:

Y_{ijkl} = Es la observación l , en el nivel i del factor A, nivel j del factor B, nivel k del factor C.

μ = Promedio global para todos los tratamientos

A_i = Efecto del factor A

B_j = Efecto del factor B

C_k = Efecto del factor C

$(AB)_{ij}$ = Efecto de la interacción $A \times B$

$(AC)_{ik}$ = Efecto de la interacción $A \times C$

$(BC)_{jk}$ = Efecto de la interacción $B \times C$

$(ABC)_{ijk}$ = Efecto de la interacción $A \times B \times C$

E_{ijkl} = Efecto del error experimental

3.3.3.5 Tipo de diseño para el amaranto

El Diseño experimental aplicado fue un Diseño trifactorial $A \times B \times C$ con 2 réplicas:

| | |
|-----------------------------------|--------|
| Número de tratamientos | 12 |
| Número de repeticiones | 2 |
| Número de unidades investigativas | 24 |
| Unidad investigativa | 500gr. |

3.3.3.6 Respuesta experimental del amaranto

- Análisis de proteína en amaranto, según el método (AOAC 14.068)

3.3.3.7 Tipo de Análisis

Tabla 9. Análisis de varianza (ADEVA) según el detalle:

| FUENTE DE VARIACIÓN | | GRADOS DE LIBERTAD (GL) |
|--------------------------|---------------------|-------------------------|
| Total | (abc-1) | 23 |
| Repeticiones | (r-1) | 1 |
| Factor A | (a-1) | 1 |
| Factor B | (b-1) | 1 |
| Factor C | (c-1) | 2 |
| Interacción AxBxC | (a-1)(b-1)(c-1) | 2 |
| Interacción AxB | (a-1)(b-1) | 1 |
| Interacción AxC | (a-1)(c-1) | 2 |
| Interacción BxC | (b-1)(c-1) | 2 |
| Error | (abc-1)(r-1) | 11 |

Experimentales: Proyecto UEB-PIMQA. Arguello, S y Garzón, G. (2012)

- Prueba de Tukey al 5% para comprobar los promedios de los tratamientos.
- Prueba de Tukey al 5% para comprobar promedios del factor AxBxC.

3.4 MANEJO DEL EXPERIMENTO.

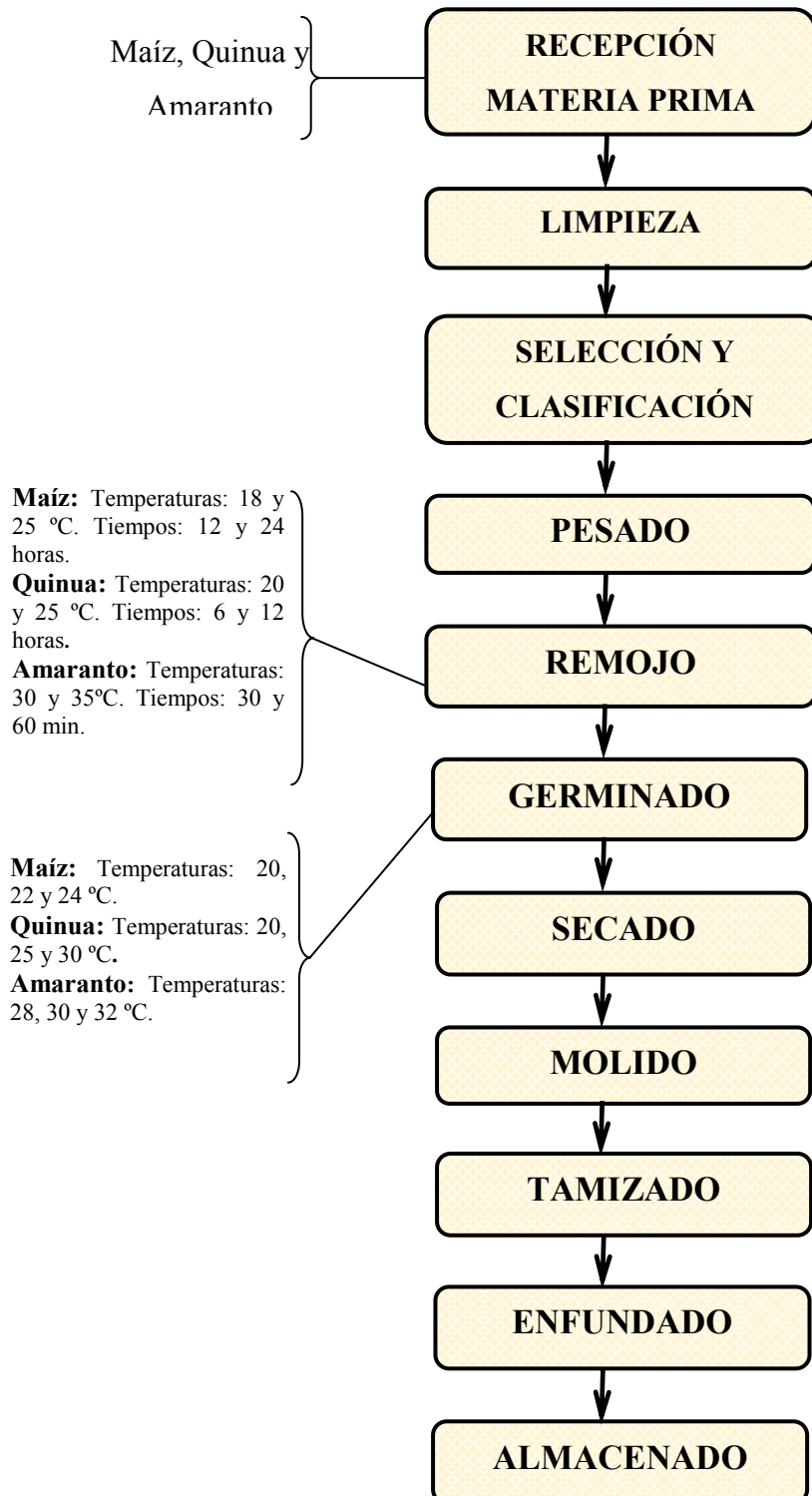
Para realizar el siguiente trabajo se utilizó Maíz morado (*Zea mays*) y Quinoa (*Chenopodium quinoa*) de la variedad Tunkahuan que fueron adquiridos en el mercado mayorista de Ambato; y el Amaranto (*Amaranthus hypochondriacus*) de la variedad Alegría fue adquirido en el Perú.

3.4.1 Descripción del experimento para la germinación de maíz morado, quinua y amaranto.

- a) **Recepción de la materia prima (maíz, quinua y amaranto).**- Se recibió la materia prima en el laboratorio de análisis y desarrollo de nuevos productos (LAD-np), y se los mantuvo en un ambiente seco.
- b) **Limpieza.**- Se procedió a eliminar granos rotos, dañados e impurezas.
- c) **Selección y Clasificación.**- Se seleccionó y se clasificó los granos, mediante tamices.
- d) **Pesado.**- Se procedió al pesado de la materia prima en una balanza digital con capacidad de 600gr, en la cual pesamos las unidades experimentales de 500gr cada una.
- e) **Remojo.**- Se puso los granos a remojo en agua a diferentes temperaturas, por diferentes tiempos, para que los granos tengan una humedad aproximada del 40%; el maíz morado se sometió a temperaturas de 18 y 25 °C en un tiempo de 12 y 24 horas; la quinua a temperaturas de 20 y 25 °C por un tiempo de 6 y 12 horas y el amaranto a temperaturas de 30 y 35 °C por un tiempo de 30 y 60 minutos.

- f) **Germinado.-** Una vez que se cumplió el tiempo de remojo para cada grano, se procedió a depositar los granos en un germinador con temperaturas controladas que se describe a continuación: para el maíz morado temperaturas de 20, 22 y 24 °C; para la quinua temperaturas de 20, 25 y 30 °C y para el amaranto temperaturas de 28, 30 y 32 °C; hasta que el acróspiro o la plúmula del germen alcance la mitad de la longitud del grano; la longitud del acróspiro para el maíz morado es de 1 a 1,5cm; para la quinua de 2 a 3 mm de longitud y para el amaranto es de 1 a 3 mm.
- g) **Secado.-** Cuando el brote alcanzó su longitud, el grano germinado se secó a 45°C, hasta conseguir una humedad de 5 a 7% aproximadamente, con lo cual se detienen las reacciones enzimáticas sin destruir las enzimas.
- h) **Molido.-** Se molió los granos germinados en el molino industrial para obtener harinas germinadas de maíz morado, quinua y amaranto.
- i) **Tamizado.-** Se procedió a tamizar en un cedazo con el objetivo de eliminar los desechos o el afrecho existente en las harinas germinadas de maíz morado, quinua y amaranto.
- j) **Enfundado.-** Las harinas germinadas obtenidas se conservarán dentro de fundas de papel.
- k) **Almacenado.-** Las harinas malteadas enfundadas de maíz morado, quinua y amaranto se almacenarán en un lugar alejado de humedad y contaminación.

3.4.2 Diagrama del proceso de germinación de maíz morado, quinua y amaranto



Experimentales: Proyecto UEB-PIMQA. Arguello, S y Garzón, G. (2012)

3.5 MÉTODOS DE ANÁLISIS

3.5.1 Análisis en materia prima

a. **Análisis Bromatológico:** Se realizó el análisis bromatológico en materias primas de maíz morado, quinua y amaranto, utilizando la siguiente metodología:

- **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)
- **Cenizas.** Según el método; (AOAC 14.0069)

3.5.2 Análisis en harinas de maíz morado, quinua y amaranto germinados

a. **Análisis Bromatológico:** Se realizó el análisis de proteína y humedad del mejor tratamiento en harinas de maíz morado, quinua y amaranto germinados, utilizando la siguiente metodología:

- **Humedad.** Según el método; (AOAC 24.003)
- **Proteína.** Según el método; (AOAC 14.068)

b. **Análisis Microbiológicos**

El análisis de Microorganismos se realizó del mejor tratamiento de las harinas de maíz morado, quinua y amaranto germinados.

- **Recuento total de mesófilos.**

Según el método AF V 08-051 técnicas de recuento de gérmenes aerobios mesófilos viables en placas 30°C por 72h. (ISO 4833)

- **Coliformes totales y Echerichia coli.**

Según el método, NF V 08-050, técnicas de rutina para la numeración de coliformes mediante el recuento de colonias a 30°C. (ISO 4831).

c. Análisis Costo/Beneficio

Del mejor tratamiento en harinas de maíz morado, quinua y amaranto en la elaboración de una colada nutritiva.

IV. RESULTADOS EXPERIMENTALES Y DISCUSIONES

4.1 MATERIA PRIMA

4.1.1 Análisis bromatológico en materias primas.

El propósito principal de un análisis proximal es evaluar la seguridad y calidad nutricional en harinas malteadas: contenido de humedad, cenizas, grasa, proteína y fibra, expresados en base seca.

Tabla 10. Resultado de los análisis bromatológicos en materias primas expresados en base seca. (g/100)

| CARACTERÍSTICAS | MAIZ MORADO | QUINUA | AMARANTO |
|---------------------|-------------|--------|----------|
| PROTEINA* (%) | 9,60 | 13,82 | 13,13 |
| E.E.* (%) | 4,54 | 5,09 | 6,26 |
| FIBRA* (%) | 4,75 | 3,96 | 5,04 |
| HUMEDAD* (%) | 15,73 | 15,25 | 13,38 |
| CENIZAS* (%) | 2,20 | 3,00 | 3,10 |
| CARBOHIDRATOS **(%) | 63,18 | 58,88 | 59,09 |

Experimentales, Proyecto UEB-PIMQA. Arguello, S y Garzón, G. (2012)

**Valores promedios obtenido de 2 réplicas*

***Por diferencia*

En la tabla 10, se presentan los resultados de los análisis bromatológicos expresados en base seca, en donde el contenido proteínico para el maíz morado presenta un valor de 9,60%, para la quinua de 13,82% y para el amaranto un valor de 13,13%, obteniéndose valores cercanos a los reportados por la FAO, (2009) en donde el maíz morado contiene un 7,30%, en quinua un contenido de 11,10% y en amaranto con el 13,50%.

En cuanto al contenido de extracto etéreo para el maíz morado se presenta un valor del 4,54%, para la quinua con 5,09%, y para el amaranto con el 6,26%, obteniéndose valores inferiores en caso del maíz morado de 3,40%, y valores superiores en caso de quinua del 7,70% y en amaranto 8,20% según la FAO, (2009).

Con respecto a la fibra para el maíz morado se presenta un valor de 4,74%, en quinua un 3,96% y para el amaranto con 5,04%; obteniéndose valores inferiores a los reportados por la FAO, (2009) para el maíz morado con el 5,40%; para la quinua con un 4,70%; y para el amaranto con un 6,20%.

Para el contenido de humedad se presenta valores de: maíz morado de 15,73%, para la quinua 15,25%, y para el amaranto del 13,38%; encontrándose dentro de los rangos reportados por la FAO, (2009) en caso del maíz morado con el 11,40%, para la quinua el 11,10% y para el amaranto con el 12,80%.

En cuanto a las cenizas se presentan los valores para el maíz morado con un 2,20%, para la quinua 3,00% y para el amaranto del 3,10%; obteniéndose valores superiores a los reportados por la FAO, (2009) para el maíz morado con un 1,70%; para la quinua con el 2,70 y para el amaranto con el 2,90%.

De acuerdo al cálculo obtenido por diferencia para los carbohidratos se presentan los valores para el maíz morado con un 63,18%, para la quinua del 58,88% y para el amaranto con 59,09; obteniéndose valores inferiores a los reportados por la FAO, (2009) para el maíz morado con un 76,20%; para la quinua con el 67,40% y para el amaranto con el 71,10%.

Todos estos valores están expresados en base seca y fueron realizados en el Laboratorio de análisis y desarrollo de nuevos productos LAND np de la Universidad Estatal de Bolívar. Encontrándose dentro de lo reportado según la *FAO. (2009)* para cereales.

4.2 ANÁLISIS DEL CONTENIDO DE PROTEÍNA EN HARINAS GERMINADAS

4.2.1 Análisis de proteína

El contenido de proteína en maíz morado puede oscilar entre el 8 y el 11% del peso del grano, en quinua de 16,65% y en amaranto del 12 al 17%; es una muy buena alternativa de consumo, semillas germinadas y constituyen el alimento más fresco y lleno de vida con que podemos nutrir nuestro cuerpo. *FAO. (1993)*

4.2.1.1 Análisis de proteína en maíz morado germinado

En la tabla 11, se reporta los valores de proteína en maíz morado germinado a diferentes tiempos, temperaturas de remojo y temperaturas de germinación expresada en base seca.

Tabla 11. Análisis de proteína en maíz morado germinado expresado en base seca.

| TRATAMIENTOS | TIEMPO REMOJO | TEMPERATURA REMOJO | TEMPERATURA GERMINACIÓN | PROTEÍNA* (%) |
|--------------|---------------|--------------------|-------------------------|---------------|
| A1B1C1 | 12 horas | 18°C | 20°C | 11,73 |
| A1B1C2 | 12 horas | 18°C | 22°C | 11,62 |
| A1B1C3 | 12 horas | 18°C | 24°C | 12,00 |
| A1B2C1 | 12 horas | 25°C | 20°C | 11,80 |
| A1B2C2 | 12 horas | 25°C | 22°C | 11,59 |
| A1B2C3 | 12 horas | 25°C | 24°C | 12,31 |
| A2B1C1 | 24 horas | 18°C | 20°C | 11,37 |
| A2B1C2 | 24 horas | 18°C | 22°C | 12,04 |
| A2B1C3 | 24 horas | 18°C | 24°C | 12,02 |
| A2B2C1 | 24 horas | 25°C | 20°C | 11,35 |
| A2B2C2 | 24 horas | 25°C | 22°C | 11,61 |
| A2B2C3 | 24 horas | 25°C | 24°C | 11,79 |

Experimentales, Proyecto UEB-PIMQA. Arguello, S y Garzón, G. (2012)

**Valores promedios obtenido de 2 réplicas*

En la tabla 11, se reporta los porcentajes de proteína expresados en base seca de maíz morado germinado; al comparar el valor proteico del maíz morado sin

germinar con el germinado se aprecia un incremento de proteína de 9,60% a un valor de 12,31% que corresponde al tratamiento **A1B2C3** (12 horas de remojo + 25°C de remojo + 24°C de germinación). El maíz contiene una fuente proteica de baja calidad por sus reducidos niveles de Lisina y Triptófano, sin embargo las sustancias de reserva en ácidos aminados, conjuntamente con la diastasa libera los aminoácidos y desdoblan el almidón transformándolo así en energía, los granos tienden a hincharse y ablandar la cubierta externa de la semilla debido al incremento de humedad en lo cual existe un rompimiento de los carbohidratos transformándose en glucosa y a la vez favoreciendo a su digestión. *Sathie, et. al., (1983); Jara, et. al. (1981).*

Tabla 12. Análisis de varianza en el porcentaje de proteína en maíz morado germinado a diferentes tiempos, temperaturas de remojo y temperaturas de germinación.

| Fuente de Variación | SC | GL | CM | F-Calculado | Probabilidad |
|------------------------------|--------|----|-------|-------------|--------------|
| Covariantes | | | | | |
| Réplicas | 0,088 | 1 | 0,087 | 0,65 | 0,436 NS |
| Efectos principales | | | | | |
| A:Tiempo de remojo | 0,13 | 1 | 0,128 | 0,95 | 0,350 NS |
| B:Temperatura de remojo | 0,018 | 1 | 0,018 | 0,13 | 0,724 NS |
| C:Temperatura de germinación | 0,922 | 2 | 0,461 | 3,44 | 0,069 NS |
| Interacciones | | | | | |
| AB | 0,175 | 1 | 0,175 | 1,31 | 0,278 NS |
| AC | 0,428 | 2 | 0,214 | 1,59 | 0,247 NS |
| BC | 0,093 | 2 | 0,046 | 0,35 | 0,714 NS |
| ABC | 0,052 | 2 | 0,026 | 0,19 | 0,826 NS |
| Error | 1,475 | 11 | 0,134 | | |
| Total | 3,379 | 23 | | | |
| X | 11,789 | | | | |
| CV % | 3,11 | | | | |

Experimentales, Proyecto UEB-PIMQA. Arguello, S y Garzón, G. (2012)

NS No significativo

En la tabla 12, se presenta el análisis de varianza en el porcentaje de proteína en maíz morado a diferentes tiempos, temperaturas de remojo y temperaturas de germinación, en donde se aprecia que no existe diferencia significativa $p (<0,05)$ en las replicas A, B, C, en las interacciones.

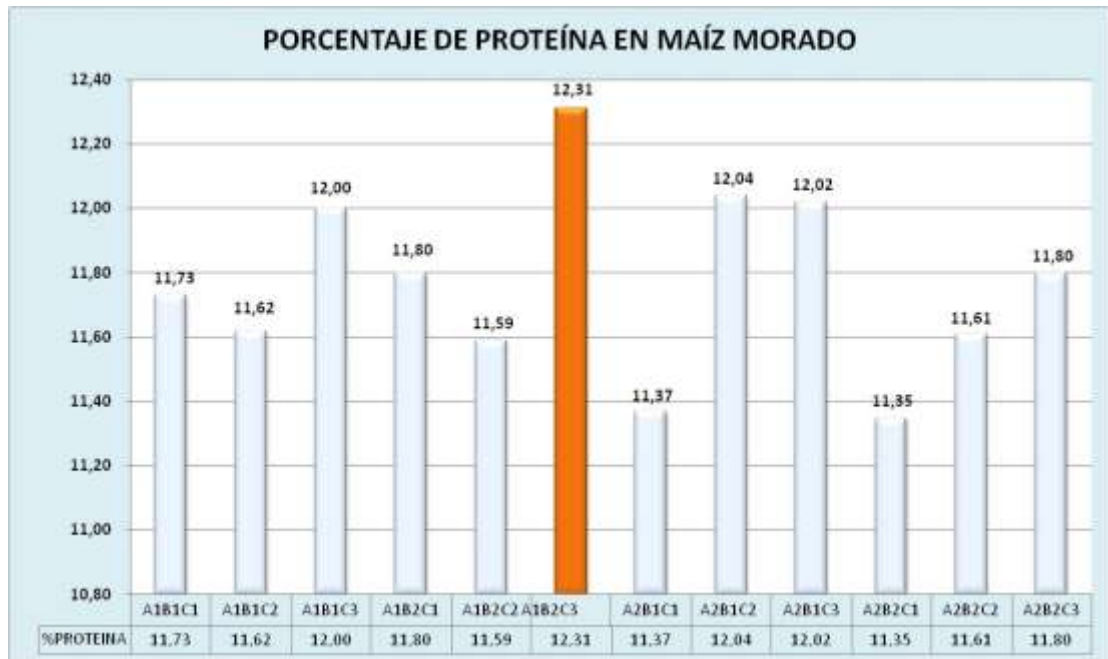
Tabla 13. Prueba de rangos ordenados de Tukey para determinar los mejores promedios de los tratamientos en el porcentaje de proteína en maíz morado germinado.

| TRATAMIENTOS | CASOS | MEDIA LS | GRUPOS HOMOGÉNEOS |
|--------------|-------|----------|-------------------|
| A1B2C3 | 2 | 12,31 | A |
| A2B1C2 | 2 | 12,04 | A |
| A2B1C3 | 2 | 12,02 | A |
| A1B1C3 | 2 | 12,00 | A |
| A1B2C1 | 2 | 11,80 | A |
| A2B2C3 | 2 | 11,80 | A |
| A1B1C1 | 2 | 11,73 | A |
| A1B1C2 | 2 | 11,62 | A |
| A2B2C2 | 2 | 11,61 | A |
| A1B2C2 | 2 | 11,59 | A |
| A2B1C1 | 2 | 11,37 | A |
| A2B2C1 | 2 | 11,35 | A |

Experimentales, Proyecto UEB-PIMQA. Arguello, S y Garzón, G. (2012)

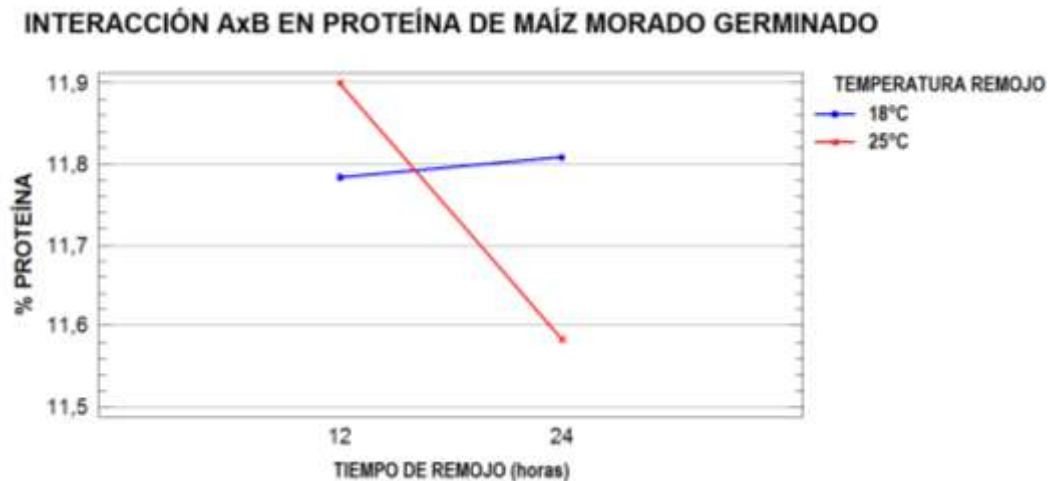
En la tabla 13, se presenta la Prueba de rangos ordenados de Tukey para determinar los mejores promedios de los tratamientos en el porcentaje de proteína en maíz morado germinado, se aprecia que estadísticamente no existe diferencia significativa entre los tratamientos, pero numéricamente se observa que el tratamiento A1B2C3 correspondiente a (24 horas de remojo + 25°C remojo + 24°C germinación) es superior a los demás tratamientos con el 12,31% de proteína, seguido por el tratamiento A2B1C2 (24 horas de remojo + 18°C remojo + 22°C germinación) con 12,04% como se observa en el gráfico 3.

Gráfico 3. Perfil de los tratamientos para el porcentaje de proteína en maíz morado germinado.



Experimentales, Proyecto UEB-PIMQA. Arguello, S y Garzón, G. (2012)

Gráfico 4. Interacción AxB para porcentaje de proteína en maíz morado germinado.



Experimentales, Proyecto UEB-PIMQA. Arguello, S y Garzón, G. (2012)

En el gráfico 4, se presenta la interacción AxB para el porcentaje de proteína en maíz morado germinado. En la tabla 12 de Anova se aprecia que para la

interacción AxB no existe diferencia significativa, pero en el gráfico se observa un choque de tendencias. Por lo que se realiza un análisis por factores para conocer que factor influye para que exista interacción.

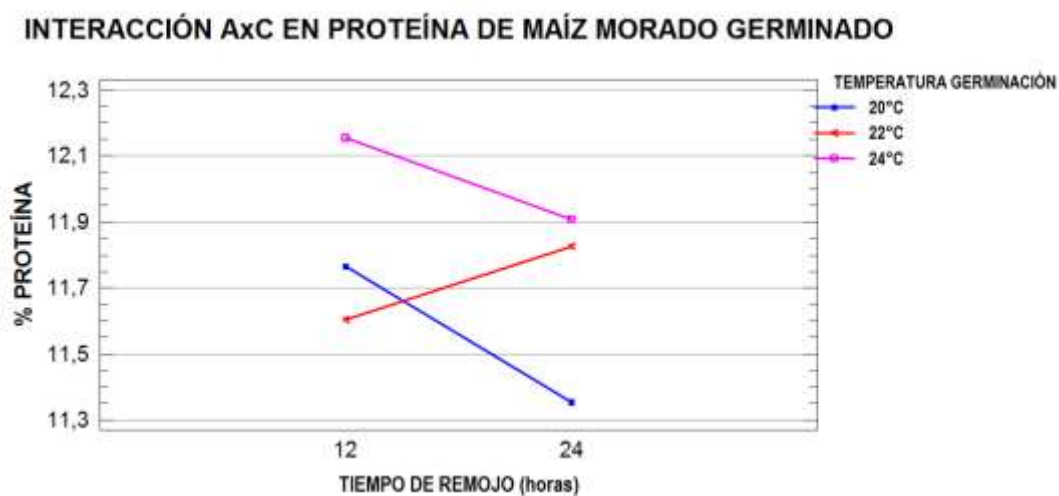
Tabla 14. Prueba de rangos ordenados de Tukey para determinar los mejores promedios del tiempo y temperatura de remojo en el porcentaje de proteína de maíz morado germinado.

| TIEMPOS DE REMOJO (horas) | TEMPERATURAS DE REMOJO (°C) | CASOS | MEDIA LS | GRUPOS HOMOGÉNEOS |
|---------------------------|-----------------------------|-------|----------|-------------------|
| 12 | 25 | 6 | 11,90 | A |
| 24 | 18 | 6 | 11,81 | AB |
| 12 | 18 | 6 | 11,78 | AB |
| 24 | 25 | 6 | 11,58 | B |

Experimentales, Proyecto UEB-PIMQA. Arguello, S y Garzón, G. (2012)

En la tabla14, se presenta la Prueba de rangos ordenados de Tukey en el tiempo y temperatura de remojo para el porcentaje de proteína de maíz morado germinado, observándose que existe diferencia significativa; siendo el tiempo de remojo el factor que influye en la interacción.

Gráfico 5. Interacción AxC para porcentaje de proteína en maíz morado germinado.



Experimentales, Proyecto UEB-PIMQA. Arguello, S y Garzón, G. (2012)

En el gráfico 5, se presenta la interacción AxC para el porcentaje de proteína en maíz morado germinado, se aprecia que las temperaturas de germinación de 20 y 22 °C interaccionan con el tiempo de remojo incidiendo en el incremento de proteína, pese a que en la tabla 12 de Adeva no existe diferencia significativa, mientras tanto la gráfica demuestra que la temperatura de germinación de 24°C con respecto al tiempo de remojo no interaccionan y no influye en el contenido de proteína. Por tal motivo se realiza un análisis por factores para conocer que factor influye para que exista interacción.

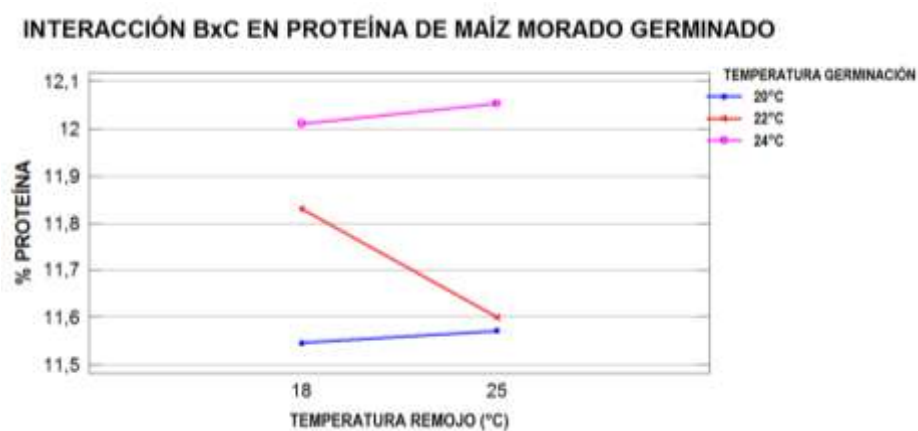
Tabla 15. Prueba de rangos ordenados de Tukey para determinar los mejores promedios de tiempos de remojo y temperaturas de germinación en el porcentaje de proteína de maíz morado germinado.

| TIEMPOS DE REMOJO (horas) | TEMPERATURAS DE GERMINACIÓN (°C) | CASOS | MEDIA LS | GRUPOS HOMOGÉNEOS |
|---------------------------|----------------------------------|-------|----------|-------------------|
| 12 | 24 | 4 | 12,16 | A |
| 24 | 24 | 4 | 11,91 | AB |
| 24 | 22 | 4 | 11,83 | AB |
| 12 | 20 | 4 | 11,77 | AB |
| 12 | 22 | 4 | 11,61 | AB |
| 24 | 20 | 4 | 11,36 | B |

Experimentales, Proyecto UEB-PIMQA. Arguello, S y Garzón, G. (2012)

En la tabla 15, se presenta la Prueba de rangos ordenados de Tukey en el tiempo de remojo y temperaturas de germinación para el incremento en el porcentaje de proteína en maíz morado germinado, se observa que existe diferencia significativa en los grupos homogéneos, siendo la temperatura de germinación que influye en la interacción; detallándose así las mejores condiciones a un tiempo de remojo de 12 horas y una temperatura de germinación de 24°C.

Gráfico 6. Interacción BxC para porcentaje de proteína en maíz morado germinado.



Experimentales, Proyecto UEB-PIMQA. Arguello, S y Garzón, G. (2012)

En el gráfico 6, se presenta la interacción BxC para el porcentaje de proteína en maíz morado germinado, se aprecia que no existe interacción entre la temperatura de remojo y la temperatura de germinación, por lo tanto no incide en el porcentaje de proteína.

4.2.1.2 Análisis de proteína en quinua germinada.

En la tabla 16, se reporta los valores de proteína en quinua germinada a diferentes tiempos, temperaturas de remojo y temperaturas de germinación expresada en base seca.

Tabla 16. Análisis de proteína en quinua germinada expresado en base seca.

| TRATAMIENTOS | TIEMPO REMOJO | TEMPERATURA REMOJO | TEMPERATURA GERMINACIÓN | PROTEÍNA* (%) |
|--------------|---------------|--------------------|-------------------------|---------------|
| A1B1C1 | 6 horas | 20 °C | 20°C | 14,21 |
| A1B1C2 | 6 horas | 20 °C | 25°C | 14,75 |
| A1B1C3 | 6 horas | 20 °C | 30°C | 13,86 |
| A1B2C1 | 6 horas | 25°C | 20°C | 12,16 |
| A1B2C2 | 6 horas | 25°C | 25°C | 12,15 |
| A1B2C3 | 6 horas | 25°C | 30°C | 13,31 |
| A2B1C1 | 12 horas | 20 °C | 20°C | 13,03 |

| | | | | |
|---------------|----------|-------|------|--------------|
| A2B1C2 | 12 horas | 20 °C | 25°C | 13,21 |
| A2B1C3 | 12 horas | 20 °C | 30°C | 13,11 |
| A2B2C1 | 12 horas | 25°C | 20°C | 15,32 |
| A2B2C2 | 12 horas | 25°C | 25°C | 13,59 |
| A2B2C3 | 12 horas | 25°C | 30°C | 15,33 |

Experimentales, Proyecto UEB-PIMQA. Arguello, S y Garzón, G. (2012)

**Valores promedios obtenido de 2 réplicas*

En la tabla 16, se reporta los porcentajes de proteína expresados en base seca de quinua germinada; se observa que el valor de proteína de la materia prima sin germinar es de 13,82%, mientras que en quinua germinada incrementa su valor proteínico a 15,33%, que corresponde al tratamiento **A2B2C3** (12 horas de remojo + 25°C de remojo + 30°C de germinación). El incremento se debe a la acción de la enzima proteasa la cual transforma las proteínas y las sustancias de reserva en ácidos aminados en conjunto con la citasa y la amilasa facilitan la digestión del almidón y las proteínas, por el incremento de humedad los granos de quinua tienden a hincharse y ablandar la cubierta externa de la semilla, comprobándose un aumento y liberación de azúcares, aminoácidos y péptidos. *Chen, et. al. (1975).*

Tabla 17. Análisis de varianza en el porcentaje de proteína en quinua germinada a diferentes tiempos, temperaturas de remojo y temperaturas de germinación.

| Fuentes de Variación | SC | GL | CM | F-Calculado | Probabilidad |
|------------------------------|-----------|-----------|-----------|--------------------|---------------------|
| Covariantes | | | | | |
| Réplicas | 0,2860 | 1 | 0,2860 | 1,57 | 0,2360 NS |
| A:Tiempo de remojo | 1,6328 | 1 | 1,6328 | 8,97 | 0,0122* |
| B:Temperatura de remojo | 0,0140 | 1 | 0,01402 | 0,08 | 0,7866 NS |
| C:Temperatura de germinación | 0,9039 | 2 | 0,45195 | 2,48 | 0,1289 NS |
| Interacciones | | | | | |
| AB | 17,0353 | 1 | 17,0353 | 93,58 | 0,0000 ** |
| AC | 1,1341 | 2 | 0,56705 | 3,11 | 0,0847 NS |
| BC | 3,8732 | 2 | 1,93658 | 10,64 | 0,0027 ** |
| ABC | 0,7313 | 2 | 1,065 | 2,01 | 0,1805 NS |
| Error | 2,00248 | 11 | 0,18204 | | |

| | | | | | |
|--------------|---------|----|--|--|--|
| Total | 27,6132 | 23 | | | |
| X | 13,669 | | | | |
| CV% | 3,121 | | | | |

Experimentales, Proyecto UEB-PIMQA. Arguello, S y Garzón, G. (2012)

**Significativo*

*** Altamente Significativo*

NS No significativo

En la tabla 17, se presenta el análisis de varianza en el porcentaje de proteína en quinua germinada a diferentes tiempos, temperaturas de remojo y temperaturas de germinación, se aprecia que existe diferencia significativa $p(<0,05)$ factor A, mientras tanto no existe diferencia significativa en el factor B y en el factor C; por otro lado se aprecia que en las interacciones (AxB) y (BxC) existe diferencia altamente significativa; mientras que las interacciones (AxC) y (AxBxC), no existe diferencia significativa.

Tabla 18. Prueba de rangos ordenados de Tukey para determinar los mejores promedios de los tratamientos en el porcentaje de proteína en quinua germinada.

| TRATAMIENTOS | CASOS | MEDIA LS | GRUPOS HOMOGÉNEOS |
|---------------------|--------------|-----------------|--------------------------|
| A2B2C3 | 2 | 15,33 | A |
| A2B2C1 | 2 | 15,32 | A |
| A1B1C2 | 2 | 14,76 | AB |
| A1B1C1 | 2 | 14,21 | ABC |
| A1B1C3 | 2 | 13,86 | ABCD |
| A1B2C2 | 2 | 13,66 | BCD |
| A2B2C2 | 2 | 13,59 | BCD |
| A1B2C3 | 2 | 13,31 | BCD |
| A2B1C2 | 2 | 13,26 | BCD |
| A2B1C3 | 2 | 13,10 | CD |
| A2B1C1 | 2 | 13,02 | D |
| A1B2C1 | 2 | 12,16 | D |

Experimentales, Proyecto UEB-PIMQA. Arguello, S y Garzón, G. (2012)

En la tabla 18, se presenta los rangos ordenados de Tukey para determinar los mejores promedios de los tratamientos en el porcentaje de proteína en quinua germinada, se identifica que existe diferencia significativa en los tratamientos, obteniéndose como mejor tratamiento al A2B2C3 que corresponde a (12 horas de

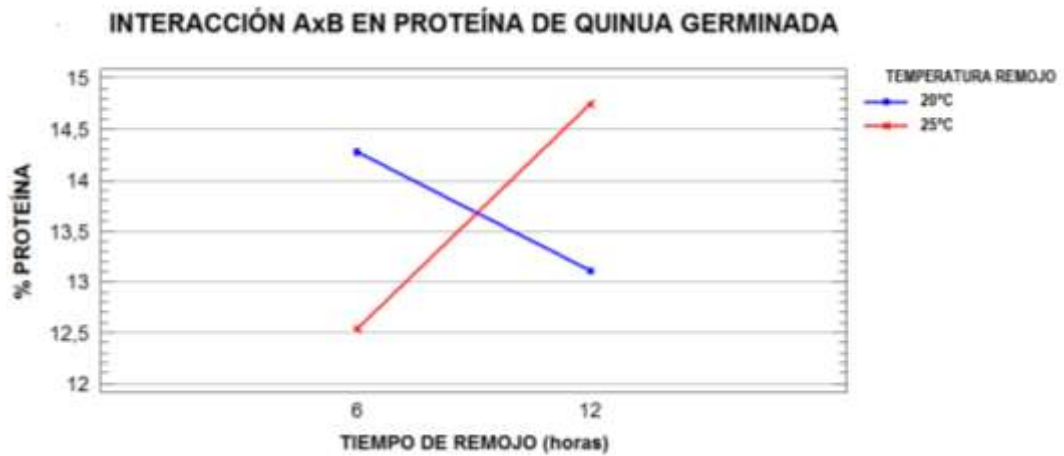
remojo + 25°C de remojo + 30 °C de germinación) siendo superior a los demás tratamientos con un valor de proteína del 15,33%, seguido del tratamiento A2B2C1 que corresponde a (12 horas de remojo + 25°C de remojo + 20°C de germinación) con el 15,32% de proteína, luego el tratamiento A1B1C2 que corresponde a (6 horas de remojo + 20°C de remojo + 22°C de germinación) con el 14,76% de proteína como se observa en el gráfico 5 del perfil de Tukey.

Gráfico 7. Perfil de los tratamientos para el porcentaje de proteína en quinua germinada.



Experimentales, Proyecto UEB-PIMQA. Arguello, S y Garzón, G. (2012)

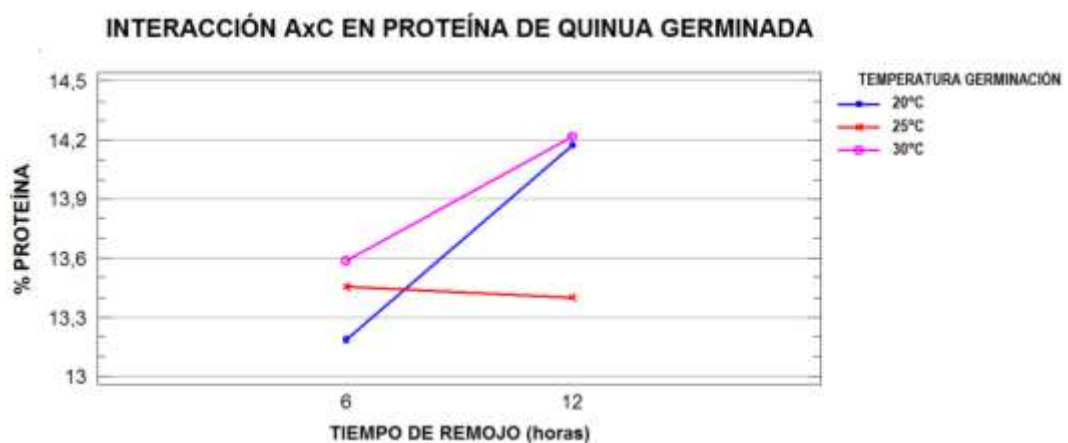
Gráfico 8. Interacción AxB para porcentaje de proteína en quinua germinada.



Experimentales, Proyecto UEB-PIMQA. Arguello, S y Garzón, G. (2012)

En el gráfico 8, se presenta la interacción AxB para el porcentaje de proteína de quinua germinada, se observa que las líneas de tendencia de las temperaturas de remojo interaccionan con relación a los tiempos de remojo, por lo tanto inciden en el porcentaje de proteína.

Gráfico 9. Interacción AxC para porcentaje de proteína en quinua germinada.



Experimentales, Proyecto UEB-PIMQA. Arguello, S y Garzón, G. (2012)

En el gráfico 9, se presenta la interacción AxC para porcentaje de proteína en quinua germinada, se aprecia que existe interacción entre las temperaturas de germinación de 20 y 25°C con relación al tiempo de remojo demostrándose que incide en el contenido de proteína, por otro lado la temperatura de 30°C no incide en el porcentaje de proteína. Observándose que en la tabla 17. de Adeva es no significativo por lo que se realiza un análisis por factores para conocer que factor influye para que exista interacción.

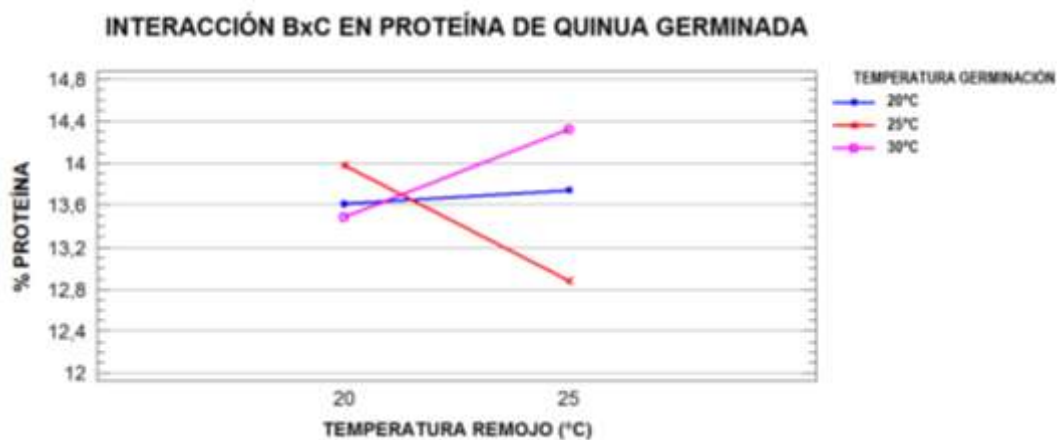
Tabla 19. Prueba de rangos ordenados de Tukey para determinar los mejores promedios del tiempo de remojo y temperatura de germinación en el porcentaje de proteína de quinua germinada.

| TIEMPOS DE REMOJO (horas) | TEMPERATURAS DE GERMINACIÓN (°C) | CASOS | MEDIA LS | GRUPOS HOMOGÉNEOS |
|----------------------------------|---|--------------|-----------------|--------------------------|
| 12 | 30 | 4 | 14,22 | A |
| 12 | 20 | 4 | 14,18 | AB |
| 6 | 30 | 4 | 13,59 | AB |
| 6 | 25 | 4 | 13,46 | AB |
| 12 | 25 | 4 | 13,40 | AB |
| 6 | 20 | 4 | 13,19 | B |

Experimentales, Proyecto UEB-PIMQA. Arguello, S y Garzón, G. (2012)

En la tabla 19 se presenta la Prueba de rangos ordenados de Tukey en los tiempos de remojo y temperaturas de germinación para el porcentaje de proteína de quinua germinada, se observa que existe diferencia significativa en los grupos homogéneos, siendo el tiempo de remojo el factor que influye en la interacción del gráfico 9.

Gráfico 10. Interacción BxC para porcentaje de proteína en quinua germinada.



Experimentales, Proyecto UEB-PIMQA. Arguello, S y Garzón, G. (2012)

En el gráfico 10, se presenta la interacción BxC para el porcentaje de proteína en quinua germinada, se observa que existe interacción entre la temperatura de germinación y la temperatura de remojo incidiendo en el porcentaje de proteína.

4.2.1.3 Análisis de proteína en amaranto germinado

En la tabla 20, se reporta los valores de proteína en amaranto germinado a diferentes tiempos, temperaturas de remojo y temperaturas de germinación expresado en base seca.

Tabla 20. Análisis de proteína en amaranto germinado expresado en base seca.

| TRATAMIENTOS | TIEMPO REMOJO | TEMPERATURA A REMOJO | TEMPERATURA A GERMINACIÓN | PROTEÍNA* (%) |
|--------------|---------------|----------------------|---------------------------|---------------|
| A1B1C1 | 30 min | 30 °C | 28°C | 12,23 |
| A1B1C2 | 30 min | 30 °C | 30°C | 14,04 |
| A1B1C3 | 30 min | 30 °C | 32°C | 13,46 |
| A1B2C1 | 30 min | 35°C | 28°C | 11,94 |
| A1B2C2 | 30 min | 35°C | 30°C | 13,20 |

| | | | | |
|---------------|--------|-------|------|--------------|
| A1B2C3 | 30 min | 35°C | 32°C | 13,18 |
| A2B1C1 | 60 min | 30 °C | 28°C | 13,49 |
| A2B1C2 | 60 min | 30 °C | 30°C | 13,53 |
| A2B1C3 | 60 min | 30 °C | 32°C | 13,54 |
| A2B2C1 | 60 min | 35°C | 28°C | 12,92 |
| A2B2C2 | 60 min | 35°C | 30°C | 12,78 |
| A2B2C3 | 60 min | 35°C | 32°C | 12,69 |

Experimentales, Proyecto UEB-PIMQA. Arguello, S y Garzón, G. (2012)

**Valores promedios obtenido de 2 réplicas*

En la tabla 20, se reporta los porcentajes de proteína expresados en base seca de amaranto germinado; al comparar el valor proteico de la materia prima sin germinar con un valor 13,13%, mientras que en el amaranto germinado incrementa su valor a 14,04%, que corresponde al tratamiento **A1B2C2** (30 minutos de remojo + 30°C de remojo + 30°C de germinación). El incremento se debe a la acción de la enzima proteasa la cual transforma las proteínas y las sustancias de reserva en ácidos aminados, con la citasa y la amilasa facilitita, descompone y disuelve totalmente los nutrientes; debido al incremento de humedad, se liberán los azúcares reductores y aminoácidos como lisina, niacina histidina, metionina. **Rafik, El - Mahdy, (1982).**

Tabla 21. Análisis de varianza en el porcentaje de proteína en amaranto germinado a diferentes tiempos de remojo, temperaturas de remojo y temperaturas de germinación.

| Fuente de Variación | SC | GL | CM | F-Calculado | Probabilidad |
|------------------------------|-----------|-----------|-----------|--------------------|---------------------|
| Covariantes | | | | | |
| Réplicas | 0.308 | 1 | 0.308 | 5.45 | 0.0396* |
| A:Tiempo de remojo | 0.132 | 1 | 0.132 | 2.33 | 0.155NS |
| B:Temperatura de remojo | 2.124 | 1 | 2.124 | 37.53 | 0.0001** |
| C:Temperatura de germinación | 2.406 | 2 | 1.203 | 21.26 | 0.0002** |
| Interacciones | | | | | |
| AB | 0.099 | 1 | 0.099 | 1.75 | 0.213NS |
| AC | 2.882 | 2 | 1.440 | 25.46 | 0.0001** |
| BC | 0.136 | 2 | 0.068 | 1.20 | 0.338NS |
| ABC | 0.104 | 2 | 0.052 | 0.92 | 0.427NS |
| Error | 0.623 | 11 | 0.057 | | |

| | | | | | |
|--------------|--------|----|--|--|--|
| Total | 8.814 | 23 | | | |
| X | 17.628 | | | | |
| CV% | 1,82 | | | | |

Experimentales, Proyecto UEB-PIMQA. Arguello, S y Garzón, G. (2012)

**Significativo*

*** Altamente Significativo*

NS No significativo

En la tabla 21, se presenta el análisis de varianza en el porcentaje de proteína en amaranto germinado a diferentes tiempos, temperaturas de remojo y temperaturas de germinación, se aprecia que no existe diferencia significativa en el factor A en las interacciones AxB, BxC y AxBxC; mientras tanto se observa que en los factores B y C y en la interacción AxC existe diferencia altamente significativa y en las réplicas se observa diferencia significativa $p(<0,05)$.

Tabla 22. Prueba de rango ordenados de Tukey para determinar los mejores promedios de los tratamientos en el porcentaje de proteína en amaranto germinado.

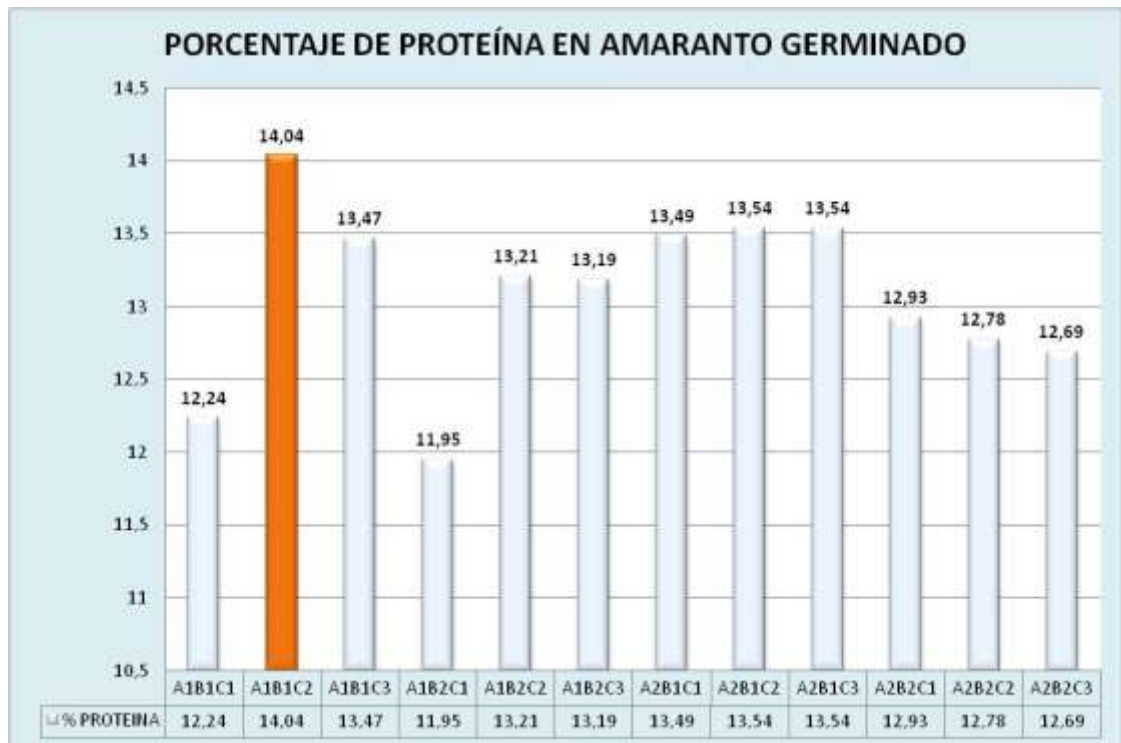
| TRATAMIENTOS | CASOS | MEDIA LS | GRUPOS HOMOGÉNEOS |
|---------------------|--------------|-----------------|--------------------------|
| A1B1C2 | 2 | 14,03 | A |
| A2B1C3 | 2 | 13,54 | AB |
| A2B1C2 | 2 | 13,53 | AB |
| A2B1C1 | 2 | 13,49 | AB |
| A1B1C3 | 2 | 13,47 | AB |
| A1B2C2 | 2 | 13,21 | ABC |
| A1B2C3 | 2 | 13,19 | ABC |
| A2B2C1 | 2 | 12,93 | BCD |
| A2B2C2 | 2 | 12,78 | BCD |
| A2B2C3 | 2 | 12,69 | BCD |
| A1B1C1 | 2 | 12,24 | CD |
| A1B2C1 | 2 | 11,95 | D |

Experimentales, Proyecto UEB-PIMQA. Arguello, S y Garzón, G. (2012)

En la tabla 22, se presenta la prueba de rangos ordenados de Tukey para determinar los mejores promedios de los tratamientos en el porcentaje de proteína en amaranto germinado, el mejor tratamientos a A1B1C2 con un valor proteínico de 14,03% que corresponde a (30 min de tiempo de remojo + 30°C de temperatura de remojo + 30°C de temperatura de germinación) seguido del tratamiento

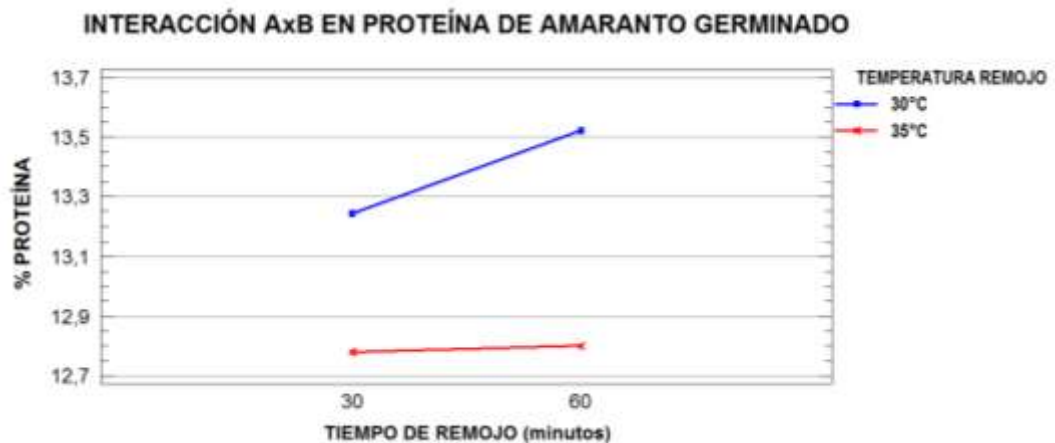
A2B1C3 que corresponde a (60 min de tiempo de remojo + 30°C temperatura de remojo + 32°C temperatura de germinación), como se observa en el gráfico 11 del perfil de Tukey.

Gráfico 11. Perfil de los tratamientos para el porcentaje de proteína en amaranto germinado.



Experimentales, Proyecto UEB-PIMQA. Arguello, S y Garzón, G. (2012)

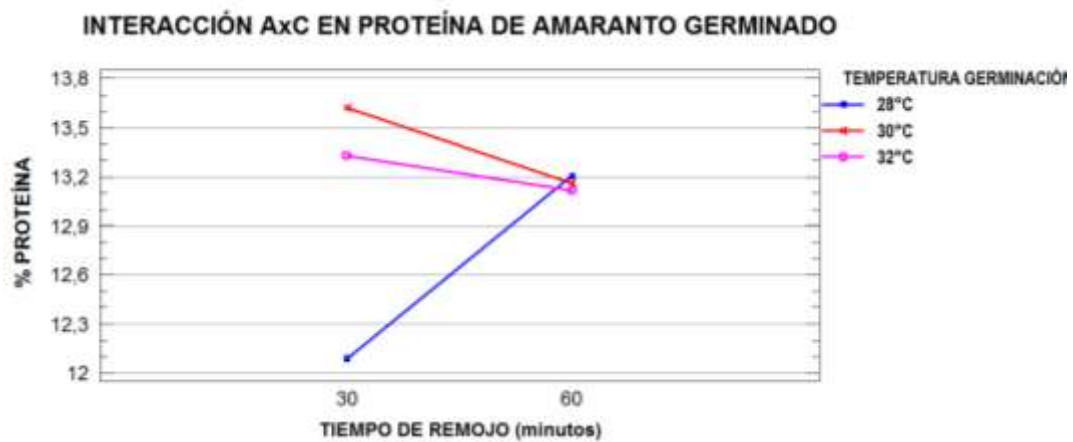
Gráfico 12. Interacción AxB para porcentaje de proteína en amaranto germinado



Experimentales, Proyecto UEB-PIMQA. Arguello, S y Garzón, G. (2012)

En el Gráfico 12, se presenta la interacción AxB para el porcentaje de proteína en amaranto germinado, se observa que no existe interacción entre la temperaturas de remojo y el tiempo de remojo, por lo tanto no incide en el porcentaje de proteína.

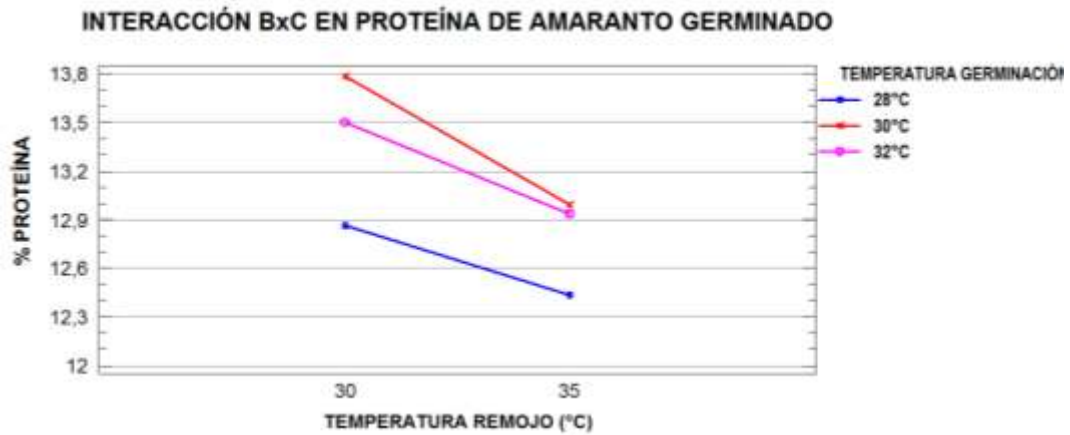
Gráfico 13. Interacción AxC para porcentaje de proteína en amaranto germinado.



Experimentales, Proyecto UEB-PIMQA. Arguello, S y Garzón, G. (2012)

En el gráfico 13, se presenta la interacción AxC para porcentaje de proteína en amaranto germinado se observa que existe interacción entre la temperatura de germinación y el tiempo de remojo, por lo tanto inciden en el porcentaje de proteína.

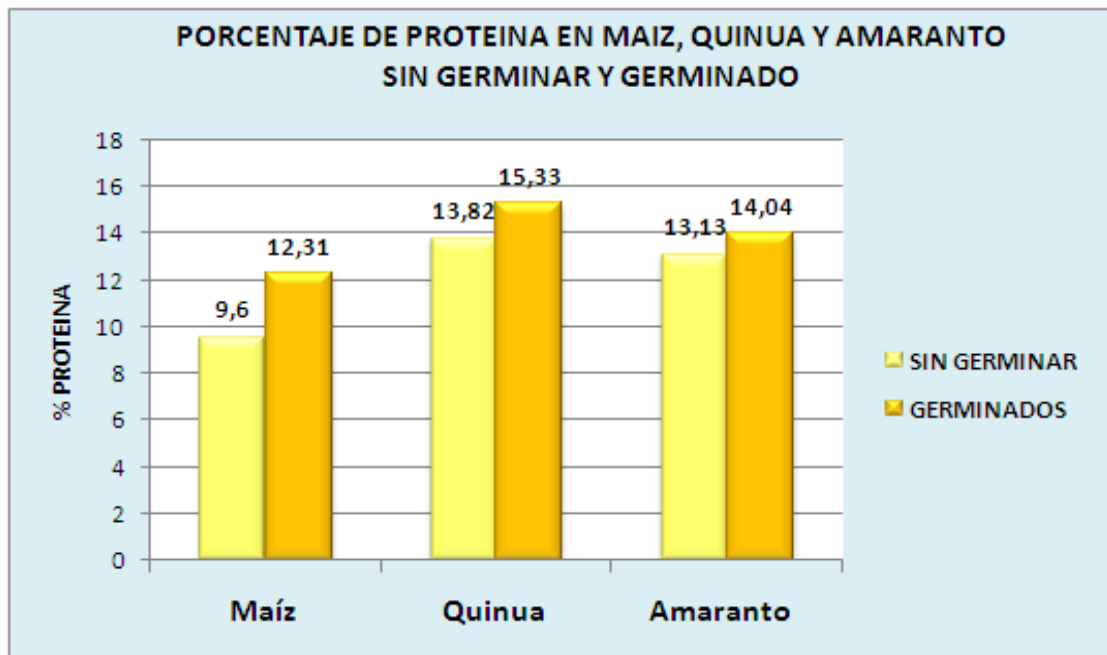
Gráfico 14. Interacción BxC para porcentaje de proteína en amaranto germinado.



Experimentales, Proyecto UEB-PIMQA. Arguello, S y Garzón, G. (2012)

En el gráfico 14, se presenta la interacción BxC para el porcentaje de proteína en amaranto germinado se observa que no existe interacción en la temperatura de germinación y en la temperaturas de remojo, por lo tanto no hay incidencia en el porcentaje de proteína.

Gráfico 15. Resumen de los mejores tratamientos obtenidos en base a su contenido proteínico de maíz morado, quinua y amaranto.



Experimentales, Proyecto UEB-PIMQA. Arguello, S y Garzón, G. (2012)

En el gráfico 15, se presenta el resumen de los mejores tratamientos obtenidos en base a su contenido proteico, en materia prima de maíz morado posee el 9,60% de proteína observándose un incremento a un valor de 12,31% en maíz morado germinado que corresponde al tratamiento A1B2C3 (12 horas de remojo + 25°C de remojo + 24°C de germinación); en materia prima de quinua presenta un valor de 13,82% incrementándose a 15,33% luego de su germinación, que corresponde al tratamiento A2B2C3 (12 horas de remojo + 25°C de remojo + 30 °C de germinación) y en materia prima de amaranto con el 13,13% incrementándose a 14,04% luego de su germinación, que corresponde al tratamiento A1B1C2 (30 min de remojo + 30°C de remojo + 30 °C de germinación).

4.3 PRODUCTO FINAL

4.3.1 Análisis Microbiológico de los mejores tratamientos en harinas de maíz morado, quinua y amaranto germinados.

Tabla 23. Análisis microbiológicos de las harinas germinadas.

| CEREALES GERMINADOS | Tratamientos | Recuento Total de Bacterias* | Coliformes Totales* | E. coli* |
|---|--|------------------------------|---------------------|----------|
| | | UFC/g | UFC/g | UFC/g |
| Maíz Morado Germinado (12 horas remojo + 25°C remojo + 24°C germinación) | A ₁ B ₂ C ₃ | 100 | Ausencia | Ausencia |
| Quinua Germinada (12 horas remojo + 25°C remojo + 30°C germinación) | A ₂ B ₂ C ₃ | 230 | Ausencia | Ausencia |
| Amaranto Germinado (30 min remojo + 30°C remojo + 30°C germinación) | A ₁ B ₁ C ₂ | 197 | Ausencia | Ausencia |

Experimentales, Proyecto UEB-PIMQA. Arguello, S y Garzón, G. (2012)

**Valores promedios obtenidos de 2 réplicas*

En la Tabla 23, se presenta los análisis microbiológicos de los mejores tratamientos de harinas de maíz morado, quinua y amaranto; observándose que para la harina de maíz morado germinado se encontró 100 ufc/gr; en coliformes y eschericha coli se registra ausencia. Para harinas de quinua germinada posee un número total de mesófilos de 230 ufc/g, mientras que en coliformes y eschericha coli se registra ausencia; y en harina de amaranto germinado posee un número total de mesófilos de 197 ufc/g, registrándose ausencia total en coliformes y eschericha coli. Encontrándose dentro de los rangos permitidos según Norma Oficial Mexicana NOM-147-SSA1-1996, para recuento total de mesófilos en harinas.

Para coliformes totales y E, coli existe ausencia total en los mejores tratamientos; encontrándonos dentro de lo permitido según la Norma Oficial Mexicana NOM-147-SSA1-1996 para coliformes totales y E, coli.

Por lo tanto es un producto elaborado con excelentes estándares de calidad e higiene, apto para el consumo humano.

4.4 EVALUACIÓN ECONÓMICA.

4.4.1. Análisis económico en la preparación de una colada nutritiva a partir de harinas germinadas de maíz morado, quinua y amaranto.

En la tabla 24. Análisis del costo beneficio en la elaboración de una colada nutritiva a partir de los mejores tratamientos de harinas germinadas de maíz morado, quinua y amaranto.

Tabla 24. Análisis Costo Beneficio

| ELABORACIÓN DE COLADA NUTRITIVA | | |
|--|--------------------|-------------------|
| RUBROS | Descripción | COSTO (\$) |
| Harina de Maíz Morado Germinado | 277,78g | 0.49 |
| Harina de Quinua Germinada | 59,52g | 0.18 |
| Harina de Amaranto Germinado | 59,52g | 0.20 |
| Azúcar | 357,14g | 0.40 |
| Mora | 277.78g | 0.40 |
| Piña | 317.46g | 0.40 |
| Frutillas | 158.73g | 0.40 |
| Naranjilla | 27.78g | 0.20 |
| Canela | 0.79 | 0.04 |
| Hierba Luisa | 0.79 | 0.02 |
| Arrayan | 0.40 | 0.02 |
| Clavo de Olor | 0.40 | 0.008 |
| Pimienta de Dulce | 0.40 | 0.004 |
| Pasas | 59.52 | 0.20 |
| Subtotal | | 2.99 |
| Mano de obra (10%) | | 0.30 |
| Depreciación de equipos (10%) | | 0.30 |
| Total de egresos (\$) | | 3.59 |
| Producto final (colada) | | 8 vasos de 120 ml |
| P. Unitario (\$)/vaso | | 0.50 |
| Ingresos (\$) | | 4.00 |
| COSTO/BENEFICIO/(\$) | | 0,41 |

Experimentales, Proyecto UEB-PIMQA. Arguello, S y Garzón, G. (2012)

En la tabla 57, mediante el análisis de costos, se estableció que el costo total de producción para la elaboración una colada nutritiva que es de \$ 3.59/litro,

ofertando al consumidor 8 vasos de colada nutritiva a un precio de 0.50ctv;
obteniendo una ganancia de \$ 0,41 ctv por cada litro de colada nutritiva.

V. VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS

5.1 HIPÓTESIS A VERIFICAR.

H₀: La temperatura y el tiempo de remojo influirán negativamente en la germinación de maíz morado, quinua y amaranto para incrementar su valor proteico.

H₁: La temperatura y el tiempo de remojo influirán positivamente en la germinación de maíz morado, quinua y amaranto para incrementar su valor proteico.

5.2 VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS EN HARINA DE MAÍZ MORADO GERMINADO.

Para la verificación de la hipótesis, se realizó una comparación entre los valores de F calculado en harina de maíz morado germinado con el valor de F de tablas FISHER, para poder aceptar o rechazar la hipótesis alternativa.

Tabla 25. Comparación de valores de F en harina de maíz morado germinado.

| FACTORES | Valor F calculado | Valor F de tablas |
|-----------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Tiempo de remojo | 0,95 | 4,884 |
| Temperatura de remojo | 0,13 | 4,884 |
| Temperatura de germinación | 3,44 | 3,082 |

Experimentales, Proyecto UEB-PIMQA. Arguello, S y Garzón, G. (2012)

En la tabla 25, se presenta que no existe diferencia significativa en el tiempo de remojo y temperatura de remojo a un nivel de confianza del 95%; pero en la temperatura de germinación se comprueba que el valor de F calculado es superior

que el valor de F en tablas Fisher, rechazando la hipótesis nula y aceptando la hipótesis alternativa.

Hipótesis alternativa: $H_1 = T1 \neq T2 \neq T3 \neq T4 \neq T5 \neq T6 \dots n$

Muestra de ello, se tiene variabilidad en los diferentes tratamientos, siendo el mejor tratamiento A1B2C3 que corresponde a (12 horas de remojo + 25°C de temperatura de remojo + 24°C de temperatura de germinación) es superior en su contenido proteínico con un valor de 12,31%. De esta manera se comprobó que existe diferencia significativa en los tratamientos, siendo la temperatura de germinación que influye en el incremento de su valor proteico.

5.3 VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS EN HARINA DE QUINUA GERMINADA.

Para la verificación de la hipótesis, se realizó una comparación entre los valores de F calculado en harina de quinua germinada con el valor de F de tablas FISHER, para poder aceptar o rechazar la hipótesis alternativa.

Tabla 26. Comparación de valores de F en harina de quinua germinada.

| VARIABLES | Valor F calculado | Valor F de tablas |
|----------------------------|-------------------|-------------------|
| Tiempo de remojo | 8,97 | 4,884 |
| Temperatura de remojo | 0,08 | 4,884 |
| Temperatura de germinación | 2,48 | 3,082 |

Experimentales, Proyecto UEB-PIMQA. Arguello, S y Garzón, G. (2012)

En la tabla 26, se presenta que no existe diferencia significativa en la temperatura de remojo y temperatura de germinación a un nivel de confianza del 95%, pero en el tiempo de remojo se comprueba que el valor de F calculado es superior que el valor de F en tablas Fisher, rechazando la hipótesis nula y aceptando la hipótesis alternativa.

Hipótesis alternativa: $H_1 = T1 \neq T2 \neq T3 \neq T4 \neq T5 \neq T6 \dots n$

Muestra de ello se tiene variabilidad en las diferentes condiciones, sin embargo los resultados obtenidos son comprobados mediante la prueba de los rangos ordenados de Tukey para el incremento de su valor proteico a un valor del 15,33%, siendo el tratamiento A2B2C3 que corresponde a (12 horas de remojo + 25°C de temperatura de remojo + 30°C de temperatura de germinación) superior en su contenido proteínico. De esta manera se comprobó que existe diferencia significativa en los tratamientos de la germinación de quinua para el incremento de su valor proteico.

5.4 VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS EN HARINA DE AMARANTO GERMINADO.

Para la verificación de la hipótesis, se realizó una comparación entre los valores de F calculado en harina de amaranto germinado con el valor de F de tablas FISHER, para poder aceptar o rechazar la hipótesis alternativa.

Tabla 27. Comparación de valores de F en harina de amaranto germinado.

| VARIABLES | Valor F calculado | Valor F de tablas |
|----------------------------|-------------------|-------------------|
| Tiempo de remojo | 2.33 | 4,884 |
| Temperatura de remojo | 37.53 | 4,884 |
| Temperatura de germinación | 21.26 | 3,082 |

Experimentales, Proyecto UEB-PIMQA. Arguello, S y Garzón, G. (2012)

En la tabla 27, se presenta que no existe diferencia significativa en el tiempo de remojo a un nivel de confianza del 95%, pero en la temperatura de remojo y temperatura de germinación existe diferencia altamente significativa rechazando la hipótesis nula y aceptando así la hipótesis alternativa.

Hipótesis alternativa: $H_1 = T1 \neq T2 \neq T3 \neq T4 \neq T5 \neq T6 \dots n$

Muestra de ello se tiene variabilidad en las diferentes condiciones, sin embargo los resultados obtenidos son comprobados mediante la prueba de los rangos ordenados de Tukey para el incremento de su valor proteico a un valor del 14,04%, siendo el tratamiento A1B1C2 que corresponde a (30 minutos de remojo + 30°C de temperatura de remojo + 30°C de temperatura de germinación) superior en su contenido proteínico. De esta manera se comprobó que existe diferencia significativa en los tratamientos de la germinación de Amaranto para el incremento de su valor proteico.

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. CONCLUSIONES

Del presente trabajo de investigación se puede expresar las siguientes conclusiones

- Durante la fase investigativa se determinó que las condiciones óptimas de temperatura y tiempo de remojo para el maíz morado fue a una temperatura de remojo de 25°C y un tiempo de remojo de 12 horas; para la quinua a una temperatura de remojo de 25°C y a un tiempo de remojo de 12 horas y para el amaranto a una temperatura de 30°C y a un tiempo de 30 minutos.
- En lo referente a la temperatura óptima de germinación se logró determinar las mejores condiciones siendo, para el maíz morado a 24°C; para la quinua a 30°C y para el amaranto a 30°C, gracias a estas condiciones la plúmula del germen alcanzó la longitud hasta la mitad del grano, logrando así incrementar su valor nutritivo.
- Luego de la germinación se obtiene los granos con alto valor nutritivo, el contenido de proteína de maíz morado alcanzó a un valor de 12,31% siendo el tratamiento A1B2C3; mientras tanto la quinua alcanzó un valor de 15,33% siendo el tratamiento A2B2C3 y el amaranto alcanzo un valor de 14,04%; esto se debe a la acción enzimática producido por las diferentes condiciones de germinación.
- Con respecto a su composición bromatológica de proteína, grasa, fibra, cenizas y humedad de los mejores tratamientos de harinas de maíz morado, quinua y amaranto germinados se pudo determinar que existe un incremento considerable en su composición nutricional debido a la activación enzimática

de la citasa, amilasa y proteasa producido por las diferentes condiciones de germinación.

- Los análisis microbiológicos citados en bibliografía para realizar los análisis de bacterias, coliformes y E, coli, cumpliendo con la Norma Mexicana NOM-147-SSA1. Asegurando la calidad higiénica-sanitaria de las harinas malteadas en los mejores tratamientos de maíz morado, quinua y amaranto.
- La colada morada, bebida ancestral elaborada a base de los mejores tratamientos de harinas de maíz morado, quinua y amaranto germinados, es muy aceptable por los degustadores por lo que resulta un excelente producto nutricional obtenida a partir de la mezcla de granos germinados apta para el consumo humano que le permite vivir en salud y disfrutar plenamente de la vida.
- Con relación a los análisis de costo y beneficio, se estableció que el costo total de producción para la elaboración de una colada nutritiva es de \$ 4,00/ltr, ofertando al consumidor 8 vasos de colada nutritiva a un precio de 0.50ctv cada uno; obteniendo una ganancia de \$ 0,41 ctv por cada litro de colada nutritiva.

6.2 RECOMENDACIONES

Al finalizar la fase investigativa de la tesis se presentan algunas recomendaciones fundamentales que se menciona a continuación:

- Incentivar al sector agropecuario al cultivo de los cereales como es el maíz morado, quinua y amaranto para evitar así la extinción de estos granos ancestrales.
- Se recomienda que durante el proceso de germinación se controlen adecuadamente el tiempo y temperatura de remojo para un buen desarrollo de la plúmula del germen.
- Es de gran importancia realizar un buen secado que sea a temperaturas de 40 a 45°C de los granos germinados, por lo que se sugiere determinar su humedad adecuada de cada grano para evitar que proliferen microorganismos y gorgojos.
- La investigación se realizó con el fin de mejorar la calidad nutricional en harinas malteadas de maíz morado, quinua y amaranto germinados, por esta razón es necesario impulsar esta nueva alternativa tecnológica para disminuir la desnutrición de nuestra población especialmente en los niños, al consumir las harinas malteadas germinadas se mejora su valor nutricional en el porcentaje de proteína.
- Incentivar a la población a consumir productos elaborados a base de cereales germinados ya que son muy importantes en la dieta de las personas por su alto valor proteico y alto porcentaje del aminoácido lisina.
- Se recomienda elaborar productos extruidos a base de granos germinados por su valor nutritivo con el objetivo de evitar la mala alimentación por el consumo de comidas chatarras en niños escolares.

- Incentivar a los estudiantes de la Escuela de Ingeniería Agroindustrial que generen nuevos productos a base de granos germinados, ya que sería una alternativa para potencializar múltiples usos utilizando las harinas malteadas que serviría como complemento en la elaboración de panes, galletas, tortas, etc. Además deben contar con posibles temas de investigación, con su aplicación en el campo laboral, para el desarrollo de la Escuela, la Universidad, la Provincia y de esa manera cumplir con la visión y misión Universitaria que es realizar vinculación con la colectividad.

VII. RESUMEN SUMMARY

7.1 RESUMEN

En el presente trabajo de investigación se seleccionó los mejores tratamientos de las harinas malteadas obtenidas de la germinación de maíz morado en tiempo de remojo de 12 y 24 horas, con temperaturas de remojo de 18 y 25°C y temperaturas de germinación de 20, 22 y 24°C; para la obtención de harina malteada de quinua germinada en tiempos de remojo de 6 y 12 horas, con temperaturas de remojo de 20 y 25°C y temperaturas de germinación de 20, 25 y 30°C; para la obtención de harinas malteadas de amaranto germinado en tiempos de remojo de 30 y 60 minutos, con temperaturas de remojo de 30 y 35°C y temperaturas de germinación de 28, 30 y 32°C; aplicando un diseño experimental Trifactorial (AxBxC) con dos réplicas para 12 tratamientos.

La germinación aporta a nuestro organismo energía vital concentrada; al ser consumidos los granos germinados actúan sobre el metabolismo humano, que induce cambios en la concentración y digestibilidad de la proteína de forma particular en cada tipo de grano, la germinación genera un incremento significativo en el contenido de proteína permitiendo la transformación que se produce en los granos germinados que dependen de la acción complementaria de distintas enzimas como la citasa que actúa sobre la celulosa de la capa de células vacías, descompone y disuelve totalmente los nutrientes, la amilasa que está presente en la saliva, facilita la digestión del almidón y la proteasa que nos ayuda a digerir las proteínas. Es por esa razón que mediante un análisis bromatológico se llegó a determinar el incremento proteínico en los granos de maíz morado, quinua y amaranto.

El contenido de proteína en harina de maíz morado germinado se obtuvo un incremento proteico, siendo el tratamiento A1B2C3 que corresponde a (12 horas de remojo + 25°C de temperatura de remojo + 24°C de temperatura de germinación) con un contenido de proteína del 12,31%; en harina de quinua germinada su contenido proteínico es de 15,33% , que corresponde al tratamiento

A2B2C3 (12 horas de remojo + 25°C de temperatura de remojo + 30 °C de temperatura de germinación) y en harina de amaranto germinado su contenido proteínico es del 14,04% siendo el tratamiento A1B1C2 que corresponde a (30 minutos de remojo + 30°C de temperatura de remojo + 30 °C de temperatura de germinación).

7.2 SUMMARY

In the present research we selected the best treatments of malted flours derived from purple corn, with a germination soak time of 12 and 24 hours of soaking temperatures of 18 and 25°C and germination temperatures of 20, 22 and 24°C. To obtain malted flour quinoa germinated in soaking times of 6 and 12 hours, soaking at temperatures of 20 and 25°C and germination temperatures of 20, 25 and 30°C. To obtain amaranth malt flour germinated in soaking times of 30 and 60 minutes, soak temperatures of 30 and 35°C and germination temperatures of 28,30 and 32°C, using an experimental design trifactorial (AxBxC) with two replicas for 12 treatments.

Germination brings to our body concentrated vital energy, eating sprouted grains act on the human metabolism, inducing changes in the concentration and digestibility of the protein in a particular way in each type of grain. Germination generates a significant increase in the protein content of allowing the transformation that occurs in the germinated grains dependent on the complementary action of various enzymes such as citasa, which act on the cellulose of the cell layer, when completely empty, decomposed and dissolved nutrients facilitates digestion amylase starch and protease helps digest proteins. It is for this reason that using a chemical composition analysis was reached to determine the increase in grain protein of purple corn, quinoa and amaranth.

Protein content in flour shake purple corn was increased and whose treatment A1B2C3 corresponding to (12 hours soaking + 25°C soak temperature + 24°C germination temperature) with a protein content of 12,31%, in milkshake quinoa flour germinated, its protein content is 15,33%, which corresponds to A2B2C3 treatment (12 hours of steeping + 25°C soak temperature + 30°C temperature germination) and malted flour amaranth germinated, its protein content is 14.04% and the treatment A1B1C2 corresponding to (30 minutes of soaking + 30°C soak temperature + 30°C temperature germination).

VIII. BIBLIOGRAFÍA

1. **AOAC.** “Methods of Analysis”. Official Methods of the Association of Official Analytical Chemists. Thirteenth edition, 1980. Washington. Dc.1018.
2. **ARNAU/ACUPUNTOR.** Propiedades Nutri-amaranto de Alegría. 2009. México pág. 25.
3. **ARTE NACIONAL DEL CULTIVO DE QUINUA.** Revista agraria “Granos Andinos: avances logros y desarrollos en Quinoa” Publicado en 2008
4. **BRECKER, R.** A compositional study of amaranth grain. Journal of Food Science. 1981. Vol. 46, 1175-1180.
5. **CALVAHO, N.** Sementes: Ciencia, Tecnología e producto. Revisada: Campinas. 1983, 2^{da} ed., Brasil., Fundacao Cargill. Pág. 429.
6. **CARRASCO.** Maíz variedades. 1998. México. vol.2.
7. **CENSO AGRÍCOLA. (2008)** Programa gobiernista socio siembra.
8. **CNA. III CENSO NACIONAL AGROPECUARIO.** Hectáreas y producción anual de Quinoa, región zona central, 2002.
9. **CERVERA, P/CLAPES, J/RIGALFAS, R.** Alimentación y Dietoterapia. 2^{da} Edición Ed. 1993. MCGRAW-HILL. España.

10. **CUREÑO, B.** Alimento altamente nutritivos en la Agricultura Mundial. Importancia del amaranto. 2008. Pág. 37.
11. **CHEN, L.** Germinated sedes for human consumption. J. Fd. Sci. 1975. Pág. 40
12. **DIARIO HOY. (2002)** Producción de Amaranto en zonas centro del Ecuador. Publicado el 21 de Abril del 2002.
13. **ENDEMAIN. (2004)** Encuesta Demográfica y de Salud Materna e Infantil.
14. **ENGLRES, A.** Syliabus der pdf lanzen familien, gerver bortraeger. Alemania, Berlín. 1984. Pág. 66.
15. **ESCAMILLA, A.** El amaranto, una opción viable de alimento y cultivo. 2001. Pág. 23
16. **FAO.** Contenido de aminoácidos de alimentos y datos biológicos sobre proteínas, Biblioteca David Lubin, (Colección FAO 1972: Alimentación y nutrición, N°25).ISBN 92-5-303013-5. Italia, Roma.
17. **FAO.** El maíz en la nutrición humana, Biblioteca David Lubin, (Colección FAO 1990: Alimentación y nutrición, N°25). ISBN 92-5-303013-5. Italia, Roma.
18. **FAO.** El maíz en la nutrición humana, Biblioteca David Lubin, (Colección FAO 1993: Alimentación y nutrición, Roma (Italia). N°25).ISBN 92-5-303013-5. Italia, Roma.

19. **FAO.** Cumbre mundial sobre la Alimentación, Biblioteca David Lubin, (Colección FAO 1996: Alimentación y nutrición, Roma (Italia). N°25).ISBN 92-5-303013-5. Italia, Roma.
20. **FAO.** Valor nutritivo del Maíz. Biblioteca David Lubin, (Colección FAO 2001: Alimentación y nutrición. N°25). ISBN 92-5-303013-5.Italia, Roma.
21. **FAO.** Normas para Análisis bromatológicos en cereales. Biblioteca David Lubin, (Colección FAO 2009: Alimentación y nutrición, N°25).ISBN 92-5-303013-5. Italia, Roma.
22. **FIGUEROA, J.** Métodos para evaluar la calidad Maltera en cebada., secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, INIA, 1985. México, 115p.
23. **GALARZA, S.** Aumente su cosecha de maíz en la Sierra Ecuatoriana Estación Experimental Santa Catalina. Boletín divulgativo No. 71. 1976. Pág. 10.
24. **GRUPO EDITORIAL OCÉANO** Enciclopedia Práctica de la Agricultura y la Ganadería. 2003. España, Barcelona.
25. **HAMMERLY, M.** Especies alimenticias de *Amaranthus* y *Chenopodium* cultivadas por indios en América. 1984. Pág. 61
26. **HEISER, M.** Economía y producción de la quinua. 1974 Santiago de Chile.

27. **HERNÁNDEZ, A.** Prevén descenso de 10% en producción nacional de maíz. 2009. México.
28. **HILDA.** Propiedades de la quinua “Vida Sana”. 2006
29. **INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS, INIAP.** Estación Experimental Santa Catalina. “Caracterización y tipificación de los sistemas de producción de pseudocereales”. Programa de la Quinua. Quito, Ecuador. 2001. Pág.: 23
30. **INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS, INIAP.** Estación Experimental Santa Catalina. “Programa de Maíz”. Inventario Tecnológico del Programa de Maíz. Quito, Ecuador. 2005. Pág.: 4-8; 18-25.
31. **INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS, INIAP.** Boletín Divulgativo N°. 228 Estación Experimental “Santa Catalina” Primera Variedad mejorada del maíz para la sierra Ecuatoriana. Quito, Ecuador. 2007. Pág. 5-6.
32. **JARA, T.V. VENKATARAMAN, C.V.** Changes in the carbohydrate constituent of chickpea and greengram during germination. Food Chemistry 7 (2). 1981. Pág. 95-104
33. **JUJUY.** Debilidades y desafíos productivos de quinua y amaranto. 2000
34. **LA PRENSA.** Las propiedades nutritivas del Amaranto. Publicado en mayo del 2004.

35. **LARRAÑAGA IDELFONSO.** Control e Higiene de los Alimentos. 1999. Mc Graw Hill. España. Pág. 19.
36. **LINARES, D.** Perú Natural. “El arte de germinar”. Publicación 2009.
37. **MICROSOFT ENCARTA. (2010); BARTOLINI, R.** *El maíz*. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa, 1990. Obra de carácter divulgativo.
38. **MOLERO, L.** Digestión de enzimas en productos germinados. México. 1952
39. **MONOGRAFÍA DEL GRANO DE MAÍZ.** Dirección General Adjunta de Planeación Estratégica y Análisis Sectorial. 2009.
40. **MONTEROS, C./NIETO.** FAO. Cultivos andinos. adaptación del amaranto, en los países de América Latina, 1994.
41. **MORON, C.** Importancia de los cultivos andinos en la seguridad alimentaria y nutrición, valor nutritivo de la Quinoa. En: Memorias reunión técnica y taller de formulación de proyectos regionales sobre producción y nutrición humana en base a cultivos andinos. Arequipa, Perú. Editorial FAO, UNA, CIP, 2008. Universidad Nacional San Agustín. Lima, Perú.
42. **MUJICA, A.** Granos y leguminosas andinas. En: Hernández J, Bermejo J, León J. (editores). Cultivos marginados: otra perspectiva de 1492. Organización de la Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación “Agroindustria de la Quinoa *Chenopodium quinoa Wild*” FAO, Roma. 1998. Pág. 129-146., Puno.

43. **NIETO, A.** Efecto del Malteo sobre la Composición Química de la Quinua y Amaranto. Tesis para optar el título de Ingeniero en Industrias Alimentarias. Universidad Nacional Agraria La Molina. 1984.
44. **NIETO, C.** Valor nutritivo del Amaranto. En los países de América nuestro”. 2002. Quito, Ecuador, 1990. 1 disco compacto, 8mm.
45. **NIETO, C/VIMOS, C/MONTEROS, C/RIVERA, M.** “La quinua, cosecha y poscosecha”. Algunas experiencias en Ecuador. (INIAP: Boletín Divulgativo N° 224). Estación “Santa Catalina” 1992. Quito Ecuador, Pág. 42
46. **NOCETTI, E.** Clasificación científica y características generales de las variedades del Maíz. 2007. Vol.2 México.
47. **NORMA OFICIAL MEXICA.** NOM-147-SSA1-1996. Bienes y Servicios. Cereales y sus Productos. Harinas de cereales, sémolas o semolinas. Alimentos a base de cereales, de semillas comestibles, harinas, sémolas o semolinas o sus mezclas, 1999. México D.F., México.
48. **ORTIZ, S/UREÑA, R/SÁNCHEZ, P/MARTÍNEZ, R/MONTSENY, S/SANTAMANS, C.** “Dietética Herbolario” 2008.
49. **PALMA, C.** Manuales para la educación agropecuaria maíz, Editorial Trillas. 1990 Colombia. Pág. 9 -18, 19- 21.
50. **PERALTA, E.** Programa de cultivos andinos. Estación de Santa Catalina INIAP. 1994. Quito, Ecuador.

51. **PLAN DE DESARROLLO ESTRATÉGICO DEL CANTÓN CALUMA; FIGUEROA, J.** Evaluación Agronómica de catorce accesiones de Amarantho (*amaranthus* sp) en el cantón Caluma, provincia Bolívar. 2002; Pág. 4-5.
52. **RAFIK EL-MAHDY, A.** Effect of germination on the nitrogenous constituents, protein fractions, in vitro digestibility factors. Food chemistry. 1982. Pág. 253-262.
53. **RIVEIRO, S.** El día en que muera el sol: contaminación y resistencia en México. 2004. GRAIN
54. **SATHIE, S.K.** Effects of germination on proteins, raffinose, oligosaccharides and antinutritional factor son great Northern Beans, J. 1983. Pág. 48.
55. **SENFT, J.** Protein quality of amaranth grain. Amaranth Proceedings. 1979. Pág. 43-47.
56. **SICA, (2002).** “CULTIVOS DE MAIZ”, <http://www.sica.gov.ec.htm>,20011
57. **SINGHAL/KULKARNI.** Usos y formas de preparación del amaranto, México. 1988. Pág. 7- 15
58. **SISVAN.** Sistema Nacional de Vigilancia Alimentaria, 2004.
59. **TABÓN, A.** Botánica de plantas alimenticias. Medellín Colombia 2008.

60. YANEZ, et al. “Química Agrícola III”, 2003. Editorial Alambra, S.A, 1987. España. Pág. 45

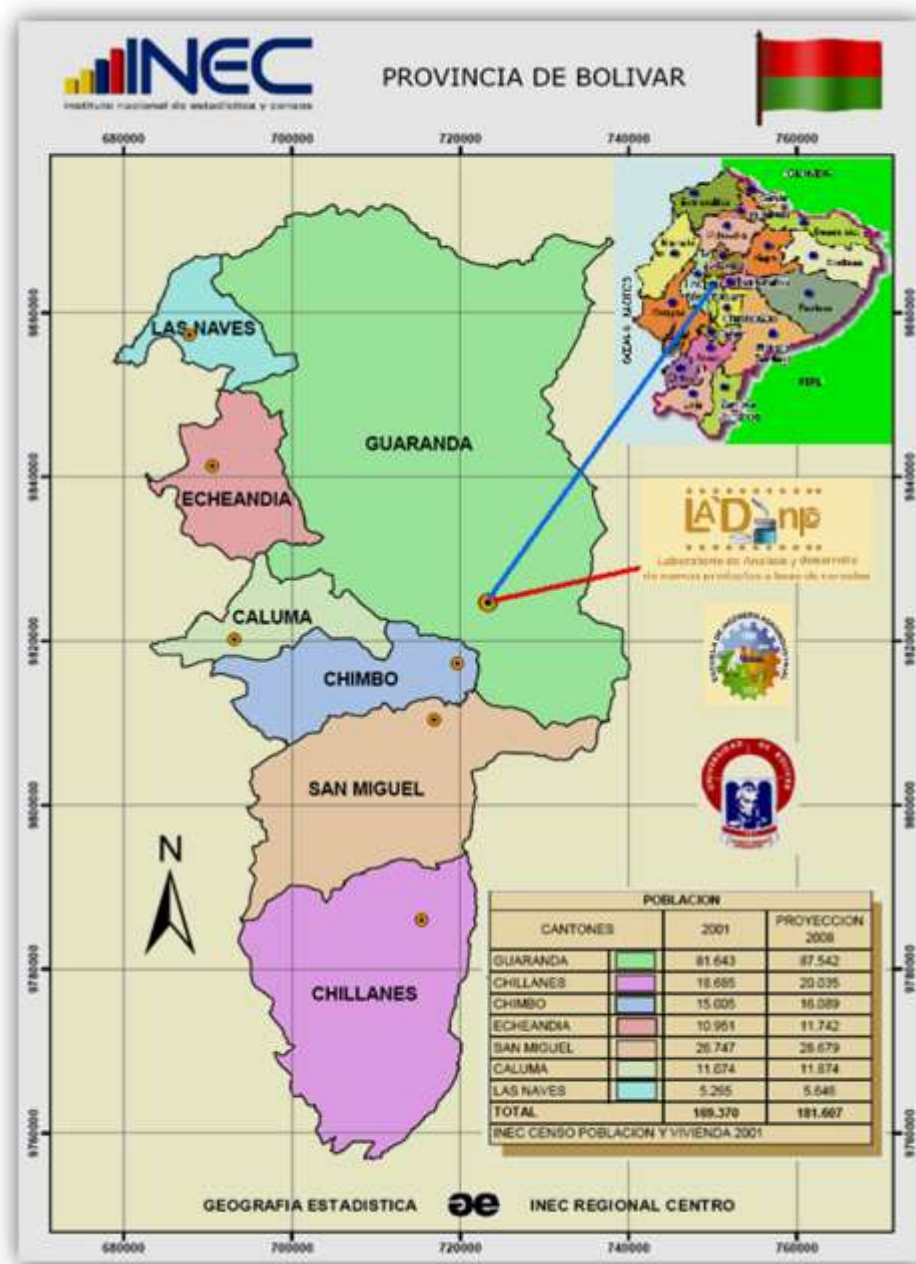
Webgrafías:

61. Ángel y Claudia Cabrera; Consulta 14 de noviembre, 2011. Disponible en:
<http://www.aviarioangelcabrera.com/articulos/germinados.htm>
62. “Fundación Vicente Ferrer”; Consulta 22 de diciembre, 2011. Disponible en: **<http://www.enbuenasmanos.com>**.
63. “MALTEXCO Malterías Unidas S.A” Andrés Herrera Ramírez Presidente ejecutivo; Consulta 18 de enero, 2012. Disponible en: **<http://www.maltexco.com.htm>**.
64. Go Daddy Super Bowl® Commercial Danica Patrick; Consulta 6 de febrero 2012. Disponible en:
<http://www.saberesysabores.com.ar/quinoa.htm>.
65. “OCIO Red de Blogs”; Consulta 3 de noviembre, 2011. disponible en: **<http://www.nutrición.com/dieta/noticia-comida-chatarra.htm>**.
66. INIAP 2011; Consulta 15 de marzo, 2011. Disponible en: **<http://www.iniap-ecuador.gob.ec>**.
67. Luis A. Ramírez S. Junio 25, 2004; Consulta 31 de Octubre, 2011. Disponible en:
<http://www.boletindenewyork.com/punto.maizdeoctubre.htm>.
68. Slide Share Inc. All rights reserved; Consulta 17 de abril, 2012. Disponible en: **<http://www.slideshare.net/MundiTrades/amaranto-ficha-técnica>**.

ANEXOS

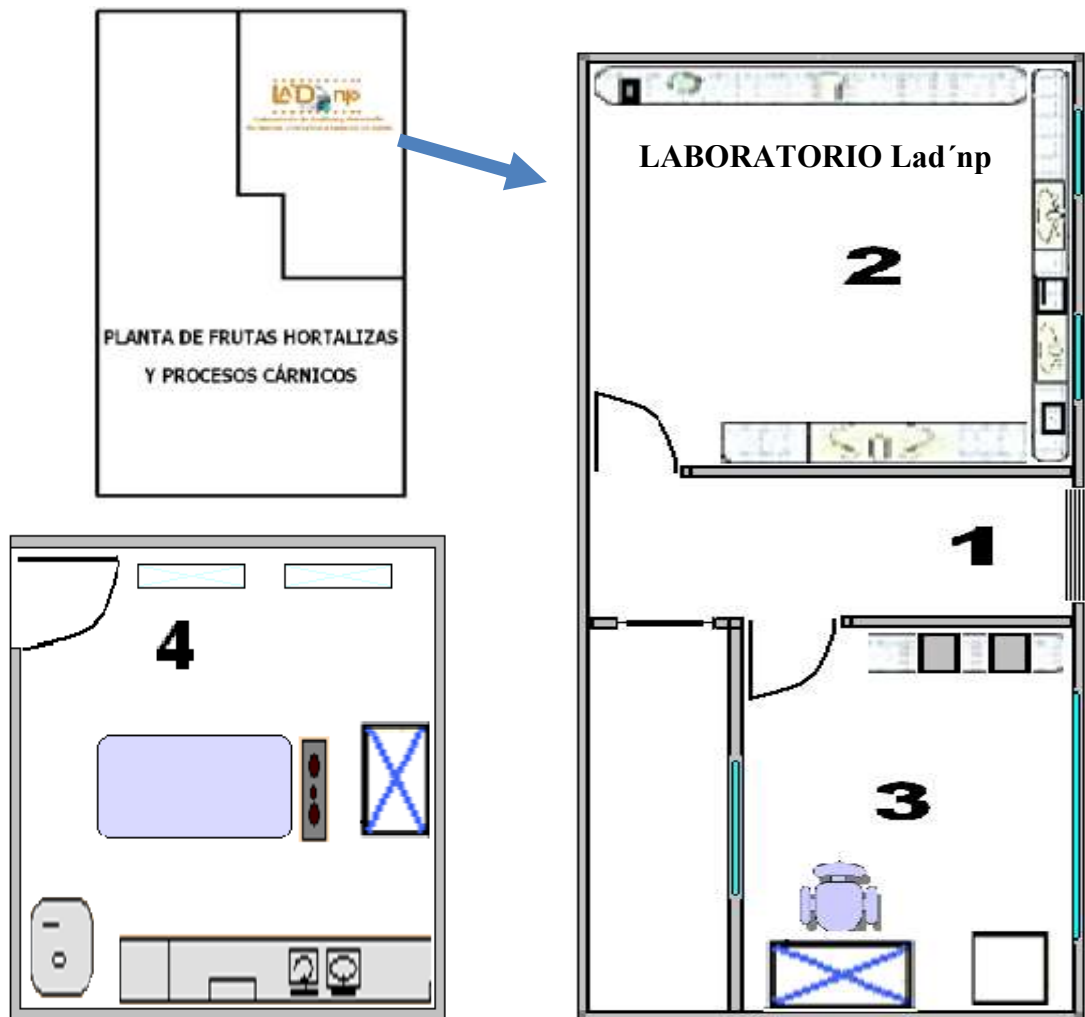
Anexo 1

- Ubicación del trabajo experimental



FUENTE: Instituto Nacional de Estadística y Censos, (2010).

Anexo 2. Croquis del proyecto /laboratorio de análisis y desarrollo de nuevos productos a base de cereales, Lad`np -UEB.



DESCRIPCION:

1. Entrada al laboratorio
2. Área de bromatología
3. Área de microbiología
4. Área de proceso y obtención de productos innovados

Anexo 3. Tablas de porcentajes de proteína en maíz morado, quinua y amaranto.

- **Análisis de proteína en harinas de maíz morado germinado expresado en base seca.**

| TRATAMIENTOS | TIEMPO REMOJO | TEMPERATURA REMOJO | TEMPERATURA GERMINACIÓN | PROTEÍNA (%)* |
|--------------|---------------|--------------------|-------------------------|---------------|
| A1B1C1 | 12 horas | 18°C | 20°C | 11,73 |
| A1B1C2 | 12 horas | 18°C | 22°C | 11,62 |
| A1B1C3 | 12 horas | 18°C | 24°C | 12,00 |
| A1B2C1 | 12 horas | 25°C | 20°C | 11,80 |
| A1B2C2 | 12 horas | 25°C | 22°C | 11,59 |
| A1B2C3 | 12 horas | 25°C | 24°C | 12,31 |
| A2B1C1 | 24 horas | 18°C | 20°C | 11,37 |
| A2B1C2 | 24 horas | 18°C | 22°C | 12,04 |
| A2B1C3 | 24 horas | 18°C | 24°C | 12,02 |
| A2B2C1 | 24 horas | 25°C | 20°C | 11,35 |
| A2B2C2 | 24 horas | 25°C | 22°C | 11,61 |
| A2B2C3 | 24 horas | 25°C | 24°C | 11,79 |

Experimentales, Proyecto UEB-PIMQA. Arguello, S y Garzón, G. (2012)

**Valores promedios obtenido de dos replicas*

- **Análisis de proteína en harinas de quinua germinada expresado en base seca.**

| TRATAMIENTOS | TIEMPO REMOJO | TEMPERATURA REMOJO | TEMPERATURA GERMINACIÓN | PROTEÍNA (%)* |
|--------------|---------------|--------------------|-------------------------|---------------|
| A1B1C1 | 6 horas | 20 °C | 20°C | 14,21 |
| A1B1C2 | 6 horas | 20 °C | 25°C | 14,75 |
| A1B1C3 | 6 horas | 20 °C | 30°C | 13,86 |
| A1B2C1 | 6 horas | 25°C | 20°C | 12,16 |
| A1B2C2 | 6 horas | 25°C | 25°C | 12,15 |
| A1B2C3 | 6 horas | 25°C | 30°C | 13,31 |
| A2B1C1 | 12 horas | 20 °C | 20°C | 13,03 |
| A2B1C2 | 12 horas | 20 °C | 25°C | 13,21 |
| A2B1C3 | 12 horas | 20 °C | 30°C | 13,11 |
| A2B2C1 | 12 horas | 25°C | 20°C | 15,32 |
| A2B2C2 | 12 horas | 25°C | 25°C | 13,59 |
| A2B2C3 | 12 horas | 25°C | 30°C | 15,33 |

Exnerimentales. Provento UEB-PIMOA. Arguello, S y Garzón, G. (2012)

**Valores promedios obtenido de dos replicas*

- **Análisis de proteína en harinas de amaranto germinado expresado en base seca.**

| TRATAMIENTOS | TIEMPO REMOJO | TEMPERATUR A REMOJO | TEMPERATUR A GERMINACIÓN | PROTEÍNA (%)* |
|---------------------|----------------------|----------------------------|---------------------------------|----------------------|
| A1B1C1 | 30 min | 30 °C | 28°C | 12,23 |
| A1B1C2 | 30 min | 30 °C | 30°C | 14,04 |
| A1B1C3 | 30 min | 30 °C | 32°C | 13,46 |
| A1B2C1 | 30 min | 35°C | 28°C | 11,94 |
| A1B2C2 | 30 min | 35°C | 30°C | 13,20 |
| A1B2C3 | 30 min | 35°C | 32°C | 13,18 |
| A2B1C1 | 60 min | 30 °C | 28°C | 13,49 |
| A2B1C2 | 60 min | 30 °C | 30°C | 13,53 |
| A2B1C3 | 60 min | 30 °C | 32°C | 13,54 |
| A2B2C1 | 60 min | 35°C | 28°C | 12,92 |
| A2B2C2 | 60 min | 35°C | 30°C | 12,78 |
| A2B2C3 | 60 min | 35°C | 32°C | 12,69 |

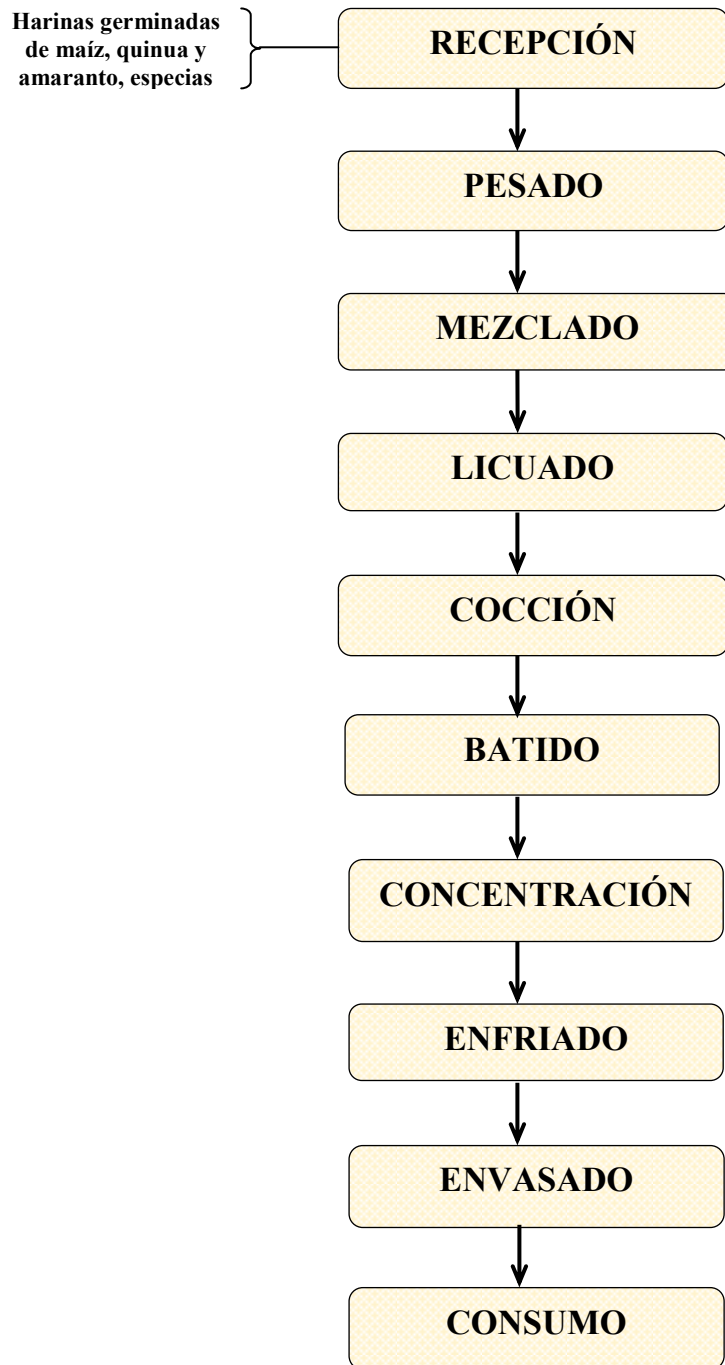
Experimentales, Proyecto UEB-PIMQA. Arguello, S y Garzón, G. (2012)

**Valores promedios obtenido de dos replicas*

Anexo 4. Descripción del proceso para la elaboración de una colada nutritiva a base de harinas germinadas.

- a) Recepción de la materia prima.-** Se receiptó, las harinas de maíz morado, quinua y amaranto germinados en el área de proceso de productos del laboratorio de análisis y desarrollo de nuevos productos (LAD-np).
- b) Pesado.-** Se procedió a pesar las harinas germinadas, la panela o azúcar, piña, naranjilla, mora, mortiño, frutillas, yerba luisa, arrayán, pasas y las especias de una manera adecuada para la elaborar la colada morada.
- c) Mezclado.-** Una vez pesados los ingredientes procederemos a mezclar en agua caliente nuestras harinas malteadas germinadas con la panela.
- d) Licuado.-** En este paso procedemos a licuar la mora con el mortiño, piña, naranjilla.
- e) Cocción.-** Este proceso lo realizaremos en una estufa o cocina a fuego lento evitando así que se queme y se derrame por sus extremos y agregando los jugos licuados.
- f) Batido.-** Debemos batir suavemente con el objetivo de evitar el asentamiento y que se derrame la colada por la ebullición.
- g) Concentración.-** Gracias a la ebullición logramos conseguir una concentración apropiada de nuestro producto por su sabor y espesura.
- h) Enfriado.-** Procedimos a retirarlo de la llama y dejarla enfriar a temperatura ambiente.
- i) Envasado.-** Colocamos nuestro producto en envases plásticos para la degustación.
- j) Consumo.-** Se procedió al consumo.

Diagrama del proceso de elaboración de una colada nutritiva a base de harinas germinadas.



Anexo 5. Fotografías.

Proceso de Germinación de Maíz morado Quinua y Amaranto

Recepción de materia prima



Maíz morado



Quinua



Amaranto



**Selección y
clasificación**



Pesado



Remojo



**Germinación Maíz
morado**



**Germinación
Amaranto**



**Germinación de
Quinua**



Maíz morado germinado



Quinua germinada



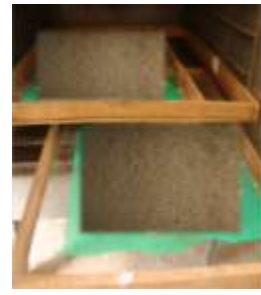
Amaranto germinado



Secado de maíz morado germinado



Secado de Quinoa germinada



Secado de Amaranto germinado



Molido Maíz



Molido Amaranto



Molido Quinoa



Enfundado y almacenado

Análisis de proteína en harinas de Maíz morado, Quinua y Amaranto germinados.



Pesado de la muestra



Adición de: Pastillas Kjeldahl, Peróxido de Hidrógeno, H_2SO_4



Digestión de muestras



Destilación de proteína



Destilación

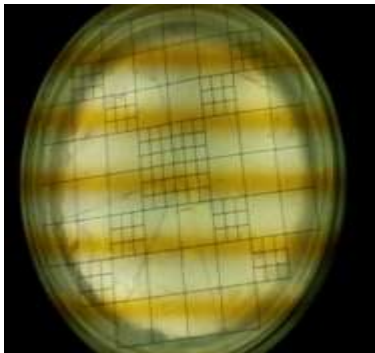


Titulación



Medición de pH

Análisis microbiológico de harinas de maíz morado, quinua y amaranto germinados



Elaboración de colada morada nutritiva a base de harinas de Maíz morado, Quinua y Amaranto germinados.



Harinas de maíz morado, quinua y amaranto



Ingredientes para la colada morada



Pesado



Mezclado



Licuado de frutas



Cocción



Batido y Concentración



Enfriado



Envasado y Consumo

Anexo 6. Glosario de términos.

Almidón. Es un polisacárido de reserva alimenticia predominante en las plantas, constituido por amilosa y amilopectina. Proporciona el 70-80% de las calorías consumidas por los humanos de todo el mundo.

Aminoácidos. Un aminoácido es una molécula orgánica con un grupo amino (-NH₂) y un grupo carboxílico (-COOH; ácido). Los aminoácidos más frecuentes y de mayor interés son aquellos que forman parte de las proteínas.

Antioxidante. Es una molécula capaz de retardar o prevenir la oxidación de otras moléculas. La oxidación es una reacción química de transferencia de electrones de una sustancia a un agente oxidante.

Carbohidrato *s. m.* Compuesto orgánico, generalmente de sabor dulce y soluble en agua, que contiene carbono, hidrógeno y oxígeno y cumple principalmente funciones estructurales y de aporte energético.

Digestibilidad. Es una forma de medir el aprovechamiento de un alimento, es decir, la facilidad con que es convertido en el aparato digestivo en sustancias útiles para la nutrición.

Enzimas. Son moléculas de naturaleza proteica que catalizan reacciones químicas, siempre que sean termodinámicamente posibles.

Fitomejoramiento. Es visto como un tópico que se vuelve más dinámico, al ser una estrategia para el manejo fitosanitario, condiciones de estrés, índice de cosecha o nutrición.

Germinación. Reanudación del crecimiento activo de un embrión que resulta de la activación de las enzimas para el desarrollo de las estructuras esenciales para la planta.

Lisina. Es un aminoácido básico que junto con la arginina se encuentra cargado positivamente a pH neutro.

Micronutrientes. Son sustancias que el organismo de los seres vivos necesita en pequeñas dosis.

Reología. Es la parte de la física que estudia la relación entre el esfuerzo y la deformación en los materiales que son capaces de fluir.

Tamizado. Consiste en hacer pasar una mezcla de partículas de diferentes tamaños por un tamiz o cedazo. Las partículas de menor tamaño pasan por los poros del tamiz atravesándolo y las grandes quedan retenidas por el mismo.