



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

TEMA:

OBTENCIÓN DE MOTE A PARTIR DE MAÍZ (*Zea mays L.*) VARIEDAD INIAP-111 GUAGAL MEJORADO, MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE HIDRÓXIDO DE CALCIO CAL-P24 Y CONTROL DE TIEMPOS DE COCCIÓN, PARA LA REMOCIÓN DE LA CUTÍCULA.

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

AUTOR:

JORGE ROLANDO CORDERO RUÍZ

DIRECTOR DE TESIS

ING. MARCELO GARCÍA MUÑOZ M.Sc.

GUARANDA – ECUADOR

2012

OBTENCIÓN DE MOTE A PARTIR DE MAÍZ (*Zea mays L.*) VARIEDAD INIAP-111 GUAGAL MEJORADO, MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE HIDRÓXIDO DE CALCIO CAL-P24 Y CONTROL DE TIEMPOS DE COCCIÓN, PARA LA REMOCIÓN DE LA CUTÍCULA

REVISADO POR:

DIRECTOR DE TESIS

Ing. Marcelo García Muñoz M.Sc.

APROBADO POR:

BIOMETRISTA

Ing. Alm. Carlos Moreno Mejía M.Sc.

ÁREA TÉCNICA

Dra. Herminia Sanaguano Salguero M.Sc.

ÁREA REDACCIÓN TÉCNICA

Ing. Nelson Monar Gavilánez M.Sc.

Fecha de defensa.....

AUTORÍA DE TESIS

Yo, **Jorge Rolando Cordero Ruíz**, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; este documento no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que las referencias bibliográficas que se incluyen han sido consultadas el autor (es).

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.

Jorge Rolando Cordero Ruíz

C.I.0201715687

DEDICATORIA

El esfuerzo a la realización de esta investigación se la dedico a:

En primer lugar a mis padres **Jaime Cordero** y **Fabiola Ruiz** que en paz descansan, a mi esposa **Carmen Tamara** y a mis hijo Helen y Evan personas que me han entregado su amor, apoyo y confianza.

A mis Hermanos Luis, Eduardo, Karina y de manera muy especial a mi hermano Jaime Cordero Ruiz porque me dan la fuerza para seguir superándome.

AGRADECIMIENTO

Mi más sincero agradecimiento a Dios por ser la razón de mi existencia.

A la Escuela de Ingeniería Agroindustrial, y a todos sus docentes por impartir sus conocimientos.

A los Miembros del tribunal de Tesis: Ing. Marcelo García, Director; Ing. Carlos Moreno, Biometrista; Ing. Herminia Sanaguano, Área Técnica; Ing. Nelson Monar, Área de Redacción Técnica, por su aporte en la realización de esta investigación.

Al Ing. Ángel Ladino, Ing. Manuel Cornelio e Ing. Fabián Bayas que con su apoyo y con su confianza aportaron en el desarrollo de esta investigación.

Y por último a todos aquellos que de una u otra forma han intervenido en la realización de esta investigación.

ÍNDICE DE CONTENIDO

CAP.	DENOMINACIÓN	PÁG.
I	INTRODUCCION	1
II	MARCO TEORICO	5
2.1	Maíz	5
2.1.1	Definición	5
2.1.2	Origen y distribución geográfica del maíz	5
2.1.3	Ecología y adaptación	6
2.1.4	Producción mundial de maíz	7
2.1.5	Producción del maíz en América Latina	8
2.1.5.1	Producción del maíz en el Ecuador	8
2.1.5.2	Producción de maíz en la provincia Bolívar	9
2.1.6	Estatus e importancia económica	10
2.2	Descripción botánica del maíz	12
2.2.1	Planta	11
2.2.2	Raíz	12
2.2.3	Tallo	13
2.2.4	Hojas	13
2.2.5	Flores	14
2.2.6	Fruto	14
2.2.7	Ciclo vegetativo	15
2.2.8	Requerimientos edafoclimáticos	17
2.2.9	Manejo del cultivo	18
2.2.9.1	Preparación del suelo	18
2.2.9.2	Densidad de siembra	18
2.2.9.3	Fertilización	19
2.2.9.4	Control de malezas	19
2.2.9.5	Control de enfermedades	19
2.2.9.6	Cosecha	20
2.3	Clasificación del maíz	21

2.3.1	Botánica y taxonómica	21
2.3.2	Comercial	21
2.3.3	Estructural especial	22
2.3.4	Variedades de maíz híbrido	23
2.3.5	Características importantes de la variedad de maíz INIAP-111 guagal mejorado	24
2.3.6	Usos del maíz	26
2.3.7	Propiedades químicas, físicas y nutricionales	27
2.3.8	Macronutrientes	29
2.3.8.1	Hidratos de Carbono	29
2.3.8.2	Proteína	29
2.3.8.3	Lípidos	30
2.3.8.4	Fibra	30
2.3.9	Micronutrientes	30
2.3.9.1	Vitaminas	30
2.3.9.2	Minerales	31
2.4	Mote	32
2.4.1	Propiedades y aspectos nutricionales	32
2.5	Cal	34
2.5.1	Hidróxido de calcio	35
2.5.2	Usos de hidróxido de calcio	35
2.5.3	Hidróxido de calcio cal P-24	36
2.5.4	Beneficios	36
2.6	Elaboración del maíz integral	36
2.6.1	Cocción de grano de maíz en agua de cal	36
2.6.2	Cambios físicos y químicos en la nixtamalización	37
III	MATERIALES Y METODOS	39
3.1	Materiales	39
3.1.1	Ubicación del experimento	39
3.1.2	Situación geográfica y climática de la localidad	39
3.1.3	Zona de vida	40
3.1.4	Material experimental	40

3.1.5	Material de campo	40
3.1.6	Materiales de oficina	40
3.1.7	Equipos de la planta	41
3.1.8	Material de la planta	41
3.1.9	Aditivos	41
3.1.10	Materiales y equipos para análisis de laboratorio	41
3.2	Métodos	43
3.2.1	Factores en estudio	43
3.2.2	Tratamientos	44
3.2.3	Descripción del diseño experimental	44
3.2.4	Característica del experimento	45
3.2.5	Respuesta experimental	45
3.2.6	Tipo de análisis	45
3.2.7	Análisis estadístico	46
3.3	Métodos de evaluación y datos tomados	46
3.3.1	Materia prima	46
3.3.1.1	Análisis bromatológico	46
3.3.1.2	Análisis de minerales	47
3.3.1.3	Análisis de aminoácidos	47
3.3.1.4	Análisis microbiológico	47
3.3.2	Producto terminado (mejor tratamiento)	48
3.3.2.1	Análisis bromatológico	48
3.3.2.2	Análisis de minerales	48
3.3.2.3	Análisis de aminoácidos	49
3.3.2.4	Análisis microbiológico	49
3.4	Manejo del experimento	50
3.4.1	Descripción del experimento	50
3.4.2	Diagrama del flujo	52
IV	RESULTADOS EXPERIMENTALES Y DISCUSIONES	53
4.1	Análisis en la materia prima	53
4.1.1	Análisis bromatológicos y minerales del maíz	53

4.1.2	Análisis de aminoácidos del maíz	55
4.1.3	Análisis microbiológico del maíz	57
4.1.3.1	Hongos mohos y levaduras	58
4.1.3.2	Coliformes totales	58
4.2	Análisis en el producto terminado	59
4.2.1	Análisis en el porcentaje de remoción de la cutícula	59
4.2.2	Análisis en el peso del mote	63
4.2.3	Análisis bromatológico del mote en el mejor tratamiento	66
4.2.4	Análisis de aminoácidos del mote en el mejor tratamiento	68
4.2.5	Análisis microbiológico del mote en el mejor tratamiento	69
4.3	Evaluación económica	70
4.3.1	Análisis económico de relación beneficio-costo del mejor tratamiento	70
V.	VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS	72
5.1	Hipótesis a verificar	72
5.2	Verificación de la hipótesis en la extracción de la cutícula de maíz para la obtención de mote.	72
VI	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	74
6.1	Conclusiones	74
6.2	Recomendaciones	76
VII	RESUMEN Y SUMMARY	
7.1	Resumen	78
7.2	Summary	79
VIII	BIBLIOGRAFÍA	80

LISTA DE CUADROS

Cuadros N°	Descripción	Pág.
1.	Producción mundial de maíz	7
2.	Producción estimada de maíz suave en la provincia Bolívar	10
3.	Clasificación taxonómica del maíz	21
4.	Características agronómicas y morfológicas	25
5.	Rendimiento comercial	25
6.	Calidad base seca	25
7.	Composición química proximal de las partes principales de los granos de maíz (%)	28
8.	Análisis nutricional del grano de maíz y sus derivados (100 g)	28
9.	Composición nutricional de polenta de maíz mote por 100 g de sustancia comestible	33
10.	Ubicación y localidad	39
11.	Parámetros climáticos	39

LISTA DE TABLAS

Tablas N°	Descripción	Pág.
1.	Factores A y B	43
2.	Descripción del diseño	44
3.	Característica del experimento	45
4.	Análisis de varianza (ADEVA)	45
5.	Análisis bromatológicos y de minerales del maíz.	55
6.	Análisis de aminoácidos expresados por cada 100 gr de proteína presentes en el maíz	57
7.	Análisis microbiológico del maíz	59
8.	Análisis de varianza para el porcentaje de remoción de la cutícula	60
9.	Análisis de rangos ordenados de Tukey de la remoción de la cutícula en el factor A	59
10.	Análisis de rangos ordenados de Tukey de la remoción de la cutícula en el factor B	60
11.	Análisis de rangos ordenados de Tukey en porcentaje de remoción de la cutícula.	61
12.	Análisis de varianza para el peso del mote	63
13.	Análisis de rangos ordenados de Tukey del peso del mote en el factor A	64
14.	Análisis de rangos ordenados de Tukey del peso del mote en el factor B	64
15.	Análisis de rangos ordenados de Tukey del peso del mote	65
16.	Análisis bromatológicos y de minerales del mote mejor tratamiento.de proteína presentes en el maíz	67
17.	Análisis de aminoácidos presentes en el mote mejor tratamiento	69
18.	Análisis microbiológico del mote	70
19.	Relación Costo-beneficio del mejor tratamiento	70
20.	Comparación de los valores de F en el porcentaje de remoción de la cutícula	73

LISTA DE IMAGENES

Imagen N°	Descripción	Pág.
1.	Partes de la raíz de la planta de maíz	12
2.	Tallo y disposición de una planta de maíz	13
3.	Flor masculina y femenina de la planta de maíz	14
4.	Corte transversal y longitudinal del grano de maíz	15
5.	Crecimiento y desarrollo de la planta de maíz	16
6.	Partes de la planta joven de maíz.	17

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico N°	Descripción	Pág.
1.	Perfil de Tukey de los porcentajes de remoción de la cutícula	62
2.	Interacción del porcentaje de remoción de la cutícula	62
3.	Perfil de Tukey de los pesos del mote	65
4.	Interacción del peso del mote.	66

INDICE DE ANEXOS

Anexo N°	Descripción
1	Ubicación del experimento
2	Área procesadora de mote
3	Base de datos
4	Análisis de Laboratorio materia prima – producto terminado
5	Fotografía del proceso experimental
6	Glosario
7	Normas de comparación

I. INTRODUCCIÓN

La importancia del maíz radica en los distintos propósitos que se dirige la producción del cultivo, generalmente se utiliza como hortaliza en el consumo en fresco, como forraje y balanceados para animales y en la última década se destina para la producción de biocombustibles. **(Pinto, N. 2010).**

El maíz es originario de Mesoamérica y existen varios centros de diversidad a lo largo de la cordillera de los Andes. Desde México hasta la Región Andina de América del Sur, el maíz es una fuente de alimento esencial, en particular en zonas rurales, donde el acceso a tecnología y variedades mejoradas es limitado. Durante la selección y transformación (domesticación), que iniciaron los indígenas americanos hace más de 8000 años, el maíz cultivado ganó varias cualidades nutricionales, pero perdió la capacidad de sobrevivir en forma silvestre. El Teosinte (su ancestro), sin embargo, aún se encuentra como gramínea salvaje en México y Guatemala. **(Gear, M., Juan R., 2006).**

A nivel mundial se cosecharon 157 millones de hectáreas con una producción de 791 millones de toneladas, desde el año 2007 los Estados Unidos ocupan el primer lugar entre los productores de maíz con 331 toneladas, China produjo 152, Brasil 52 y México 23,5 millones de toneladas. Los principales consumidores de maíz del mundo con 53,19% del consumo mundial son Estados Unidos y China. En el mundo se exportan alrededor de 95 millones de toneladas y Estados Unidos es el mayor exportador con 65%, seguido de Argentina con 16%, los principales importadores son: Japón con 17%, la Unión Europea con 14,5%, México con 10% y Corea del Sur con 9,7%. **(Montoya, G. et al. 2010).**

Según cifras del Fondo Monetario Internacional (FMI), desde el año 2005 el precio del saco de maíz creció 137%, un promedio de 34% por año. El gran problema es que las existencias mundiales de maíz registran una fuerte disminución (22,1%) lo que presiona aún más el precio de este grano. En el principal país productor Estados Unidos, las existencias cayeron 21 millones de

toneladas (de 53 a 33 toneladas métricas) y en China la caída fue de 7 millones (de 36,5 mt a 29 mt). La expectativa es que el precio del maíz se ubique alrededor de USD 250 por tonelada. De la producción mundial el 43% corresponde a Estados Unidos, 18,8% a China, 6,9% Brasil, 6,2% a la Unión Europea y 2,9% a México. Estados Unidos es el principal exportador de maíz con 65.5% del comercio mundial, le sigue Argentina con 15%, Brasil con 11% y el resto se lo dividen entre Paraguay, Sudáfrica y Ucrania. México contrario a los anteriores países es deficitario en maíz y se ubica como el tercer importador mundial (con 10.4% de las importaciones totales), sólo después de Japón y la Unión Europea. **(Medina, E. 2008).**

Según el Tercer Censo Nacional Agropecuario señala que actualmente, se cultivan en Ecuador anualmente unas 265.747 hectáreas de las cuales 54.823 corresponden al Callejón Interandino. La siembra de la sierra corresponde a 64.010 unidades productivas agropecuarias (UPAs) la del Litoral a 57.735; con un promedio de finca de 0.86 y 3.3 hectáreas, respectivamente distribuidas en todas las provincias. **(<http://www.sica.gov.ec>).**

En la provincia de Bolívar el cultivo de maíz suave ocupa el primer lugar en importancia con una superficie de 30.000 ha, de las cuales aproximadamente 24.000 ha, se dedican a la producción de maíz para choclo, 6.000 ha, a la producción de maíz suave en grano seco. La producción de maíz en la provincia Bolívar se realiza principalmente en terrenos de topografía irregular, donde prevalece el minifundio y los sistemas tradicionales de producción. **(Rosillo, F. 2009).**

El maíz conocido como "mote", cuya técnica de elaboración milenaria, se transmite de generación en generación en el ámbito familiar y regional. Éste método consiste en descascar los granos mediante su cocción y remojo en una solución alcalina (cal, lejía o cenizas). Luego, se secan al sol para conservarlos por largos períodos de tiempo. Posteriormente, se utilizan como ingredientes de sopas, locro, guisos, relleno para humitas, tamales o hervidos en agua, escurridos

y condimentados, acompañan las principales comidas como guarnición o entremés. La importancia de su consumo, radica en su fácil obtención, bajo costo, y disponibilidad en cualquier época del año **(Cravero, A. et al, 2003)**.

Actualmente, esta práctica se aplica en algunas comunidades rurales como una tecnología tradicional para obtener mote, el que forma parte de la dieta de sus pobladores. A nivel artesanal, la cal o cenizas se miden o pesan con instrumentos poco precisos, pues se trata de una metodología empírica, cuyo origen fue un descubrimiento casual en épocas prehispánicas. Cronistas de dicha época se refieren a este producto como "muti" o "maíz *capia* tierno, cocido en agua y consumido en lugar de pan". Los granos de maíz utilizados son de gran tamaño (16 a 20 mm de largo), turgentes, cuneiformes y de endospermo blando o harinoso. Las cenizas se obtienen, generalmente, de residuos de procesos de combustiones o incineraciones, y de la cal (óxido de calcio) **(Cravero A. et al, 2003)**. En Centroamérica, se aplica un procedimiento en el que se utiliza cal (al 1 %) para obtener el maíz nixtamalizado con la que se elaboran principalmente tortillas. La utilización de este proceso enriquece de calcio al cereal cuyas dietas son deficitarias en este nutriente esencial para la nutrición humana. Así mismo este proceso induce cambios en otros minerales como el hierro aumentando su biodisponibilidad, gelatinización parcial del almidón, modificación de la solubilidad de prolaminas y reducción de fibra dietética **(Coloma, G. 2008)**.

La cal se puede obtener normalmente por descomposición térmica de materiales como la piedra caliza, que contiene carbonato de calcio (CaCO_3), material extraído de depósitos sedimentarios llamados caliches. Se somete a temperaturas muy altas, que oscilan entre 900 y 1200 °C, por un período de tres días, en un horno rotatorio o en un horno especial llamado kiln de cal. El proceso, llamado calcinación, libera una molécula de dióxido de carbono (CO_2), resultando el material llamado óxido de calcio (CaO), de color blanco y muy cáustico (quema los tejidos orgánicos). Sin embargo, el proceso puede ser reversible, ya que al enfriarse la cal, comienza a absorber nuevamente el CO_2 del aire, y después de un tiempo, vuelve a convertirse en CaCO_3 o carbonato de calcio. **(Coloma, G. 2008)**.

Para esta investigación se utilizó Hidróxido de calcio Cal- P24 ($\text{Ca}(\text{OH})_2$); la misma que tiene un porcentaje de pureza de 75-85% y malla fina de 200, mayor a las utilizadas comúnmente por los productores del sector en mención. La agroindustria ecuatoriana debe promover la incorporación de valor agregado a los productos de consumo tradicional, ofreciendo los mismos en los mercados nacionales e internacionales para el consumo de nuestros compatriotas, introduciendo un producto diferenciado como una novedosa alternativa de fácil preparación, este es el caso del mote pelado, pre cocido y seco.

En la presente investigación se plantearon los siguientes objetivos:

- Determinar el porcentaje adecuado de Hidróxido de Calcio utilizado para la remoción de la cutícula.
- Determinar el tiempo de cocción para una óptima remoción de la cutícula.
- Realizar los análisis microbiológicos, bromatológicos, minerales y de aminoácidos al mejor tratamiento.
- Analizar el costo-beneficio del mejor tratamiento.

II. MARCO TEORICO

2.1 MAÍZ

2.1.1 Definición

El maíz (*Zea mays* L.), termino de origen indio caribeño, significa literalmente “lo que sustenta la vida”. Es considerado como el principal cereal domesticado y fue la base alimenticia de las civilizaciones maya, azteca e inca. (Verissimo, L. 1999). El maíz pertenece a la familia de las gramíneas y es una planta anual, que presenta un gran desarrollo vegetativo, productivo, variedad genética y de adaptabilidad a las diferentes condiciones climáticas. El maíz es una planta monoica con una flor femenina (elote, mazorca, choclo, espiga) y una masculina (espiguilla) con las cuales se reproduce una polinización cruzada. (Calero, E. 2006).

2.1.2 Origen y distribución geográfica del maíz

En la actualidad se acepta que el maíz es originario de América, concretamente en la zona situada el Sur de México y el Sur de Guatemala. Los registros fósiles más antiguos tienen entre 70 y 80 mil años encontrados en México y consisten en muestras de polen primitivo. Descubrimientos arqueológicos establecieron que el maíz proviene de un antecesor de tipo silvestre denominado “teocintle”, del cual existe diferencias notables entre las mazorcas actuales y el teocintle, especialmente éste era un grano duro de menor tamaño que estaba contenido en una vaina o cubierta individual similar a la del arroz. (Asturias, M. 2004).

En Sudamérica las pruebas arqueológicas de la transformación del maíz son más recientes y escasas, se localizan principalmente en las zonas costeras del Perú. A partir de estas áreas, el cultivo de maíz fue extendiéndose, primero en América del Norte y, tras la llegada de Colón al continente y el resto del mundo. (Verissimo, L. 1999).

2.1.3 Ecología y adaptación

El maíz requiere una temperatura de 12 a 20 °C en la serranía. Bastante incidencia de luz solar y en aquellos climas húmedos su rendimiento es más bajo. Para que se produzca la germinación en la semilla la temperatura debe situarse entre los 15 a 20 °C (Yáñez, C. *et al.* 2003). El maíz llega a soportar temperaturas mínimas de hasta 8 °C y a partir de 30 °C pueden aparecer problemas serios debido a mala absorción de nutrientes, minerales y agua. Para el fructificación se requieren temperaturas de 15 a 32 °C. (Aldrich, S. y Long, M. 2000). Todas las plantas de maíz se desarrollan de la misma manera. Sin embargo, el tiempo entre las etapas de crecimiento puede variar según el tipo de maíz, etc. En el Ecuador, el cultivo de maíz está distribuido en casi todo el territorio, desde cerca al nivel mar hasta los 3200 msnm (Yanez, C. *et al.* 2003).

El cultivo necesita suelos de textura media, franco limosos o franco arcillosos, profundos y bien drenados, esto facilita el desarrollo radicular y la mejor absorción de humedad y de nutrientes, el pH recomendado para el cultivo es de entre 5,5 y 7,5 (Mendoza, R. 2001). La planta necesita para el desarrollo aproximadamente 500 mm de lluvia distribuidas uniformemente durante todo el ciclo vegetativo, la etapa con más requerimiento de agua comprende entre los 15 días antes de la floración hasta 30 días después. Un stress causado por deficiencia de agua en este periodo, produce una pérdida del 6 al 13 % por día, en el rendimiento final, esa pérdida se reduce a 3 o 4 % por día, si el stress ocurre en otros periodos. (Parson, D. 1998).

Cuando la hoja se seca aproximadamente después de la floración, el cultivo no debería recibir más agua. El maíz necesita por cada kilogramo de materia seca 250 litros de agua durante todo su ciclo vegetativo, el excedente se pierde por evaporación e infiltración en el suelo. (Calero, E. 2006).

2.1.4 Producción mundial de maíz

Según el Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA) para el 2012 la producción mundial de maíz apunta a una recolección récord de 868,06 millones de toneladas, un incremento de 40 millones de toneladas superior a lo cosechado en la campaña de los años 2010 al 2011.

<http://www.fao.org/docrep/T0395S/T0395S06.htm>

Cuadro1. Producción mundial de maíz

PAÍS	PRODUCCIÓN (MILLONES DE TM)
Estados Unidos	313,91
China	191,75
Unión Europea (27 Estados)	64,31
Brasil	61,00
Argentina	26,00
Ucrania	22,50
India	21,00
México	20,50
Sudáfrica	12,50
Canadá	10,70
Nigeria	8,70
Indonesia	8,10
Filipinas	7,00
Rusia	6,68
Serbia	6,26
Vietnam	5,40
Otros países	81,73

Fuente: <http://www.agropanorama.com/news/Produccion-Mundial-de-Maiz.htm>

2.1.5 Producción del maíz en América latina

Estados Unidos es el mayor productor de maíz con cerca del 45% de la producción total mundial. Actualmente el maíz es sembrado en todos los países de América Latina. Este constituye, con el frijol, trigo el alimento fundamental en toda América. La producción del cultivo de maíz, por sus características intrínsecas de la planta, características de suelo y clima, son diferentes para cada región, además del manejo que realiza el hombre que también es particular en cada región, ya que involucra el contexto cultural, social y económico, donde este se desenvuelve. Todos estos factores determinan el nivel tecnológico y productivo de cada unidad de producción agrícola en particular y la interacción entre estos permitirá obtener bajos o altos rendimientos.

(<http://agriculture.house.gov/glossary/commoditycreditcorporation.htm>).

2.1.5.1 Producción del maíz en el Ecuador

El número de hectáreas sembradas cada año en el Ecuador difiere del anterior por cuanto es un cultivo susceptible a las variaciones climáticas, a las plagas propias del cultivo, a la tecnología empleada (que determina el mejor uso del suelo), al capital humano que trabaja en el campo (Calificado vs. No calificado) y a la rentabilidad del cultivo por temporada (costo de oportunidad de sembrar otros cultivos). En el año 2005 la superficie sembrada fue 283 mil hectáreas, mientras que en el 2008 se sembraron 308 mil hectáreas. No obstante este dato optimista no significa que la superficie esté en continua expansión. En términos generales, no se observa una tendencia de crecimiento. Entre el 2005 y 2006 la producción disminuyó 8,2%, mientras que para el 2007 creció 33%. En el 2008 la producción de maíz llegó a las 687 mil toneladas métricas y el año 2009 cerró con una producción de 684 mil toneladas de maíz seco y limpio, según datos del Sistema de Predicción de Cosechas – SISPREC. **(Pinto, N. 2010)**

En el país se siembra maíz con diversos propósitos, tanto para el consumo en fresco, para la industria de alimentos o como forraje para consumo animal, en el

litoral se siembra maíz hasta los 1200 m.s.n.m, en cambio en la sierra la siembra se realiza en valles y laderas con alturas de entre 1800 a 2900 m.s.n.m. El SICA como resultado del tercer censo agropecuario, muestra que la producción de esta en manos de pequeños productores, con un promedio de 2,08 ha por finca, dando una superficie total de 265 743 ha. **(INEC, 2002)**. En Ecuador, la producción de maíz se destina a la avicultura en un 57%, la preparación de balanceados para otros animales el 6%, un 25 % se exporta a Colombia, El 4% se destina a las industrias de consumo humano y el resto sirve para autoconsumo y semilla. **(INEC, 2002)**.

2.1.5.2 Producción de maíz en la provincia Bolívar

La provincia de Bolívar es una de las de mayor importancia dentro de la producción (32%) de maíz blanco suave en la serranía ecuatoriana, cubriendo la demanda de los principales mercados regionales y nacionales. El maíz blanco Guagal cultivado en la zona sierra de la provincia Bolívar es de gran aceptación en sus diversas formas de consumo humano: como choclo, mote, tostado, harina y otros. Un 46,9 % son productores considerados como pequeños (de 1 a 3,5 ha) y el 53,1 % son productores grandes o que poseen grandes superficies de suelo dedicadas al cultivo de maíz blanco en Bolívar (>3,5 ha). El 66,9% dedica sus suelos para producir maíz y comercializarlo en fresco por otra parte el 33,3 % produce maíz para comercializarlo en seco. **(Rosillo, F. 2009)**.

El periodo de producción para maíz fresco es de mayo a noviembre. La mayor oferta de maíz blanco en fresco es en el mes de julio por tal motivo se reporta un menor precio, lo contrario sucede en los meses de Noviembre y Mayo, baja oferta, alta demanda y precios altos. Los principales mercados para la comercialización de maíz fresco son las ciudades de Guayaquil con el 82%, Ambato con 6% Guaranda y Quito con el 5% y Riobamba con el 2 % de la producción total de la provincia. Para maíz seco la cosecha se realiza entre los meses de agosto a noviembre, la distribución de la producción de maíz blanco se realiza en las

ciudades de Ambato 26,2 %, industrias del mote en Chimbo 67,8%, Guaranda 4,4 % y Guayaquil 1,6%. (Rosillo, F. 2009).

La comercialización que más ingreso neto genera es en maíz seco aunque la dedicación del suelo es menor en relación al maíz fresco esto se explica porque esta forma de comercialización es muy riesgosa pues depende del clima para su secado y es muy susceptible a ser devastado por el gorgojo por lo que no se puede almacenar por mucho tiempo y el productor pequeño tiene que venderlo apenas acaba la cosecha a diferencia del productor grande que puede guardarlo pues posee bodegas para este fin y así asegurar un mejor precio, cabe indicar que el precio de venta es muy variable. (Rosillo, F. 2009).

Cuadro 2. Producción estimada de maíz suave en la provincia Bolívar

MAIZ SUAVE SECO				
Cantones	Superficie	Superficie	Rendimiento	Producción
	Sembrada Has	Cosechada Has	Kilogramos Ha	Toneladas
Caluma	0	0	0	0
Chillanes	8180	7640	1300	9932
Chimbo	4000	3800	1280	4864
Echeandía	0	0	0	0
Guaranda	7020	7010	1300	9113
Las Naves	0	0	0	0
San Miguel	14500	14100	1300	18330
TOTAL	33700	32550	5180	42239
Cosechado en Choclo el 70% - 23,590				

Fuente: MAGAP / Tamayo I. (2009)

2.1.6 Estatus e importancia económica

Maíz, palabra que significa literalmente “lo que sustenta la vida”. “El maíz, que es junto con el trigo y el arroz uno de los cereales más importantes del mundo”

suministra elementos nutritivos a los seres humanos y animales, además es la materia prima básica con la que se produce almidón, aceite y proteínas, bebidas alcohólicas, edulcorantes alimenticias y, desde hace poco combustible. **(Yáñez, C., et al, 2007)**

La planta tierna, empleada como forraje, se ha utilizado con gran éxito en las industrias lácteas y cárnicas y, tras la recolección del grano, las hojas secas y la parte superior, incluidas las flores, aun se utilizan hoy en día como forraje de calidad relativamente buenas para alimentar a los rumiantes de muchos pequeños agricultores de los países en desarrollo **(Yáñez, C., et al, 2007; Nuss, E. y Tanumihardjo, S., 2010).**

En las últimas décadas la producción de biocombustibles, especialmente la producción de etanol a partir de maíz, se desarrollaron a nivel mundial. La producción de biocombustibles incremento en 10 millones de toneladas en el año 2000 a 60 millones de toneladas en el año 2007 aproximadamente, para el 2015 se estima una producción de 73 millones de toneladas de biocombustibles y de 147 millones para el 2030. El 90% de la producción de biocombustibles se encuentra concentrada en Estados Unidos, Brasil, y Europa. **(Coluta, L., Dynner, N., y Vermeulen, S., 2008).** En Nuestro país, el maíz es utilizado para la elaboración de productos como el tostado, canguil, mote, harina, bebidas, o en estado tierno como choclo. La combinación tostado-chocho es el alimento generalizado de los campesinos e indígenas de los sectores rurales de la sierra ecuatoriana. **(Yáñez, C., et al., 2007).**

2.2 DESCRIPCIÓN BOTÁNICA DEL MAÍZ

2.2.1 Planta

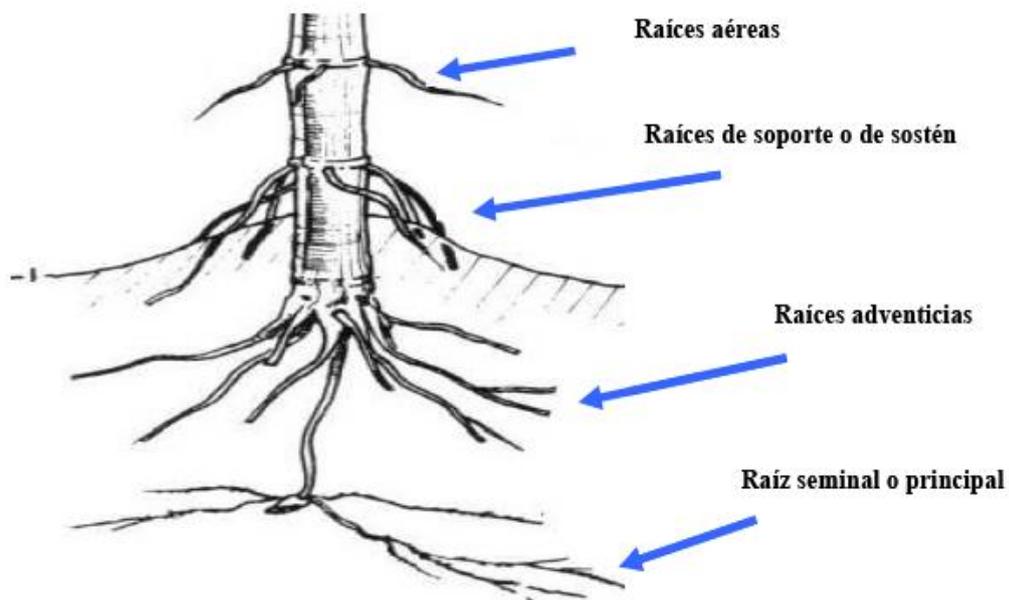
La planta de maíz pertenece a la familia Gramínea, es de régimen anual, herbácea, de tamaño regular desde 60 cm hasta 2,4 m dependiendo del lugar donde es cultivada, por la posición de las flores a la planta se las clasifica como monoica es

decir con flor masculina y femenina en distas partes de la misma planta. Es una planta de tallo erguido, macizo y ahueco. La altura es muy variable. (Calero, E. 2006).

2.2.2. Raíz

Las raíces son fasciculadas y su misión es la de aportar un perfecto anclaje a la planta. Las 4 ò 5 se desarrollan inicialmente a partir de la semilla (raíz seminal o principal), estas suministran sustancias nutritivas a las semillas en las primeras semanas y solo son funcionales durante los estadios de desarrollo. Estas raíces van degenerando y son sustituidas por otras secundarias o adventicias, que se producen a partir de los 8 ó 10 primeros nudos de la base del tallo, situados por debajo del nivel del suelo, formando un sistema radicular a modo de cabellera que se extiende a una profundidad variable, también existen raíces soporte que se originan en los nudos. Favorece a la estabilidad de la planta y realizan la fotosíntesis y por último se tiene raíces aéreas, las cuales no alcanza el suelo. (Cruz, L. 2006).

Imagen 1: Partes de la raíz de la planta de maíz



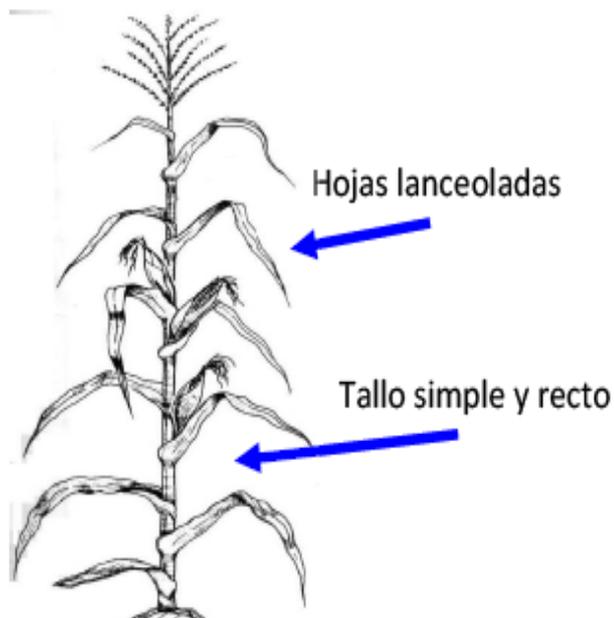
2.2.3 Tallo

Están formados por una sucesión de nudos y entrenudos, los primeros son zonas abultadas de los cuales se producen la elongación de los entrenudos y se diferencian las hojas. Cada nudo es el punto de interacción de una hoja. (Verissimo, L. 1999). El tallo puede crecer hasta 4 m e incluso más en algunas variedades. Los tallos son muy robustos, y dependiendo de la precocidad de cultivar pueden alcanzar entre 12 y 24 nudos aéreos (Cruz, L. 2006).

2.2.4 Hojas

Las Hojas son largas, de gran tamaño, lanceoladas, alternas, paralelinervias. Se encuentran abrazadas al tallo y por el haz presenta vellosidades. Los extremos de las hojas son muy afilados y cortantes. Su color usual es verde pero se puede encontrar hojas rayadas de blanco y verde ó verde y purpura. El número de hojas por planta varía entre 8 a 25. (Cruz, L. 2006).

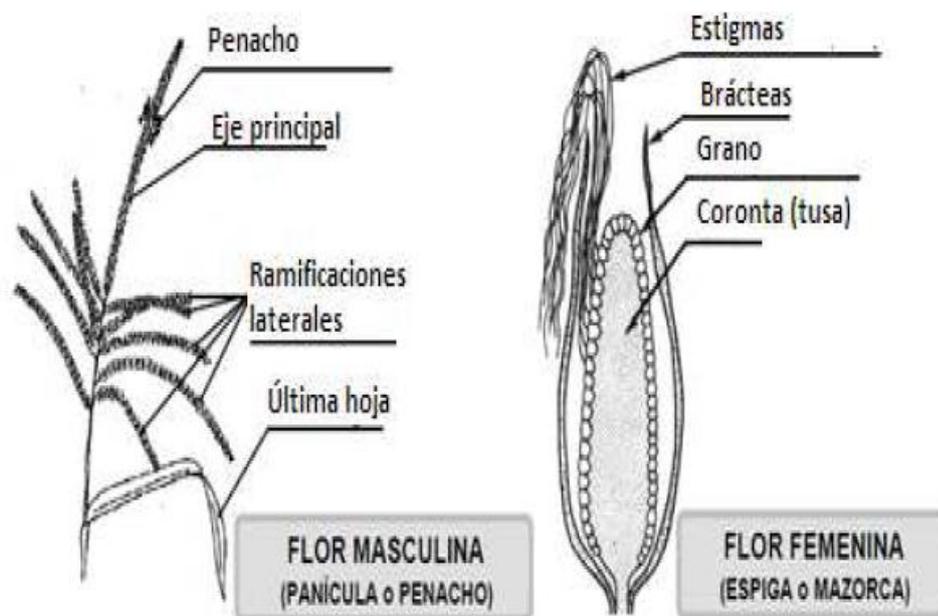
Imagen 2: Tallo y disposición de las hojas en una planta de maíz



2.2.5 Flores

En cuanto a la inflorescencia masculina presenta una película (vulgarmente llamada espigón o penacho) de coloración amarilla que posee una cantidad muy elevada de polen en el orden de 20 a 25 millones de granos de polen. En cada florecilla que compone la panícula se presentan tres estambres donde se desarrolla el polen. Las flores femeninas aparecen en las axilas de algunas hojas y están agrupadas en una espiga rodeada de largas brácteas. A esta espiga se le llama mazorca. La mazorca tiene una parte central que se llama zuro, también conocida por los agricultores por diferentes nombres como “corazón” o “tuza”. (Bustamante, J. *et al.*, 2010).

Imagen 3: Flor masculina y femenina de la planta de maíz

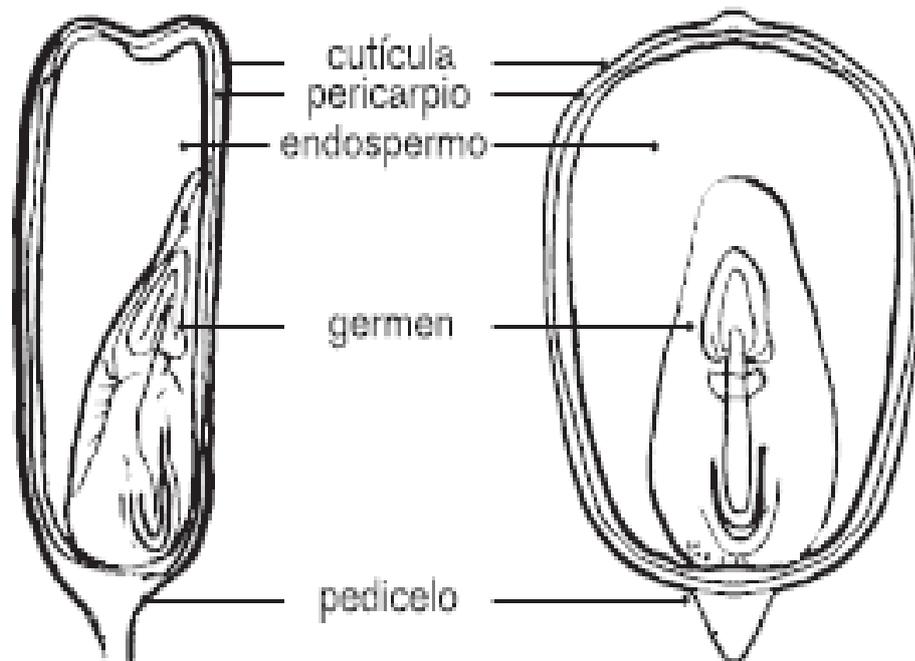


2.2.6 Fruto

La mazorca o fruto, está formado por una parte central llamado zuro, donde se adhieren los granos de maíz en número de varias decenas por cada mazorca. El 46% del peso total de la mazorca corresponde al peso de las brácteas y el 54% restante al raquis y a los granos, del cual el 29% es materia comestible. El fruto y

la semilla forman un solo cuerpo que tienen la forma de un cariósipide brillante, de color amarillo, rojo, morado, blanco y que se los denomina vulgarmente como granos dentro del fruto que es el ovario maduro, la semilla está compuesta de la cubierta o pericarpio, el endospermo amiláceo y el embrión o germen, pesa aproximadamente 0,3 gr. (Sánchez, A. y Villamizar C., 2003).

Imagen 4: Corte transversal y longitudinal del grano de maíz



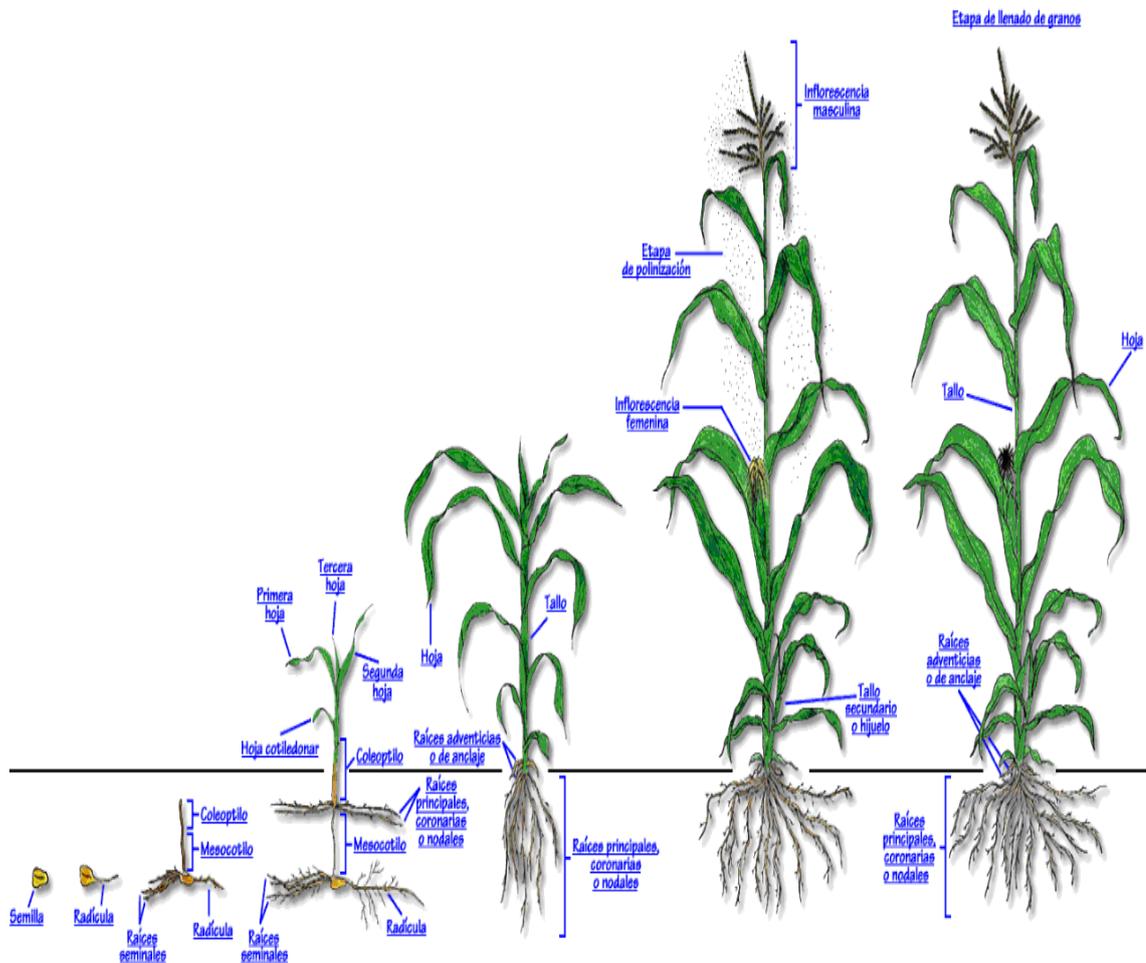
2.2.7 Ciclo vegetativo

El ciclo vegetativo del maíz empieza con la nacencia, con una duración de seis u ocho días y comprende desde la siembra hasta la aparición del coleóptilo. Luego de terminar la germinación, empieza el periodo de crecimiento, el cual aparece una nueva hoja cada tres días, si las condiciones del cultivo son normales a los veinte días de la nacencia, la planta deberá tener una cinco o seis hojas, alcanzando su plenitud foliar dentro de la cuarta o quinta semana.

Se considera como la fase de floración el momento en que la panoja formada en el interior del tallo, se encuentra emitiendo polen y se produce el alargamiento de los

estilos, la emisión de polen suele durar en función de la temperatura y la disponibilidad hídrica unos ocho o diez días. (Mendoza, R. 2001).

Imagen 5. Crecimiento y desarrollo de la planta de maíz.

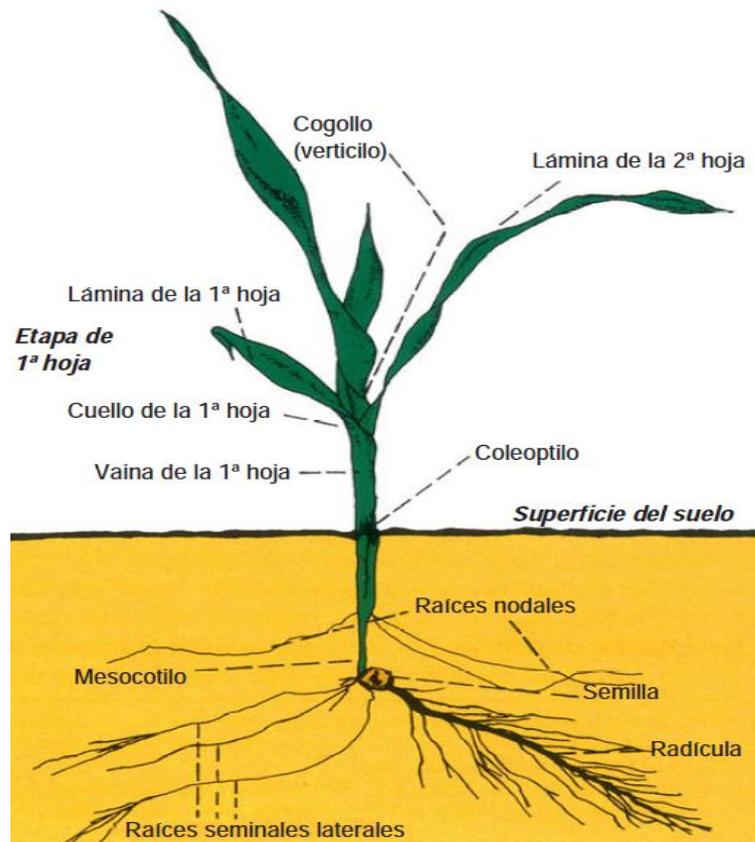


Según Ritchi (1984), las etapas de crecimiento antes de la fecundación puede ser identificadas contando el número de hojas que ha completado su desarrollo (hojas con cuello visible) del verticilo foliar o cogollo (Imagen 1). La primera hoja generalmente es redonda y las demás son puntiagudas y cada hoja subsiguiente a las primeras siete u ocho es casi dos veces más grande que la inmediata inferior.

Las primeras (las más inferiores) cinco o seis hojas generalmente se pierden debido a la elongación del tallo y al desarrollo de las raíces adventicias. Después

la hoja más baja de la planta será identificada por el largo del internudo bajo la unión de la vaina de la hoja. Los internudos que están debajo de las primeras cuatro hojas no se desarrollan. (Ritchie, S. y Hanway, J., 1984).

Imagen 6. Partes de la planta joven de maíz.



2.2.8 Requerimientos edafoclimáticos

El cultivo necesita suelos franco-limosos o franco-arcillosos, profundos y bien drenados, esto facilita el desarrollo radicular y produce una mejor adsorción de humedad y de nutrientes. El pH óptimo se encuentra entre 5.5 y 7.5 (Parsons, D. 1998).

El maíz crece rápido y tiene buen rendimiento a temperaturas de 20 °C a 30 °C. Soporta temperaturas mínimas de hasta 8 °C y superior a 30 °C, es difícil que se pueda mantener la humedad del suelo, esto genera problemas de absorción de

nutrientes y minerales. La planta necesita aproximadamente entre 550 a 1000 mm de lluvia distribuidas uniformemente durante todo el ciclo vegetativo. Las variedades precoces necesitan menos agua que las tardías. **(Cruz, L., 2006).**

El maíz germina sin problema en la oscuridad, pero para su crecimiento requiere pleno sol. En cuanto a la floración, los mayores rendimientos se obtienen con once o catorce horas de luz por día. En las áreas de vientos fuertes se deben cultivar variedades enanas y también se deben construir rompe vientos. Los vientos calientes o húmedos producen desecación de los cabellos de la mazorca. **(Parsons, D., 1998).**

2.2.9 Manejo del cultivo

2.2.9.1 Preparación del suelo

Para las labores de arada, rastra y surcado se utiliza fuerza mecánica (tractor) o animal (yunta) y se realizan con dos meses de anticipación a la siembra, para facilitar la descomposición de los residuos de la cosecha anterior, esto ayuda a que el suelo se enriquezca con materia orgánica rica en minerales.

La distancia de siembra es de 90 cm entre surcos y 50 cm entre plantas, es decir una densidad de siembra de 4 500 plantas/ha. El cultivo se puede sembrar como monocultivo y como cultivo asociado, generalmente se siembra conjuntamente con soya, fréjol, hortalizas y arroz **(Silva, E., et al., 1997, Yáñez, C., et al., 2007).**

2.2.9.2 Densidad de siembra

En monocultivo la distancia es de 90 cm entre surcos y 50 cm entre sitios con dos semillas por sitios, es decir 4500 plantas/ha. En cultivo asociado la distancia cambia a 80 cm entre sitios, con tres semillas de maíz y dos de fréjol por sitio.

La cantidad de semillas que se requiere para la siembra es de 30 kg/ha en unicultivo y en cultivo asociado se necesita 25 kg/ha de semillas de maíz y 45 kg/ha de semilla de fréjol. **Yáñez, C., et al., 2007)**

2.2.9.3 Fertilización

Para una adecuada fertilización del suelo es necesario un análisis químico del suelo antes de la siembra. Si no se dispone de un análisis químico, se recomienda aplicar al menos dos sacos de 18-46-00 a la siembra y dos sacos de urea al aporque por hectárea (**Silva, E., et al., 1997, Yanez, C., et al., 2007)**

2.2.9.4 Control de malezas

La competencia de las malezas con el maíz en las tres primeras semanas puede reducir hasta un 25 % de la producción, se recomienda aplicar herbicidas selectivos a base de Atrazina (Gesaprin) en dosis de dos kg/ha.

Si el cultivo es asociado con fréjol se debe aplicar la mezcla de un kilogramo de linurón (Afalón) con dos litro de Alaclor (Lazo) por hectárea. Los herbicidas deben aplicarse en la etapa de preemergencia, sobre suelo húmedo. Si no se utiliza herbicida, se debe realizar una o dos deshierbas con yunta o a mano, de acuerdo a la incidencia de malezas (**Silva, E., et al., 1997, Yanez, C., et al., 2007).**

2.2.9.5 Control de enfermedades

Es recomendable realizar aplicaciones de insecticidas únicamente cuando sea necesario. Para el caso del gusano trozador, se debe aplicar a la base del tallo insecticidas a base de Acefato (Orthene) en dosis de 1.5 a 2 l/ha, si se observa el 10 % de plantas cortadas o marchitas. Para controlar los gusanos de la mazorca (*Heliothis zea* y *Euxesta eluta*), se recomienda tres aplicaciones de aceite de origen vegetal, con aceitero o algodón, en el lugar de salida de los pelos

(estigmas) de la mazorca. La primera aplicación se debe realizar cuando una tercera parte de las plantas muestren sus mazorcas con pelos, la segunda luego de ocho días y la tercera a los quince días de la primera aplicación. Cada aplicación se realiza con un promedio de cuatro jornales y de 1.5 a 2 litros de aceite por hectárea (Silva, E., et al., 1997, Yáñez, C., et al., 2007)

2.2.9.6 Cosecha

La planta de maíz presenta diferentes propósitos, tales como producción de forraje verde y ensilaje, para el consumo animal, producción en granos secos, o como hortalizas. La época de cosecha varía dependiendo a la variedad cultivada, la temperatura, la altitud y la época de siembra (Yáñez, C. et al., 2007).

Los productos de la cosecha son los siguientes:

- **Maíz tierno (Choclo):** La cosecha del maíz tierno se realiza de forma manual, el pedúnculo de la mazorca se desprende del tallo de la planta con un tirón en sentido contrario al crecimiento de la mazorca, es importante evitar daños físicos, y considerar las etapas de desarrollo del cultivo. Para la cosecha es importante considerar los índices de madurez del maíz tierno. Estos índices definen las etapas de madurez de las mazorcas, por este motivo es necesario que las personas encargadas de la cosecha reconozcan el estado de madurez de las mazorcas (Kitinoja, L. y Kader, A., 2003; Suslow, T. y Cantwell, M., 2008,).

- **Granos secos:** Estos se obtienen por medio del desgrane de las mazorcas maduras y secas, una vez ocurrida la madurez fisiológica, cuando la base del grano se observa una capa negra. Dependiendo de las condiciones climáticas el secamiento natural puede ser entre 3 a 4 semanas para alcanzar una humedad aproximada de 20 a 24 %. (Calero, E., 2006).

Si se cosecha con un alto contenido de humedad se dificulta su conservación, porque los granos se deterioran y rompen, haciéndolo susceptible a pudriciones. (Yáñez, C., et al., 2007).

2.3 CLASIFICACIÓN DEL MAÍZ

La clasificación del maíz puede ser: Botánica o taxonómica, comercial, estructural especial.

2.3.1 Botánica o taxonómica

Cuadro 3. Clasificación taxonómica del maíz

Reino:	Planta (vegetal)
Sub-reino:	Tracheophyta
División:	Fanerógamas
Clase:	<u>Monocotiledóneas</u>
Sub-clase:	Micrانتinas
Orden:	Glumiflorales
Familia:	Graminàceos
Subfamilia:	Gramináceo
Género:	Zea
Especie:	Mays
Nombre Científico:	Zea Mays

Fuente: Yáñez,C., et al., 2007.

2.3.2 Comercial

Dependiendo del mercado y del tipo de producción a comercializarse las mazorcas de maíz presenta propiedades características dependiendo a la variedad que

corresponda, de acuerdo a es este cereal se clasifica en dos grandes grupos manera:

- **Maíz blanco.-** La norma oficial mejicana lo define como el maíz que corresponde a este color, que presenta un valor menor o igual a 5% de maíces amarillos.
- **Maíz amarillo.-** La norma oficial mejicana lo define como aquel maíz de granos amarillos o amarillos con un trozo rojizo. (<http://www.tiposde.org/ciencias-naturales/602-tipos-de-maiz-2/>).

2.3.3 Estructural especial

Este se puede dividirse en varios tipos (razas o grupos), en función de calidad, cantidad y patrón de composición del endospermo. Una clasificación común de las diferentes variedades de maíz es la siguiente:

- **Dent (dentado)** Este es el maíz de mayor importancia comercial. Ocupa casi el 73% de la producción global. Se utiliza para alimento para ganado y fabricación de productos industriales como almidón, aceite, alcohol, jarabes de maíz, etc. Consiste de un núcleo harinoso con inclusiones laterales de almidón duro. Debido a que la parte alta del grano contiene almidón harinoso, la pérdida de humedad de esta área provoca un ligero colapso durante la maduración, que produce la apariencia dentada característica.
- **Flint (duro)** Similar al maíz reventador pero de grano más grande. Este grano es cultivado en lugares en donde se requiere tolerancia al frío o donde las condiciones de germinación y almacenamiento son pobres. Ocupa aproximadamente el 14% de la producción.

- **Flour (blando)** Es la variedad favorita para consumo humano. Consiste de granos suaves que son fácilmente molidos/o cocinados para preparar alimentos como tortillas, atole, tamales, etc. Ocupa aproximadamente el 12% de la producción global.
- **Pop (reventador)** Consiste de un grano esférico y pequeño con un núcleo harinoso (suave) y una cubierta cristalina (dura). La humedad atrapada en la parte harinosa se expande cuando se aplica calentamiento y estalla a través de la cubierta dura, creando las palomitas de maíz. Ocupan menos del 1% de la producción mundial.
- **Sweet (dulce)** Tiene un endospermo constituido principalmente por azúcar con muy poco almidón. La producción anual es de menos del 1% del total, pero tiene un alto valor comercial por su utilidad como vegetal procesado. (<http://www.tiposde.org/ciencias-naturales/602-tipos-de-maiz-2/>).

2.3.4 Variedades de maíz híbrido

Los híbridos simplemente tienen rendimientos más altos, debido al efecto conocido como heterosis o vigor híbrido, las variedades de polinización libre son las que producen rendimientos menores. No obstante, para que los híbridos consigan manifestar todo su potencial genético es necesario aplicar técnicas de cultivo que les proporcione un ambiente favorable. (**Chimbo C., y Malatay, F., 2001**). Existe una gran diversidad de variedades de maíz, sin embargo la preferencia de los productores locales están en los cultivares blancos harinosos para el uso principal del choclo. Los productores utilizan la polinización libre por los costos. (**Monar, C., 2002**).

En el Ecuador existe una gran diversidad de maíz distribuido en casi todo el territorio, desde cerca al nivel del mar hasta las tierras altas de la serranía (3200 msnm), en suelos fértiles, así como en terrenos pobres, pedregosos, planos o de pendiente, en colinas y en cerros y los más variados rendimientos. Las principales

variedades de maíz existentes en el Ecuador son: Canguil, sabanero, cuzco, patillo, mishca, racimo de uva, chillo, chulpi, morochón, huandango y uchima. Las variedades mejoradas conservan las mismas características de mazorca y grano que el material original, así como la adaptación específica a las regiones que notablemente superan a las variedades tradicionales (Yáñez, C., *et al.*, 2007). Entre las variedades más importantes para la sierra ecuatoriana tenemos:

INIAP-101:	Blanco harinoso precoz.
INIAP-102:	Blanco suave “Blanco blandito”
INIAP-111:	Blanco harinoso tardío “Guagal mejorado”
INIAP-122:	Amarillo suave precoz “Caucho mejorado”
INIAP-124:	Amarillo suave precoz “Mishca”
INIAP-130:	Amarillo suave precoz.
INIAP-131:	Amarillo suave precoz.
INIAP-153:	Blanco semi duro de precocidad intermedia.
INIAP-160:	Blanco duro de precocidad intermedia.
INIAP-180:	Amarillo duro de precocidad intermedia.
INIAP-192:	Chulpi mejorado.
INIAP-198:	Canguil.
INIAP- 528:	Amarillo suave
INIAP-542:	Amarillo duro
INIAP-H-601:	Hibrido
GUAGAL:	Blanco harinoso tardío.
GUAGAL DE LECHE:	Blanco harinoso tardío. (Yáñez, C., <i>et al.</i> , 2007)

2.3.5 Características importantes de la variedad de maíz INIAP-111 Guagal mejorado

La variedad INIAP-111 Guagal mejorado fue desarrollada con la participación de técnicos y agricultores de la provincia bolívar durante un periodo de cuatro años (1989 - 1993) y se caracteriza por ser tardía, de porte bajo (en comparación a las variedades que poseen los agricultores), con resistencia al acame, así como de buen rendimiento y calidad de grano para choclo y seco. Se adapta a altitudes entre los

2.400 a 2.800 msnm., y fue formada con base a variedades locales colectadas en casi toda la provincia de Bolívar. Las variedades que presentaron buenas características agronómicas y de calidad de grano, tanto en choclo como en grano seco, se cruzaron entre ellas para formar la población Guagal, la cual se seleccionó durante tres ciclos en tres localidades. (Silva, E., et al. 1997, Yanez, C., et al., 2003).

Cuadro 4. Características agronómicas y morfológicas

Tipo	Suave, tardío
Altitud	2400 a 2800 msnm
Días a floración femenina	134
Días a cosecha en choclo	208
Días a cosecha en seco	265
Altura promedio de planta	300 cm
Altura promedio de mazorcas	178 cm
Longitud de la mazorca	20 cm

(Silva, E., et al. 1997, Yáñez, C., et al., 2003).

Cuadro 5. Rendimiento comercial

En choclo	190 sacos/ha (sacos de 130 unid.)
En grano seco en unicultivo	4 100 kg/ha
En asociación con fréjol	3 400 kg/ha
Número de hileras por surcos	12
Color del grano seco	Blanco
Tipo de grano	Harinoso
Textura del grano	Suave

(Silva, E., et al. 1997, Yáñez C., et al., 2003).

Cuadro 6. Calidad (Base seca)

Proteína	9,33 %
Ceniza	1,53 %
Fibra	2,80 %
Extracto libre de N	81,06 %
Aceptación de choclo y grano seco	Buena

(Silva, E., et al. 1997, Yanez, C., et al., 2003).

2.3.6 Usos del maíz

Como ya se ha señalado anteriormente, el maíz tiene tres aplicaciones posibles: alimento, forraje y materia prima para la industria. Como alimento, se puede utilizar todo el grano, maduro, o bien se puede elaborar con técnicas de molienda en seco para obtener un número relativamente amplio de productos intermedios, como por ejemplo sémola de partículas de diferentes tamaños, sémola en escamas, harina y harina fina, que a su vez tienen un gran número de aplicaciones en una amplia variedad de alimentos; se debe notar que el maíz cultivado en la agricultura de subsistencia continúa siendo utilizado como cultivo alimentario básico. En lo que respecta a su aplicación como forraje, en los países desarrollados más del 60 por ciento de la producción se emplea para elaborar piensos compuestos para aves de corral, cerdos y rumiantes; en los últimos años, aun en los países en desarrollo en los que el maíz es un alimento fundamental, se utiliza un porcentaje más elevado de la producción como ingrediente para la fabricación de piensos. Desde hace relativamente poco, el maíz «de elevada humedad» ha despertado gran interés como alimento para animales, debido a su menor costo y a su capacidad de mejorar la eficiencia de la transformación de los alimentos. Los subproductos de la molienda en seco son el germen y la cubierta seminal el primero se utiliza para obtener aceite comestible de elevada calidad mientras que la cubierta seminal, o pericarpio, se emplea fundamentalmente como alimento, aunque en los últimos años ha despertado interés como fuente de fibra dietética. La molienda húmeda es un procedimiento que se utiliza fundamentalmente en la aplicación industrial del maíz, aunque el procedimiento de cocción en solución alcalina empleado para elaborar las tortillas (el pan fino y plano de México y otros países de América Central) también es una operación de molienda húmeda que sólo elimina el pericarpio. La molienda húmeda produce almidón de maíz y subproductos entre los que figura el gluten que se utiliza como ingrediente alimenticio, mientras que el germen de maíz elaborado para producir aceite da como subproducto harina de germen que se utiliza como pienso; ha habido algunos intentos de emplear dichos subproductos para el consumo humano en distintas mezclas y formulaciones alimenticias.

(<http://www.fao.org/docrep/T0395S/T0395S06.htm>).

El proceso de cocción del maíz en agua de cal es propio de México y América Central, aunque actualmente se ha exportado la tecnología a otros países como los Estados Unidos. A partir del maíz cocido en agua de cal, se prepara una masa que es el ingrediente principal de muchos platos populares como el atole, una bebida con gran variedad de sabores, y los tamalitos, pues se confeccionan envolviendo la masa en espaldas de maíz y cociéndola al vapor durante 20 a 30 minutos, para gelatinizar el almidón. La masa también se emplea para hacer tamales, una preparación más compleja por el número de ingredientes que contiene, la mayor parte de las veces carne de pollo o de cerdo añadida a la masa gelatinizada. Cuando la masa se fríe y condimenta, da alimentos como hojuelas de maíz y chilaquiles. Si se deja fermentar la masa durante dos días, envuelta en hojas de banano o plátano, da un alimento llamado pozol, a partir del cual se pueden fabricar diversas bebidas. Se ha afirmado que esa preparación tiene una elevada calidad nutritiva. El aumento de los precios del petróleo ha impulsado la intensificación de las investigaciones sobre la fermentación del maíz para producir alcohol combustible, el cual tiene un uso muy difundido en algunas partes de los Estados Unidos. Con maíz fermentado se elaboran también algunas bebidas alcohólicas. Por último, también tienen importancia las aplicaciones de los residuos de la planta de maíz, que se utilizan, entre otras cosas, como alimento para animales y como base para extraer diversos productos químicos de las panojas, como por ejemplo, furfural y xilosa. Estos residuos también tienen importancia como elementos para mejorar los suelos. (<http://www.fao.org/docrep/T0395S/T0395S06.htm>).

2.3.7 Propiedades químicas, físicas y nutricionales

Los granos de maíz están constituidos principalmente de tres partes: la cascarilla, el endospermo y el germen. La cascarilla o pericarpio es la piel externa o cubierta del grano, que sirve como elemento protector. El endospermo, es la reserva energética del grano y ocupa hasta el 80% del peso del grano. Contiene aproximadamente el 90% de almidón y el 9% de proteína, y pequeñas cantidades de aceites, minerales y elementos traza. El germen contiene una pequeña planta en miniatura, además de grandes cantidades de energía en forma de aceite, que tiene

la función de nutrir a la planta cuando comienza el período de crecimiento, así como otras muchas sustancias necesarias durante el proceso de germinación y desarrollo de la planta (Nuss, E., y Tanumihardjo, S. 2010).

Cuadro 7. Composición química proximal de las partes principales de los granos de maíz (%)

Componente químico	Pericarpio	Endospermo	Germen
Proteínas	3.70	8.00	18.40
Extracto etéreo	0.10	0.80	33.20
Fibra cruda	86.70	2.70	8.80
Cenizas	0.80	0.30	10.50
Almidón	7.30	87.60	8.30
Azúcar	0.34	0.62	10.80

Fuente: Alonso, A., et al, 2002

Cuadro 8. Análisis nutricional del grano de maíz y sus derivados (100 g)

Componente	Maíz amarillo	Maíz blanco	Choclo
Calorías	317,00	32,00	136,00
H ₂ O g	16,60	15,20	64,20
Proteína g	8,30	7,60	4,70
Grasa g	3,20	3,80	1,20
Carbohidrato g	68,90	71,20	27,80
Fibra g	1,60	1,90	14,20
Ceniza g	1,40	1,30	0,90
Calcio mg	9,00	7,00	12,00
Fósforo mg	280,00	310,00	120,00

Fuente: Sánchez, L. / Sevilla, R. (1995)

El maíz es rico en almidón y relativamente pobre en celulosa por lo tanto ocupa un lugar de preferencia por su contenido de elementos nutritivos digeribles

totales y de energía neta, en conjunto con el trigo. La zeína aporta casi la mitad de las proteínas totales del grano entero y aproximadamente la mitad contenidas en el endospermo. En el germen se hallan presentes pequeñas cantidades de zeína, siendo la gluteína la principal proteína de esta parte del grano, en general los tipos de maíz ricos en proteína tienden a ser duros y cristalinos, mientras que el del grano blando tiene generalmente menos contenido de proteína. **(Nuss, E., y Tanumihardjo, S. 2010).**

2.3.8 Macronutrientes

2.3.8.1 Hidratos de Carbono

El grano de maíz contiene aproximadamente alrededor del 72% de almidón del peso total y se encuentra principalmente en el endosperma. El almidón es una entidad semi-cristalina, que está formada por dos componentes principales, amilasa y amilopectina **(FAO, 1994; Nuss, E., y Tanumihardjo, S. 2010).**

Los azúcares van del 1 al 3%, la sacarosa es el principal componente y en cantidades mínimas la maltosa, glucosa, fructosa y rafinosa. Estos azúcares libres se encuentran casi exclusivamente en el germen con sólo 25% presente en el endospermo **(Nuss, E., y Tanumihardjo, S. 2010).**

2.3.8.2 Proteína

Las proteínas constituyen el siguiente componente químico del grano por orden de importancia. En las variedades comunes, el contenido de proteínas puede oscilar entre el 8 y el 11 % del peso del grano, y en su mayor parte se encuentran en el endospermo. **(FAO, 1994).**

La proteína cruda, se estima por el contenido de nitrógeno, que consiste en una mezcla de prolaminas, glutelinas, albúminas, y globulinas, que se diferencian por las propiedades de solubilidad. Prolamina es la fracción importante, con

aproximadamente la mitad del total de nitrógeno del grano, seguido de glutelinas (35% de proteína total), los cuales son proteínas específicas del endospermo. Albúminas contribuyen con alrededor del 7% nitrógeno, las globulinas de 5%, y nitrógeno no proteico es de 6%, que en conjunto representan aproximadamente el 18% del nitrógeno total del grano (Nuss, E., y Tanumihardjo, S. 2010).

2.3.8.3 Lípidos

Las grasas en forma de aceite es el tercer mayor componente nutricional del grano, que van desde 3,5 a 6% del peso total. En comparación con otros alimentos como o la soja, el maíz es relativamente bajo en grasa saturadas (5 g/100 g). Sin embargo, el aceite de germen de maíz refinado compite en el mercado por poseer un mayor contenido de ácidos grasos poliinsaturados, con un promedio de 60% de ácido linoleico, 24% de oleico, y 11% de palmítico (FAO, 1994; Nuss, E., y Tanumihardjo, S. 2010).

2.3.8.4 Fibra

La fibra cruda se encuentra en la cubierta del grano (87% de la cubierta de la semilla), pero también se encuentra en cantidades más pequeñas en el endospermo y las paredes del germen. La fibra representa alrededor del 7% del total de la composición del grano. Las fibras del pericarpio incluyen 67% de hemicelulosa, 23% de celulosa, y el 0,1% de lignina. La fibra insoluble es generalmente del 12%, mientras que la fibra soluble es inferior al 2% (Nuss, E., y Tanumihardjo, S. 2010).

2.3.9 Micronutrientes

2.3.9.1 Vitaminas

El grano de maíz contiene dos vitaminas solubles en grasa, la provitamina A, o carotenoides, y la vitamina E. Los carotenoides se hallan en el maíz amarillo. La

mayoría de los carotenoides se encuentran en el endospermo duro del grano y únicamente pequeñas cantidades en el germen. El beta-caroteno es una fuente importante de vitamina A, aunque no totalmente aprovechada porque existe una mayor preferencia al consumo de maíz blanco (FAO, 1994). La vitamina E, se halla principalmente en el germen. La fuente de la vitamina E son cuatro tocoferoles; el más activo biológicamente es el tocoferol-alfa; aunque el tocoferol-gamma es probablemente más activo como antioxidante (FAO, 1994).

Las vitaminas solubles en agua se encuentran sobre todo en la capa de aleurona del grano de maíz, y en menor medida en el germen y el endospermo. Se han encontrado cantidades variables de tiamina y riboflavinina en el grano del maíz. El contenido de vitaminas está determinado en mayor medida por el medio ambiente y las prácticas de cultivo que por la estructura genética, aunque se han encontrado diferencias en el contenido entre las distintas variedades. El maíz no tiene vitamina B₁₂ y el grano maduro contiene sólo pequeñas cantidades. Otras vitaminas, como la colina, el ácido fólico, ácido ascórbico y el ácido pantoténico, se encuentran en concentraciones pequeñísimas (FAO, 1994).

2.3.9.2 Minerales

Los factores ambientales, como la calidad del suelo, tienen una relación directa con el contenido de minerales. El germen contiene cerca del 80% de minerales y el endospermo menos 1%. El fósforo en forma de fosfato de potasio, y el magnesio son los minerales más comunes que se encuentran en maíz, específicamente en el embrión. El cuarto elemento más abundante es el azufre, presente forma orgánica como un componente de la metionina y la cistina. El maíz es rico en almidón y relativamente pobre en celulosa por lo tanto ocupa un lugar de preferencia por su contenido de elementos nutritivos digeribles totales y de energía neta, en conjunto con el trigo. La zeína aporta casi la mitad de las proteínas totales del grano entero y aproximadamente la mitad contenidas en el endospermo. En el germen se hallan presentes pequeñas cantidades de zeína, siendo la gluteína la principal proteína de esta parte del grano, en general los tipos de maíz ricos en proteína tienden a ser duros y cristalinos, mientras que el del

grano blando tiene generalmente menos contenido de proteína. Como sucede en la mayoría de los cereales el total de calcio y hierro son niveles insignificantes. Otros restos incluyen minerales como manganeso, cobre, selenio y yodo (Nuss, E., y Tanumihardjo, S. 2010).

2.4 MOTE

Del náhuatl *nixtli*, cenizas, y *tamalli*, masa, el proceso de la nixtamalización se ha transmitido de generación en generación en Mesoamérica, y todavía se utiliza como en tiempos prehispánicos. Mote es el nombre que recibe en Ecuador el grano de maíz luego de ser hervido y cocido, se lo sirve pelado y es una excelente guarnición acompañando platos muy populares como el hornado, la fritada, etc. Se utiliza en muchas sopas como el caldo de patas. También es la base para platos sobre todo típicos de la ciudad de Cuenca como el mote pillo o el mote sucio. (<http://es.wikipedia.org/wiki/Mote>).

2.4.1 Propiedades y aspectos nutricionales

Tiene un alto contenido de carbohidratos. Por cada 100 gr hay 25 de carbohidratos. Pero se tratan de carbohidratos polisacáridos (complejos) que a diferencia de los monosacáridos (simples) que provienen de las harinas refinadas, no solo aportan calorías sino azúcares y nutrientes. Esta cualidad dota al cuerpo de energía, por lo que se recomienda que sea aprovechado por deportistas y niños en crecimiento. (López, O., *et al.*, 2009).

Por su constante actividad física requieren de energía. Otra propiedad nutricional de este cereal es que no tiende a engordar a las personas, si es que se consume moderadamente. El mote deja con saciedad y sin ganas de complementar la alimentación con otros alimentos. Una tercera propiedad del mote es la fibra., indicó que este elemento reduce los niveles de colesterol, mantiene saludable el aparato digestivo y evita los estreñimientos. La fibra del mote arrastra el colesterol malo y lo elimina a través de las heces. Esta es una de las razones por lo

que el cuerpo lo digiere rápido. Un cuarto beneficio es ser antioxidante por el contenido de betacarotenos, un componente de la vitamina A que produce las defensas en el organismo. Las vitaminas del complejo B como la B1, B3 y B9, también ayudan en el funcionamiento del sistema nervioso central. Es un alimento completo porque también aporta con minerales como el magnesio, calcio, hierro y fósforo. Todos estos favorecen el metabolismo del organismo, es decir la forma en que el cuerpo trabaja, consume energía y funciona. Adicional al mote también es beneficiosa la harina de maíz porque no contiene gluten (una proteína de los granos) por lo que es una buena opción para los pacientes que tienen intolerancia al gluten (enfermedad celíaca). Por esta causa se aconseja dar a los infantes para evitar procesos alérgicos. La harina se usa en sopas y coladas.

([http://www.alanrevista.org/ediciones/composicionquimicadigestibilidadmote . asp](http://www.alanrevista.org/ediciones/composicionquimicadigestibilidadmote.asp))

Cuadro 9. Composición nutricional de polenta de maíz mote por 100 g de sustancia comestible

Nutriente	Valor por g/ 100 g
Agua	10 ,69 ± 0,02
Proteína	8,22 ± 0,05
Grasas	3,75 ± 0,04
Cenizas	2,01 ± 0,06
Carbohidratos totales	71,70 ± 0,42
Sodio**	48,38 ± 1,97
Potasio**	222,62 ± 1,57
Hierro**	9,73 ± 0,14
Fósforo**	424,90 ± 4,73
Calcio**	922,65 ± 0,48

<http://www.scielo.org.ve/scielo.php>.

2.5 CAL

La cal es un elemento cáustico, muy blanco en estado puro, que proviene de la calcinación de la piedra caliza. La cal común es el óxido de calcio de fórmula CaO , también conocido como cal viva. Es un material muy utilizado en construcción y en otras actividades humanas. Como producto comercial, normalmente contiene también óxido de magnesio, óxido de silicio y pequeñas cantidades de óxidos de aluminio y hierro (Coloma, G. 2008).

La cal se puede obtener normalmente por descomposición térmica de materiales como la piedra caliza, que contiene carbonato de calcio (CaCO_3), material extraído de depósitos sedimentarios llamados caliches. Se somete a temperaturas muy altas, que oscilan entre 900 y 1200 °C, por un período de 3 días, en un horno rotatorio o en un horno especial llamado kiln de cal. El proceso, llamado calcinación, libera una molécula de dióxido de carbono (CO_2), resultando el material llamado óxido de calcio (CaO), de color blanco y muy cáustico (quema los tejidos orgánicos). Sin embargo, el proceso puede ser reversible, ya que al enfriarse la cal, comienza a absorber nuevamente el CO_2 del aire, y después de un tiempo, vuelve a convertirse en CaCO_3 o carbonato de calcio. La cal viva puede ser combinada con agua, produciéndose una reacción violenta que desprende mucho calor. Se forma entonces el hidróxido de calcio que se comercializa en forma de polvo blanco conocido como cal muerta o apagada. (Coloma, G. 2008).

Desde la antigüedad, el uso más frecuente de la cal es como aglomerante en la construcción. Al mezclar cal con agua y arena, se produce una especie de mortero que se utiliza para pegar ladrillos, piedras y también para aplanar paredes y techos. Este uso se debe principalmente a que la cal puede adquirir mucha dureza al secarse y puede ser un material muy resistente. Eso se produce debido a que la cal apagada absorbe el dióxido de carbono que había perdido y se convierte lentamente en carbonato de calcio al secarse. Debido a esa misma característica, la cal también se utiliza para crear pinturas murales con la técnica del fresco. Al endurecerse la cal, por convertirse en carbonato de calcio, facilita la fijación de los

colores del fresco. En muchos lugares, también se usa para recubrir fachadas debido a su impermeabilidad.

Otros usos de la cal incluyen la neutralización de los suelos ácidos en agricultura, la fabricación de vidrio y papel, el lavado de ropa blanca, el refinado de azúcar, el ablandamiento del agua, incluso en alimentación, para hacer sémola de maíz y tortillas en un proceso llamado nixtamalización. (Coloma, G. 2008).

2.5.1 Hidróxido de calcio

El hidróxido de calcio, también conocido como cal muerta y/o cal apagada, es un hidróxido cáustico con la fórmula $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Es un cristal incoloro o polvo blanco, obtenido al reaccionar óxido de calcio con agua. Puede también precipitarse mezclando una solución de cloruro de calcio con una de hidróxido de sodio. Si se calienta a 512°C , el hidróxido de calcio se descompone en óxido de calcio y agua. La solución de hidróxido de calcio en agua es una base fuerte que reacciona violentamente con ácidos y ataca varios metales. Se enturbia en presencia de dióxido de carbono por la precipitación de carbonato de calcio.

(http://www.ecured.cu/index.php/Hidr%C3%B3xido_de_Calcio)

2.5.2 Usos de hidróxido de calcio

Por su carácter de base poderosa, tiene, usos variados, como:

- Floculante, para el tratamiento de aguas residuales y mejoramiento de tierras ácidas
- Ingrediente para hacer mortero y yeso
- Como Reactivo químico
- En el proceso para la neutralización de ácido sobrante
- En la remineralización de agua desalada
- En la industria petrolera para la manufactura de aditivos para el petróleo crudo

- En la industria química para la manufactura de estereato de calcio; entre otros usos.

(http://www.ecured.cu/index.php/Hidr%C3%B3xido_de_Calcio)

2.5.3 Hidróxido de calcio cal P-24

Es un producto de uso múltiple, a base de Hidróxido de Calcio, obtenido luego de un proceso de calcinación en hornos verticales a 1200 °C, temperatura óptima que garantiza que el producto tenga una excelente capacidad de reacción. Sus principales usos son en la acuicultura, industria, agricultura, construcción de carreteras, sanidad urbana, sanidad animal, sanidad vegetal.

(http://disensa.com/main/images/pdf/cales_carbonatos.pdf)

2.5.4. Beneficios

La Cal P-24 por ser obtenida en hornos verticales en donde solo en estos se alcanza los 1.200 °C necesarios para lograr un producto sumamente reactivo, de color blanco y tamaño muy fino de su partícula (malla 200), es la única cal que asegura un efecto inmediato de acción o corrección de parámetros en los diversos usos que se le da. Producto con alto contenido de Hidróxido de Calcio. De 79-85 % Ca (OH)₂ Partícula fina MALLA 200. Densidad 0,65 gr/cm³.

(http://disensa.com/main/images/pdf/cales_carbonatos.pdf)

2.6 ELABORACIÓN DEL MAÍZ INTEGRAL

2.6.1 Cocción de grano de maíz en agua de cal

El maíz es el cereal básico en la alimentación de grandes sectores de la población urbana y rural de varios países, principalmente México y Centro América, siendo la tortilla la forma más importante y común de consumo. La forma de

procesamiento del maíz para la elaboración de la tortilla, incluye la nixtamalización, molienda, torteado y cocción de la masa.

El método tradicional de procesamiento del maíz en Guatemala, consiste en cocer el maíz en una solución de hidróxido de calcio con una concentración de 0,17 – 0,58 %, en relación al peso del maíz, con una proporción entre el grano y agua de 1:1.2, el tiempo de cocción varía de 46 a 67 minutos a una temperatura de 94 °C. Después de la cocción el grano permanece en reposo durante 12 a 14 horas, posteriormente se decanta el líquido y el maíz cocido, denominado entonces nixtamal, se lava dos o tres veces con agua para eliminar las cubiertas seminales, pilorizas, exceso de cal e impurezas del grano. El grano nixtamalizado se muele, operación que se realiza con una piedra de moler o un molino de cuchillas, agregando un poco más de agua. (FAO, 1994).

2.6.2 Cambios físicos y químicos en la nixtamalización

La nixtamalización es un proceso que incluye agua, calor y el uso de hidróxido de calcio, estos tres factores influyen en las características físicas y químicas del maíz procesado; existen pérdidas de nutrientes que pueden deberse a la destrucción de algunos nutrientes y a la transformación de otros. Las pérdidas de materia seca durante la cocción alcalina, son influenciadas por la estructura del endospermo ya que, teóricamente, tanto un grano suave como uno quebrado, da mayor porcentaje de pérdidas que un grano duro e íntegro. La base del grano que lo une a la mazorca es la piloriza, e influye en las pérdidas de materia seca durante la nixtamalización, debido a que se desprende con facilidad durante el lavado, además se pierde el pericarpio residual.

Para el maíz blanco, las pérdidas de materia seca son de 17,2 % con una variabilidad de un 9,5 a 21,3 %, comparado con el maíz amarillo, en el cual las pérdidas promedian 14,1 % en un rango de 8,9 a 16,7 %. La conservación del germen en el proceso de nixtamalización es de mucha importancia desde el punto de vista nutricional, ya que éste representa del 7 – 22 % de peso del grano,

y es una fracción del grano con alto contenido de grasa y proteína, la cual es de mejor calidad y funciona como un suplemento proteínico para el endospermo del maíz.

Durante el proceso alcalino de cocción, para transformar el maíz en tortilla, suceden cambios importantes en la composición nutricional, como lo son la pérdida significativa de tiamina (52 a 72 %), de riboflavina (28 a 54 %) y de niacina (28 a 36 %); así como la pérdida del 15 al 28 % de caroteno (en el maíz amarillo) y el aumento en el contenido de calcio y cenizas. La pérdida de fibra cruda del grano, asciende aproximadamente al 46 % en el maíz blanco y al 31 % en el maíz amarillo, esto se debe a la pérdida de la cáscara que recubre al grano. **(López, O., et al., 2009).**

El remojo del grano de maíz antes de cocinarlo, permite aumentar el contenido de calcio. El contenido de calcio en la masa se ve determinado por la concentración de cal, la temperatura en la cocción y el remojo. Los cambios del contenido de otros minerales varían, y dependen posiblemente de la pureza de la cal utilizada en el proceso. En cuanto al contenido de grasas, aunque existen pérdidas durante la nixtamalización, la composición de los lípidos del maíz no cambia. Respecto a los cambios en la calidad de la proteína, éstos son mínimos. Existe una tendencia hacia una mejor calidad de proteína en la tortilla, ya que la solubilidad de las proteínas es diferente respecto a la del grano; la zeína es la más afectada en este proceso, ya que su solubilidad disminuye significativamente en la tortilla.

Durante la nixtamalización se han detectado pérdidas de arginina (18,7 %), histidina (11,7 %), lisina (5,3 %), leucina (21 %), cistina (12,5 %) y pequeñas pérdidas de ácido glutámico, prolina y serina, así como una pérdida importante de lisina y triptófano. **(FAO. 1993, López, O., et al., 2009).**

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 MATERIALES

3.1.1 Ubicación del experimento

Cuadro 10. Ubicación y localidad

PROVINCIA	Bolívar
CANTÓN	Chimbo
PARROQUIA	San José
SECTOR	Tumbiguan (Asociación de Productores de Mote 23 de septiembre)

Fuente: Estación meteorológica del ITSA “Tres de Marzo”. (2011)

3.1.2 Situación geográfica y climática de la localidad

Cuadro 11. Parámetros climáticos

Parámetros Climáticos	Promedio
Altitud	2500 m.s.n.m.
Latitud	01°21'30" S
Longitud	79°22'30" W
Temperatura	14.75 °C
Precipitación (mm/año)	520 mm
Heliofania (horas/luz)	737
Humedad relativa (%)	76

Fuente: Estación meteorológica del ITSA “Tres de Marzo”. (2011)

3.1.3 Zona de vida

De acuerdo con la clasificación de las zonas de vida L. Holdrige (1982), el sitio corresponde a la formación de Bosque Húmedo Montano Bajo (bhMB).

3.1.4 Material experimental

- Granos secos de maíz INIAP-111 guagal mejorado
- Para el pelado de la cutícula del mote se utilizó: 3 porcentajes de hidróxido de calcio, 3 tiempos de cocción.
 - hidróxido de calcio cal P-24 en diferentes niveles de porcentaje de 1%, 3% y 5%.
 - Ácido cítrico 0,5 %.

3.1.5 Material de campo

- Cámara fotográfica digital

3.1.6 Materiales de oficina

- Computadora
- Calculadora
- Esferográficos
- Escritorio
- Impresora
- Libreta de campo
- Papel de impresión
- Sillas

3.1.7 Equipos de la planta

- Balanza análoga
- Marmita de cocción
- Peladora
- Termómetro (escala de 0 – 100°C)

3.1.8 Material de la planta

- Mesa de trabajo
- Recipientes plásticos
- Fundas de polipropileno
- Fundas de papel
- Utensilios (cuchillos, paleta)
- Jabón
- Detergente
- Escobas

3.1.9 Aditivos

- Hidróxido de Calcio (CaOH)₂
- Ácido cítrico

3.1.10 Materiales y equipos para análisis de laboratorio

Los materiales y equipos que se utilizaron en la investigación fueron los siguientes: análisis bromatológico y microbiológico.

Equipos

- Peladora

- Balanza analítica
- Estufa
- Determinador de humedad
- Incubadora
- Determinador de grasa
- Esterilizador
- Determinador de fibra
- Autoclave
- Determinador de Proteína
- Licuadora

Materiales

- Balanza eléctrica
- Vasos de precipitación
- Espátula
- Balones aforados
- Tubos de ensayo
- Reloj
- Erlenmeyers
- Barrilla
- Mascarilla
- Bureta
- Gradilla
- Pizeta
- Frascos gotero
- Pinzas
- Soporte universal
- Embudo Büchner

Reactivos

- Agares (PCA; PDA; PC)
- NaOH (0,1N)
- Agua destilada
- Rojo metilo (0,1N)
- Fenolftaleína
- Ácido Bórico (2 %)
- Alcohol
- H₂SO₄ (0,1N)
- NaOH (0,01N)
- Di fósforo penta-Oxido
- Éter de petróleo PE
- Silicona antiespumante
- Azul de metileno HCl (0,1N)

3.2 MÉTODOS

3.2.1 Factores en estudio

Tabla 1. Factores A y B

FACTOR A	Hidróxido de Calcio Cal P24	A ₀	1 (%)
		A ₁	3 (%)
		A ₂	5 (%)
FACTOR B	Tiempo de cocción.	B ₀	20 (min)
		B ₁	30 (min)
		B ₂	40 (min)

Fuente: Experimentales. Cordero J. (2012)

3.2.2 Tratamientos

Combinación A x B según el siguiente detalle:

Tabla 2. Descripción de diseño

N° Trat.	Código	Detalle
T ₁	A ₀ B ₀	1 % Hidróxido de Calcio + 20 min Tiempo de cocción
T ₂	A ₀ B ₁	1 % Hidróxido de Calcio + 30 min Tiempo de cocción
T ₃	A ₀ B ₂	1 % Hidróxido de Calcio + 40 min Tiempo de cocción
T ₄	A ₁ B ₀	3 % Hidróxido de Calcio + 20 min Tiempo de cocción
T ₅	A ₁ B ₁	3 % Hidróxido de Calcio + 30 min Tiempo de cocción
T ₆	A ₁ B ₂	3 % Hidróxido de Calcio + 40 min Tiempo de cocción
T ₇	A ₂ B ₀	5 % Hidróxido de Calcio + 20 min Tiempo de cocción
T ₈	A ₂ B ₁	5 % Hidróxido de Calcio + 30 min Tiempo de cocción
T ₉	A ₂ B ₂	5 % Hidróxido de Calcio + 40 min Tiempo de cocción

Fuente: Experimentales. Cordero J. (2012)

3.2.3 Descripción del diseño experimental

Para la presente investigación se aplicó un diseño A x B en arreglo factorial 3x3x2 con dos repeticiones; el mismo que responde al siguiente modelo matemático:

$$Y_{ij} = \mu + A_i + B_j + AB_{ij} + \epsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Cualquier variable sujeta de medición

μ = Media General

A_i = Efecto de factor A

B_j = Efecto de factor B

AB_{ij} = Efecto de factor (A*B)

ϵ_{ij} = Efecto del Error Experimental

3.2.4 Característica del experimento

Tabla 3. Característica del experimento

Factor de Estudio	$(Fe) = 2$
Número de tratamientos	$(t) = 9$
Número de repeticiones	$(r) = 2$
Número de Unidades experimentales	$(t*r) = 18$
Unidad experimental	$(Ue) = 1000 \text{ g}$

Fuente: Experimentales. Cordero J. (2012)

3.2.5 Respuesta experimental

Para la respuesta experimental se procedió a controlar, el porcentaje de la cutícula removida y el peso del mote, obtenidos del pelado del maíz; según el Balance de Materia, para llegar a conocer que tratamiento removió mayor porcentaje de cutícula.

3.2.6 Tipo de análisis

Análisis de varianza (ADEVA) según el siguiente detalle:

Tabla 4. Análisis de varianza (ADEVA)

Fuente de variación		Grados de libertad (Gl)
Total	$(abr-1)$	17
Repeticiones	$(r-1)$	1
Factor A	$(a-1)$	2
Factor B	$(b-1)$	2
Factor A x B	$(a-1)(b-1)$	4
Error	$(ab-1)(r-1)$	8

Fuente: Experimentales. Cordero J. (2012)

3.2.7 Análisis estadístico

- Prueba de Tukey, para comparar promedios de los tratamientos.
- Prueba de Tukey, para comparar promedios del factor A y B
- Análisis del presupuesto parcial y marginal (Perrin).

3.3 METODOS DE EVALUACIÓN Y DATOS TOMADOS

En la investigación se evaluó los siguientes parámetros como: análisis en la materia prima (maíz seco), y al producto terminado (mote), para comparar si existe cambio en la composición interna del grano y si el proceso altera la misma.

3.3.1 Materia prima

Se realizó análisis; bromatológicos, minerales, aminoácidos y microbiológicos de muestras de maíz INIAP-111 guagal mejorado con dos réplicas.

3.3.1.1 Análisis bromatológico

Esto se lo realizó a partir de las diferentes técnicas como por ejemplo para:

- a) Determinación de la humedad
Se utilizó el método PEE/LA/02 NTEN INEN 1235
- b) Determinación de proteínas
Se utilizó el método PEE/LA/01 NTEN INEN 519
- c) Determinación de grasa
Se utilizó el método PEE/LA/05 NTEN INEN 523
- d) Determinación de cenizas
Se utilizó el método PEE/LA/03 NTE INEN 520
- e) Determinación de fibra
Se utilizó el método INEN 522
- f) Determinación de Carbohidratos totales
Se realizó por cálculo

3.3.1.2 Análisis de minerales

Se realizó en el Laboratorio de Análisis de Alimentos, Aguas y Afines. “LABOLAB” laboratorios que se encuentran en la ciudad de Quito en la Av. Pérez Guerrero Oe 21-11 y Versalles – Of.12B – 2do Piso, estos análisis se realizaron en estos laboratorios ya que cuentan con análisis completos para este estudio.

- a) Sodio
Según el método de Electrodo Selectivo.
- b) Potasio
Según el método de Electrodo Selectivo.
- c) Calcio
Según el método NOM 187-SSA1
- d) Fosforo
Según el método AOAC 986.24
- e) Magnesio
Según el método AOAC 991.25

3.3.1.3 Análisis de aminoácidos

Se realizó en el Laboratorio de Análisis de Alimentos, Aguas y Afines. “LABOLAB” laboratorios que se encuentran en la ciudad de Quito en la Av. Pérez Guerrero Oe 21-11 y Versalles – Of.12B – 2do Piso, estos análisis se realizaron en estos laboratorios ya que cuentan con análisis completos para este estudio.

- a) Según el método, Ref CIMMYT 1985

3.3.1.4 Análisis microbiológico

- a) Recuento total de mesófilos (Bacterias)
Según el método de recuento de gérmenes aerobios mesófilos viables en placa. (NTE INEN 1 529-5).

b) Hongos y levaduras.

Según el método, técnicas de rutina para numeración de colonias de levaduras. (NTE INEN 1 529-10).

c) Coliformes totales (*Escherichia coli*).

Según el método, técnica de rutina para la numeración de Coliformes mediante el recuento de colonias. (NTE INEN 1 529-7/ NTE INEN 1 529-8).

3.3.2 PRODUCTO TERMINADO (MEJOR TRATAMIENTO)

Para la selección del mejor tratamiento se utilizó los resultados obtenidos en el diseño experimental, en el cual se considera el mayor porcentaje de cutícula removida, este porcentaje se ve reflejado en los cuadros que representa a cada factor con sus distintos subniveles.

3.3.2.1 Análisis bromatológico

a) Determinación de la humedad

Se utilizó el método PEE/LA/02 NTEN INEN 1235

b) Determinación de proteínas

Se utilizó el método PEE/LA/01 NTEN INEN 519

c) Determinación de grasa

Se utilizó el método PEE/LA/05 NTEN INEN 523

d) Determinación de cenizas

Se utilizó el método PEE/LA/03 NTE INEN 520

e) Determinación de fibra

Se utilizó el método INEN 522

f) Determinación de Carbohidratos totales

Se realizó por cálculo

3.3.2.2 Análisis de minerales

Se realizó en el Laboratorio de Análisis de Alimentos, Aguas y Afines. “LABOLAB” laboratorios que se encuentran en la ciudad de Quito en la Av. Pérez Guerrero Oe 21-11 y Versalles – Of.12B – 2do Piso, estos análisis se realizaron en estos laboratorios ya que cuentan con análisis completos para este estudio.

- a) Sodio
Según el método de Electrodo Selectivo.
- b) Potasio
Según el método de Electrodo Selectivo.
- c) Calcio
Según el método NOM 187-SSA1
- d) Fosforo
Según el método AOAC 986.24
- e) Magnesio
Según el método AOAC 991.25

3.3.2.3 Análisis de aminoácidos

Se realizó en el Laboratorio de Análisis de Alimentos, Aguas y Afines. “LABOLAB” laboratorios que se encuentran en la ciudad de Quito en la Av. Pérez Guerrero Oe 21-11 y Versalles – Of.12B – 2do Piso, estos análisis se realizaron en estos laboratorios ya que cuentan con análisis completos para este estudio.

- a) Según el método, Ref CIMMYT 1985

3.3.2.4 Análisis microbiológico

Se realizó este tipo de análisis en la muestra de mote obtenido de los 3 procesos y del mejor tratamiento.

- a) Recuento total de mesófilos (Bacterias)
Según el método de recuento de gérmenes aerobios mesófilos viables en placa. (NTE INEN 1 529-5).
- b) Hongos y levaduras.
Según el método, técnicas de rutina para numeración de colonias de levaduras. (NTE INEN 1 529-10).
- c) Coliformes totales (Escherichia coli).
Según el método, técnica de rutina para la numeración de Coliformes mediante el recuento de colonias. (NTE INEN 1529-7/ NTE INEN 1529-8).

3.4 MANEJO DEL EXPERIMENTO

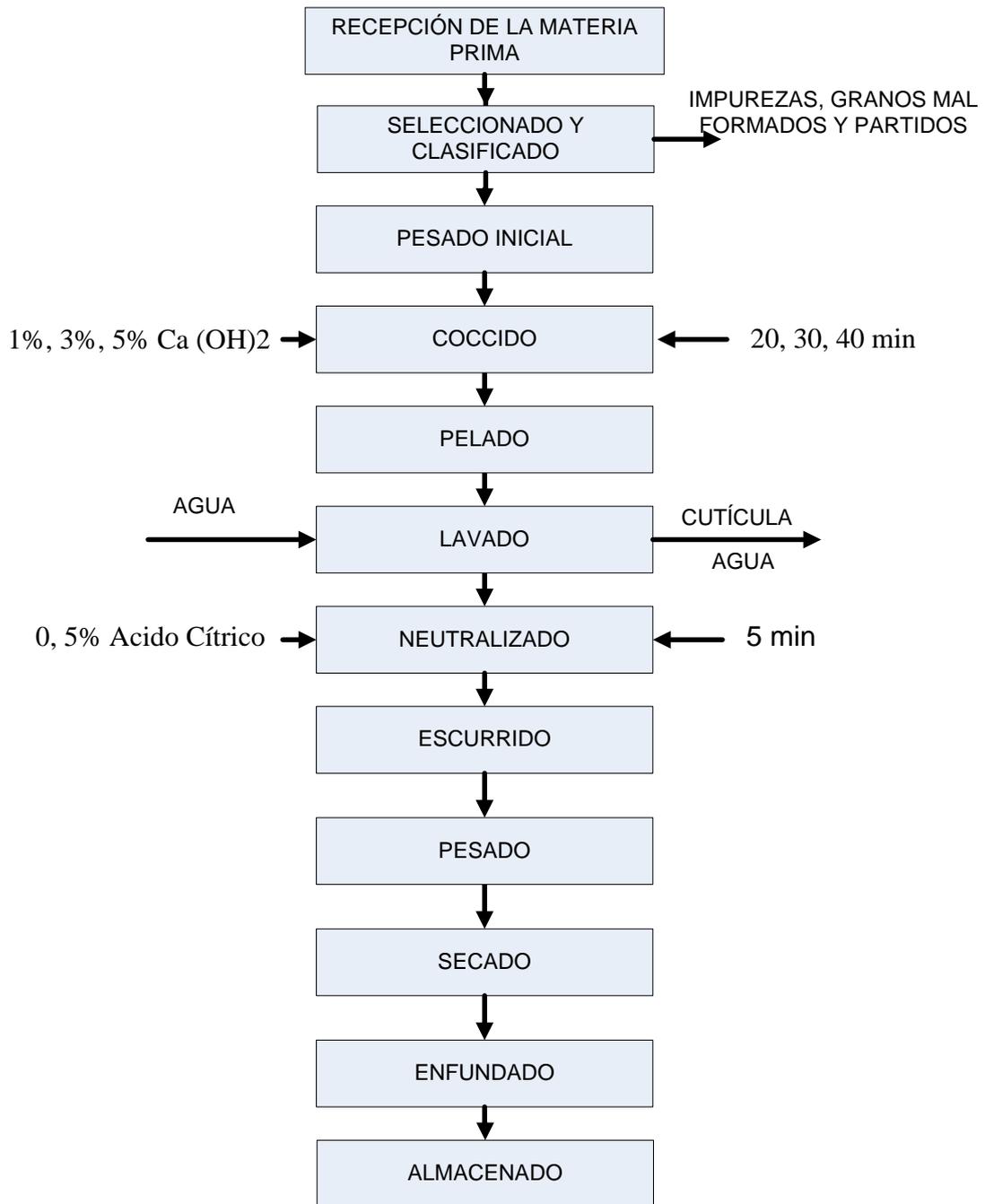
Para efectuar el siguiente trabajo se utilizó la variedad de maíz INIAP 111 Guagal mejorado, adquirida de los productores de maíz del sector de Tumbiguan, cantón san José de Chimbo, de la provincia Bolívar; para esto fue importante controlar los puntos críticos de las variables en estudio en cada proceso.

3.4.1. Descripción del experimento

- a) **Recepción de la materia prima:** para la experimentación se utilizó la variedad de maíz más utilizada en los agricultores como es los guagales, la variedad INIAP 111-Guagal mejorado permite asegurar la calidad de la materia prima por las características establecidas.
- b) **Seleccionado y clasificado:** Se realizó en forma manual y por inspección visual se retiró impurezas, tales como piedras, pajillas o granos dañados o picados; también se eliminaron los granos con mohos, hongos (manchas lamosas, blancas, negras, verdes o cafés), aporreadas o heridas por donde hayan podido entrar microorganismos, ya que esto incide en el deterioro y calidad del mote.

- c) **Pesado Inicial:** Se pesó 1000 gr de maíz para el experimento, con una balanza digital, el cual determinó el rendimiento del producto final.
- d) **Cocido:** En esta etapa del proceso se utilizó una relación agua: grano maíz, se agregó Cal-P24 en los siguientes cantidades 1, 3, 5%; una vez alcanzada la temperatura de ebullición se agregó los 1000 gr de maíz; para la cocción se controló el tiempo por un periodo de 20, 30, 40 minutos, agitando con la paleta ocasionalmente.
- e) **Pelado:** Para el pelado del grano de maíz cocido, se colocó en la peladora.
- f) **Lavado:** En esta etapa del proceso se utilizó constantemente agua en la peladora y controlamos el desprendimiento de la cutícula del maíz, según el tratamiento dado.
- g) **Neutralizado:** Se eliminó el exceso de cal neutralizándolo con soluciones de ácido cítrico al 0,5% para neutralizar la alcalinidad, por un lapso de 5 min.
- h) **Escurredo:** se eliminó el excedente del agua en el mote.
- i) **Pesado:** Se procedió a pesar la cutícula obtenida del pelado de maíz, para determinar la conformidad del mejor proceso aplicado en la extracción de la cutícula del maíz, por balance de materia.
- j) **Secado:** Se realizó en un secador de bandejas a una temperatura de 40 °C por un lapso de 6 h; hasta llegar a una humedad de 12 %.
- k) **Enfundado:** El mote obtenido se la conservó dentro de fundas de papel y a la vez estas dentro de fundas de polipropileno (plásticas), para evitar que esta absorba la humedad del medio, y de igual forma que esta mantenga sus propiedades nutritivas sin alteración alguna.
- l) **Almacenado:** El mote enfundado ya codificado se almacenó en un lugar alejado de humedad o contaminación alguna asegurando así su calidad.

3.4.2 Diagrama de flujo



Fuente: Experimentales. Cordero, J (2012)

IV. RESULTADOS EXPERIMENTALES Y DISCUSIONES

4.1 Análisis en la materia prima

Para garantizar la calidad y la seguridad de la materia prima propias de maíz seco se realizó el análisis de las muestras recibidas antes del proceso, con esto se determinó la calidad nutricional, bromatológico y mineral de las muestras, que discutimos a continuación

4.1.1 Análisis bromatológicos y minerales del maíz

Como se presenta en la Tabla 5. La humedad del grano de maíz reportó un valor promedio de 14,00% este valor concuerda con la norma NTE INEN 1513 en la cual menciona que los granos de maíz seco deben presentar una humedad del 13,00%. La proteína fue de 9,26% este valor es mayor al 8,00% reportado por la norma NTE INEN 519. La grasa presente en los granos de maíz fue de 4,60% este valor fue mayor a 4,00% según la norma NTE INEN 523. La cantidad de cenizas fue de 1,62% fue aproximada a la reportada por la norma NTE INEN 520 con 2,00% máximo.

La fibra reportada en las muestras fue de 3,00%, en la norma NTE INEN 522 se encuentra en un porcentaje de 3,00%. Con estos datos se determina que la materia prima presenta valores aproximados en todos los componentes encontrados en las normas INEN anterior mente mencionadas lo que indico que la materia prima cumple con los parámetros de calidad exigidos.

Los carbohidratos, presentes en los granos constituyen uno de los tres principales grupos químicos que forman la materia orgánica junto con las grasas y las proteínas. Estos sirven como fuente de energía para todas las actividades celulares vitales.

Los carbohidratos presentes en las muestras fueron de 68,24%, por tal motivo es considerada como un alimento que proporciona energía para las funciones metabólicas en la ingesta alimentaria.

Los Minerales son elementos químicos imprescindibles para el normal funcionamiento metabólico. El agua circula entre los distintos compartimentos corporales llevando electrolitos, que son partículas minerales en solución. Tanto los cambios internos como el equilibrio acuoso dependen de su concentración y distribución. Aproximadamente el 4% del peso corporal está compuesto por 22 elementos llamados Minerales.

Hay minerales que son necesarios en grandes cantidades (>100 mgr/día) son los macronutrientes, como el Calcio, Fósforo, Sodio, Potasio, Magnesio y Azufre. Otros son necesarios en cantidades más pequeñas (<100 mgr/día) y se les denomina oligoelementos (oligo = poco) o elementos "traza" como el Hierro, Cobre, Flúor, Cobalto, Zinc, Cromo, Manganeseo, Yodo, Molibdeno, Selenio.

La cantidad de minerales identificados en las muestras fueron: Sodio con 2,46 mg/100gr de muestra; Potasio de 249,00 mg/100gr de muestra; en Calcio fue 37,11 mg/100gr de muestra; en Fósforo 216,40 mg/100gr de muestra; en Magnesio 15,00 mg/100gr de muestra; y finalmente en energía 351,52 Kcal/100gr de muestra, encontrándose dentro del rango permitido según la norma NTE INEN 1- 1513. Con estos valores se determinó que el maíz seco es un alimento rico en potasio, fósforo y proporciona energía necesaria para la nutrición humana. Se determinó que la materia prima cumple con las normas establecidas para considerarlas como materia de buena calidad, óptima para la realización del experimento.

Tabla 5. Análisis bromatológicos y de minerales del maíz.

Análisis químico	R1	R2	Media
Humedad %	14,00	14,00	14,00
Proteína %	9,28	9,25	9,26
Grasa %	4,60	4,50	4,60
Cenizas %	1,63	1,62	1,62
Fibra %	2,80	2,50	3,00
CH %	68,24	68,63	68,43
Sodio mg /100gr	2,48	2,44	2,46
Potasio mg /100gr	249,30	248,40	249,00
Calcio mg /100gr	37,00	37,23	37,11
Fósforo mg /100gr	215,40	217,30	216,40
Magnesio mg /100gr	14,82	15,00	15,00
Energía Kcal/100	351,03	352,02	351,52

Fuente: Experimentales. Cordero J, (2012).

4.1.2 Análisis de aminoácidos del maíz

En la Tabla 6. Se presenta los resultados de los análisis de los aminoácidos del maíz variedad Guagal Mejorado INIAP 111, los valores más importantes de los aminoácidos esenciales fueron, Treonina con 270,00 mg/100gr de proteína, Valina 426,10 mg/100gr de proteína, Metionina con 130,05 mg/100gr de proteína, Isoleucina 314,05 mg/100gr de proteína, Leucina con 1130,00 mg/100gr de proteína, Fenilalanina 427,00 mg/100gr de proteína, Histidina 232,00 mg/100gr de proteína, Lisina 241,05 mg/100gr de proteína, Arginina 342,60 mg/100gr de proteína, Triptófano 60,00 mg/100gr de proteína.

En cuanto los aminoácidos no esenciales tenemos el Ac, Aspártico con 648,00 mg/100gr de proteína, Serina con 356,20 mg/100gr de proteína, Ac Glutámico con 1780,20 mg/100gr de proteína, Glicina con 305,25 mg/100gr de proteína, Alanina

731,00 mg/100gr de proteína, Tirosina con 274,20 mg/100gr de proteína, Cistina con 141,00 mg/100gr de proteína, Cisteína con 158,000 mg/100gr de proteína.

De los 20 aminoácidos proteicos conocidos, 8 resultan indispensables (o esenciales) para la vida humana y 2 resultan "semi indispensables". Son estos 10 aminoácidos los que requieren ser incorporados al organismo en su cotidiana alimentación y, con más razón, en los momentos en que el organismo más los necesita: en la disfunción o enfermedad.

Los aminoácidos esenciales más problemáticos son el triptófano, la lisina y la metionina. Es típica su carencia en poblaciones en las que los cereales o los tubérculos constituyen la base de la alimentación.

El déficit de aminoácidos esenciales afectan mucho más a los niños que a los adultos. Hay que destacar que, si falta uno solo de ellos (Aminoácido esenciales) no será posible sintetizar ninguna de las proteínas en la que sea requerido dicho aminoácido. Esto puede dar lugar a diferentes tipos de desnutrición, según cuál sea el aminoácido limitante.

En esta investigación se identificó 19 aminoácidos de los 20 presentes en las proteínas. En el que se expresa mg de aminoácido/100 gr de proteína de maíz. Los aminoácidos se dividen en dos, los esenciales y los no esenciales.

Los esenciales son los aminoácidos que no sintetiza el cuerpo humano y es necesario suministrarlo a través de los alimentos que ingerimos, en cambio los aminoácidos no esenciales son aquellos que no son necesarios ingerir en la dieta por que el cuerpo humano lo sintetiza, sin embargo, muchos de estos aminoácidos como el ácido glutámico da la característica del sabor del maíz, mientras más alto contenga mejor será el sabor.

Tabla 6. Análisis de aminoácidos (mg/100gr de proteína) presentes en el maíz.

Aminoácidos (mg/100gr)	R1	R2	Valor Promedio
Ac. Aspártico	648,20	647,40	648,00
Treonina	270,10	269,00	270,00
Serina	354,20	358,20	356,20
Ac. Glutámico	1780,20	1780,20	1780,20
Prolina	890,20	894,10	892,15
Glicina	303,40	307,10	305,25
Alanina	732,00	730,00	731,00
Valina	425,10	427,10	426,10
Metionina	130,00	130,10	130,05
Isoleucina	315,00	313,10	314,05
Leucina	1130,00	1130,00	1130,00
Tirosina	273,40	275,00	274,20
Fenilalanina	426,00	427,00	427,00
Histidina	232,00	231,00	232,00
Lisina	241,00	241,10	241,05
Arginina	342,60	342,60	342,60
Triptófano	59,40	60,20	60,00
Cistina	141,00	141,00	141,00
Cisteína	157,40	158,00	158,00

Fuente: Experimentales. Cordero J, (2012).

4.1.3. Análisis microbiológico del maíz

El análisis de los alimentos para determinar la existencia, tipo y número de microorganismos se produce cuando éstos están contaminados y se mantienen en un ambiente donde la humedad relativa y la temperatura son elevadas. Estas condiciones de almacenamiento producen el crecimiento masivo de microorganismos que dan lugar al cambio de coloración, acompañada por la presencia del limo superficial que se favorece a la temperatura de refrigeraciones normalmente utilizadas en la industria (7 °C). Esto es básico conocer para la microbiología de alimentos. Son cuatro los

métodos primordiales utilizados para investigar el número “total” de microorganismos: En este grupo se incluyen todas las bacterias, mohos y levaduras capaces de desarrollarse en temperaturas que rodea los 30° C en las condiciones establecidas. En este recuento se estima la microflora total sin especificar tipos de microorganismos. Refleja la calidad sanitaria de un alimento, las condiciones de manipulación, las condiciones higiénicas de la materia prima. (Cano, S. 2006).

4.1.3.1 Hongos mohos y levaduras

Los hongos son organismos eucarióticos, cuya pared celular contiene quitina y β glucanos. Son unicelulares o filamentosos, de reproducción sexual o asexual, saprófitos mutualistas o parásitos. En función de la temperatura de crecimiento se dividen en: - termófilos: 20 – 50° C (40 – 50° C). (Cano, S. 2006).

4.1.3.2 Coliformes totales

En conjunto los Coliformes están representados por cuatro géneros de la familia Entero bacteria: Citrobacter, Enterobacter, Escherichia, y Klebsiella. Todos ellos son fermentadores de la lactosa en 48 horas. Se encuentran en el intestino del hombre y de los animales, y también en el suelo, las plantas, etc. No son muy buenos como indicadores, pero se utilizan como indicadores de contaminación fecal y son buenos indicadores de un proceso o de un estado sanitario poco satisfactorio. En un recuento de Coliformes es conveniente determinar la incidencia de *E. coli* dado que es la especie más indicativa de una contaminación fecal. (Cano, S. 2006).

En la Tabla 7. En los análisis microbiológico del maíz, se ha identificado que el recuento de aerobios mesófilos (290 ufc /gr), que es menor a los valores encontrados en la norma NTE 1529 la misma que permite un máximo de 10000 ufc/gr, de la misma manera se presentó para coliformes totales en la cual la norma permite valores menores a 100 ufc/gr.

En las muestras analizadas la presencia de mohos, levaduray Escherichia coli se reporta como ausencia (<10), que concuerda con las normas antes mencionadas (NTE 1529).

Tabla 7. Análisis microbiológico del maíz

Microorganismo	UFC/g	Método	Rangos UFC/g
Recuento aerobios mesófilas	29x10	NTE INEN 1 529-5	10000
Coliformes totales	<10	NTE INEN 1 529-7	100
Mohos	91x10	NTE INEN 1 529-10	500
Levaduras	<10	NTE INEN 1 529-10	500
Escherichia coli	Ausencia	NTE INEN 1 529-8	Ausencia

Fuente: Experimentales. Cordero J, (2012)

4.2. Análisis en el producto terminado

4.2.1. Análisis en el porcentaje de remoción de la cutícula

En la tabla 8. El análisis de varianza del porcentaje de remoción de la cutícula, se identifica que existe diferencia altamente significativa: “ $p < 0,01$ ” entre las variables de proceso, con respecto al Factor A (concentración de Hidróxido de Calcio), factor B (tiempos de cocción), replicas e interacción.

Tabla 8. Análisis de varianza para el porcentaje de remoción de la cutícula

Fuente de variación	SC	GL	CM	F. valor	Probabilidad
A: Hidróxido de calcio	6,89929	2	3,44965	10282,95	0,0000**
B: Tiempo de cocción	48,23460	2	24,11730	71890,65	0,0000**
Réplicas	0,01301	1	0,01301	39,00	0,0003**
Interacción AxB	2,58068	4	0,64517	1923,17	0,0000**
Error	0,00268	8	0,00034		
Total	57,73030	17			
X	2,805556				
CV%	1,093500				

Fuente: Experimentales. Cordero J, (2012).

** = Diferencia altamente significativa.

En la Tabla 8. Se muestra el análisis de varianza del porcentaje de remoción de la cutícula, en la cual se aprecia que existe diferencia estadística altamente significativa “ $p < 0,01$ ” en el factor A (concentración de Hidróxido de Calcio), factor B (tiempos de cocción), en la interacción AxB.

Tabla 9. Análisis de rangos ordenados de Tukey de la remoción de la cutícula en el factor A (Hidróxido de Calcio)

Hidróxido Calcio	Casos	Media	Grupos Homogéneos
A ₂	6	3,61	A
A ₁	6	2,71	B
A ₀	6	2,10	C

Fuente: Experimentales. Cordero J, (2012).

En la tabla 9. Se aprecia los rangos ordenados de Tukey , en la cual se obtiene diferencia estadística significativa, donde el factor A₂ (5% de Hidróxido de calcio) posee mayor porcentaje de remoción con un valor de 3,61; seguido por el factor A₁, por lo que se deduce que a mayor concentración de hidróxido mayor porcentaje de remoción.

Tabla 10. Análisis de rangos ordenados de Tukey de la remoción de la cutícula en el factor B (Tiempos de Cocción)

Tiempos de cocción	Casos	Media	Grupos Homogéneos
B ₂	6	4,93	A
B ₁	6	2,53	B
B ₀	6	0,95	C

Fuente: Experimentales. Cordero J, (2012).

En la tabla 10. Se aprecia los rangos ordenados de Tukey para el factor B , en la cual se obtiene diferencia estadística significativa, donde el factor B₂ (40 min de cocción) posee mayor porcentaje de remoción con un valor de 4,93; seguido por

el factor B₁, por lo que se deduce que a mayor tiempo de cocción mayor porcentaje de remoción.

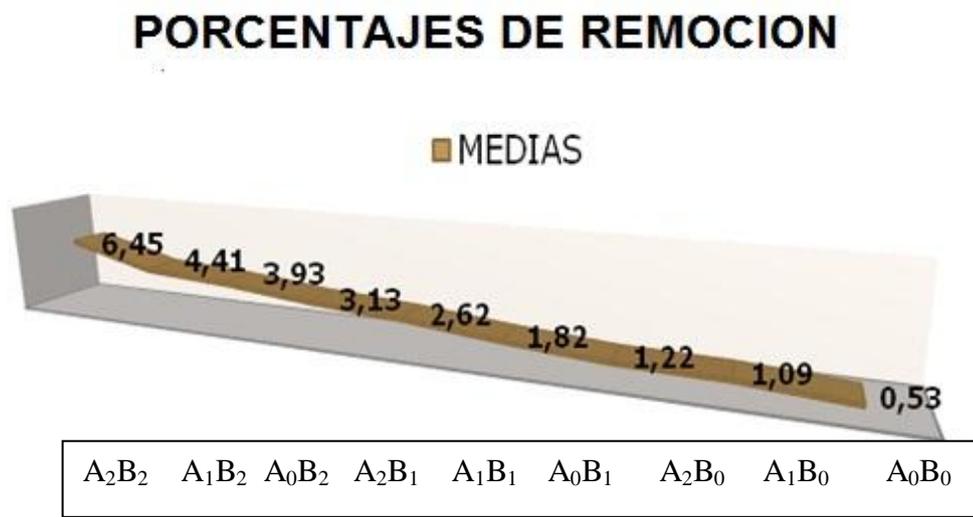
Tabla 11. Análisis de rangos ordenados de Tukey en porcentaje de remoción de la cutícula.

TRATAMIENTOS	REPLICAS	MEDIAS	RANGOS ORDENADOS
A ₂ B ₂	2	6,45	A
A ₁ B ₂	2	4,41	B
A ₀ B ₂	2	3,93	C
A ₂ B ₁	2	3,13	D
A ₁ B ₁	2	2,62	E
A ₀ B ₁	2	1,82	F
A ₂ B ₀	2	1,22	G
A ₁ B ₀	2	1,09	G
A ₀ B ₀	2	0,53	H

Fuente: Experimentales. Cordero J, (2012).

En la Tabla 11. Podemos identificar que el mejor tratamiento de la interacción de AxB es (A₂B₂), el mejor nivel de A (A₂), mejor nivel de B (B₂), por tal motivo el análisis de rangos ordenados de Tukey en porcentaje de remoción de la cutícula, se identifica que el tratamiento A₂B₂ correspondiente a (5 % de hidróxido de calcio en 40 min de cocción) es superior a los demás tratamientos con el 6,45 %; seguido por el tratamiento A₁B₂ que corresponde a (5% de hidróxido de calcio en 40min de cocción) con el 4,41 % como se puede apreciar en el gráfico 2 del perfil de Tukey; podemos decir también que estadísticamente existe diferencia significativa con respecto a los tratamientos.

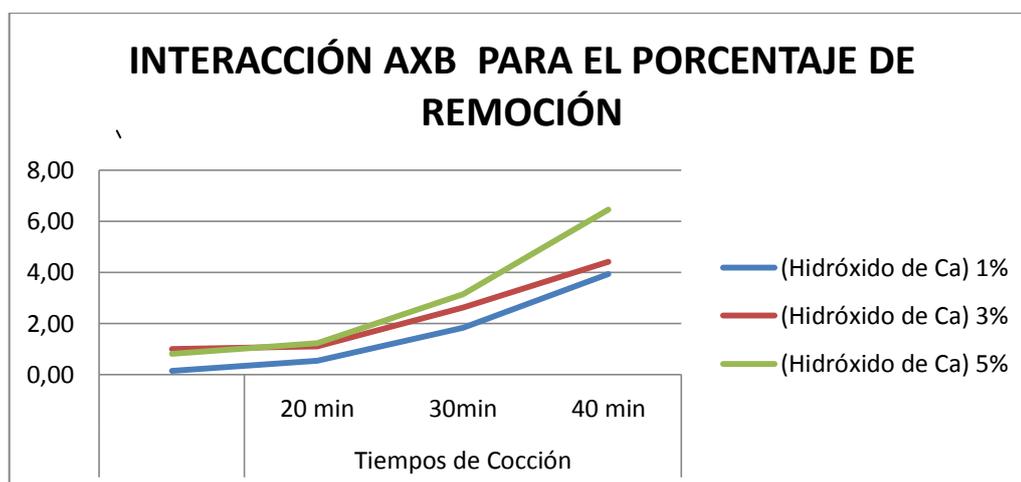
Gráfico 1. Perfil de Tukey de los porcentajes de remoción de la cutícula.



Fuente: Experimentales. Cordero J, (2012)

Analizando el gráfico 1. Del perfil de Tukey para la remoción de la cutícula, se observó los porcentajes de remoción de cutícula, en el cual el tratamiento A₂B₂ (5% de Hidróxido de Calcio en 40 minutos de cocción) presenta el valor más alto de porcentaje de remoción de cutícula (6,45%) a diferencia de los demás tratamientos que presenta valores menores hasta llegar al tratamiento A₀B₀ con una diferencia o una brecha de 5,92 del A₂B₂.

Gráfico 2. Interacción del porcentaje de remoción de la cutícula.



Fuente: Experimentales. Cordero J, (2012)

En el Gráfico 2. De interacción del porcentaje de remoción de la cutícula, se puede apreciar que las líneas de tendencia presentan interacción al 3 y 5 % de Hidróxido de Calcio, determinándose así que las concentraciones de Hidróxido de calcio influyen en el porcentaje de remoción de la cutícula del mote.

4.2.2. Análisis en el peso del mote

En la tabla 12. Se muestra el análisis de varianza del peso del mote, en el cual se aprecia que existe diferencia estadística altamente significativa “ $p < 0,01$ ” en el Factor a (concentración de Hidróxido de Calcio), factor B (tiempos de cocción), en la interacción AxB y en las réplicas

Tabla 12. Análisis de varianza para el peso del mote

Fuente de variación	S C	GL	C M	F valor	Probabilidad
A: Hidróxido de Calcio	689,929	2	345,965	10282,95	0,0000**
B: Tiempo de cocción	4823,460	2	2411,730	71890,65	0,0000**
Réplicas	1,30142	1	1,30142	39,00	0,0003**
Interacción AxB	258,068	4	64,517	1923,17	0,0000**
Error	0,268378	8	0,0335472		
Total	5773,030	17			
X	971,944				
CV%	0,490				

** Se presenta diferencia altamente significativa en el tratamiento.

Fuente: Experimentales. Cordero J, (2012).

En la tabla 13. Del análisis de rangos ordenados de Tukey del peso del mote, en la cual se aprecia que existe diferencia significativa, donde el factor A₀ (1% de

Hidróxido de calcio) posee mayor valor con 979,09 gr, seguido por el factor A₁, por lo que se deduce que a menor concentración de Hidróxido mayor peso del mote, debido a que existe menor remoción.

Tabla 13. Análisis de rangos ordenados de Tukey del peso del mote en el factor A (Hidróxido de Calcio)

Hidróxido de calcio	Casos	Media	Grupos homogéneos
A ₀	6	979,02	A
A ₁	6	972,87	B
A ₂	6	963,94	C

Fuente: Experimentales. Cordero J, (2012).

Tabla 14. Análisis de rangos ordenados de Tukey del peso del mote en el factor B (tiempos de Cocción)

Tiempos	Casos	Media	Grupos homogéneos
B ₀	6	990,48	A
B ₁	6	974,69	B
B ₂	6	950,67	C

Fuente: Experimentales. Cordero J, (2012).

En la tabla 14. Del análisis de rangos ordenados de Tukey del peso del mote, en la cual se aprecia que existe diferencia significativa, donde el factor B₀ (20 min de tiempo de cocción) posee mayor valor con 990,48 gr, seguido por el factor B₁, por lo que se deduce que a menor tiempo de cocción mayor peso del mote, debido a que existe menor remoción.

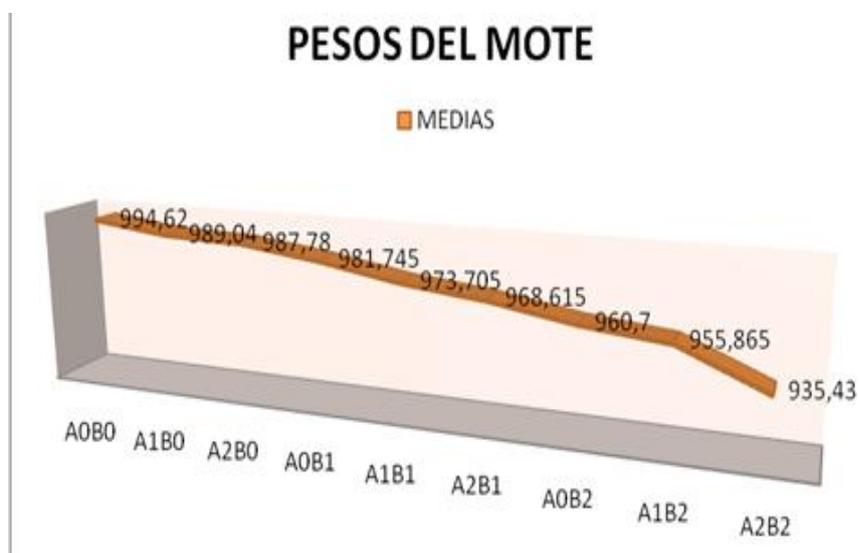
Tabla 15. Análisis de rangos ordenados de Tukey del peso del mote

TRATAMIENTOS	REPLICAS	MEDIAS	RANGOS ORDENADOS
A ₀ B ₀	2	994,62	A
A ₁ B ₀	2	989,04	B
A ₂ B ₀	2	987,78	C
A ₀ B ₁	2	981,75	D
A ₁ B ₁	2	973,71	E
A ₂ B ₁	2	968,62	F
A ₀ B ₂	2	960,70	G
A ₁ B ₂	2	955,87	H
A ₂ B ₂	2	935,43	I

Fuente: Experimentales. Cordero J, (2012).

En la Tabla 15. Los análisis de rangos ordenados de Tukey de los pesos del mote. Se identifica que el tratamientos A₀B₀ correspondiente a (1 % de hidróxido de calcio en 20 min de cocción) es superior a los demás tratamientos con 994,64 gr; seguido por el tratamiento A₁B₀ que corresponde a (5 % de hidróxido de calcio en 20 min de cocción) con el 989,04 % como se puede apreciar en el gráfico de perfil de Tukey; podemos decir también que estadísticamente existe diferencia significativa con respecto a los tratamientos. Cabe recalcar que ha menor peso de mote mayor es la cutícula extraída, por lo que se finiquita teniendo como mejor tratamiento al A₂B₂.

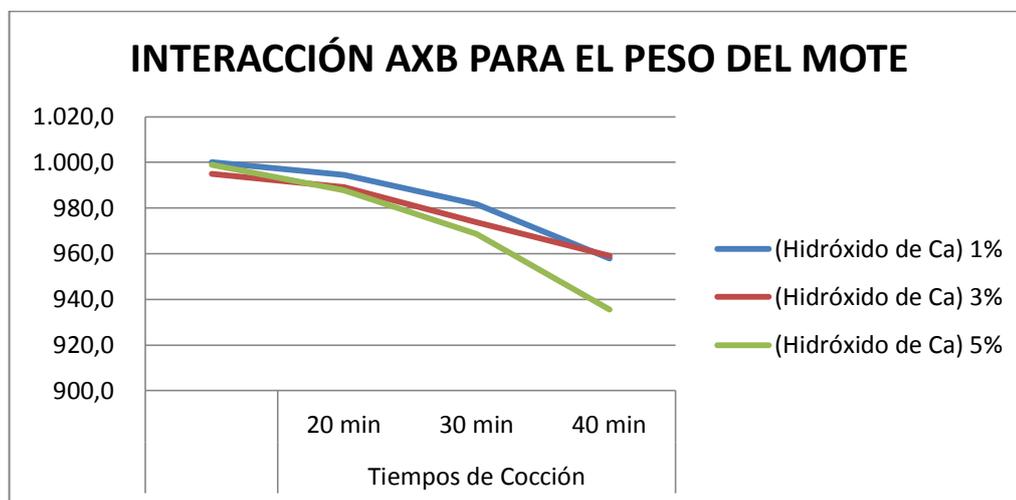
Gráfico 3. Perfil de Tukey de los pesos del mote



Fuente: Experimentales. Cordero J, (2012)

En el Gráfico 3. El mayor porcentaje de hidróxido de calcio (6%) interactúa con el mayor tiempo de cocción, y produce la mayor remoción de cutícula, por tal motivo el menor peso del mote al final del proceso.

Gráfico 4. Interacción del peso del mote.



Fuente: Experimentales. Cordero J, (2012).

En el Grafico 4. La interacción del peso del mote, se puede apreciar que las líneas de tendencia presentan interacción, por lo que se deduce que las concentraciones de hidróxido influyen en el peso del mote. El mayor porcentaje de Hidróxido de calcio (5%) interactúa con el mayor tiempo de cocción (20 min), y produce la mayor remoción de cutícula, por tal motivo el menor peso del mote al final del proceso.

4.2.3. Análisis bromatológico del mote en el mejor tratamiento

Luego de haber realizado el análisis de porcentajes de remoción de la cutícula y el peso del mote, se ha determinado que el mejor tratamiento es el A₂B₂ del mejor porcentaje removido, en el cual se realizó el análisis bromatológico proximal que se detalla a continuación.

Tabla 16. Análisis bromatológicos y de minerales del mote mejor tratamiento en mg/100gr de proteína.

ANALISIS QUIMICO	R1	R2	Valores Promedios
Humedad %	11,71	11,70	11,71
Proteína %	9,68	9,72	9,71*
Grasa %	4,58	4,53	4,56*
Cenizas %	1,48	1,47	1,48
Fibra %	1,56	1,63	1,62
CH %	71,00	71,00	71,00*
Sodio mg /100gr	2,52	2,50	2,51*
Potasio mg /100gr	237,30	236,00	237,00
Calcio mg /100gr	33,91	33,73	33,82
Fosforo mg /100gr	223,40	224,00	223,70*
Magnesio mg /100gr	15,02	15,00	15,01*
Energía Kcal/100gr	363,90	364,00	364,00*

Fuente: Experimentales. Cordero J, (2012).

*minerales y bio nutrientes que incrementaron.

En la tabla 16. El Análisis físico químico y de minerales del mote en el mejor tratamiento, se ha podido determinar el incremento en algunos minerales como en el sodio de 2,46 mg/100gr de proteína presente en la materia prima a 2,51 mg/100gr de proteína; en fosforo 216,35 mg/100gr de proteína de la materia prima a 223,70 mg/100gr de proteína, en magnesio de 14,91 mg/100gr de proteína a 15,01 mg/100gr de proteína, de igual manera se puede evidenciar un ligero decremento de calcio 36,96 mg/100gr de proteína a 33,82 mg/100gr de proteína cabe recalcar que para neutralizar el efecto oxidante de la cal se utilizó 0,5% de Ácido Cítrico, debido a ello disminuye el contenido de calcio, deduciéndose de esta manera que durante el proceso de cocción del maíz, el grano de maíz gracias a la acción del hidróxido de calcio, se produce una reacción físico-química que

genera calor lo que contribuye a suavizar y a desprender la cascarilla del grano, y las proteínas del grano se hacen más digeribles y ayuda a asimilar calcio y otros minerales hacia el interior del grano, el cual posteriormente es asimilado por el cuerpo humano. (HORCALSA, 2011).

4.2.4. Análisis de aminoácidos del mote en el mejor tratamiento

En la tabla 17. De aminoácidos presentes en el mote mejor tratamiento se puede identificar que el nivel proteico ha incrementado por ello se ha puesto en manifiesto el incremento en mg/100 gr de proteína de ciertos aminoácidos, con lo concerniente a los esenciales a existido un decremento como tenemos la Treonina de 268,00 mg/100 gr de proteína a comparación con 270,00 mg/100 gr de la materia prima ; Valina de 324,20 mg/100 gr de proteína a comparación con 426,10 mg/100 gr de la materia prima; Metionina 127,00 mg/100 gr de proteína a comparación con 130,05 mg/100 gr de la materia prima ; Leucina 1118,20 mg/100 gr de proteína a comparación con 1130,00mg/100 gr de la materia prima; Fenilalanina 426,00 mg/100 gr de proteína a comparación con 427,00 mg/100 gr de la materia prima ; Lisina de 240,00 mg/100 gr de proteína a comparación con 241,05 mg/100 gr de la materia prima ; cabe recalcar que ha incrementado los aminoácido Isoleucina 341,00 mg/100 gr de proteína a comparación con 314,05 mg/100 gr de la materia prima ; Histidina 241,00 mg/100 gr de proteína a comparación con 232,00 mg/100 gr de la materia prima ; Arginina 345,20 mg/100 gr de proteína a comparación con 342,60mg/100 gr de la materia prima

Tabla 17. Análisis de aminoácidos presentes en el mote mejor tratamiento.

Aminoácidos mg/100gr	R1	R2	Valores promedio
Aspártico	620,30	622,40	621,40
Treonina	267,10	268,40	268,00
Serina	321,10	323,20	322,20
Ac. Glutámico	1657,40	1658,30	1658,00
Prolina	890,00	893,20	892,00
Glicina	240,00	239,00	240,00
Alanina	731,40	731,00	731,20
Valina	423,20	225,10	324,20
Metionina	127,00	126,40	127,00
Isoleucina	341,30	340,40	341,00
Leucina	1117,40	1119,00	1118,20
Tirosina	274,10	275,10	274,60
Fenilalanina	425,00	426,00	426,00
Histidina	241,00	240,30	241,00
Lisina	240,00	239,00	240,00
Arginina	347,40	343,00	345,20
Triptófano	57,20	58,00	58,00
Cistina	147,40	146,40	147,00
Cisteína	152,00	151,10	152,00

Fuente: Experimentales. Cordero J, (2012).

4.2.5. Análisis microbiológico del mote en el mejor tratamiento

En la Tabla 18. Del análisis microbiológico del mote, se ha identificado en recuento de aerobios mesófilos 13000 ufc/gr, al compararlo con la norma NTE 1529 la misma que permite un máximo de 100000 ufc/gr, en lo que se refiere en Coliformes totales se ha obtenido <10ufc/gr, en la norma NTE 1529 permite un máximo de 100 ufc/gr; analizando la presencia de mohos se ha identificado <10ufc/gr en la norma NTE 1529 permite un máximo de 500 ufc/gr; en levaduras se ha detectado la presencia de 200 ufc/gr en la norma NTE 1529 permite hasta 500 ufc/gr; ha obtenido Ausencia de ufc/gr , en la norma técnica NTE 1529 mantiene que debe existir ausencia de este microorganismo.

Tabla 18. Análisis microbiológico del mote.

Microorganismo	UFC/g	Método	Rangos UFC/g
Recuento aerobios mesófilas	13x10 ³	NTE INEN 1 529-5	10000
Coliformes totales	<10	NTE INEN 1 529-7	100
Mohos	<10	NTE INEN 1 529-10	500
Levaduras	2x10 ²	NTE INEN 1 529-10	500
Escherichia coli	<10	NTE INEN 1 529-8	Ausencia

Fuente: Experimentales. Cordero J, (2012).

4.3 EVALUACION ECONÓMICA

4.3.1. Análisis económico de relación beneficio-costo del mejor tratamiento

Para la identificación de los costos y beneficios del proyecto que son pertinentes para su evaluación, es necesario definir una situación base o situación sin proyecto; la comparación de lo que sucede con proyecto versus lo que hubiera sucedido sin proyecto, definirá los costos y beneficios pertinentes del mismo” (Fontaine, 1984).

Tabla 19. Relación Costo-beneficio

Detalle	Mote	
	Cantidad(gr)	Precio
Cal-P 24	0,00168	0,01
Maíz	500	0,41
Ácido cítrico	0,5	0,05
Mano de obra	1	0,19
Fundas		0,01
Servicios básicos		0,31
Total general egresos		0,98
Productos obtenido		1
Costo por producto		1,00
20% de rentabilidad		0,20
Precio para la venta		1,20

Fuente: Cordero J. (2012)

En la Tabla 19. Se puede identificar el análisis Beneficio-costos de la investigación, cabe recalcar que se ha desarrollado de acuerdo al mejor tratamiento obtenido en la respuesta experimental A₂B₂ de la Variedad INIAP 111. En la cual se determinó que el costo total de producción para la obtención de mote es de \$ 1,00. Ofertando al consumidor al consumidor un producto de 500 gr al precio de \$ 1,20 y obteniendo una ganancia de 0,20 centavos de dólar por cada 500 gr de producto vendido.

V. VERIFICACION DE HIPOTESIS

5.1. Hipótesis a verificar

H₀: La utilización en porcentaje adecuado de Hidróxido de Calcio (Cal-P24) y el control de los tiempos de cocción, en la remoción de la cutícula del maíz para la obtención de mote no influirán en los tratamientos.

$$H_0 = T_1 = T_2 = T_3 \dots T_{18}$$

H_i: La utilización en porcentaje adecuado de Hidróxido de Calcio (Cal-P24) y el control de los tiempos de cocción, en la remoción de la cutícula del maíz para la obtención de mote influirán en los tratamientos.

$$H_i = T_1 \neq T_2 \neq T_3 \dots T_{18}$$

5.2. Verificación de la hipótesis en la extracción de la cutícula de maíz para la obtención de mote.

Para la verificación de la hipótesis, se realizó una comparación entre los valores de F calculado en los pesos de la cutícula extraída del maíz para la obtención de mote, con el valor de F tabulados en las tablas de Fisher, al 5% de significancia, la razón de varianza está sujeta a la siguiente regla de decisión: F calculado > F tablas se rechaza la H₀ (Hipótesis nula) y se acepta la H_i (Hipótesis alternativa), según la siguiente expresión matemática.

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

$$\text{Hipótesis nula: } H_0 = T_1 = T_2 = T_3 = \dots = T_{18}$$

Tabla 20. Comparación de valores de F en el porcentaje de remoción de la cutícula.

Factores	Valor F calculado	Valor F de tablas
A: Hidróxido de Calcio (Cal P24)	10282,95	4,46
B: Tiempo de cocción.	71890,65	4,46
AxB: Tratamiento	1923,17	3,84

Fuente: Experimentales, Cordero J. (2012)

En la tabla 20. Se presenta a un nivel de confianza del 95%, que existe diferencia altamente significativa en los dos factores en estudio y en las interacciones, razón que el F calculado es mayor al F tabulado en tablas de Fisher, de esta manera se rechazó la hipótesis nula y se aceptó la hipótesis alternativa, según la siguiente expresión matemática.

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

Muestra de ello, se tiene variabilidad en los diferentes tratamientos de los pesos de extracción de cutícula del maíz con los diferentes niveles en estudio, resultando ser el mejor tratamiento (T_9) A_2B_2 correspondiente al 5% de Hidróxido de Calcio (Cal P24) - 40 min de tiempo de cocción, de esta manera se comprobó que existe diferencia significativa en los tratamientos de los pesos de la cutícula extraída del maíz para la obtención de mote.

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 CONCLUSIONES

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

- Se ha aplicado la tecnología de nixtamal en la variedad de maíz (*Zea mays* L.) variedad iniap-111 guagal mejorado a diferentes porcentajes de hidróxido de calcio y tiempos de cocción, para una buena extracción de la cutícula en la obtención de mote.
- Se determinó como mejor tratamiento para la remoción de la cutícula el tratamiento A₂B₂ (5% de Hidróxido de Calcio en 40 minutos de cocción) presenta el valor más alto de porcentaje de remoción de cutícula (6,45%) a diferencia de los demás tratamientos.
- Debido a la pureza de 75 – 85% de la cal P-24, comparada con la cal utilizada comúnmente por los productores de mote, se pudo comprobar que tiene un mayor efecto de remoción de cutícula por lo que se utiliza menor porcentaje. Mejorando así la producción de mote en: tiempo, cantidad, calidad y costo.
- Según el análisis de humedad, el maíz variedad INIAP-111 guagal mejorado expuesto al proceso de nixtamal, exactamente el tratamiento A₂B₂, se puede almacenar por largos períodos de tiempo; debido a su humedad baja que oscila entre 11 y 12 %.
- Se ha podido comprobar que con relación a la materia prima y en el producto terminado (mote) en los análisis de aminoácidos esenciales ha incrementado la presencia Isoleucina 341,00 mg/100 gr de proteína a

comparación con 314,05 mg/100 gr de la materia prima; Histidina 241,00 mg/100 gr de proteína a comparación con 232,00 mg/100 gr de la materia prima; Arginina 345,20 mg/100 gr de proteína a comparación con 342,60mg/100 gr de la materia prima.

- También se identificaron 19 aminoácidos de los 20 presentes en las proteínas del producto terminado mote como: Ac. Aspártico, Treonina, Serina, Ac. Glutámico, Prolina, Glicina, Alanina, Valina, Metionina, Isoleucina, Leucina, Tirosina, Fenilalanina, Histidina, Lisina, Arginina, Triptófano, Cistina, Cisteína.
- Se acepta la hipótesis alternativa que nos indica que la utilización en porcentaje adecuado de Hidróxido de Calcio (Cal-P24) y el control de los tiempos de cocción, en la remoción de la cutícula del maíz para la obtención de mote influyen en los tratamientos.
- Finalmente se concluye con la relación costo/beneficio del mejor tratamiento A₂B₂ (5% de Hidróxido de Calcio + 40 min de tiempo de cocción) que arrojó un total de egresos \$ 1,00 dólar, al mismo que se añadió un 20% de rentabilidad que cubre las ganancias y uso de equipos, obteniendo una rentabilidad de \$ 0,20 por cada 500 gramos de mote vendido. Dando como precio final de comercialización \$ 1,20, resultando ser un producto muy competitivo en el mercado en cuanto a la presentación y calidad del producto.

6.2 RECOMENDACIONES

- Aplicar antes, durante y después del proceso de la obtención de mote las normas de Buenas Prácticas de Manufactura (BPM), teniendo en cuenta los principales puntos críticos de control como recepción, selección y clasificación, pesado inicial, cocción, pelado, secado y pesado final.
- En el proceso de secado se recomienda tener mucho cuidado con los lapsos de tiempos y temperaturas, ya que el maíz tiende a tomar una coloración amarillenta por la falla de uno de estos factores.
- Para la manipulación del Hidróxido de Calcio (Cal P-24), se recomienda el uso estricto de guantes, mascarilla y protectores oculares, debido a su alto poder reactivo y finura puede causar daños severos en los miembros y órganos internos y externos.
- Me permito sugerir que se establezca en las plantas de la Universidad Estatal de Bolívar un tratamiento para aguas residuales, por cuanto no se les está dando el uso adecuado a las aguas servidas.
- Difusión de este estudio a otros sectores de la Provincia, con la finalidad de mejorar el procesamiento del mote, incluyendo tanto área urbana como rural.
- Realizar estudios de mote fortificado, con bio-nutrientes disponibles, para una mejor alimentación humana, ya que a nivel mundial se cosechan 157 millones de hectáreas aproximadamente, de la cual la tercera parte es destinada a la alimentación animal.
- Al tratarse de un producto tradicional, se recomienda profundizar los estudios de composición de vitaminas, para aumentar las posibilidades de

consumo en sectores en los que éste ha disminuido por el reemplazo de otros productos industriales que suponen menos esfuerzo y tiempo de elaboración.

- Incentivar a los estudiantes y egresados/as de la Escuela de Ingeniería Agroindustrial que partan de los estudios planteados en tesis, para complementar los conocimientos en cuanto a tecnología de producción innovadora y de calidad. Además contar con temas de investigación, con aplicación en el campo laboral y vinculación con la colectividad, para el desarrollo de la Escuela, la Universidad, la Provincia y de tal manera cumplir con la visión, misión y objetivos de la Universidad Estatal de Bolívar.

VII. RESUMEN Y SUMMARY

7.1 RESUMEN

Para esta investigación se utilizó la variedad de maíz INIAP 111 Guagal mejorado.

Este fue sometido a un proceso de remoción (pelado), utilizando variables metodológicas para su aplicación considerando los porcentajes de hidróxido de calcio y minutos de cocción. Se consideró como respuesta experimental el mejor tratamiento que mayor porcentaje de cutícula removida; observándose los porcentajes de remoción de cutícula, en el cual el tratamiento A₂B₂ (5% de Hidróxido de Calcio en 40 minutos de cocción) presenta el valor más alto de porcentaje de remoción de cutícula (6,45%) a diferencia de los demás tratamientos que presenta valores menores hasta llegar al tratamiento A₀B₀ con una diferencia o una brecha de 5,92 del A₂B₂.

El Análisis químico y de minerales del mote en el mejor tratamiento, se ha podido determinar el incremento en algunos minerales como en el sodio de 2,46 mg /100gr presente en la materia prima a 2,51 mg /100gr; en fosforo 216,35 mg /100gr de la materia prima a 223,6 mg /100gr, en magnesio de 14,91 mg /100gr a 15,01 mg /100gr, de igual manera se pudo evidenciar un ligero decremento de calcio 36,96 mg /100gr a 33,82 mg /100gr cabe recalcar que para neutralizar el efecto oxidante de la cal se utilizó 0,5% de Ácido Cítrico, debido a ello disminuye el contenido de calcio.

El producto final como es el mote, esta microbiológicamente dentro de la NORMA INEN NTE 1529, demostrando la asepsia y calidad del mismo, en especial por la ausencia de coliformes totales.

7.2 SUMMARY

For this study we used the maize variety INIAP 111, Guagal improved.

This was subjected to a stripping process, using methodology for application variables based on the percentage of calcium hydroxide and minutes needed to cook as the best treatment with a greater percentage of cuticle removed was considered an experimental response; observing the cuticle removal percentages, where A2B2 treatment (5% of calcium hydroxide cooked for 40 minutes) presents the highest percentage value of premoition cuticle (6.45%) unlike other treatments having lower values as the treatment A0B0 with a difference or a gap of 5.92 of A2B2.

Using chemical analysis of minerals and “mote” in the best treatment, we have determined the increase in some minerals like sodium of 2.46 mg / 100gr present in the raw material to 2.51 mg / 100g, in phosphorus 216, 35 mg / 100g of raw materials to 223.6 mg / 100g in magnesium 14.91 mg / 100g to 15.01 mg / 100g, as can be shown a slight decrease of calcium 36.96 mg / 100g to 33.82 mg / 100g. It should be emphasized that to neutralize the oxidizing effect of lime 0.5% of citric acid was used, because it decreases the calcium content.

The final product as “mote”, is microbiologically within the standard NTE INEN 1529, proving the asepsis quality, especially in the absence of total coliforms.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

1. ALDRICH, S. R. Y LONG M.E.G.R. 2000. Producción moderna del maíz. Agencia para el desarrollo internacional (AID). México, Buenos Aires. Pp.10-12
2. ALONSO, A., REYES H. Y NIETO A., 2002, "Tabla de composición de alimentos de Uruguay", <http://www.mercadomodelo.net/documentos/tabla.pdf>, (Enero, 2012).
3. ASTURIAS, M., 2004, "Maíz, de alimento sagrado a negocio del hambre." <http://www.rallt.org/PUBLICACIONES/libro%20maiz.pdf>, (Enero, 2011).
4. BUSTAMANTE, J., ALLÉS, A., ESPADAS, M. y MUÑOZ, J., 2010, "El Cultivo del Maíz para Ensilar", Centro de Capacitación y Experiencias Agrarias de Mahón (Menorca), 18, 1.
5. CANO, S. 2006. Métodos de análisis microbiológico. Normas ISO, UNE. Editorial Analiza Calidad. Pp. 17, 22, 23, 26
6. CALERO E., 2006. El cultivo de maíz en el Ecuador. pp 12, 14.
7. COLOMA, G. 2008. La cal. ¡Es un reactivo químico!, Canadian Institute of Mining, Metallurgy and Petroleum Rama Los Andes (CIM Los Andes) A.G, Instituto de Ingenieros de Minas de Chile, pp. 8-11
8. COTULA, L., DYER, N., y VERMEULEN, S., 2008. Fuelling Exclusion? The Biofuels Boom and Poor People's Access to Land, IIED, Londres, Inglaterra, p. 70.
9. CRAVERO, A. et al, 2003. Guía técnica para la producción de maíz en Honduras; Programa nacional de maíz. Omonita, Cortés. Pp. 27-30

10. CRUZ, L. 2006. El maíz en Latinoamérica problemática actual y fundamentos del cultivo
11. CHIMBO, C. Y MALATAY, F. 2001. Control del gusano *Heliothis zea* y *Euxesta eluta* con aceite vegetal Basados en la Investigación de Campo.
12. FAO. 1994. (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, IT). El Maíz en la Nutrición Humana. Roma, FAO. (Colección: Alimentación y Nutrición). Pp. 172
13. GEAR, M. JUAN R., 2006. Maíz y nutrición. Informe sobre los usos y las propiedades nutricionales del maíz para la alimentación humana y animal. El cultivo del maíz en la Argentina. Recopilación de ILSI Argentina. Serie de informes especiales. Volumen II, pp 4.
14. INEC. 2002. Instituto Nacional de Estadística y Censo. Sistema Estadístico Agropecuario Nacional. Encuesta de superficie y producción por muestreo de áreas. Quito, pp. 125-127
15. ITSA. 2011. Estación meteorológica del instituto tecnológico superior agropecuario “Tres de Marzo”.
16. KITINOJA, L. Y KADER, A., 2003, "Técnicas de Manejo Poscosecha a Pequeña Escala: Manual para los Productos Hortofrutícolas (4ª Edición)", http://www.fao.org/inpho_archive/content/documents/vlibrary/ae075s/ae075s03.htm#Maturity_Standards, (Julio, 2011).
17. LÓPEZ, O. GUEVARA F., BELLO L., 2009 La nixtamalización y el valor nutritivo del maíz Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México Núm. 92 - 93, octubre-marzo, pp. 60-70
18. MAGAP. 2009. Oficina Guaranda. Director técnico de área Bolívar. Ing. Italo Tamayo Carrera

19. MENDOZA, R., 2001, "Guía para el Manejo Integrado del Maíz Mecanizado", <http://bdigital.binal.ac.pa/bdp/idiap/maizmecanizado1.pdf>, (Julio, 2011).
20. MEDINA, E. 2008, Centro Ciudadano de Evaluación de Estadística Económicas de Sinaloa (CEEES), pp1-4.
21. MONTOYA, G. BOHORQUEZ, A. DAGOBERTO, A. 2010. "Reflexiones sobre el impacto socioeconómico del cultivo de maíz en Sinaloa". Ra Ximhai, Universidad Autónoma Indígena de México Vol. 6, Núm. 1, enero-abril, pp. 69-72
22. MONAR, C. 2002. Informe anual. Unidad de validación y transferencia de tecnología-Bolívar. Pp. 16
23. NUSS, E. y TANUMIHARDJO, S., 2010, "Maize: A Paramount Staple Crop in the Context of Global Nutrition", Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, 9, 417.
24. PARSONS, D. 1998. Manual para la Educación Agropecuaria. Pp. 12
25. PINTO, N. 2010, "Agro cadena de maíz y avicultura - panorama nacional del maíz amarillo" Unidad Nacional de Almacenamiento, pp 1-3.
26. RITCHIE, S. Y HANWAY, J., 1984, "How a Corn Plant Develops", Special Report, Iowa State University of Science and Technology, Iowa, United States of America, p. 2.
27. ROSILLO, F 2009, "Estudio de la Cadena de Comercialización del maíz blanco (Zea mays CULTIVAR GUAGAL BLANCO) en la provincia de Bolívar", tesis previa a la obtención del título de Ingeniero Agrónomo, Facultad de Recursos Naturales, Escuela Politécnica de Chimborazo.

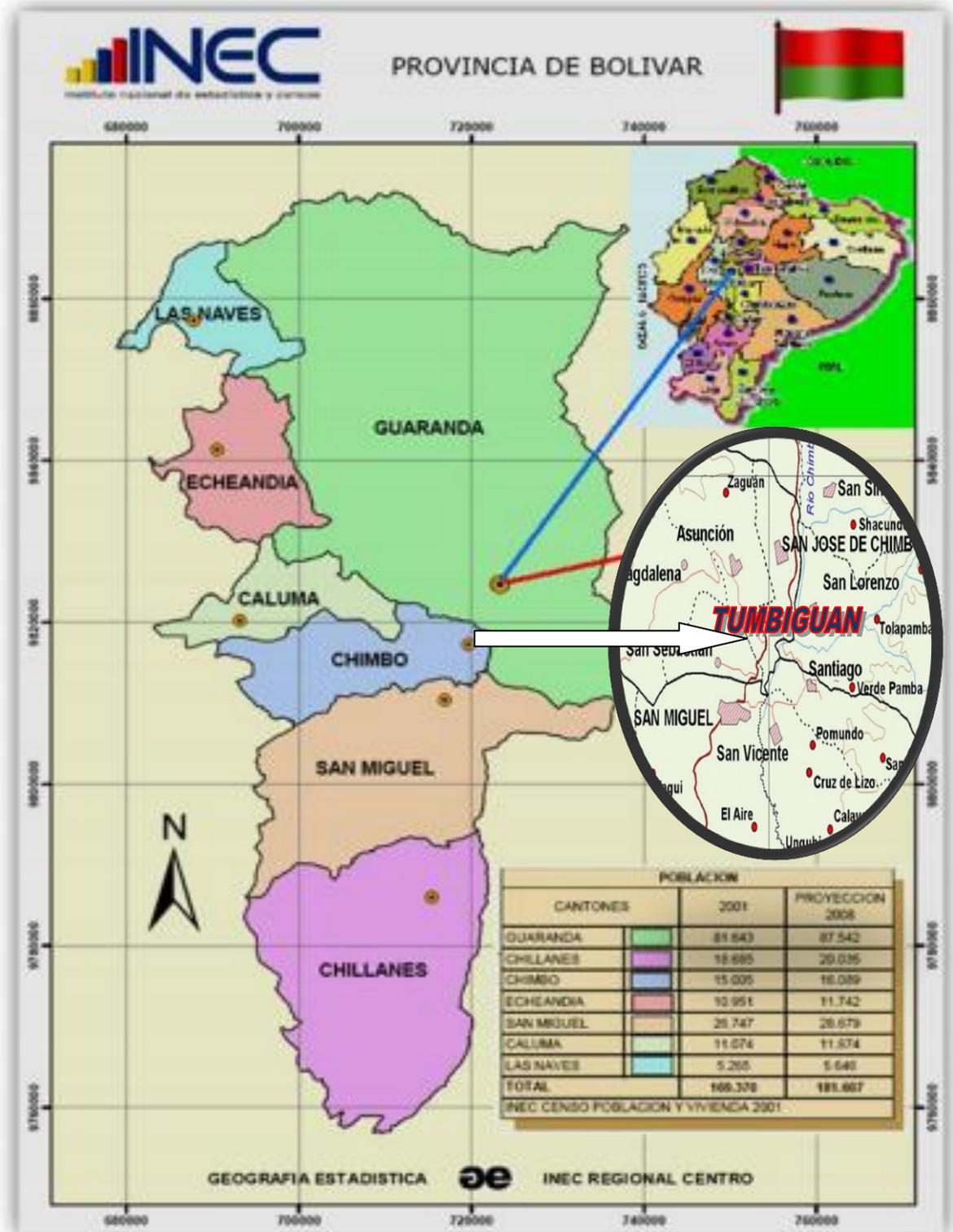
28. SÁNCHEZ, A., y VILLAMIZAR C., 2003, Acondicionamiento Y Empaque De Hortalizas Para Reducción de Residuos Vegetales En Centrales de Abastos, Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha, vol. 5, N°. 001, pp. 60-66.
29. SÁNCHEZ, 11. Y SEVILLA, R. 1995. Composición Química y sus Usos. Industriales del Maíz, Quito - Ecuador IICA - CIMMYT – Prociandino. Pp. 10
30. SÁNCHEZ, A. y VILLAMIZAR, F., 2003, "Acondicionamiento y Empaque de Hortalizas Para Reducción de Residuos Vegetales en Centrales de Abastos", Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha, 5 (1), 60.
31. SILVA, R. 1992. Plegable divulgativo. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Quito-Ecuador. Pp. 1
32. SILVA, E. ET AL. 1997. Variedad de maíz blanco harinoso tardío para la provincia Bolívar. Plegable divulgativo. N° 163 Quito-Ecuador. Pp. 1
33. SILVA / DOBRONSKI / HEREDIA / MONAR, 1997. INIAP-111 Guagal mejorado. Variedad de maíz blanco harinoso tardío para la provincia de bolívar, INIAP; Ecu. Pp.163
34. SUSLOW, T. y CANTWELL, M., 2008, "Maíz Dulce": (Elote) Recomendaciones para Mantener la Calidad Postcosecha" (University of California-Davis),
http://postharvest.ucdavis.edu/Hortalizas/Ma%C3%ADz_Dulce__Elote/
(Mayo, 2011).
35. VERISSIMO, L. 1999. Enciclopedia Práctica de la Agricultura y Ganadería, Pp. 309-314

36. YÁNEZ, C., ZAMBRANO, L., SÁNCHEZ, V. y HEREDIA, J., 2007, "Manual de Producción de Maíz para Pequeños Productores y Productoras", INIAP, Quito, Ecuador, p. 8.
37. <http://www.fao.org/docrep/T0395S/T0395S06.htm>
38. <http://www.agropanorama.com/news/Produccion-Mundial-de-Maiz.htm>
39. <http://agriculture.house.gov/glossary/commoditycreditcorporation.htm>
40. <http://www.tiposde.org/ciencias-naturales/602-tipos-de-maiz-2/>
41. [http://ecured.cu/index.php/Hidr%C3%B3xido de Calcio](http://ecured.cu/index.php/Hidr%C3%B3xido_de_Calcio)
42. http://disensa.com/main/images/pdf/cales_csrbonatos.
43. http://www.alanrevista.org/ediciones/2034/composicion_quimica_digestibilidad_mote.asp

ANEXOS

ANEXO 1

UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO



FUENTE: Instituto nacional de Estadísticas y Censos (2001).

ANEXO 2

CROQUIS DEL AREA PROCESADORA DE MOTE



ANEXO 3

Base de datos

Tabla 1. Medias de pesos de maíz INIAP-111 guagal mejorado

Tratamiento	Código	Peso inicial R1	Peso inicial R2	Peso final R1	Peso final R2	$\Sigma P_i + P_f$	Media peso M.P
1	A ₀ B ₀	1000	1000	989,25	989,23	1978,48	989,24
2	A ₀ B ₁	1000	1000	963,52	963,46	1926,98	963,49
3	A ₀ B ₂	1000	1000	921,2	921,6	1842,8	921,4
4	A ₁ B ₀	1000	1000	978,18	977,98	1956,16	978,08
5	A ₁ B ₁	1000	1000	947,14	947,68	1894,82	947,41
6	A ₁ B ₂	1000	1000	912,69	910,77	1823,46	911,73
7	A ₂ B ₀	1000	1000	976,87	974,25	1951,12	975,56
8	A ₂ B ₁	1000	1000	938,24	936,22	1874,46	937,23
9	A ₂ B ₂	1000	1000	869,87	871,85	1741,72	870,86

Fuente: Experimentales. Cordero J. (2012)

Tabla 2. Medias y porcentajes de los pesos la cutícula del maíz

Tratamiento	Código	Repetición 1	Repetición 2	Suma total	Promedio pesos	% peso cutícula	% peso maíz	% de cutícula	% Total
1	A ₀ B ₀	5,73	5,03	10,76	5,38	5,38%	98,924	1,076	100
2	A ₀ B ₁	18,55	17,96	36,51	18,255	18,26%	96,349	3,651	100
3	A ₀ B ₂	39,68	38,92	78,6	39,3	39,30%	92,14	7,86	100
4	A ₁ B ₀	11,06	10,86	21,92	10,96	10,96%	97,808	2,192	100
5	A ₁ B ₁	26,52	26,07	52,59	26,295	26,30%	94,741	5,259	100
6	A ₁ B ₂	44,26	44,01	88,27	44,135	44,14%	91,173	8,827	100
7	A ₂ B ₀	12,34	12,1	24,44	12,22	12,22%	97,556	2,444	100
8	A ₂ B ₁	31,8	30,97	62,77	31,385	31,39%	93,723	6,277	100
9	A ₂ B ₂	64,98	64,16	129,14	64,57	64,57%	87,086	12,914	100

Fuente: Experimentales. Cordero J. (2012)

ANEXO 4

ANÁLISIS DE LABORATORIO REALIZADOS EN LA MATERIA PRIMA



INFORME DE RESULTADOS

Orden de trabajo N° 112309
Hoja 2 de 6

NOMBRE DEL CLIENTE: Jorge Cordero
DIRECCIÓN: Guaranda
FECHA DE RECEPCION: 27 de septiembre del 2011
MUESTRA: Materia Prima
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA: Grano seco color amarillo
ENVASE: Funda de polietileno
FECHA DE TOMA DE MUESTRA: 23 de septiembre del 2011
LOTE: -----
FECHA DE REALIZACIÓN DE ENSAYO: 27 de septiembre - 13 de octubre del 2011
REFERENCIA: 112309
MUESTREO: Por cliente
CONDICIONES AMBIENTALES: 23°C 48% HR

ANÁLISIS QUÍMICO:

PARÁMETRO	MÉTODO	RESULTADO	RESULTADO
Humedad (%)	PEE/LA/02 NTE INEN 1235	13.51	13.50
Proteína (%)	PEE/LA/01 NTE INEN 519	9.28	9.25
Grasa (%)	PEE/LA/05 NTE INEN 523	4.55	4.50
Ceniza(%)	PEE/LA/03 NTE INEN 520	1.63	1.62
Fibra (%)	INEN 522	2.79	2.50
Carbohidratos totales (%)	Cálculo	68.24	68.63
Sodio (mg/100 g)	Electrodo Selectivo	2.48	2.44
Potasio (mg/100 g)	Electrodo Selectivo	249.30	248.40
Calcio (mg/100 g)	NOM 187-SSA1	36.70	37.23
Fósforo (mg/100 g)	AOAC 986.24	215.40	217.30
Magnesio (mg/100 g)	AOAC 991.25	14.82	15.00
Energía (Kcal/100 g)	Cálculo	351.03	352.02

Dr. Oscar Luzuriaga
PRESIDENTE
LABOLAB

El presente informe es válido sólo para la muestra analizada.
Este informe no debe reproducirse más que en su totalidad previa autorización escrita de LABOLAB ANALISIS DE ALIMENTOS, AGUAS Y AFINES

INFORME TÉCNICO, FICHA DE ESTABILIDAD, INFORMACIÓN NUTRICIONAL PARA REGISTRO SANITARIO

Análisis físico, químico, microbiológico, entomológico de: alimentos, aguas, bebidas, materias primas, balanceados, cosméticos, pesticidas, suelos, metales pesados y otros.
Av. Pérez Guerrero De 21-11 y Versalles - Of. 12B - 2do. Piso - Telefax.: 2563-225 / 2235-404 / 3214-333 / 3214-353 Cel.: 09 9442-153

www.labolab.com.ec

e-mails: olg@ecnet.ec / drluzuriaga@hotmail.com / servicioalcliente@labolab.com.ec

Quito - Ecuador

INFORME DE RESULTADOS

Orden de trabajo N° 112309
Hoja 1 de 6

NOMBRE DEL CLIENTE: Jorge Cordero
DIRECCIÓN: Guaranda
FECHA DE RECEPCIÓN: 27 de septiembre del 2011
MUESTRA: Materia Prima
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA: Grano seco color amarillo
ENVASE: Funda de polietileno
FECHA DE TOMA DE MUESTRA: 23 de septiembre del 2011
LOTE: -----
FECHA DE REALIZACIÓN DE ENSAYO: 27 de septiembre - 13 de octubre del 2011
REFERENCIA: 112309
MUESTREO: Por cliente
CONDICIONES AMBIENTALES: 23°C 48% HR

ANÁLISIS QUÍMICO:

PARAMETROS	METODO	RESULTADO	RESULTADO
Acido Aspártico (mg/100g)	Ref CIMMYT 1985	648.20	647.40
Treonina (mg/100g)		270.10	268.90
Serina (mg/100g)		354.20	358.20
Acido Glutámico (mg/100g)		1780.20	1780.00
Prolina (mg/100g)		890.20	894.10
Glicina (mg/100g)		303.40	307.10
Alanina (mg/100g)		731.50	729.80
Valina (mg/100g)		425.10	427.10
Metionina (mg/100g)		129.70	130.10
Isoleucina (mg/100g)		315.00	313.10
Leucina (mg/100g)		1129.80	1130.00
Tirosina (mg/100g)		273.40	275.00
Fenilalanina (mg/100g)		425.90	427.00
Histidina (mg/100g)		231.50	230.60
Lisina (mg/100g)		240.70	241.10
Arginina (mg/100g)		342.60	342.60
Triptófano (mg/100g)		59.40	60.20
Cistina (mg/100g)		140.90	140.60
Cisteína (mg/100g)		157.40	158.00

O. Luzuriaga
Dr. Oscar Luzuriaga
PRESIDENTE

LABOLAB
ANÁLISIS DE ALIMENTOS, AGUAS Y AFINES

El presente informe es válido sólo para la muestra analizada.

Este informe no debe reproducirse más que en su totalidad previa autorización escrita de LABOLAB.

INFORME TÉCNICO, FICHA DE ESTABILIDAD, INFORMACIÓN NUTRICIONAL PARA REGISTRO SANITARIO

Análisis físico, químico, microbiológico, entomológico de: alimentos, aguas, bebidas, materias primas, balanceados, cosméticos, pesticidas, suelos, metales pesados y otros.
Av. Pérez Guerrero Oe 21-11 y Versalles - Of. 12B - 2do. Piso - Telefax.: 2563-225 / 2235-404 / 3214-333 / 3214-353 Cel.: 09 9442-153

www.labolab.com.ec

e-mails: olg@ecnet.ec / drluzuriaga@hotmail.com / servicioalcliente@labolab.com.ec

Quito - Ecuador

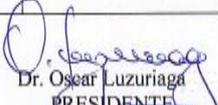
INFORME DE RESULTADOS

Orden de trabajo N° 112309
Hoja 3 de 6

NOMBRE DEL CLIENTE: Jorge Cordero
DIRECCIÓN: Guaranda
FECHA DE RECEPCION: 27 de septiembre del 2011
MUESTRA: Materia Prima
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA: Grano seco color amarillo
ENVASE: Funda de polietileno
FECHA DE TOMA DE MUESTRA: 23 de septiembre del 2011
LOTE: -----
FECHA DE REALIZACIÓN DE ENSAYO: 28 de septiembre - 3 de octubre del 2011
REFERENCIA: 112309
MUESTREADO: Por cliente
CONDICIONES AMBIENTALES: 24° C 43%HR

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO:

PARÁMETRO	MÉTODO	RESULTADO
Recuento de Aerobios mesófilos (ufc/g)	NTE INEN 1 529-5	29 x 10
Recuento de Coliformes totales (ufc/g)	NTE INEN 1 529-7	< 10
Recuento de Mohos (upm/g)	NTE INEN 1 529-10	91 x 10
Recuento de Levaduras (upl/g)	NTE INEN 1 529-10	< 10
Recuento de Escherichia coli (ufc/g)	NTE INEN 1 529-8	< 10


Dr. Oscar Luzuriaga
PRESIDENTE

El presente informe es válido sólo para la muestra analizada.
Este informe no debe reproducirse más que en su totalidad previa autorización escrita de LABOLAB.

INFORME TÉCNICO, FICHA DE ESTABILIDAD, INFORMACIÓN NUTRICIONAL PARA REGISTRO SANITARIO

Análisis físico, químico, microbiológico, entomológico de: alimentos, aguas, bebidas, materias primas, balanceados, cosméticos, pesticidas, suelos, metales pesados y otros.
Av. Pérez Guerrero Oe 21-11 y Versalles - Of. 12B - 2do. Piso - Telefax.: 2563-225 / 2235-404 / 3214-333 / 3214-353 Cel.: 09 9442-153

www.labolab.com.ec

e-mails: olg@ecnet.ec / drluzuriaga@hotmail.com / servicioalcliente@labolab.com.ec

Quito - Ecuador

ANALISIS DE LABORATORIO REALIZADOS EN EL PRODUCTO TERMINADO



ANALISIS DE ALIMENTOS, AGUAS Y AFINES

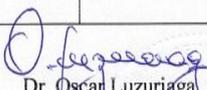
INFORME DE RESULTADOS

Orden de trabajo N° 112309
Hoja 4 de 6

NOMBRE DEL CLIENTE: Jorge Cordero
DIRECCIÓN: Guaranda
FECHA DE RECEPCION: 27 de septiembre del 2011
MUESTRA: Mote Producto Terminado
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA: Grano seco color amarillo
ENVASE: Funda de polietileno
FECHA DE TOMA DE MUESTRA: 23 de septiembre del 2011
LOTE: -----
FECHA DE REALIZACIÓN DE ENSAYO: 27 de septiembre - 13 de octubre del 2011
REFERENCIA: 112310
MUESTREO: Por cliente
CONDICIONES AMBIENTALES: 23°C 48% HR

ANALISIS QUIMICO:

PARAMETROS	METODO	RESULTADO	RESULTADO
Acido Aspártico (mg/100g)	Ref CIMMYT 1985	620.30	622.40
Treonina (mg/100g)		267.10	268.40
Serina (mg/100g)		321.10	323.20
Acido Glutámico (mg/100g)		1657.40	1658.30
Prolina (mg/100g)		890.00	893.20
Glicina (mg/100g)		239.70	239.00
Alanina (mg/100g)		731.40	730.90
Valina (mg/100g)		423.20	425.10
Metionina (mg/100g)		126.90	126.40
Isoleucina (mg/100g)		341.30	340.40
Leucina (mg/100g)		1117.40	1118.50
Tirosina (mg/100g)		274.10	275.10
Fenilalanina (mg/100g)		425.00	425.60
Histidina (mg/100g)		241.00	240.30
Lisina (mg/100g)		239.70	239.00
Arginina (mg/100g)		347.40	342.90
Triptófano (mg/100g)		57.20	57.90
Cistina (mg/100g)		147.40	146.40
Cisteína (mg/100g)		151.90	151.10


Dr. Oscar Luzuriaga
PRESIDENTE


ANALISIS DE ALIMENTOS, AGUAS Y AFINES

El presente informe es válido sólo para la muestra analizada.

Este informe no debe reproducirse más que en su totalidad previa autorización escrita de LABOLAB.

INFORME TÉCNICO, FICHA DE ESTABILIDAD, INFORMACIÓN NUTRICIONAL PARA REGISTRO SANITARIO

Análisis físico, químico, microbiológico, entomológico de: alimentos, aguas, bebidas, materias primas, balanceados, cosméticos, pesticidas, suelos, metales pesados y otros.

Av. Pérez Guerrero De 21-11 y Versalles - Of. 12B - 2do. Piso - Telefax.: 2563-225 / 2235-404 / 3214-333 / 3214-353 Cel.: 09 9442-153

e-mails: olg@ecnet.ec / drluzuriaga@hotmail.com / servicioalcliente@labolab.com.ec

www.labolab.com.ec

Quito - Ecuador

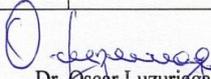
INFORME DE RESULTADOS

Orden de trabajo N° 112309
Hoja 6 de 6

NOMBRE DEL CLIENTE:	Jorge Cordero
DIRECCIÓN:	Guaranda
FECHA DE RECEPCION:	27 de septiembre del 2011
MUESTRA:	Mote Producto Terminado
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA:	Grano seco color amarillo
ENVASE:	Funda de polietileno
FECHA DE TOMA DE MUESTRA:	23 de septiembre del 2011
LOTE:	-----
FECHA DE REALIZACIÓN DE ENSAYO:	28 de septiembre - 3 de octubre del 2011
REFERENCIA:	112310
MUESTREADO:	Por cliente
CONDICIONES AMBIENTALES:	24° C 43%HR

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO:

PARÁMETRO	MÉTODO	RESULTADO
Recuento de Aerobios mesófilos (ufc/g)	NTE INEN 1 529-5	13 x 10 ³
Recuento de Coliformes totales (ufc/g)	NTE INEN 1 529-7	< 10
Recuento de Mohos (upm/g)	NTE INEN 1 529-10	< 10
Recuento de Levaduras (upl/g)	NTE INEN 1 529-10	2 x 10 ²
Recuento de Escherichia coli (ufc/g)	NTE INEN 1 529-8	< 10


 Dr. Oscar Luzuriaga
 PRESIDENTE

El presente informe es válido sólo para la muestra analizada.
Este informe no debe reproducirse más que en su totalidad previa autorización escrita de LABOLAB.

INFORME TÉCNICO, FICHA DE ESTABILIDAD, INFORMACIÓN NUTRICIONAL PARA REGISTRO SANITARIO

Análisis físico, químico, microbiológico, entomológico de: alimentos, aguas, bebidas, materias primas, balanceados, cosméticos, pesticidas, suelos, metales pesados y otros.

Av. Pérez Guerrero Oe 21-11 y Versalles - Of. 12B - 2do. Piso - Telefax.: 2563-225 / 2235-404 / 3214-333 / 3214-353 Cel.: 09 9442-153

e-mails: olg@ecnet.ec / drluzuriaga@hotmail.com / servicioalcliente@labolab.com.ec

www.labolab.com.ec

Quito - Ecuador

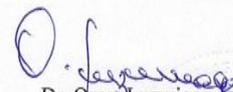
INFORME DE RESULTADOS

Orden de trabajo N° 112309
Hoja 5 de 6

NOMBRE DEL CLIENTE:	Jorge Cordero
DIRECCIÓN:	Guaranda
FECHA DE RECEPCION:	27 de septiembre del 2011
MUESTRA:	Mote Producto Terminado
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA:	Grano seco color amarillo
ENVASE:	Funda de polietileno
FECHA DE TOMA DE MUESTRA:	23 de septiembre del 2011
LOTE:	-----
FECHA DE REALIZACIÓN DE ENSAYO:	27 de septiembre - 13 de octubre del 2011
REFERENCIA:	112310
MUESTREADO:	Por cliente
CONDICIONES AMBIENTALES:	23°C 48% HR

ANÁLISIS QUÍMICO:

PARÁMETRO	MÉTODO	RESULTADO	RESULTADO
Humedad (%)	PEE/LA/02 NTEN INEN 1235	11.71	11.70
Proteína (%)	PEE/LA/01 NTEN INEN 519	9.68	9.72
Grasa (%)	PEE/LA/05 NTEN INEN 523	4.58	4.63
Ceniza(%)	PEE/LA/03 NTE INEN 520	1.48	1.47
Fibra (%)	INEN 522	1.56	1.63
Carbohidratos totales (%)	Cálculo	70.99	70.85
Sodio (mg/100 g)	Electrodo Selectivo	2.52	2.50
Potasio (mg/100 g)	Electrodo Selectivo	237.30	235.90
Calcio (mg/100 g)	NOM 187-SSA1	33.91	33.73
Fósforo (mg/100 g)	AOAC 986.24	223.40	224.00
Magnesio (mg/100 g)	AOAC 991.25	15.02	15.00
Energía (Kcal/100 g)	Cálculo	363.90	363.95


Dr. Oscar Luzuriaga
PRESIDENTE

 ANÁLISIS DE ALIMENTOS, AGUAS Y AFINES

El presente informe es válido sólo para la muestra analizada.
Este informe no debe reproducirse más que en su totalidad previa autorización escrita de LABOLAB

INFORME TÉCNICO, FICHA DE ESTABILIDAD, INFORMACIÓN NUTRICIONAL PARA REGISTRO SANITARIO

Análisis físico, químico, microbiológico, entomológico de: alimentos, aguas, bebidas, materias primas, balanceados, cosméticos, pesticidas, suelos, metales pesados y otros.
Av. Pérez Guerrero Oe 21-11 y Versalles - Of. 12B - 2do. Piso - Telefax.: 2563-225 / 2235-404 / 3214-333 / 3214-353 Cel.: 09 9442-153

e-mails: olg@ecnet.ec / drluzuriaga@hotmail.com / servicioalcliente@labolab.com.ec

www.labolab.com.ec

Quito - Ecuador

ANEXO 5

FOTOGRAFIA DEL PROCESO EXPERIMENTAL



**Recepción materia prima
(Iniap-111 guagal mejorado)**



Seleccionado y clasificado



Pesado inicial



Cocido



Pelado



Lavado



Neutralizado



Escurrido



Pesado



Secado



Enfundado



Almacena

ANEXO 6

GLOSARIO

Ácido linoleico.- Ácido graso no saturado, esencial para varios insectos y mamíferos, incluyendo al ser humano.

Amilopectina.- Molécula del almidón que tiene ramificaciones y está constituida por muchos anillos de glucosa unidos entre sí para formar largas moléculas con numerosas ramificaciones laterales cortas. Las moléculas de amilopectina son significativamente más grandes que las moléculas de amilosa; algunas contienen entre 10000 y 20000 unidades de glucosa. La amilopectina es esencialmente insoluble en agua caliente.

Atrazina.- Herbicida organoclorado (posee una estructura molecular básica de átomos de carbono, hidrógeno y cloro). Actúa controlando el crecimiento de la mayoría de semillas de dicotiledóneas y hierbas, inhibiendo la reacción de Hill, involucrada en el proceso de fotosíntesis. Se aplica fundamentalmente como herbicida selectivo en plantaciones de maíz, sorgo, caña de azúcar y piña.

Betacaroteno.- El betacaroteno es un nutriente especial que podemos encontrar en frutas y verduras y que nuestro organismo necesita para mantener un buen estado de salud.

Carotenoides.- Sustancia amarilla, roja o naranja que se encuentra principalmente en las plantas, incluso en las zanahorias, las batatas, los vegetales de hojas verde oscuro y en muchas frutas, granos y aceites. Algunos carotenoides se transforman en vitamina A en el cuerpo y algunos están en estudio para prevenir el cáncer. Un carotenoide es un tipo de antioxidante y un tipo de provitamina.

Endosperma.- Tejido nutritivo contenido en las semillas ubicadas fuera del embrión. En las Angiospermas es un tejido triploide, resultado de la unión de un núcleo masculino con los dos núcleos polares. Presenta variaciones en cuanto a su desarrollo y puede ser reabsorbido en las semillas ex albuminadas o permanecer

en las albuminadas. En las Gimnospermas es haploide y está formado por restos del gametofito femenino.

Glumifloral -. Son los pastos, juncos y se reconocen fácilmente por su apariencia "hierba". Son plantas con pequeñas flores sin pétalos vistosos. El Glumifloral es uno de los grupos más grandes y más conocidos de las plantas. Puede decirse que son el grupo individual más importante de los organismos en el planeta hoy en día, que nos proporciona el maíz, el arroz, el trigo y la cebada-las más taquilleras de cuatro cultivos, así como la caña de azúcar. Su importancia ecológica en el mantenimiento de la estabilidad del suelo y la disponibilidad para el césped los ha convertido en algo común en los patios y jardines de todo el mundo.

Gluteína.- Es una glutelina derivada del trigo (*Triticum*). Es conocida como una de las proteínas que contiene el trigo, junto con la gliadina para formar el gluten. Debido a su estructura polimérica la glutenina es extremadamente elástica y proporcionan además una baja extensibilidad siendo las proteínas que dan fuerza al gluten durante el amasado. Junto con la gliadina esta proteína tiene como función en el pan de retener el dióxido de carbono durante la fermentación y poder hacer crecer la masa de pan.

Hemicelulosa.- Polisacárido compuesto de diversos tipos de monosacáridos, que forma parte de la membrana de las células vegetales.

Heterosis.- Ventajas de los animales cruzados sobre los de raza pura.

Internudos.- Propio de las plantas cotiledóneas, se encargan de detener la elongación de las plantas.

Metionina.- La metionina es un aminoácido neutro que contiene un átomo de azufre y el primer aminoácido en la síntesis de cualquier proteína. Su símbolo es M en el código de una letra y Met en el de tres letras. La metionina y la cisteína son los dos aminoácidos que tienen azufre. Un derivado de la metionina, la S-adenosil-metionina (SAM) sirve de dador de metilos para procesos enzimáticos de metilación

Monocotiledóneas.- Clase de angiospermas caracterizada por tener el embrión un cotiledón, ser la raíz primaria de corta duración que es sustituida por raíces adventicias, no tener el tallo ni la raíz crecimiento secundario en grosor, ser las hojas paralelinervias, envainadoras, no pecioladas y no estipuladas y tener las flores verticilos por lo general de tres piezas o de múltiplos de tres.

Pantoténico.- El ácido pantoténico es un nutriente hidrosoluble considerado perteneciente al complejo de las vitaminas del grupo B que fue descubierta en 1933 por el Dr. Roger J. Williams a partir del crecimiento de levaduras.

Poliinsaturado.- Los ácidos grasos poliinsaturados son ácidos grasos que poseen más de un doble enlace entre sus carbonos. Dentro de este grupo encontramos el ácido linolénico (omega 3) y el linoleico (omega 6) que son esenciales para el ser humano. Tienen un efecto beneficioso en general, disminuyendo el colesterol total. El exceso implica la producción de compuestos tóxicos. Se pueden obtener de pescados azules y vegetales como maíz, soja, girasol, calabaza, nueces.

Prolaminas.- Se definen como proteínas que pueden extraerse en etanol acuoso.

Rafinosa.- La rafinosa es un hidrato de carbono α - galactosacárido. Se encuentra, principalmente, en las leguminosas: soya, frijoles, garbanzos, cacahuates, chícharos, alubias, etc. También, se ha identificado en algunos cereales, pero, en estos, el contenido de rafinosa siempre está en segundo término, después de la sacarosa.

Riboflavina.- La riboflavina es una vitamina soluble en agua que participa en varios procesos metabólicos vitales del cuerpo y es necesaria para un funcionamiento celular normal, crecimiento y producción de energía.

Tiamina.- Nutriente del complejo de la vitamina B que el cuerpo necesita en pequeñas cantidades para funcionar y mantenerse sano. La tiamina ayuda a algunas enzimas a funcionar correctamente, ayuda a descomponer los azúcares de los alimentos y mantiene los nervios y el corazón saludables. Se encuentra en la carne de cerdo, la carne de órganos, las arvejas, los frijoles y los cereales integrales. La tiamina es soluble en agua (puede disolverse en agua) y debe

tomarse todos los días. La insuficiencia de tiamina puede causar una enfermedad que se llama beriberi (una afección caracterizada por trastornos del corazón, los nervios y los procesos digestivos). Demasiada tiamina puede ayudar a que las células cancerosas crezcan más rápido. También se llama vitamina B1.

Unicultivo.- Se refiere a las plantaciones de gran extensión con el cultivo de una sola especie, con los mismos patrones, resultando en una similitud genética, utilizando los mismos métodos de cultivo para toda la plantación (control de pestes, fertilización y alta estandarización de la producción), lo que hace más eficiente la producción a gran escala.

Zeína.- Proteína que se dobla elongación cuando tiene del maíz.

ANEXO 7

NORMAS DE COMPARACIÓN

NORMA INEN 187

NTE INEN 187

1995-10

2.13 Plaguicida. Sustancia química o biológica, que se utiliza sola, combinada o mezclada para prevenir, combatir o destruir, repeler o milligar: insectos, hongos, bacterias, nemátodos, ácaros, moluscos, roedores, malas hierbas o cualquier otra forma de vida que cause perjuicios directos o indirectos a los cultivos agrícolas, productos vegetales y plantas en general.

Igualmente cualquier sustancia o mezcla de sustancias que se las use como defoliantes, desecantes o reguladores de crecimiento.

2.14 Suciedad. Toda impureza de origen animal

2.15 Otras definiciones constan en la NTE INEN 2 050.

3. REQUISITOS ESPECÍFICOS

3.1 Maíz en grano en la recepción.

3.1.1 El maíz en grano al momento de la recepción debe cumplir con los requisitos que a continuación se describen y los que se establecen en la tabla 1.

TABLA 1. Requisitos del maíz en grano al momento de la recepción.

REQUISITOS	% MINIMO m/m	% MAXIMO m/m	METODO DE ENSAYO
HUMEDAD	13	30	NTE INEN 1 513
IMPUREZAS	-	10	NTE INEN 1 236
QUEBRADOS	-	5	NTE INEN 1 236
DAÑADOS			NTE INEN 1 236
Calor		2,0	
Hongos		2,0	
Insectos		2,0	
Otras causas		1,5	

3.1.2 El maíz en grano no deberá estar infestado, para que durante el almacenamiento no se alteren las características del grano.

3.1.3 El maíz en grano tendrá como máximo el 0,5% de granos germinados.

3.2 Maíz en grano para consumo y uso industrial

3.2.1 El maíz en grano para consumo y uso industrial debe cumplir con los requisitos que a continuación se describen y los que se establecen en la tabla 2.

(Continúa)

Tabla 9. Requisitos del maíz entero molido

4.1.2 Se permite como máximo el 5% de granos de otros colores, cuando se trate de maíz molido amarillo o de otros colores; en tanto que para el caso de maíz molido blanco, no se aceptará más del 2% de maíz de otros colores.

4.1.3 El maíz molido debe cumplir con los requisitos que se establecen en la tabla 1.

TABLA 1. Requisitos del maíz entero molido

REQUISITOS	% MINIMO	% MAXIMO	MÉTODO DE ENSAYO
HUMEDAD	---	13	NTE INEN 1 513
PROTEINA	8	---	NTE INEN 543
GRASA	3,5	---	NTE INEN 523
CENIZA	---	2	NTE INEN 520
FIBRA	---	2,5	NTE INEN 522

4.1.4 No se aceptará maíz molido infestado.

4.1.5 El maíz molido, debe sujetarse a las normas establecidas por la FAO/OMS, en cuanto tiene que ver con los límites de recomendación de plaguicidas y productos afines y metales pesados, hasta tanto se elaboren las regulaciones ecuatorianas correspondientes.

4.1.6 El contenido máximo de aflatoxinas será de 20 microgramos por kilogramo (20 ppb), y será determinado según lo establecido en la NTE INEN 1 563

4.1.7 El maíz molido debe estar libre de olores a moho, fermento, agroquímicos, o cualquier otro que pueda considerarse objetable.

4.1.8 El porcentaje máximo de impurezas será el 1%.

4.2 Sémola, harina, griz. Requisitos específicos.

4.2.1 La sémola, harina, griz del maíz desgerminado, deben cumplir con los requisitos que se establecen en la tabla 2.

4.2.2 El tamaño del gránulo de acuerdo a las siguientes especificaciones:

4.2.2.1 *Sémola*. Cuando mínimo el 95% del producto pase el tamiz de malla INEN 2 mm (10 ASTM) y no más del 20% pase el tamiz INEN 710 µm (25 ASTM).

4.2.2.2 *Harina de maíz*. Cuando mínimo el 98% del producto pase el tamiz de malla INEN 300 µm (50 ASTM), ó mínimo el 50% del producto pase el tamiz de malla INEN 212 µm (70 ASTM).

4.2.2.3 *Griz para hojuelas*. Cuando mínimo el 95% del producto pasa a través de un tamiz de malla INEN 2 mm (10 ASTM), y no más del 20% pasa a través de un tamiz de malla INEN 710 µm (25 ASTM).

(Continúa)

TABLA 2. Requisitos de la sémola, harina, gritz del maíz

Requisito \ Producto	SÉMOLA	HARINA	GRITZ	MÉTODO DE ENSAYO
PROTEINA % mínimo	8,0 *	8,0*	8,0*	NTE INEN 519
HUMEDAD % máximo	12,0	13,0	12,0	NTE INEN 518
CENIZA % máximo	1,0*	1,0*	1,0*	NTE INEN 520
GRASA % máximo	2,0*	2,0*	2,0*	NTE INEN 523
FIBRA % máximo	1,0	1,0	1,0	NTE INEN 522
* Ceniza, grasa: en base seca * Proteína: N x 6,25				

4.3 Requisitos microbiológicos. La sémola, harina, gritz del maíz desgerminado deben cumplir con los requisitos que se establecen en la tabla 3.

TABLA 3. Requisitos microbiológicos

Requisitos	Unidad	Límite máximo	Método de ensayo
Aerobios mesó filas	ufc*/g	100 000	NTE 1 529
E. coli	ufc/g	0	NTE 1 529
Mohos y levaduras	ufc/g	500	NTE 1 529
Salmonella	ufc/25g	0	NTE 1 529
Coliformes	ufc/g	100	NTE 1 529
* ufc= unidades formadoras de colonias.			

4.3.1 Para la aceptación de lotes de la sémola, harina, gritz del maíz desgerminado, se debe cumplir con los requisitos microbiológicos del Anexo A.

4.4 Antioxidantes. Se podrá agregar como antioxidantes por ejemplo: ácido ascórbico máximo 200 mg/kg; azodicarbonamida, máximo 45 mg/kg, etc., y los que permita el CODEX ALIMENTARIUS, en tanto se elaboren las Normas INEN correspondientes.

(Continúa)

Tabla 4. Composición nutricional del mote

En el siguiente cuadro, se indica la composición nutricional de polenta de maíz Mote por 100 g de sustancia comestible:

NUTRIENTE	VALOR POR g/ 100 g
AGUA	10,69 ± 0,02
PROTEINA	8,22 ± 0,05g
GRASAS	3,75 ± 0,04
CENIZAS	2,01 ± 0,06
CARBOHIDRATOS TOTALES	71,70 ± 0,42
SODIO**	48,38 ± 1,97
POTASIO**	222,62 ± 1,57
HIERRO**	9,73 ± 0,14
FÓSFORO**	424,90 ± 4,73
CALCIO**	922,65 ± 0,48

Fuente de información:

Archivos Latinoamericanos de Nutrición - Composición Química y Digestibilidad del Mote
http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S0004-06222003000400014&script=sci_arttext