

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y AGROINDUSTRIA

DESARROLLO Y EVALUACIÓN DE LA TECNOLOGÍA DE ELABORACIÓN DE UNA SOPA INSTANTÁNEA DE CHUCHUCA

PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO
AGROINDUSTRIAL

ROMMEL PIER MUZO QUISHPE
promel7@hotmail.com

DIRECTORA: Ing. M.Sc. ELENA VILLACRÉS
elenavillacres9@hotmail.com

CODIRECTOR: Ing. OSWALDO ACUÑA
oswaldo.acuna@epn.edu.ec

QUITO, ABRIL 2011

© Escuela Politécnica Nacional 2011
Reservados todos los derechos de reproducción

DECLARACIÓN

Yo, Rommel Pier Muzo Quishpe, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Escuela Politécnica Nacional puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.

Rommel Pier Muzo Quishpe

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Rommel Pier Muzo Quishpe, bajo mi supervisión.

Ing. MSc. Elena Villacrés Póveda
DIRECTORA DE PROYECTO

Ing. Oswaldo Acuña
CO-DIRECTOR DEL PROYECTO

DEDICATORIA

A Dios, el ser supremo que me da la salud y fuerza para salir adelante

A mis padres Susana y Fernando por brindarme su apoyo incondicional, y ser ejemplo de trabajo y dedicación.

A mis hermanos Aymé, Grace, Felipe y Susana quienes me han apoyado en los buenos y malos momentos, que han estado siempre pendientes de que hiciera el mejor trabajo posible.

AGRADECIMIENTO

A Dios, gracias por ser mi luz y guía en esta vida.

A mis padres por ser el ejemplo de honestidad, dedicación al trabajo y por su apoyo incondicional.

A mis hermanos por estar siempre pendientes de mí y ser mis amigos incondicionales.

Al Instituto Nacional Autónomo de investigaciones Agropecuarias INIAP, Estación Experimental Santa Catalina, y por su intermedio al Departamento de Maíz, y al Departamento de Nutrición y Calidad que me brindaron la oportunidad para desarrollar mi Proyecto de Titulación.

A la Ing. Msc. Elena Villacrés Poveda, Directora de Tesis de la EPN – INIAP por su asesoramiento, paciencia y apoyo brindado durante el desarrollo de esta investigación.

Al Ing. Oswaldo Acuña, Codirector de la tesis, por sus sugerencias que sirvió para el enriquecimiento de esta tesis.

Al Ing. Patricio Castillo, por su valioso tiempo dedicado a la revisión de esta tesis.

Al Ing. Carlos Yáñez, por el apoyo en el desarrollo de la tesis.

A una persona muy especial Gaby, gracias por estar conmigo apoyándome en todos los momentos, en especial en los más difíciles de mi vida.

A mis amigos, Jorge Luis, Daniela, Patricio, Stephanie, Andrea, Fernanda, Verónica, Maribel, Luis, Rafael, Javier y Camilo por brindarme su valiosa amistad, su ayuda oportuna y desinteresada.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

RESUMEN.....	i
INTRODUCCIÓN.....	iii
1 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	1
1.1 EL MAÍZ (<i>Zea mays</i>).....	1
1.1.1 ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN.....	1
1.1.2 CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DEL MAÍZ	1
1.1.3 CARACTERÍSTICAS BOTÁNICAS Y MORFOLÓGICAS	2
1.1.4 ECOLOGÍA Y ADAPTACIÓN.....	4
1.1.5 TIPOS DE MAÍZ	4
1.1.6 VARIEDADES	5
1.1.7 VALOR NUTRITIVO DEL MAÍZ	7
1.1.8 PRINCIPALES COMPONENTES DEL MAÍZ	8
1.1.9 PRODUCCIÓN DE MAÍZ	10
1.2 INDUSTRIALIZACIÓN DEL MAÍZ.....	10
1.2.1 USOS DEL MAÍZ.....	10
1.2.2 PROCESAMIENTO INDUSTRIAL DEL MAÍZ.....	11
1.3 ALIMENTOS DESHIDRATADOS	17
1.3.1 DESHIDRATACIÓN (SECADO).....	17
1.3.2 SECADO POR CONGELACIÓN (LIOFILIZACIÓN) DE ALIMENTOS.....	19
1.3.3 PRODUCTOS DESHIDRATADOS.....	20
1.4 VIDA ÚTIL DE LOS ALIMENTOS PROCESADOS.....	21
1.4.1 ALTERACIÓN DE LOS ALIMENTOS	21
1.4.2 PRINCIPALES CAUSAS DE LA ALTERACIÓN DE LOS ALIMENTOS.....	22
1.4.3 CINÉTICA DEL DETERIORO DE LOS ALIMENTOS Y PREDICCIÓN DE LA VIDA ÚTIL	24
1.4.4 FUNDAMENTOS DE LAS PRUEBAS DE VIDA ÚTIL.....	25
1.4.5 EMPAQUES EN LA VIDA ÚTIL DE LOS ALIMENTOS.....	26
2 MATERIALES Y MÉTODOS	28
2.1 MATERIALES	28
2.1.1 MATERIA PRIMA	28
2.1.2 INGREDIENTES Y CONDIMENTOS	28

2.2	DETERMINACIÓN DEL ESTADO DE MADUREZ ÓPTIMO DEL GRANO PARA SER UTILIZADO EN LA ELABORACIÓN DE CHUCHUCA	28
2.3	DETERMINACIÓN DEL PROCESO TECNOLÓGICO APROPIADO PARA LA PRODUCCIÓN DE CHUCHUCA	31
2.3.1	PROCESO DE ELABORACIÓN DE CHUCHUCA	31
2.3.2	OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE CHUCHUCA.....	31
2.4	DESARROLLO DE LA FORMULACIÓN PARA LA OBTENCIÓN DE UNA SOPA INSTANTÁNEA DE CHUCHUCA.....	35
2.5	EVALUACIÓN Y SELECCIÓN DEL ENVASE APROPIADO.....	38
2.6	DETERMINACIÓN DEL COSTO DE PRODUCCIÓN DE LA SOPA INSTANTÁNEA DE CHUCHUCA	41
3	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	43
3.1	DETERMINACIÓN DEL ESTADO DE MADUREZ APROPIADO DEL GRANO PARA SER UTILIZADO EN LA ELABORACIÓN DE CHUCHUCA	43
3.2	DETERMINACIÓN DEL PROCESO TECNOLÓGICO ÓPTIMO PARA LA PRODUCCIÓN DE CHUCHUCA	45
3.2.1	RENDIMIENTO	45
3.2.2	INDICE DE ABSORCIÓN DE AGUA (IAA) Y PODER DE HINCHAMIENTO (PH).....	46
3.2.3	COLOR	47
3.2.4	PRUEBA AFECTIVA	49
3.3	DESARROLLO DE UNA FORMULACIÓN APROPIADA PARA LA OBTENCIÓN DE UNA SOPA INSTANTÁNEA CON BASE EN CHUCHUCA	50
3.3.1	PRUEBA AFECTIVA	50
3.3.2	PRUEBA DESCRIPTIVA	51
3.4	EVALUACIÓN Y SELECCIÓN DEL ENVASE Y LAS CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO PARA PROLONGAR LA VIDA ÚTIL DE LA SOPA INSTANTÁNEA CON BASE EN CHUCHUCA	54
3.4.1	ACTIVIDAD DE AGUA.....	54
3.4.2	RECuento MICROBIOLÓGICO.....	56
3.4.3	EVALUACIÓN SENSORIAL.....	58
3.4.4	DETERMINACIÓN DEL TIEMPO DE VIDA ÚTIL.....	61

3.5	DETERMINACIÓN DEL COSTO DE PRODUCCIÓN DE LA SOPA INSTANTÁNEA DE CHUCHUCA	67
3.5.1	ESTUDIO TÉCNICO	67
3.5.2	ESTUDIO ECONÓMICO.....	72
4	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	76
4.1	CONCLUSIONES	76
4.2	RECOMENDACIONES	77
	BIBLIOGRAFÍA.....	78
	ANEXOS.....	82

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación taxonómica del maíz.....	1
Tabla 2. Variedades de maíz.....	6
Tabla 3. Características de la variedad de maíz Chaucho mejorado (INIAP-122).....	7
Tabla 4. Composición nutricional de grano de maíz.....	8
Tabla 5. Tiempo de vida útil en almacenamiento de alimentos vegetales y animales.....	21
Tabla 6. Tratamientos para la determinación del estado de madurez del grano para la elaboración de chuchuca.....	30
Tabla 7. Tratamientos para la optimización del proceso tecnológico de elaboración de chuchuca.....	33
Tabla 8. Formulaciones propuestas para la elaboración de una sopa instantánea a partir de chuchuca.....	36
Tabla 9. Representación de las respuestas experimentales en un diseño de bloques.....	37
Tabla 10. Tratamientos para estimar la durabilidad del producto en condiciones ambientales (17 °C; 50% HR).....	40
Tabla 11. Tratamientos para estimar la durabilidad del producto en condiciones aceleradas (35 °C; 90%HR).....	40
Tabla 12. Rendimiento en la obtención de chuchuca a partir del grano pretostado y precocido.....	45
Tabla 13. Propiedades funcionales del almidón en el grano de maíz pretostado y precocido.....	46
Tabla 14. Componentes del color para el grano de maíz pretostado y precocido.....	48
Tabla 15. Calificaciones promedio de 20 panelistas, para la chuchuca procesada por 4 tratamientos.....	49
Tabla 16. Calificaciones promedio de 20 panelistas, para las sopas instantáneas preparadas con base en chuchuca.....	50
Tabla 17. Calificaciones promedio para la intensidad de atributos, en 3 tratamientos de sopa, con base en chuchuca.....	52
Tabla 18. Actividad de agua (a_w) de la sopa de chuchuca, envasada en 2 tipos de empaque y almacenada en cámara acelerada (35 °C, 90% HR).....	54

Tabla 19. Actividad de agua (a_w) de la sopa instantánea de chuchuca, envasada en 2 tipos de empaque y almacenada en cámara de maduración (17 °C; 50% HR)...	55
Tabla 20. Recuento microbiológico para la sopa de chuchuca empacada en 2 materiales y almacenada en condiciones aceleradas (35 °C, 90% HR).....	56
Tabla 21. Recuento microbiológico para la sopa de chuchuca empacada en 2 materiales y almacenada en cámara de maduración (17 °C; 50% HR).....	57
Tabla 22. Resultados de la prueba dúo-trío, para el sabor de una sopa instantánea de chuchuca almacenada en condiciones aceleradas (35 °C, 90% HR).....	59
Tabla 23. Resultados de la prueba dúo-trío, para el sabor de una sopa instantánea de chuchuca almacenada en cámara de maduración (17 °C; 50% HR).....	60
Tabla 24. Proceso técnico de la chuchuca a escala piloto.....	68
Tabla 25. Proceso productivo de carne deshidratada.....	69
Tabla 26. Proceso para la elaboración de una sopa instantánea con base en chuchuca.....	70
Tabla 27. Maquinaria para la producción de sopa instantánea de chuchuca.....	71
Tabla 28. Tabla de inversiones.....	73
Tabla 29. Costo de venta y producción del producto final.....	73
Tabla 30. Punto de equilibrio del proyecto.....	74
Tabla 31. Flujo de caja.....	75

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Partes de la semilla de maíz.....	3
Figura 2.	Diagrama general del proceso de molienda húmeda.....	13
Figura 3.	Diagrama general del proceso de molienda seca.....	15
Figura 4.	Principales componentes de un liofilizador discontinuo.....	19
Figura 5.	Variación del contenido de humedad, almidón y azúcares en 5 estados de madurez del maíz, variedad Chaucho mejorado.	43
Figura 6.	Variación del atributo de calidad (a_w) de la sopa de chuchuca empacada en fundas de polipropileno y almacenada en condiciones aceleradas.....	62
Figura 7.	Variación del atributo de calidad (a_w) de la sopa de chuchuca empacada en fundas de polipropileno y almacenada en cámara de maduración (17 °C; 50% HR)	63
Figura 8.	Variación de la actividad de agua (a_w) de la sopa instantánea de chuchuca, empacada en funda aluminizada y almacenada en condiciones aceleradas (35 °C; 90% HR)	64
Figura 9.	Variación de la actividad de agua (a_w) de la sopa instantánea de chuchuca, empacada en funda aluminizada y almacenada en cámara de maduración (17 °C; 50% HR)	65
Figura 10.	Procesamiento de chuchuca.....	67
Figura 11.	Proceso de elaboración de carne deshidratada.....	69
Figura 12.	Proceso de elaboración de una sopa instantánea de chuchuca.	70
Figura 13.	Organigrama estructural.....	72

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXOS 1. FIGURAS.....	83
ANEXOS 2. METODOLOGÍA.....	87
ANEXOS 3. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	101
ANEXOS 4. ANÁLISIS ECONÓMICO.....	116
ANEXOS 5. TABLAS DE ANÁLISIS.....	124

RESUMEN

Esta investigación tiene como objetivo general desarrollar y evaluar la tecnología de procesamiento del maíz (*Zea mays*) de la variedad INIAP-122 Chaucho mejorado, para la elaboración de una sopa instantánea de chuchuca.

El proceso de producción de chuchuca consistió en determinar el estado de madurez apropiado del grano, de la variedad de maíz INIAP-122 Chaucho mejorado, que fue cosechada en diferentes estados de madurez a los 146, 153, 160, 180 y 187 días. La determinación del mejor tratamiento fue realizada al evaluar contenido de almidón, azúcares y humedad en el material mencionado, y el resultado obtenido fue que el estado de madurez apropiado del grano de maíz para la elaboración de chuchuca fue el grano cosechado a los 160 días, que contiene 3,31% de azúcares; 70,26% de almidón y 50,50% de humedad.

Para determinar el proceso tecnológico apropiado para la producción de chuchuca, a partir de maíz de la variedad INIAP-122 cosechado a los 160 días, fueron aplicados 2 métodos de precocción: pretostado y precocido; y 2 tamaños de partícula: 2,93 mm y 1,20 mm. Las variables analizadas fueron el rendimiento, color, índice de absorción de agua, poder de hinchamiento y análisis sensoriales, al desarrollar y evaluar las variables; el proceso tecnológico apropiado fue aquel que tuvo un pretostado y un tamaño de partícula de 1,20 mm.

Para establecer la formulación apropiada para la obtención de la sopa instantánea de chuchuca, fueron ensayadas 3 formulaciones, las cuales fueron sometidas a análisis sensoriales descriptivo y afectivo. Los resultados obtenidos indicaron que la formulación que más gustó a los panelistas fue la sopa que contenía: chuchuca 65,0%, carne deshidratada de cerdo 15,0%, ajo en polvo 2,0%, cebolla en polvo 2,0%, especias deshidratadas 2,0%, caldo de pollo en polvo 2,8%, ajinomoto (glutamato monosódico) 1,2% y sal 10,0%.

El tipo de envase y condición de almacenamiento fue determinado con base en la durabilidad y los cambios organolépticos del producto final, para lo cual se

seleccionaron 2 empaques: aluminio y polipropileno y 2 condiciones de almacenamiento: al ambiente y aceleradas. Fueron evaluadas la actividad de agua, el recuento microbiológico y el sabor, en una prueba sensorial; como resultado se encontró que las sopas empacadas en empaques de aluminio en el transcurso del tiempo mantienen mejor las características de las sopas.

Se realizó un estudio técnico – económico, donde se llevó el proceso técnico desarrollado a niveles de producción de planta piloto; se propuso una producción de 320 unidades/día. El precio de venta fue tomado a 1,31 dólares con un margen de utilidad del 30%. Con base en los indicadores financieros, TIR (104%) y VAN (160.738,84 dólares), se establece que el proyecto es económicamente rentable y alcanza el punto de equilibrio en el primer año de producción.

INTRODUCCIÓN

El maíz es uno de los productos agrícolas más importantes de la economía nacional, por su elevada incidencia social, ya que casi las tres cuartas partes de la producción total provienen de unidades familiares campesinas (SICA, 2002). La superficie cosechada de maíz a nivel nacional es de 231.636 ha, con una producción de 288.031 t, solo el maíz suave y duro choclo en la altura tiene una superficie sembrada de 41.848 ha con una producción de 99.252 t y un rendimiento de 2,37 t/ha (SICA, 2006). En Ecuador el consumo *per-cápita* de maíz es de alrededor de 14,50 kg/año (FAO, 2003).

Actualmente, el dar valor agregado a los productores representa una buena alternativa para mejorar la producción y productividad. En el caso del maíz existen empresas dedicadas a la producción de conservas, como *baby corn* (choclitos enlatados), chulpi tostado, refrescos. De otros tipos de maíz, como el morado y el negro, se extraen pigmentos para la elaboración de colorantes y saborizantes orgánicos, con potenciales de exportación hacia países asiáticos, como Japón (Yáñez, 2007).

Una propuesta válida es el desarrollo de programas de recuperación de alimentos nativos de alto valor nutricional y la actualización de tecnologías tradicionales de producción y consumo. Esto no significaría un rechazo a ciertas propuestas de la ciencia y la tecnología modernas; sería más bien una propuesta de trabajo conjunto en la revalorización de conocimientos y prácticas útiles, como programa de recuperación de alimentos nativos, se encuentra la producción de chuchuca que es una forma de aprovechar el maíz tierno (Estrella, 1998).

Adicionalmente, Novoa (2008) señala que la chuchuca se utilizó como un procedimiento de conservación del choclo por largos períodos de tiempo (más de 1 año almacenado en recipientes tapados y lugares fríos), que servía de alimento de las poblaciones indígenas precolombinas, que permitía disfrutar del sabor del choclo, hasta la próxima cosecha. En la actualidad, es posible conseguir chuchuca en grano y molida con las vendedoras de mercados, especialmente

provenientes de las comunidades de la provincia de Imbabura. Además se indica que la chuchuca es un alimento preparado a partir de choclo en estado mazoso (entre tierno y maduro), tostado, deshidratado y molido (graneado), que se utiliza para elaborar sopas con carne, papas y col. Esta sopa mantiene el exquisito sabor del choclo.

Este estudio tiene como finalidad desarrollar y evaluar la tecnología para elaborar chuchuca y a partir de esta elaborar una sopa instantánea con inclusión de carne de cerdo deshidratado y otros ingredientes.

La elaboración de una sopa instantánea de chuchuca facilitará la disponibilidad y el uso de la sopa, con el fin de rescatar una preparación ancestral en extinción; pero, valorizable con la aplicación de las tecnologías modernas.

Además, con esta iniciativa la presente investigación dará al agricultor alternativas para suministrar valor agregado al maíz, para fomentar la producción del mismo. De esta manera se darán opciones para comercializar el choclo en una forma distinta para la épocas en las que tenga demasiada oferta y el precio disminuya considerablemente, con lo cual, el agricultor no venderá su cosecha a menor precio, sino por el contrario asegurará la venta de maíz, en forma de chuchuca, a un mejor precio.

1 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1 EL MAÍZ (*Zea mays*)

1.1.1 ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN

El maíz es originario de América, donde fue el alimento básico de las culturas americanas. El origen de esta planta es un misterio. Hay pruebas concluyentes, aportadas por los hallazgos arqueológicos y paleobotánicos, de que en el valle de Tehuacán, al sur de México, ya se cultivaba maíz hace aproximadamente 4600 años. Desde su centro de origen el maíz se difundió por casi toda América y, tras el descubrimiento de esta, por el resto del mundo; es actualmente uno de los cereales más cultivados. Las principales zonas de cultivo son Estados Unidos, América Central, Argentina, Brasil, Europa sudoriental y China (Terranova, 1995).

1.1.2 CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DEL MAÍZ

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

Tabla 1. Clasificación taxonómica del maíz

Reino	Vegetal
Subreino	Embriobionta
División	Angiospermae
Clase	Monocotyledoneae
Orden	Cyperales
Familia	Poaceae
Género	<i>Zea</i>
Especie	<i>mays</i>
Nombre Científico	<i>Zea mays</i> L

Yáñez, 2007

1.1.3 CARACTERÍSTICAS BOTÁNICAS Y MORFOLÓGICAS

1.1.3.1 Raíz

Todo el sistema radical de la planta adulta es adventicio. En la mayoría de los cultivares un cuerpo cónico brota de la corona. La raíz se compone de un ápice hacia la parte inferior, formado por 6 a 10 entrenudos muy cortos. De la corona salen tantos vástagos borales como raíces principales, que dan origen a muchas raicillas laterales, cortas y finas. En los países tropicales alcanza una profundidad que varía desde pocos centímetros hasta un metro (Terranova, 1995).

1.1.3.2 Tallo

El tallo central del maíz es un eje formado por nudos y entrenudos, cuyo número y longitud varía considerablemente. De la parte inferior y subterránea del tallo, sale la corona de la cual brotan las raíces principales y los tallos o brotes laterales (SICA, 2009).

1.1.3.3 Hojas

La hoja está constituida de vaina, cuello y lámina. La vaina de la hoja de maíz es una estructura cilíndrica, abierta hasta la base, que sale de la parte superior del nudo. El cuello es la zona de transición entre la vaina envolvente y la lámina abierta. La lámina de la hoja de maíz es una banda angosta y delgada hasta 1,5 m de largo por 10 cm de ancho, que termina en un ápice muy agudo (Terranova, 1995).

1.1.3.4 Inflorescencia

El maíz es una planta monoica. La inflorescencia femenina crece a partir de las yemas apicales, en las axilas de las hojas, y la inflorescencia masculina o panoja se desarrolla en el punto de crecimiento apical en el extremo superior de la planta (Dellaporta y Calderón, 1994).

1.1.3.5 Mazorca

En el maíz, la mazorca es compacta y está protegida por las hojas transformadas. La zona de inserción de los granos está formada principalmente por las cúpulas que posee forma de copa, con paredes gruesas. El eje central o raquis da soporte a la mazorca y supe a través de las cúpulas, de nutrimentos y agua a las semillas (Terranova, 1995).

1.1.3.6 Semilla

La semilla madura, como se muestra en la Figura 1, se compone esencialmente de dos partes: endospermo y embrión. Los tejidos externos forman el pericarpio, que en los maíces tropicales aparecen, por lo común, unos pocos colores básicos: blanco, diversos tonos de amarillo, rojo o púrpura. Debajo del pericarpio está la capa de aleurona, rica en proteína. El endospermo forma el 85% del peso seco del grano y su totalidad determina la estructura y valor alimenticio de los diferentes maíces (SICA, 2009).

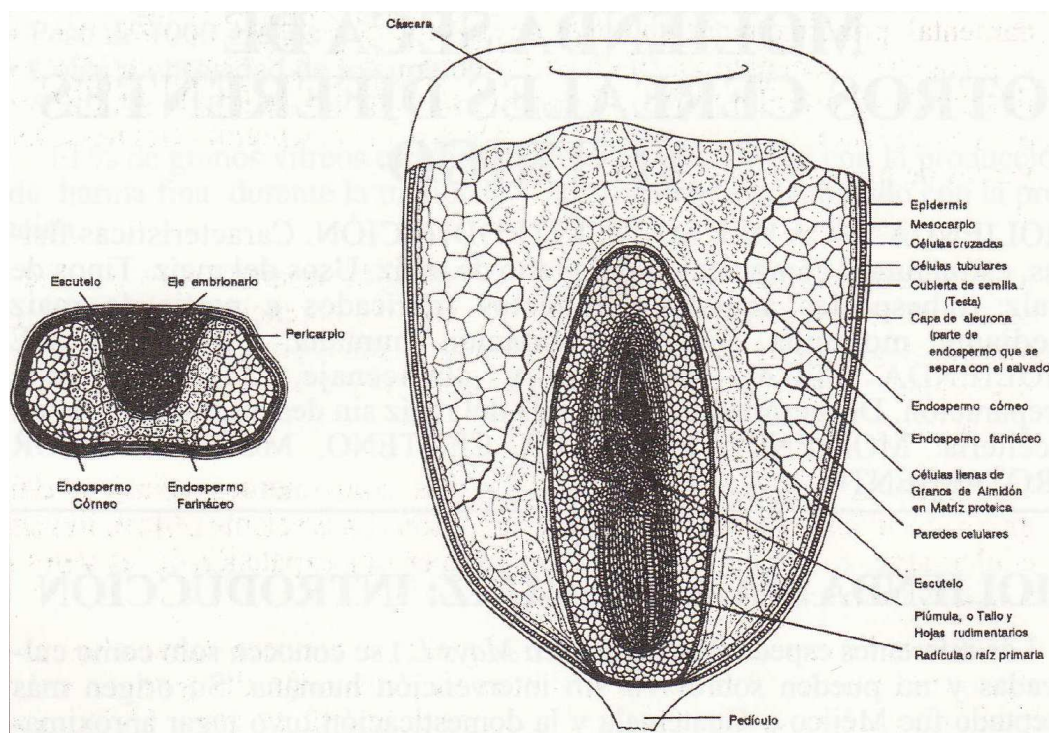


Figura 1. Partes de la semilla de maíz
(Callejo, 2002)

1.1.4 ECOLOGÍA Y ADAPTACIÓN

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, sus fechas de siembra, su localización, la altitud a la que se encuentra el maíz, etc. (Yáñez, 2007).

El maíz crece rápidamente en los climas relativamente cálidos y en suelos húmedos. En la altura y en las regiones semiáridas, su adaptación es menor. Las heladas y las granizadas le afectan en forma importante (Estrella, 1997).

El maíz requiere una temperatura de 10 a 20 °C, además, de bastante luz solar para desarrollarse. Para que se produzca la germinación en la semilla, la temperatura debe estar entre los 15 y 20 °C (Yáñez, 2007).

En el Ecuador, el cultivo de maíz está distribuido en casi todo el territorio, desde cerca al nivel del mar hasta las tierras altas de la serranía (3200 msnm). El cultivo de maíz está ubicado en suelos fértiles, así como en terrenos pobres, pedregosos, planos o de pendiente (Yáñez *et al.*, 2003).

1.1.5 TIPOS DE MAÍZ

1.1.5.1 Maíz duro

Los cultivares locales originales de maíz fueron, en general, tipos de maíz duro. Los granos de este tipo de maíz son redondos, duros al tacto. El endospermo está constituido, sobre todo, de almidón duro córneo, con solo una pequeña parte de almidón blando, en el centro del grano. El maíz duro germina mejor que otros tipos de maíz, particularmente en suelos húmedos y fríos. Es por lo general de madurez temprana y se seca más rápidamente una vez que alcanzó la madurez fisiológica. Está menos sujeto a daño de insectos y mohos en el campo y en el almacenamiento. Sin embargo, los maíces duros rinden por lo general menos que los maíces dentados (SICA, 2009).

Muchos de los maíces duros tienen granos anaranjado - amarillentos o blanco - cremosos, aunque existe una amplia gama de colores, por ejemplo, rojo, azul y negro. Los maíces duros son preferidos para ser consumidos como mazorcas verdes, para hacer fécula de "maicena" y como alimento animal (FAO, 2001).

1.1.5.2 Maíz dentado

El maíz dentado es el tipo de maíz cultivado más comúnmente para grano y ensilaje. El endospermo del maíz dentado tiene más almidón blando que el tipo duro. Cuando el grano se comienza a secar, el almidón blando en la parte superior del grano se contrae y produce una pequeña depresión. Esto da la apariencia de un diente y de aquí su nombre (SICA, 2009).

Muchos de los maíces dentados tienen granos de color blanco, preferidos para el consumo humano o tienen granos amarillos, preferidos para alimento animal (FAO, 2001).

1.1.5.3 Maíz harinoso

El endospermo de los maíces harinosos está compuesto, casi exclusivamente, de un almidón muy blando, que se raya fácilmente con la uña aún cuando el grano no esté maduro y pronto para cosechar. El maíz harinoso es el maíz predominante en las zonas altas de la región andina y de México. Estos maíces son, casi únicamente, usados como alimento humano y algunas razas se utilizan para la preparación de platos especiales y bebidas. En los últimos tiempos, se ha difundido el consumo del maíz harinoso tostado. Las razas de estos maíces presentan una gran variedad de colores y de algunos de ellos se extraen colorantes (FAO, 2001).

1.1.6 VARIEDADES

Entre las principales razas de maíz, que todavía se cultivan en la sierra del Ecuador, se incluyen cuzco ecuatoriano, canguil ecuatoriano, racimo de uva,

chillos, huandango, morochón, patillo y kcello. Entre las variedades que han sido generadas, se encuentran: chaucho, mishca, blanco, blandito, guagal, zhima y chulpi, como se muestran en la Tabla 2 (Yáñez *et al.*, 2003).

Tabla 2. Variedades de maíz

Variedad	Zona	Altitud (msnm) ¹	Ciclo vegetativo	Color del grano
INIAP-102 BLANDITO	Chimborazo	2.200-2.800	tardío	blanco harinoso
INIAP-111 GUAGAL	Bolívar	2.400-2.800	tardío	blanco harinoso
INIAP-122 CHAUCHO	Imbabura	2.200-2.800	precoz	amarillo harinoso
INIAP-124 MISHCA	Cotopaxi	2.200-2.800	semitardío	amarillo harinoso
INIAP-192 CHULPI	Sierra	2.400-2.800	precoz	amarillo intenso arrugado
INIAP-153 ZHIMA	Cañar	2.400-2.900	-	blanco grande amorochado

Yáñez *et al.*, 2003.

¹msnm= metros sobre el nivel del mar

a) Chaucho mejorado INIAP-122

Se deriva de un cruzamiento múltiple entre 4 colecciones de maíces locales, provenientes de Chaltura (ECU-07203), la Florida (ECU-07297), Natabuela (ECU-07302) e Imantag (ECU-07310), en Imbabura. Estas colectas presentaron buenas características agronómicas y de calidad de grano durante 2 ciclos de cultivo.

Luego pasó a formar la población o compuesto y fue sometido a 2 ciclos de selección, en 3 localidades.

La variedad INIAP-122 Chaucho mejorado como se muestra en la Tabla 3, se caracteriza por su precocidad, porte bajo, resistencia al acame, tolerancia a la pudrición de mazorca y buena calidad de grano. Se adapta a altitudes entre los 2.200 y 2.800 m, en los cantones de Antonio Ante, Cotacachi, Ibarra y Urcuquí (Silva *et al.*, 1997).

Tabla 3. Características de la variedad de maíz Chaucho mejorado (INIAP-122)

Características Importantes	
1. Agronómicas y Morfológicas	Promedio
Días a la floración femenina	102
Días a la cosecha en choclo	135
Días a la cosecha en seco	225
Altura de la planta	250 cm
Altura de la mazorca	140 cm
Longitud de la mazorca	18 cm
Formas de consumo	Choclo, tostado, humitas
Rendimiento comercial en choclo	190 sacos de 125 unidades/ha
Rendimiento comercial grano seco	85 qq/ha
Color del grano seco	Amarillo
Color del grano tierno	Crema
Color de la tusa	Rosada 80%
	Blanca 15%
	Morada 5%
Tipo de grano	Harinoso
Textura del grano	Suave
2. De calidad (base seca)	
Humedad	13,03%
Proteína	8,13%
Almidón	74,57%
Aceptación de choclo y grano seco	Buena

Silva *et al.*, 1997

1.1.7 VALOR NUTRITIVO DEL MAÍZ

El principal valor alimenticio del maíz es su magnífico contenido de energía. Contiene además, proteínas 8 a 9% del peso seco, aceite 3 a 4%, fibra 2% y ceniza 1%. La composición nutricional de la harina de maíz, se indica en la Tabla 4 (SICA, 2009).

Tabla 4. Composición nutricional de grano de maíz.

Contenido	Maíz, harina molida (por 100 g)
Agua (%)	12,00
Calorías	362,00
Proteínas (g)	9,00
Grasas (g)	3,40
Carbohidratos (g)	74,50
Almidón, fibra (g)	1,00
Cenizas (g)	1,10
Calcio (mg)	6,00
Hierro (mg)	1,80
Fósforo (mg)	178
Tiamina (mg)	0,30
Riboflavina (mg)	0,08
Niacina (mg)	1,90

FAO, 2001

El maíz es rico en grasa, hierro y contenido de fibra; pero, su aspecto nutricional más pobre son las proteínas. Cerca de la mitad de las proteínas del maíz están compuestas por zeína, la cual tiene un bajo contenido de aminoácidos esenciales, especialmente lisina y triptófano (FAO, 2001).

1.1.8 PRINCIPALES COMPONENTES DEL MAÍZ

1.1.8.1 Hidratos de carbono

El componente químico principal del grano de maíz es el almidón, al que corresponde hasta el 60 - 85% del peso del grano. Otros hidratos de carbono son azúcares sencillos, en forma de glucosa, sacarosa y fructosa, en cantidades que varían del 1 al 5% del grano (FAO, 1993).

En el maíz, el 98% del almidón del grano se encuentra en el endospermo, y el 70% de los azúcares libres en el germen (Primo, 1987).

1.1.8.2 Fibra dietética

La celulosa abunda en el pericarpio y en el germen de los cereales, como constituyente estructural de las paredes celulares. La celulosa es el constituyente principal de la fibra, constituye el 1 - 4%, en peso, de los granos (Primo, 1987).

1.1.8.3 Proteínas

En el maíz, 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. La zeína (40 - 50% de las totales) es la principal proteína, el grano de maíz es deficiente en lisina (2%) y triptófano (0,5%) (FAO, 1993).

1.1.8.4 Aceite

El aceite del grano de maíz está fundamentalmente en el germen, con valores que van del 3 al 18%. El aceite de maíz tiene un bajo nivel de ácidos grasos saturados: ácido palmítico y esteárico, con valores medios del 11% y el 2%, respectivamente. En cambio, contiene niveles relativamente elevados de ácidos grasos poliinsaturados, fundamentalmente ácido linoleico, con un valor medio de cerca del 24% (FAO, 1993).

1.1.8.5 Minerales

Los minerales constituyen el 1 - 3% del peso del grano. Estos constituyentes se localizan, en su mayor parte, en el pericarpio del grano. Los más abundantes son fósforo y potasio (0,3 - 0,4%), seguidos, en general, por el magnesio (0,1 - 0,2%). En menor proporción, se encuentran el silicio, el sodio y el calcio. Entre los micronutrientes, el más abundante es el hierro (30 - 80 mg/kg), seguido por el manganeso, el cobre y el zinc (Primo, 1987).

1.1.8.6 Vitaminas

El grano de maíz contiene 2 vitaminas solubles en grasa, la provitamina A, o carotenoide, y la vitamina E. Los carotenoides se hallan sobre todo en el maíz amarillo, en tanto que el maíz blanco tiene un escaso o nulo contenido de ellos. La mayoría de los carotenoides se encuentran en el endospermo duro. El beta-caroteno es una fuente importante de vitamina A, aunque no totalmente aprovechada pues los seres humanos no consumen tanto maíz amarillo como maíz blanco. La otra vitamina liposoluble, la vitamina E, que es objeto de cierta regulación genética, se halla principalmente en el germen (FAO, 1993).

1.1.9 PRODUCCIÓN DE MAÍZ

El maíz es, actualmente, cultivado en la mayoría de los países del mundo y es la tercera cosecha en importancia (después del trigo y el arroz). Al momento, los principales productores de maíz son Estados Unidos, China y Brasil (Asturias, 2004).

El maíz es uno de los productos agrícolas más importantes de la economía nacional, por su elevada incidencia social, ya que casi las tres cuartas partes de la producción total provienen de unidades familiares campesinas (SICA, 2002). La superficie cosechada de maíz a nivel nacional es de 231.636 ha, con una producción de 288.031 t, solo el maíz suave y duro choclo en la altura tiene una superficie sembrada de 41.848 ha con una producción de 99.252 t, con un rendimiento de 2,37 t/ha (SICA, 2006). Ecuador posee un consumo per-cápita de maíz de alrededor de 14,50 kg/año (FAO, 2003).

1.2 INDUSTRIALIZACIÓN DEL MAÍZ

1.2.1 USOS DEL MAÍZ

La mayoría del maíz que se comercializa es como alimento animal y pequeñas cantidades se destinan para usos industriales y alimenticios (Asturias, 2004).

El maíz es usado en diversas formas. Se obtienen harinas de maíz, aceite de germen, productos para desayuno y conservas de maíz dulce. Además, el maíz se utiliza en la industria del almidón, jarabes de glucosa y bebidas alcohólicas (Primo, 1987).

En Ecuador, la producción nacional 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 (SICA, 2002).

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 *et al.*, 2003).

Actualmente, en nuestro país la generación de valor agregado para los productores representa una buena alternativa para mejorar la producción y productividad. En el caso del maíz, existen empresas dedicadas a la producción de conservas, como baby corn (choclitos enlatados), chulpi tostado, refrescos, etc. De otros tipos de maíz, como el morado y el negro, se extraen pigmentos para la elaboración de colorantes y saborizantes orgánicos. Así también, sirve para la preparación de alimentos concentrados para la crianza de aves, cerdos y especies menores (Yáñez, 2007).

1.2.2 PROCESAMIENTO INDUSTRIAL DEL MAÍZ

1.2.2.1 Molienda de maíz

El objetivo de la molienda es obtener materiales intermedios, que puedan ser utilizados posteriormente en la fabricación de productos comerciales. Existe la molienda seca y la húmeda. Con la primera se extraen, como productos primarios, sémolas, harinas corrientes y finas. La segunda produce almidón y otros útiles productos derivados (Primo, 1987).

1.2.2.2 Molienda húmeda

El maíz comercial se recibe en forma de grano, ya separado de la mazorca. Tras una limpia, se pone a macerar durante unas 40 h, en agua tibia que contenga dióxido de azufre. Esto lo ablanda para la molienda, separa el material soluble que es evaporado para dar licor de remojo y pierde la matriz proteica en la que está embebido el almidón (Callejo, 2002).

El grano macerado, cuya humedad se encuentra alrededor del 45%, se somete a una trituración grosera por medio de molinos desgerminadores, cuyo objetivo principal es desprender el germen sin fragmentarlo (Primo, 1987). El germen, al ser un componente ligero, se puede separar del resto del grano mediante flotación o sistemas de hidrociclones. El germen recolectado se lava, para recuperar el almidón y gluten, posteriormente se somete a un proceso de secado, luego se destina a la extracción de aceite (Callejo, 2002).

El material remanente consiste en una papilla de almidón, gluten, fibra y fragmentos de grano. Este material remanente se criba: la fracción fina lleva almidón y gluten hacia el siguiente paso; la fracción gruesa (cáscara, salvado y trozos de endospermo) se muele otra vez, con molinos de piedra o de impacto (Callejo, 2002).

La papilla almidón-gluten tamizado, libre de fibra, es centrifugada a alta velocidad para provocar la separación del gluten, que es más ligero. El gluten liberado y secado es un valioso subproducto como alimentación animal (Callejo, 2002).

Del mismo modo, el almidón separado se somete a una purificación posterior, mediante hidrociclones, hasta que el contenido final de proteínas residuales es inferior a 0,3% (Primo, 1987). El almidón que se obtiene queda listo para su modificación química, conversión a jarabe, o para ser vendido como tal, previa desecación (Callejo, 2002).

En la Figura 2, se indica un diagrama del proceso de molienda húmeda del maíz.

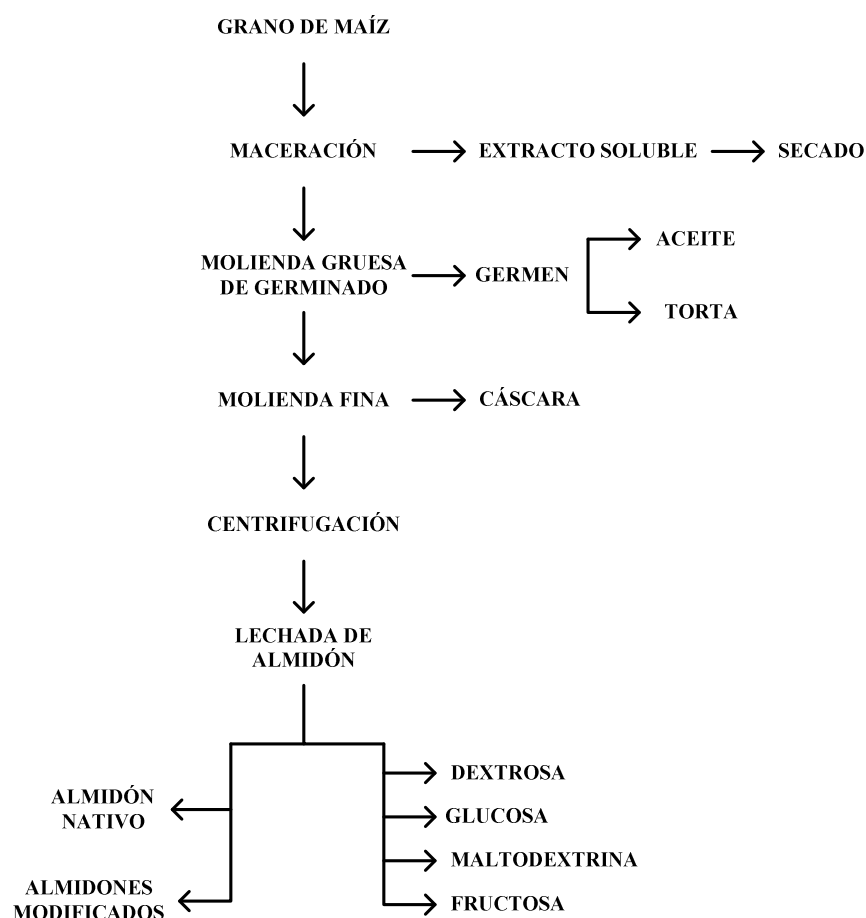


Figura 2. Diagrama general del proceso de molienda húmeda

(Robutti, 2008)

1.2.2.3 Productos obtenidos a partir de la molienda húmeda

Entre los productos que se pueden destacar de la molienda húmeda se encuentran los siguientes:

a) *Germen*

El germen es secado hasta el 97% de sustancia seca, con un 45 - 50% de grasa, se usa para elaborar aceite de maíz. Las plantas que incorporan la extracción de aceite, crudo o refinado, usan el residuo (harina de germen) como componente del alimento de gluten. La harina de germen tiene potencial como alimento humano, ya que su balance de aminoácidos es mejor que el del maíz entero (Callejo, 2002).

b) Harina de gluten

La harina de gluten tiene un valor considerable en la alimentación especial para pollos, con un alto contenido de xantofilas y componentes de color amarillo relacionado con la vitamina A. La harina de gluten se vende con un mínimo de 60% de proteína (base comercial), con un 90% de sustancia seca. Como alimento para no rumiantes es bajo en aminoácidos esenciales lisina y triptófano, pero relativamente rico en metionina (Callejo, 2002).

c) Almidón

El almidón que se obtiene es de alta pureza, por lo que se usa para la producción de jarabes o almidón seco de alta calidad (Callejo, 2002). Este se utiliza industrialmente como tal y también para producir alcohol y edulcorantes alimentarios (FAO, 1993).

Los usos del almidón y sus derivados, elaborados a partir de la molienda húmeda, se reparten casi a partes iguales entre la industria alimentaria (confitería, bebidas no alcohólicas, pastelería) y la no alimentaria (industria papelera, química, farmacéutica y textil) (Callejo, 2002).

1.2.2.4 Molienda seca

El proceso de molienda seca, apunta a una completa separación del pericarpio, germen y endospermo, hasta donde sea económicamente factible; para producir la máxima cantidad de endospermo córneo como trozos discretos; y remover tanto como sea posible el germen y pericarpio para dar un producto de baja grasa y baja fibra; para recuperar la mayor proporción posible de germen como trozos grandes y limpios (Robutti, 2008).

El proceso inicia con la recepción de la materia prima, luego el maíz sufre una limpieza (granos quebrados, hojas, piedras, metales, partículas pulverulentas), le sigue un acondicionamiento de humectación ligera, con agua fría, caliente, o

vapor para conseguir que el germen y las cubiertas exteriores adquieran una consistencia correosa, lo que facilita su separación posterior del endospermo (Primo, 1987).

El maíz humectado se deja en reposo, durante algunos minutos, en un silo. El cereal humectado posteriormente es desgerminado, en esta etapa se obtiene la primera rotura del grano, con la consecuente separación del germen y el endospermo. La tecnología empleada es la desgerminación por fricción (Sistema Beall). Posteriormente se realiza una refinación, la cual comprende la rotura de los trozos oportunamente desgerminados y su posterior clasificación por tamaño (cernido) con el objetivo de elaborar productos de un determinado calibre (Gear, 2006).

En la Figura 3 se observa un diagrama de flujo del proceso de molienda seca del maíz.

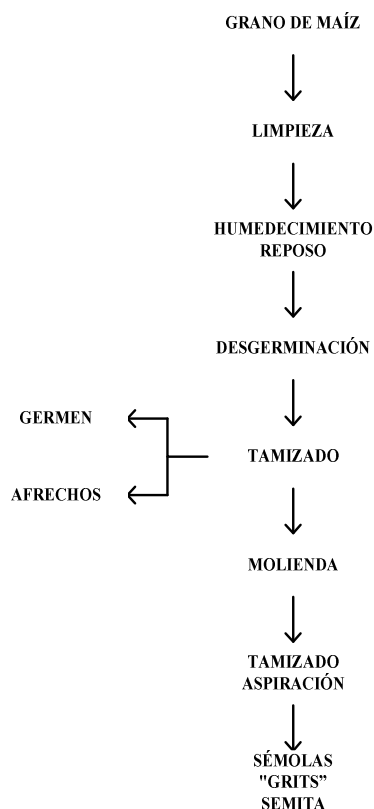


Figura 3. Diagrama general del proceso de molienda seca

(Robutti, 2008)

1.2.2.5 Productos obtenidos a partir de la molienda seca

Los productos, que se indican a continuación, son obtenidos mediante la molienda seca:

a) *Arroz de maíz*

Está formado por granos cuidadosamente descorticados y desgerminados, que pueden sustituir al arroz. El arroz de maíz es más rico en proteínas y menos caro en general (se recupera el germen y por tanto el aceite) (Callejo, 2002).

b) *Sémolas gruesas (1,0 – 2,5 mm.)*

Son utilizadas en la preparación de aperitivos (snacks). En la extrusión se añaden diferentes ingredientes como grasas, queso, especias, sal, colorantes y aromas. Pueden ser más pequeñas (0,65 - 0,85 mm), pero siempre con menos de 0,8% de materia grasa, sobre materia seca (Callejo, 2002).

c) *Harina*

La harina de maíz se utiliza pura para panificación en algunos países (Portugal, Albania). Otras incorporan un 10% sobre harina de trigo. La harina debe ser fina y con un máximo de 3% en materia grasa (Callejo, 2002).

d) *Chuchuca*

El maíz se debe cosechar a medio madurar en el estado que popularmente es conocido como “cao”, se desgrana y se hierve en un recipiente grande, por un tiempo corto; después, se seca al sol hasta que el grano se reduzca a la mitad de su tamaño inicial. Una vez seco, se muele en trozos gruesos, se cierne para que se elimine el afrecho y ya está listo el producto para la preparación de sopas o coladas (Estrella, 1998).

1.3 ALIMENTOS DESHIDRATADOS

1.3.1 DESHIDRATACIÓN (SECADO)

La desecación consiste en extraer la humedad contenida en los alimentos, mediante las condiciones ambientales naturales; la deshidratación es el mismo proceso, pero por la acción del calor artificial (Cuéllar, 2008).

El proceso de deshidratación de un producto, consigue un incremento de las posibilidades de conservación y una gran reducción de peso. Estos son los 2 factores que aconsejan la utilización de este proceso, puesto que además de conseguir la conservación del alimento asegura una reducción substancial de los costos de almacenamiento y/o transporte (Casp y Abril, 2003).

1.3.1.1 Proceso básico de secado

El agua se elimina de los alimentos por medio de difusión, en fase líquida y/o vapor, a través de su estructura interior. Al movimiento del agua líquida le seguirá su evaporación en algún punto del alimento, para lo cual es necesario calor, por lo tanto el proceso supone realmente un transporte simultáneo de materia y calor (Casp y Abril, 2003).

El método más frecuentemente utilizado para suministrar calor al alimento es el uso de una corriente de aire caliente. El calor se transfiere por convección desde el aire a la superficie del alimento y por conducción dentro del alimento (Brennan, 2008).

El proceso de secado de alimentos comprende 3 fases, detallas a continuación:

a) Periodo de precalentamiento

Al principio el producto a secar esta frío, su presión de vapor es baja, por lo tanto la velocidad de transferencia de masa es muy lenta. La cantidad de calor

transferida a la superficie del producto es netamente superior a la cantidad de calor arrastrada por la poca agua evaporada, existe un desequilibrio. El excedente de calor se utiliza, entonces, en calentar la superficie del producto, lo cual produce una disminución del gradiente de temperatura, que cesará cuando se alcance el equilibrio estacionario (Casp y Abril, 2003).

b) Periodo de velocidad constante

Se produce una reducción importante en el contenido de agua. Durante este periodo, el flujo de calor intercambiado entre el aire y el producto se utiliza enteramente para la evaporación del agua. Este periodo continua, mientras la superficie del producto esté alimentada por agua libre líquida desde el interior (Casp y Abril, 2003).

c) Periodo de velocidad decreciente

La migración del agua es cada vez más difícil y como consecuencia la transferencia de masa se convierte en el factor limitante. Los depósitos de solutos obstruyen los poros, el agua ligada migra bajo forma de vapor y la distancia a recorrer por el frente de vapor es cada vez mayor, todos estos factores frenan rápidamente la transferencia de agua (Casp y Abril, 2003).

1.3.1.2 Equipo usado en el secado por aire caliente de alimentos sólidos

a) Secadero de armario (Bandeja)

Este es un secadero de aire caliente multiuso, que trabaja en discontinuo. Consiste en un armario aislado equipado con un ventilador, un calentador de aire y un espacio ocupado por bandejas. Su tamaño puede variar desde una unidad a escala piloto que contiene una o dos bandejas pequeñas hasta una gran unidad con muchas bandejas grandes. En el secador, el aire puede dirigirse por medio de deflectores de flujo a través de la superficie de las bandejas o por bandejas perforadas a las capas de alimento, o por ambas vías (Brennan, 2008).

Los pequeños secaderos de armario se usan en laboratorios, mientras que las grandes unidades se usan como secaderos industriales (Brennan, 2008).

1.3.2 SECADO POR CONGELACIÓN (LIOFILIZACIÓN) DE ALIMENTOS

1.3.2.1 Liofilización

Durante este proceso, se dan en forma simultánea dos subprocesos, la congelación del alimento y la remoción del agua del mismo mediante un proceso conocido como sublimación utilizado con el fin de reducir las pérdidas de los componentes volátiles o termosensibles (Cuéllar, 2008).

Este proceso no altera la estructura físico-química del material, pero permite su conservación indefinida sin cadena de frío, con menos del 15% de humedad y alta estabilidad microbiológica (Cuéllar, 2008).

1.3.2.2 Equipo usado en el secado por congelación de alimentos sólidos

a) Liofilizador de cabina (discontinuo)

Este es un secadero que trabaja en discontinuo. La cámara de vacío es cilíndrica, colocada horizontalmente y hecha a medida con dos puertas en la parte delantera y posterior. El vacío se crea y mantiene con un condensador refrigerador apoyado con bombas de vacío, como se muestra en la Figura 4.

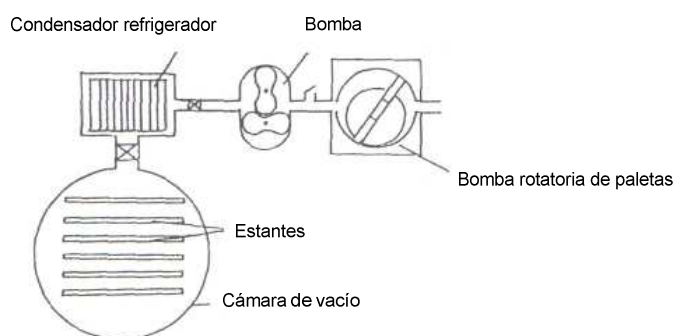


Figura 4. Principales componentes de un liofilizador discontinuo

(Brennan, 2008)

Una vez el alimento es congelado se encierra herméticamente dentro de la cámara. La presión debe de reducirse rápidamente para evitar que se funda el hielo y debe de mantenerse durante todo el ciclo de secado, que puede durar de 4 a 12 h. El sistema de vacío debe de poder extraer el vapor de agua producido y los gases no condensables, que proceden del alimento (Brennan, 2008).

El condensador refrigerador, que puede ser una placa o un serpentín, está situado en el interior de la cámara de secado. El vapor de agua se congela sobre la superficie de la placa o del serpentín. La temperatura del refrigerante debe estar por debajo de la temperatura de saturación, correspondiente a la presión de la cámara. Normalmente esta temperatura se encuentra en el intervalo de -10 °C a -50 °C (Brennan, 2008).

1.3.3 PRODUCTOS DESHIDRATADOS

La industria agroalimentaria utiliza la deshidratación como método de conservación de un gran número de productos, sin entrar en una relación exhaustiva debido a la evolución rápida y permanente de las posibles aplicaciones, se pueden citar productos lácteos y derivados (leche en polvo instantánea, semiproductos en polvo para helados y postres), productos derivados de los cereales (alimentos para bebés con carnes y frutas, harinas con frutas y miel, pastas), productos obtenidos de café, té y cacao, productos vegetales (purés de patata, forrajes, frutas secas), productos de origen animal (huevos, sopas y salsas deshidratadas) (Casp y Abril, 2003).

La imagen de “natural” que da el secado hace que se utilice para fabricar productos de alto valor añadido, por ejemplo frutas y granos para cereales de desayuno y snacks (Casp y Abril, 2003).

La carne cruda y cocinada en forma de filetes, rodajas, cubos o picada se puede liofilizar hasta un contenido en humedad de 1,5 - 3,0%. En general, los productos cárnicos deshidratados se utilizan como ingrediente en mezclas de sopas deshidratadas, salsas y comidas preparadas (Brennan, 2008).

a) *Sopas deshidratadas*

Según Zamudio (2007), se designa como sopa deshidratada al producto preparado por deshidratación de sopas o el elaborado por mezclas de componentes deshidratados mencionados precedentemente, para ser consumido hidratado de acuerdo con el modo de empleo indicado en su rotulación.

Las “sopas deshidratadas” se definen como productos elaborados, que requieren la adición de agua y calentamiento corto para su preparación. En su formulación pueden emplearse cereales, leguminosas, verduras, carnes, aves, pescado, leche y derivados además de los condimentos (Kalsson *et al.*, 1993).

1.4 VIDA ÚTIL DE LOS ALIMENTOS PROCESADOS

1.4.1 ALTERACIÓN DE LOS ALIMENTOS

Los alimentos son sistemas físico-químicos y biológicamente activos, por lo tanto la calidad de los alimentos es un estado dinámico que se mueve continuamente hacia niveles más bajos. Así pues, para cada alimento particular, hay un periodo de tiempo determinado, después de su producción, durante el cual mantiene el nivel requerido de sus cualidades organolépticas y de seguridad, bajo determinadas condiciones de conservación. Este periodo se define como vida útil. En la Tabla 5 se indica la vida útil de algunos alimentos (Casp y Abril, 2003).

Tabla 5. Tiempo de vida útil en almacenamiento de alimentos vegetales y animales

Producto	Días de almacenamiento a 21 °C
Carne	1 – 2
Carne y pescado desecado, salado o ahumado	360 y más
Frutas	1 – 7
Frutas secas	360 y más
Semillas secas	360 y más

Casp y Abril, 2003

1.4.2 PRINCIPALES CAUSAS DE LA ALTERACIÓN DE LOS ALIMENTOS

Las causas más comunes de alteración de los productos alimentarios son de naturaleza biológica, sin duda las más importantes por los daños económicos producidos son los microorganismos y las enzimas naturales de los alimentos (Casp y Abril, 2003).

Los microorganismos y enzimas naturales, junto con las causas de naturaleza química, revisten una importancia notable no solo por la frecuencia en que intervienen en los procesos de deterioro, sino también y, particularmente, porque los procesos de alteración que producen implican, en la totalidad de los casos, la destrucción de todo el producto, al contrario de lo que ocurre cuando intervienen otras causas de alteración, que pueden determinar fenómenos de deterioro localizados que presentan la posibilidad de una utilización parcial del producto (Casp y Abril, 2003).

Entre las causas de alteración en los alimentos, se pueden establecer las siguientes:

1.4.2.1 Físicas

Pueden aparecer durante la manipulación, preparación o conservación de los productos y, en general, no perjudican, por sí solas al consumo del alimento, pero sí a su valor comercial. Un ejemplo de este tipo son los daños que pueden producirse durante la recolección mecánica, golpes durante la manipulación, heridas, etc. (Casp y Abril, 2003).

1.4.2.2 Químicas

Se manifiestan durante el almacenamiento de los alimentos, pero su aparición no es debida a la acción de enzimas. Son alteraciones que con frecuencia pueden perjudicar el consumo del producto. Entre estas se pueden citar el pardeamiento y

enranciamiento, que producen modificaciones en el color, olor y sabor de los alimentos (Casp y Abril, 2003).

1.4.2.3 Biológicas

Son sin duda las más importantes, a su vez se pueden subdividir en:

a) Enzimáticas

Las enzimas de origen vegetal y animal se inactivan fácilmente a temperaturas inferiores a los 100 °C, y se destruyen en los procesos de escaldado, precalentamiento así como en el transcurso de la esterilización (Hernández, 1999). Si estas enzimas no son inactivadas, siguen catalizando reacciones químicas en los alimentos, algunas de estas reacciones, si no se les permite progresar más allá de un cierto límite, son muy deseables; por ejemplo, la maduración de algunas frutas después de la cosecha, pero más allá del límite óptimo, estas reacciones llevan a la descomposición de los alimentos y los tejidos debilitados son atacados por infecciones microbianas (Casp y Abril, 2003).

b) Parasitarias

Son debidas a la infestación por insectos, roedores, pájaros, etc. Son importantes, no solo por las pérdidas económicas que suponen los productos consumidos o dañados por ellos, sino por el hecho de que dañan el alimento y lo ponen a disposición de infecciones provocadas por microorganismos (Casp y Abril, 2003).

c) Microbiológicas

Los principales tipos de microorganismos, que participan en el deterioro de los alimentos son bacterias, mohos y levaduras, que pueden atacar prácticamente todos los componentes de los alimentos y causa la descomposición de los alimentos, aunque, afortunadamente, muy pocos de ellos producen toxinas capaces de originar intoxicaciones en el consumidor (Casp y Abril, 2003).

1.4.3 CINÉTICA DEL DETERIORO DE LOS ALIMENTOS Y PREDICCIÓN DE LA VIDA ÚTIL

1.4.3.1 Reacción de orden cero

La reacción de orden cero considera un atributo de calidad Q , que disminuye de forma lineal durante el período de almacenamiento. Una disminución lineal del atributo implica que su variación con respecto al tiempo es constante, y que, por lo tanto, la pérdida de dicho atributo no depende de su concentración. La ecuación [1.1] indica el cálculo del final de la vida útil (Casp y Abril, 2003).

$$t_u = (Q_o - Q_f) / k \quad [1.1]$$

Donde:

t_u = Tiempo final de vida útil

Q_o = Valor inicial del atributo de calidad

Q_f = Valor final del atributo de calidad

K = Pseudo constante de velocidad de reacción

El empleo de una ecuación de orden cero es útil en la descripción de procesos tales como la degradación enzimática, el pardeamiento no enzimático y la oxidación de los lípidos que lleva al desarrollo de los olores rancios (Casp, 2003).

1.4.3.2 Reacción de primer orden

El atributo de calidad Q disminuye de forma exponencial durante el periodo de almacenamiento. En este caso, el ritmo de pérdidas del atributo de calidad depende de la cantidad que queda del mismo, y esto implica que a medida que el tiempo avanza y el atributo de calidad disminuye la velocidad de reacción es cada vez menor (Casp y Abril, 2003), la siguiente ecuación representa el tiempo de vida útil para la reacción de primer orden.

$$t_u = (\ln Q_o - \ln Q_f) / k \quad [1.2]$$

Donde:

t_u = Tiempo final de vida útil

Q_o = Valor inicial del atributo de calidad

Q_f = Valor final del atributo de calidad

k = Pseudo constante de velocidad de reacción

Entre las reacciones de deterioro de los alimentos que se rigen por ecuaciones de primer orden, se tienen las pérdidas de vitaminas, proteínas y el crecimiento microbiano (Casp y Abril, 2003).

1.4.4 FUNDAMENTOS DE LAS PRUEBAS DE VIDA ÚTIL

En la industria alimentaria, la estabilidad básica de un producto alimenticio depende de varios factores como del cambio que sufren sus ingredientes, el proceso de manufactura, el material de empaque, de los gases circundantes y de la distribución del producto empacado (Bello, 2000).

En la industria se suelen realizar ensayos de almacenamiento para determinar el tiempo de vida útil de un alimento bajo una o más de las siguientes condiciones:

1.4.4.1 Normal

Ensayos que se llevan a cabo bajo condiciones medio ambientales de temperatura y humedad, para determinar la estabilidad básica del alimento (Bello, 2000).

1.4.4.2 Acelerada

A escala industrial es importante saber si determinado producto soportará el almacenamiento prolongado, por lo cual se realizan pruebas aceleradas de vida

útil consistentes en colocar el producto bajo condiciones severas, usualmente de temperatura y humedad relativa mayor a la normal, o temperatura mayor y humedad relativa menor. Estas condiciones aceleran la tasa de degradación y en consecuencia el producto se deteriora más pronto (Cantillo *et al.*, 1994).

1.4.4.3 Extrema

La condición externa, además de acelerar el deterioro de productos es utilizada generalmente para evaluar materiales de empaque, principalmente (Bello, 2002).

1.4.5 EMPAQUES EN LA VIDA ÚTIL DE LOS ALIMENTOS

1.4.5.1 Envases

El envase constituye un elemento fundamental en la conservación y comercialización de los productos alimenticios. Comunicar, contener y proteger son consideradas como las funciones principales de los envases (Primo, 1987).

1.4.5.2 Tipos de envases utilizados en la industria

La gran diversidad de alimentos que se envasan hace que, en ocasiones, ningún material polimérico simple posea las características necesarias para cumplir con eficiencia su función. En tales casos, la respuesta adecuada es la combinación de varios de ellos, para dar lugar a un nuevo material complejo o "laminado", que reúne las características más destacadas de sus componentes. Los laminados pueden estar constituidos exclusivamente por películas plásticas o incluir otros componentes, tales como papel, cartón, aluminio, etc. usualmente se combinan dos o tres películas de materiales simples (Primo, 1987).

a) Películas metalizadas

Muchas películas flexibles pueden estar cubiertas por una fina lámina metálica, menor de 1 μm de grosor. Se comprobó que ciertas películas metalizadas

ofrecían mayor resistencia al paso de vapor de agua y de los gases, en más de un 100%. El proceso supone el calentamiento del metal, generalmente aluminio, a temperaturas de 1500 a 1800 °C en una cámara de vacío mantenida a muy baja presión, aproximadamente 0,13 Pa. El metal se vaporiza y se deposita sobre la película, que pasa a través de una corriente de vapor en un rodillo enfriado (Brennan, 2008).

b) Polipropileno

El polipropileno (PP) se obtiene por polimerización, a baja presión, de propileno en presencia de un catalizador. La película normalmente se extruye en rodillos enfriados y se conoce como polipropileno moldeado. El polipropileno es de buenas propiedades mecánicas, excepto a bajas temperaturas, a las que se vuelve frágil. La permeabilidad del polipropileno moldeado al vapor de agua y a los gases es relativamente baja, comparable con las que exhibe el polietileno de alta densidad. Es termosellable, pero a temperaturas muy altas, 170 °C. Ofrece buena resistencia al vapor de agua, pero no a los gases. Normalmente es termorretráible, se usa en forma de cubierta o laminado para envasar una amplia variedad de productos alimenticios, entre los se incluyen bizcochos, queso, carne, café, maíz, etc. (Brennan, 2008).

2 MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 MATERIALES

2.1.1 MATERIA PRIMA

Para la elaboración de la sopa instantánea de chuchuca se utilizó maíz de la variedad Chaucho mejorado INIAP-122, que fue proporcionado por el Departamento de Maíz de la Estación Experimental Santa Catalina. El maíz fue sembrado en una parcela de 2,5 ha en Cotacachi, ubicado a 2418 msnm.

La carne de cerdo que se utilizó fue carne magra, procedente de la empresa PRONACA, bajo la marca Mr. CHANCHO, adquirida en los supermercados de la ciudad de Quito.

2.1.2 INGREDIENTES Y CONDIMENTOS

La Maicena (IRIS), ajo, cebolla, perejil en polvo (ILE), sal (CRISAL), caldo de pollo (SUMESA) y Glutamato monosódico (Sazonadores del Pacífico) fueron adquiridos en supermercados de la ciudad de Quito.

2.2 DETERMINACIÓN DEL ESTADO DE MADUREZ ÓPTIMO DEL GRANO PARA SER UTILIZADO EN LA ELABORACIÓN DE CHUCHUCA

Se determinó el estado de madurez apropiado del grano de maíz, variedad INIAP-122 (Chaucho mejorado), para la elaboración de chuchuca. Para lo cual, el maíz fue cosechado en 5 estados de madurez: 146, 153, 160, 174 y 181 días de siembra y evaluado.

Para llevar a cabo una buena transformación agroindustrial del grano, es fundamental cosecharlo en el estado de madurez de recolección o comercial, la

cual se lo puede realizar por medios visuales, físicos, químicos y fisiológicos. En esta fase se determinaron medios físico - químicos, como son la determinación del contenido de humedad, los azúcares totales y almidón, los cuales son objetivos, cuantificables y pueden ser analizados estadísticamente. Estos parámetros en el caso del maíz los agricultores lo correlacionan con medios visuales como el cambio de color de las hojas de verde intenso a café; el color del grano cambia de blanco a ligeramente amarillo y cuando al presionar con la uña del dedo pulgar sobre los granos, estos vierten solo poco de líquido.

Factor en estudio

Estados de madurez del grano

Diseño experimental

Se aplicó un diseño completamente al azar (DCA), con el fin de detectar si existen diferencias significativas entre los tratamientos, se utilizaron 5 tratamientos con 3 repeticiones.

Según este diseño los tratamientos constituyen los diferentes estados de madurez del grano, provenientes de un lugar (Cotacachi) y unidades experimentales uniformes, en cuanto al suelo, la variedad de maíz (Chaucho mejorado) y el manejo agronómico uniforme. En la Tabla 6 se indican los tratamientos.

Además la significancia estadística en el análisis de varianza, orientó a realizar la prueba funcional de la diferencia mínima significativa al 5%, y se consideró como tratamiento apropiado aquel en el que el grano alcanza un estado mazoso, caracterizado por un alto contenido de almidón, concentración media de humedad y presencia de azúcares.

Para el análisis estadístico de los resultados se utilizó el programa MSTAT-C, con el que se determinó el coeficiente de variación (%), se realizó el análisis de varianza y la prueba de DSM, al 5%.

Tabla 6. Tratamientos para la determinación del estado de madurez del grano para la elaboración de chuchuca.

Tratamientos	Estados de madurez (días)
T1	146
T2	153
T3	160
T4	174
T5	181

VARIABLES DE CONTROL Y MÉTODOS DE EVALUACIÓN

Contenido de almidón. El análisis fue realizado por el método polarimétrico de Egan *et al.* (1988). Se realizó una hidrólisis ácida con una solución diluida de ácido clorhídrico en baño María y luego se determinó el ángulo de rotación de la luz de una solución clara en el polarímetro. La metodología detallada consta en el Anexo A2.1.

Contenido de azúcares. Los azúcares totales se determinaron según el método fotométrico de Dubois *et al.* (1956). Se realizó una hidrólisis ácida de los polisacáridos en medio ácido, en caliente. La antrona reacciona con las hexosas y las aldopentosas para dar un complejo de color azul - verdoso, el cual presenta un máximo de absorvancia a 625 nm. La metodología detallada consta en el Anexo A2.2.

Contenido de humedad. Se evaluó con el método 925.09 de la A.O.A.C. (1997). Se basó en la determinación de la cantidad de agua existente en la muestra. Se realizó para poder expresar los resultados en base seca. Por diferencia se obtuvo el contenido de materia seca en la muestra. La metodología detallada consta en el Anexo A2.3.

2.3 DETERMINACIÓN DEL PROCESO TECNOLÓGICO APROPIADO PARA LA PRODUCCIÓN DE CHUCHUCA

Una vez identificado el estado de madurez apropiado del grano de maíz, se procedió a optimizar el proceso tecnológico para la producción de chuchuca a partir del grano de maíz, variedad INIAP-122 (Chaucho mejorado).

2.3.1 PROCESO DE ELABORACIÓN DE CHUCHUCA

El proceso de elaboración de chuchuca se basó en el proceso de elaboración artesanal de chuchuca, el cual comprendió las operaciones de desgranado, seguido de precocción en olla abierta o un pretostado en un tiesto, secado al sol, molienda en un molino de disco y aventado para eliminar las cascarillas.

2.3.2 OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE CHUCHUCA

2.3.2.1 Acondicionamiento del grano

En la elaboración de chuchuca se probaron 2 procesos para el acondicionamiento del grano, que se describen a continuación:

a) Pre-tostado

El grano de maíz, en estado mazoso, fue pre-tostado en un tostador giratorio con calentamiento a gas de fabricación nacional, a una temperatura controlada entre 140 a 150 °C por 25 min que se midió con el uso de una termocupla marca Termopar modelo TP651, acoplada a un termómetro marca Termopar modelo HD 2178,1. El grano se removió constantemente, con el fin de lograr una distribución uniforme del color, a través del grano. Seguidamente el grano se distribuyó sobre coladores metálicos para introducirlos en una estufa de aire forzado marca Salvis, a 65 °C, por 6 h, con el fin de reducir la humedad del grano a valores entre 12 y 13%, valorada con un medidor de humedad para granos marca Farmex modelo TPM-AG08160 .

b) Pre-cocido

Para el proceso de pre-cocido del grano de maíz en estado mazoso, se utilizó una relación grano/agua, igual a 1:3 (peso/volumen). El proceso se realizó en olla abierta, en una cocina doméstica marca *Faeda*, por 16 min. Al finalizar el proceso, el grano fue escurrido con la ayuda de coladores metálicos por 5 min, posteriormente se sometió a un proceso de secado en una estufa de aire forzado marca *Salvis* a 65 °C, por 7 h, con el fin de disminuir la humedad del grano a valores entre 12 y 13%, valorada con un medidor de humedad de granos marca *Farmex* modelo TPM-AG08160.

c) Escarificado

Una vez pretratado el grano por los 2 procedimientos anteriormente descritos, se sometió a un proceso de escarificación en el equipo *Strong-scoot*, el cual permite el desprendimiento y rotura del pericarpio y el germen.

d) Molienda

De acuerdo con el tamaño de partícula del producto comercial, que se expende en los mercados de Cotacachi y Otavalo, se realizaron varios ensayos de molienda, como se describe a continuación.

Luego del escarificado y desgerminado, el grano fue molido en un molino de disco *Victoria*, a través de una abertura de 2,93 mm.

El tamaño de partícula (1,20 mm) fue alcanzado por medio de un molino de martillo *Montero*, provisto de un tamiz de 1,20 mm.

La medición del tamaño de partícula se realizó con la ayuda de un calibrador digital marca *MITUTOYO*, modelo *CD8" C-B*, para lo que se colocaron sobre una superficie plana 20 muestras de cada tamaño de partícula de grano molido. Después, las patas del calibrador fueron ubicadas en contacto con la partícula a

ser medida y se deslizó la pata móvil hasta que ajustó a la muestra, para en lo posterior leer en la pantalla digital el tamaño de la partícula en mm.

e) Preparación de la sopa base

Para realizar la degustación de la chuchuca se procedió a la preparación de una sopa base, cuya formulación constó de 100 g de chuchuca, 2 L de agua y 5 g de sal; con un tiempo de cocción de 12 min para la chuchuca pre-tostada y pre-cocida, de 1,20 mm; y, 35 min de cocción para el grano pre-tostado y pre-cocido, de 2,93 mm. La cocción se realizó en olla abierta, a presión atmosférica y en una cocina doméstica.

Factores en estudio

Factor P : Proceso de pre-cocción

P0: Pre-tostado

P1: Pre-cocido

Factor T : Tamaño del gránulo

T0: 2,93 mm

T1: 1,20 mm

Diseño Experimental

Se aplicó un diseño completamente al azar en arreglo factorial 2 x 2 + 1, con 3 repeticiones, como se indica en la Tabla 7.

Tabla 7. Tratamientos para la optimización del proceso tecnológico de elaboración de chuchuca.

Tratamientos		Descripción
T1	P ₀ T ₀	Grano pre-tostado, 2,93 mm de diámetro
T2	P ₀ T ₁	Grano pre-tostado, 1,20 mm de diámetro
T3	P ₁ T ₀	Grano pre-cocido, 2,93 mm de diámetro
T4	P ₁ T ₁	Grano pre-cocido, 1,20 mm de diámetro

Para el análisis estadístico se utilizó el programa MSTAT-C, se realizó el análisis de varianza y la prueba de Tukey al 5% del diseño planteado.

VARIABLES DE CONTROL Y MÉTODOS DE EVALUACIÓN

Rendimiento: Se determinó por gravimetría, con base en el peso inicial del grano. Como se indica en la ecuación [2.1].

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Peso chuchuca molida}}{\text{Peso choclo desgranado}} \times 100 \quad [2.1]$$

Propiedades funcionales: Para determinar el poder de hinchamiento y la capacidad de retención de agua, se tararon las cajas Petri a 75 °C por una noche.

Se pesaron por triplicado 2,50 g de muestra en un tubo Falcon de ultracentrífuga. Se añadieron 30 mL de agua destilada caliente a cada tubo, luego se agitó en un vortex marca Boeco y modelo V1 plus. Las muestras fueron llevadas a baño maría a una temperatura de 30 °C, con agitación constante, durante 30 min. Los tubos se centrifugaron a 5000 rpm durante 20 min. Posteriormente se decantó el sobrenadante en un tubo de centrifuga graduado y se midió el volumen, mientras que el gel fue pesado. Se filtró el sobrenadante, se descartó lo que quedó en el papel filtro y se tomaron 10 mL del filtrado que se colocaron en las cajas petri taradas y se lo llevaron a la estufa *Salvis* donde fueron secadas por 4 h a 90 °C, para al final pesarlas. La metodología detallada se muestra en el Anexo A2.4.

Color: El color fue evaluado con un medidor *IBM modelo COLORTEC-PCM™*, para lo que se procedió a homogenizar las muestras de cada uno de los tratamientos y el testigo, posteriormente se procedió a leer en un colorímetro los componentes del color como son la luminosidad (L) donde el rango es un color blanco L = 100 y un negro perfecto L = 0, la cromaticidad en la que sus componentes son a y b que definen la escala rojo – verde y azul - amarillo respectivamente, y se calcularon los valores de C y h que corresponden respectivamente a cromaticidad y tono de cada uno de los tratamientos. Además,

se calculó el ΔE , que representa la distancia entre dos colores y ΔH que es la diferencia de tono en función de su diferencia de luminosidad, para ambos casos se calculó la diferencia con cada uno de los 4 tratamientos, con respecto al testigo. La metodología detallada y fórmulas de cálculo se muestran en el Anexo A2.5.

Características sensoriales: La chuchuca fue preparada como sopa y degustada por 20 panelistas no entrenados, a quienes se les proporcionó el producto, dispuesto separadamente en platos desechables. Para la identificación de cada muestra se utilizaron números aleatorios de 3 dígitos. Las pruebas fueron realizadas en cabinas temporales de degustación e independientes.

Las calificaciones se receptaron en una hoja de encuesta como se indica en el Anexo A2.6. Se midieron los atributos de color, olor, sabor y tamaño de partícula que incluyó una escala de 7 categorías, que va desde el rango inferior de “me disgusta muchísimo” a el rango superior de “me gusta muchísimo” con su respectiva equivalencia en puntajes numéricos, los mismos que fueron tabulados y analizados.

2.4 DESARROLLO DE LA FORMULACIÓN PARA LA OBTENCIÓN DE UNA SOPA INSTANTÁNEA DE CHUCHUCA

Con las condiciones tecnológicas seleccionadas en el proceso del inciso 2.3 se procedió a ensayar 3 tratamientos. Cada tratamiento fue una formulación que constó de 70 g, con los ingredientes que se detallan en la Tabla 8, los mismos que se suspendieron en 1 L de agua y se cocieron por 12 min, a 92 °C. Para las 3 formulaciones se realizó una catación de aceptabilidad y una descriptiva con 20 panelistas no entrenados, con el fin de seleccionar la formulación de mejor agrado y describir los atributos sobresalientes que identifican al producto.

Las formulaciones propuestas se indican en la Tabla 8 se basaron en productos comerciales análogos (sopas deshidratadas Maggui de la empresa Nestlé).

Tabla 8. Formulaciones propuestas para la elaboración de una sopa instantánea a partir de chuchuca

Ingredientes	Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3
	%		
Chuchuca	65,0	60,0	55,0
Carne de cerdo deshidratada	15,0	15,0	17,0
Espesante	0,0	5,0	8,0
Ajo	2,0	2,0	2,0
Cebolla	2,0	2,0	2,0
Especias (culantro y perejil)	2,0	2,0	2,0
Sazonador (cubito maggi)	2,8	2,8	2,8
Sazonador (glutamato monosódico)	1,2	1,2	1,2
Sal	10,0	10,0	10,0

Los ingredientes de las formulaciones se pesaron en una balanza electrónica marca *Ohaus* modelo CS200, luego se homogenizaron en un mortero, se empacaron en bolsas de aluminio y polipropileno, que se sellaron con una selladora manual marca *Audion elektron modelo Magvac 300*.

Factor en estudio

Formulaciones de la sopa instantánea de chuchuca

Diseño experimental

Se aplicó un diseño de bloques completos al azar. Según Saltos (2010), este diseño es muy útil para analizar situaciones en las cuales las respuestas pueden ser afectadas por factores exógenos a los tratamientos. Es el caso de los panelistas, cuya naturaleza de personas humanas ejerce influencia sobre las respuestas pues su propia cultura, sexo, edad, etc. les hace diferentes. En consecuencia, lo conveniente es aislar este factor mediante la asignación aleatoria o al azar de las unidades experimentales, es decir los tratamientos o formulaciones, a los distintos panelistas. Ello permite separar los efectos de tratamientos de los efectos de los panelistas, así como la separación de estos dos efectos del error aleatorio. En la Tabla 9, se presentan las respuestas experimentales para un diseño de este tipo.

Tabla 9. Representación de las respuestas experimentales en un diseño de bloques

Panelistas (bloques)	Tratamientos		
	T1	T2	T3
1	y1T1	y1T2	y1T3
2	y2T1	y2T2	y2T3
3	y3T1	y3T2	y3T3
4	y4T1	y4T2	y4T3
5	y5T1	y5T2	y5T3
6	y6T1	y6T2	y6T3
7	y7T1	y7T2	y7T3
8	y8T1	y8T2	y8T3
9	y9T1	y9T2	y9T3
10	y10T1	y10T2	y10T3
11	y11T1	y11T2	y11T3
12	y12T1	y12T2	y12T3
13	y13T1	y13T2	y13T3
14	y14T1	y14T2	y14T3
15	y15T1	y15T2	y15T3
16	y16T1	y16T2	y16T3
17	y17T1	y17T2	y17T3
18	y18T1	y18T2	y18T3
19	y19T1	y19T2	y19T3
20	y20T1	y20T2	y20T3

El análisis de las respuestas sensoriales se realizó en el programa MSTAT-C, con el que se determinó el coeficiente de variación (%) y se realizó el análisis de varianza. Para los tratamientos en los que se detectó significación estadística, se aplicó la prueba de Tukey al 5%.

Variables de control y métodos de evaluación

Nivel de Aceptabilidad: Se realizó una prueba afectiva para determinar el nivel de aceptabilidad en los atributos color, aroma, sabor y textura oral por parte de un panel de 20 panelistas no entrenados. Las diferentes formulaciones se prepararon a partir de la suspensión de 70 g de ingredientes sólidos en un 1 L de agua, el conjunto se coció en olla abierta a 92 °C, por 12 min.

Para las cataciones, se sirvió una muestra de cada tratamiento de 20 mL a 30 °C. A cada panelista se le entregó un cuestionario para que de su calificación. Cada atributo tiene una escala de calificación que va desde el rango “me disgusta muchísimo” con una calificación de 1 hasta la escala superior “me gusta muchísimo” con una calificación de 7. La metodología aplicada se basó en la técnica establecida por Anzaldúa, 2004, la misma que se detalla en el anexo A2.6.

Prueba Descriptiva: Para la prueba descriptiva, cada formulación fue preparada a partir de una suspensión de 70 g de ingredientes sólidos en un litro de agua, el conjunto se coció en olla abierta por 12 min. Para el ensayo de catación, se proporcionaron a 20 panelistas no entrenados una muestra de cada uno de los tratamientos, cada muestra tuvo 20 mL, las mismas que se sirvieron a una temperatura promedio de 30 °C, además se entregó un cuestionario.

En el cuestionario se pide a cada panelista describir la intensidad que pueden percibir en cada uno de los atributos de cada tratamiento. La percepción de los atributos color, aroma, sabor y textura oral de las 3 formulaciones en estudio, se realizó con base en una escala lineal de 10 cm anclada en los extremos.

Se siguió la metodología sugerida por Anzaldúa (2004), la misma que se detalla en el anexo A2.7.

2.5 EVALUACIÓN Y SELECCIÓN DEL ENVASE APROPIADO

Una vez seleccionada la formulación apropiada, según el inciso 2.4, se determinó la durabilidad de la sopa instantánea de chuchuca. Se procedió a pesar los ingredientes en una balanza electrónica marca *Ohaus* modelo CS200, luego se empacaron en bolsas de polipropileno y aluminio. Las bolsas fueron selladas con una selladora marca *Audion elektron* modelo *Magvac 300*, para en lo posterior almacenarlas en condiciones ambientales y aceleradas.

En el caso del almacenamiento al ambiente, las muestras fueron almacenadas en cámara de maduración (17 °C, 50% HR) y monitoreadas durante un periodo de 3

meses, mientras que en condiciones aceleradas (35 °C, 90% HR), el producto fue almacenado en una cámara marca *Lab-tech modelo High side* y monitoreado por 30 días.

Factores en estudio

Condiciones aceleradas: En cámara Lab-tech (35 °C; 90% HR).

Factor E : Tipos de envases

E0: Fundas polipropileno

E1: Fundas aluminio

Factor T : Tiempo de almacenamiento

T0: 10 días

T1: 20 días

T2: 30 días

Condición ambiental: En cámara de maduración (17 °C; 50% HR)

Factor E : Tipos de envases

E0: Fundas de polipropileno

E1: Fundas de aluminio

Factor T : Tiempo de almacenamiento

T0: 1 mes

T1: 2 meses

T2: 3 meses

Diseño experimental

Para las 2 condiciones de almacenamiento se aplicó un diseño completamente al azar en arreglo factorial a x b, con 3 repeticiones observaciones, como se indica en las Tablas 10 y 11.

Tabla 10. Tratamientos para estimar la durabilidad del producto en condiciones ambientales (17 °C; 50% HR).

Tratamientos		Descripción
T1	E0T0	Empaque de polipropileno, 1 mes
T2	E0T1	Empaque de polipropileno, 2 meses
T3	E0T2	Empaque de polipropileno, 3 meses
T4	E1T0	Empaque de aluminio, 1 mes
T5	E1T1	Empaque de aluminio, 2 meses
T6	E1T2	Empaque de aluminio, 3 meses

Tabla 11. Tratamientos para estimar la durabilidad del producto en condiciones aceleradas (35 °C; 90%HR).

Tratamientos		Descripción
T1	E0T0	Empaque de polipropileno, 10 días
T2	E0T1	Empaque de polipropileno, 20 días
T3	E0T2	Empaque de polipropileno, 30 días
T4	E1T0	Empaque de aluminio, 10 días
T5	E1T1	Empaque de aluminio, 20 días
T6	E1T2	Empaque de aluminio, 30 días

Para el análisis estadístico se utilizó el programa MSTAT-C, con el que se determinó el coeficiente de variación (%), el análisis de varianza y la prueba de Tukey al 5%, para los factores e interacciones significativas.

Variables de control y métodos de evaluación

Sabor: Se monitoreó el cambio de sabor de la sopa instantánea almacenada (bajo condiciones ambientales y aceleradas), con relación a una sopa frescamente procesada y preparada. Para el efecto se aplicó una prueba dúo-trío, con 12 panelistas no entrenados, a quienes se les proporcionó 20 mL de sopa caliente (30 °C). La metodología específica de este ensayo se detalla en el Anexo A2.8.

Actividad de agua: Se midió con el equipo *Aqua Lab Modelo PAW KIT*, para ello se procedió a calibrar el equipo con dos soluciones estándar de actividad de agua conocidas: NaCl ($0,76 \pm 0,003 a_w$) y CILi ($0,025 \pm 0,003 a_w$). Una vez calibrado el equipo, se colocó la muestra en el contenedor plástico (portamuestra de 10 ml de capacidad) cuidando que la muestra no exceda un tercio de la capacidad. Se pulsó el botón izquierdo (II) y se esperó a que el equipo emita un sonido, se anotaron los valores. La metodología detallada consta en el Anexo A2.9.

Recuento microbiológico de bacterias, hongos y levaduras: Para el recuento microbiológico se esterilizaron todos los materiales necesarios para evitar la contaminación de las muestras.

Luego se pesó 1 g de muestra seca, la misma que con agua destilada fue licuada en recipientes para esta tarea. El líquido obtenido se llevó a centrifugación en tubos Falcon, durante 15 min a 1.500 rpm, posteriormente se trabajó con el sobrenadante.

Con la micropipeta Boeco se colocó 1 mL de muestra sobre la placa microbiológica, se presionó suavemente para repartir de forma homogénea el inóculo sobre la misma. Transcurrido 1 min después de ser inoculadas, las placas fueron colocadas en una cámara de incubación Salvis, en pilas de hasta 12 placas y permanecieron ahí durante 48 h, a 37 °C.

Una vez que terminó la incubación se contó el número de colonias formadas. La metodología detallada consta en los Anexos A2.10 -11.

2.6 DETERMINACIÓN DEL COSTO DE PRODUCCIÓN DE LA SOPA INSTANTÁNEA DE CHUCHUCA

Una vez establecido el proceso para la elaboración de la sopa instantánea de chuchuca y seleccionada la formulación de mayor agrado entre los panelistas, se procedió a realizar el análisis económico a nivel de planta piloto.

Para ello, se consideraron los costos directos e indirectos que intervienen en la elaboración del producto final. El análisis de costos, consideró el costo real de los equipos necesarios para el proceso que se obtuvo de proformas. La mano de obra se consideró con base en el sueldo básico, el seguro social como es el IESS 12,15% y otros beneficios de ley como son el décimo tercero, décimo cuarto sueldo. Se consideró una jornada laboral de 8 h diarias, de 5 días a la semana.

El uso de los suministros, se determinó de acuerdo a los requerimientos de agua, luz y gas que se consumen en el proceso de elaboración de la sopa.

La capacidad de los principales equipos necesarios para el proceso, los ingredientes e insumos requeridos, se basó en el volumen de producción diario, proyectado en base al consumo diario de sopas y cremas preparadas en Quito, el cual según ENIGHU (2003), asciende a 2.138 unidades/día.

Con el volumen proyectado se pretende cubrir el 15% de la demanda diaria de sopas deshidratadas. Por lo que el análisis se basó en una producción diaria de 320 unidades de 70 g.

La rentabilidad económica se estimó en base a los indicadores financieros Valor actual Neto (VAN), Tasa Interna de retorno (TIR) y punto de equilibrio.

3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 DETERMINACIÓN DEL ESTADO DE MADUREZ APROPIADO DEL GRANO PARA SER UTILIZADO EN LA ELABORACIÓN DE CHUCHUCA

En la Figura 5, se puede observar los resultados de los análisis para las variables humedad, azúcares y almidón, en 5 estados de madurez del maíz (146, 153, 160, 174 y 181 días a la cosecha).

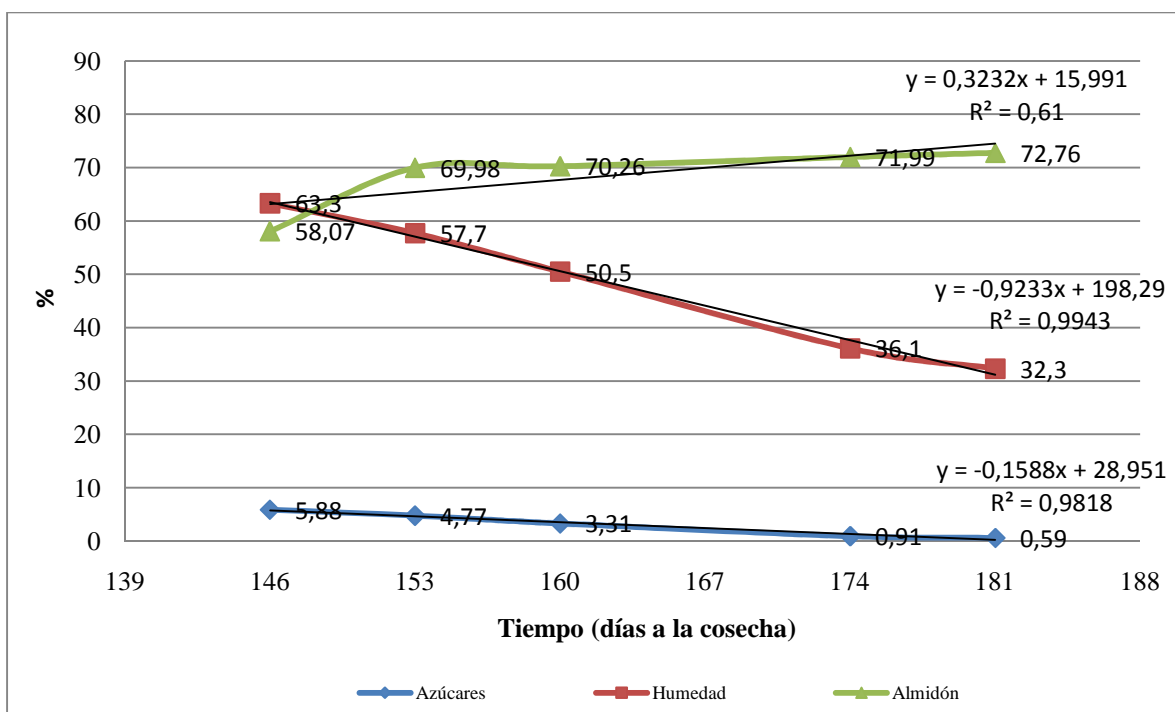


Figura 5. Variación del contenido de humedad, almidón y azúcares en 5 estados de madurez del maíz, variedad Chaucho mejorado.

La Figura 5 muestra que a medida que avanza el tiempo de cosecha, el contenido de humedad y de azúcares libres disminuye, en tanto que el contenido de almidón aumenta. Para este último componente, el mayor cambio se produce en los tratamientos E1 con 58,07% hacia E2 con 69,78% entre los 146 y 153 días de cosecha, además indica un aumento hasta el tratamiento E5, el cual posee un contenido del 72,76% de almidón.

En el contenido de azúcares se puede apreciar que el tratamiento E1 posee un contenido de 5,88% a los 146 días, al pasar los días de cosecha se puede apreciar que el contenido de azúcares tiende a descender debido a que el contenido de los tratamientos E3 y E5 es de 3,31% y 0,59% respectivamente.

La humedad que en el tratamiento E1 es de 63,30% a los 146 días, desciende gradualmente a una tasa promedio del 6%, y a medida que avanza los días a la cosecha llega hasta un porcentaje de 32,30% en el tratamiento E5.

Con base en el cambio de estos componentes durante el tiempo de monitoreo, se determinó que la madurez de cosecha apropiada para la elaboración de chuchuca es de 160 días, cuando el grano presenta un 50,50% de humedad y 70,26% de almidón y 3,31% de azúcares, indicadores químicos que definen al grano con una apariencia semimaduro y en estado mazoso conocido tradicionalmente como estado "cao".

El análisis estadístico de los datos que se indican en los Anexos A.3.1, A.3.2 y A.3.3, muestra que existe diferencia significativa en el contenido de humedad, azúcares y almidón del grano entre los tratamientos E1, E2, E3, E4 y E5.

En cuanto al contenido de azúcares, los niveles deseables corresponden al tratamiento E1 con un contenido de 5,88%, valor que lo hace ubicar en el primer rango estadístico (a). A pesar de su contribución al sabor, no se seleccionó este estado de madurez, característico del chocho tierno y no del choclo en estado mazoso.

A los 181 días de cultivo, el tratamiento E5 presenta un contenido de almidón más elevado de 72,76%, lo que hace ubicarse en el primer rango estadístico (a). Sin embargo, no se seleccionó este nivel, debido al menor contenido de azúcares que determinan el sabor diferenciado de la chuchuca, con relación al maíz seco.

El mayor contenido de humedad, corresponde al tratamiento E1 primer estado de madurez del grano (156 días), pero no se seleccionó este nivel, debido al estado

lechoso, propio del choclo en estado tierno, alejado del estado semimaduro mazoso que se necesita para elaborar chuchuca.

3.2 DETERMINACIÓN DEL PROCESO TECNOLÓGICO ÓPTIMO PARA LA PRODUCCIÓN DE CHUCHUCA

3.2.1 RENDIMIENTO

El rendimiento en la obtención de chuchuca, a partir del grano precocido, pretostado y molido a diferentes tamaños de partícula, consta en la Tabla 12.

Tabla 12. Rendimiento en la obtención de chuchuca a partir del grano pretostado y precocido

TRATAMIENTO	PROCESOS	DESCRIPCIÓN	RENDIMIENTO ¹²
			%
T1	Pretostado, 2,93 mm	P ₀ T ₀	43,49 ^b ±0,01
T2	Pretostado, 1,20 mm	P ₀ T ₁	44,04 ^a ±0,05
T3	Precocción, 2,93 mm	P ₁ T ₀	42,25 ^c ±0,06
T4	Precocción, 1,20 mm	P ₁ T ₁	43,67 ^b ±0,06
T5	Testigo comercial		31,65 ^d ±0,17

¹Medias con la misma letra son estadísticamente iguales

²Rendimiento en base al maíz fresco

Precocido, secado al sol y molido a un tamaño de partícula 2,93 mm

Con el grano de maíz, el cual es el tratamiento T2^a cosechado a los 160 días de cultivo, pretostado, secado hasta una humedad del 12%, escarificado y molido a un tamaño de partícula de 1,20 mm, se obtuvo un rendimiento de 44,04%, calculado con base en el peso inicial de maíz en estado mazoso. Este valor es estadísticamente diferente a los obtenidos con los tratamientos T1^b, T3^c, T4^b y T5^d y supera al testigo comercial en 12,39%.

La temperatura alcanzada en el pretostado del grano (140 - 150 °C), ayuda a la gelatinización del almidón, así se logra tornar menos harinoso y más pastoso, lo que se traduce en menores pérdidas durante el escarificado y la molienda. Los

menores rendimientos obtenidos con la precocción del grano podrían tener su explicación parcial en la pérdida de los carbohidratos (fibra, azúcares, almidón) por hidrosolubilización. Lo que se refleja notablemente en el tratamiento testigo, en cuyo proceso de precocción, los procesadores artesanales no controlan estrictamente el tiempo de proceso.

3.2.2 INDICE DE ABSORCIÓN DE AGUA (IAA) Y PODER DE HINCHAMIENTO (PH).

Cuando los granos son sometidos a cocción se destruyen los agregados de almidón y se dañan los gránulos, lo que facilita su absorción y retención de agua. El índice de absorción de agua es una medida indirecta del grado de almidón gelatinizado por la cocción (Bressani y Estrada, 1994). Todas estas variables están relacionadas con la palatabilidad de los alimentos.

Los resultados de los análisis tanto del índice de absorción de agua como del poder de hinchamiento del almidón, en el grano de maíz pre-tostado y pre-cocido, se reportan en la Tabla 13.

Tabla 13. Propiedades funcionales del almidón en el grano de maíz pretostado y precocido

TRATAMIENTO	PROCESOS	IAA ¹	PH ¹
		g gel/ g muestra	%
T1	Pre-tostado, 2,93 mm	2,87 ^a ±0,02	2,90 ^a ±0,03
T2	Pre-tostado, 1,20 mm	2,92 ^a ±0,06	2,97 ^a ±0,06
T3	Pre-cocido, 2,93 mm	2,80 ^a ±0,21	2,84 ^a ±0,21
T4	Pre-cocido, 1,20 mm	2,90 ^a ±0,08	2,94 ^a ±0,09
T5	Testigo comercial	2,30 ^b ±0,06	2,33 ^b ±0,06
T6	Testigo experimental, 1,20 mm	2,30 ^b ±0,03	2,34 ^b ±0,03
T7	Testigo experimental, 2,93 mm	2,34 ^b ±0,03	2,38 ^b ±0,04

¹Medias con la misma letra son estadísticamente iguales

Con base en los datos reportados en la Tabla 13 y según el análisis de Tukey, no se determinó diferencia estadística en el índice de absorción de agua y en el

poder de hinchamiento del almidón cuando el grano es sometido al proceso de pre-tostado (tratamientos T1 y T2) y pre-cocido en agua (tratamientos T3 y T4), por lo que todos los tratamientos, a excepción del testigo tratamiento T5, se ubicaron en el primer rango estadístico (a). Lo que significa que los 2 tratamientos térmicos empleados tanto en el pre-tostado como pre-cocido, seguidos por secado, inducen a un similar grado de gelatinización del almidón.

Sin embargo, las propiedades funcionales del almidón de maíz pre-tratado (pre-cocido, pre-tostado) difieren estadísticamente del almidón proveniente del testigo comercial T5 y de los testigos de laboratorio T6 y T7 (grano de maíz, 12,00% humedad y molido a los tamaños de partícula 1,20 y 2,93 mm) los cuales presentan menor índice de absorción de agua (2,30; 2,29; 2,33 gel/g muestra) y poder de hinchamiento (2,32; 2,34; 2,37 g gel/g muestra), debido probablemente a la diferente intensidad del tratamiento térmico aplicado, en el caso del testigo comercial, ya que artesanalmente, los procesadores no controlan el tiempo de cocción y lo estiman subjetivamente.

Estos resultados también pueden ser influenciados por el tiempo de secado, que en el proceso artesanal tiene una duración entre 2 a 3 días, hasta alcanzar una humedad del 12,00%, lo que se traduce en un menor rendimiento de producto y grado de gelatinización del almidón.

En forma numérica, se observa una mayor absorción de agua y poder de hinchamiento en el almidón del grano con un tamaño de partícula de 1,20 mm, debido probablemente a la mayor facilidad de penetración del agua en las partículas pequeñas antes que en las de mayor tamaño (2,93 mm).

3.2.3 COLOR

Para evaluar el efecto del proceso de pre-cocido y pre-tostado en el color del grano procesado hasta obtener el producto denominado chuchuca, se midió los componentes del color: claridad (L), (a) componente de color rojo/verde, (b) componente de color amarillo/azul y por su intermedio las magnitudes derivadas

que son la cromaticidad (C) y el tono (H), cuya representación cartesiana secuencial de tres ejes ortogonales L, a y b. En la Tabla 14 se indican los resultados de los componentes del color registrados por un colorímetro en 4 muestras de chuchuca y en un testigo comercial.

Tabla 14 . Componentes del color para el grano de maíz pre-tostado y pre-cocido

	DESCRIPCIÓN	L	C	H	b	ΔE	ΔH
T1	Pre-tostado, 2,93 mm	59,54 ^c ±0,56	28,52 ^c ±2,33	93,90 ^a ±0,64	28,45 ^c ±2,31	9,80 ^b ±0,88	0,97 ^a ±0,64
T2	Pre-tostado, 1,20 mm	68,52 ^a ±0,34	32,65 ^{bc} ±0,51	95,42 ^a ±0,57	32,50 ^b ±0,50	19,60 ^a ±0,50	2,50 ^a ±0,57
T3	Pre-cocido, 2,93 mm	60,32 ^c ±0,33	30,87 ^b ±0,64	96,45 ^a ±0,76	30,67 ^{bc} ±0,61	11,82 ^b ±0,75	3,53 ^a ±0,76
T4	Pre-cocido, 1,20 mm	67,12 ^b ±0,05	37,08 ^a ±0,85	96,54 ^a ±1,01	36,83 ^a ±0,88	20,69 ^a ±0,46	3,62 ^a ±1,01
T5	Testigo comercial	50,73 ^d ±0,57	27,14 ^c ±2,07	95,19 ^a ±2,19	27,01 ^c ±2,04		

L = luminosidad, a = tendencia al color rojo, b = tendencia al color amarillo

^oH = Tono (°), C = cromaticidad, ΔE = diferencia de color, ΔH = diferencia de tonalidad

Según los datos reportados en la Tabla 14, los tratamientos T2 y T4, presentan una mayor luminosidad (68,50 y 67,12) que los tratamientos T1 y T3 granos de 2,93 mm que presentan una luminosidad de 59,54 y 60,32 respectivamente. Igualmente, se observa una clara diferencia en la luminosidad de los granos procesados técnicamente (T1, T2, T3 y T4) que el de forma artesanal (T5), en este último, la modalidad y el largo tiempo de secado pueden haber restado luminosidad al producto final, que alcanza un valor de 50,70.

La cromaticidad o nivel de coloración está relacionada con la mayor o menor intensidad de coloración, donde se destaca en esta cualidad específica el color amarillo intenso de la chuchuca del tratamiento 4 obtenida a partir del grano precocido en agua, secado en estufa de aire forzado y molida a un tamaño de partícula 1,20 mm, que se muestran en la Tabla 14. Estos resultados contrastan con el tratamiento 5 que es el producto procesado artesanalmente, el cual presentó la menor cromaticidad de 27,13, expresada en el color amarillo pálido del grano.

En cuanto a la diferencia global de color (ΔE) y de la tonalidad (ΔH) se observa que el tratamiento 4, que es la chuchuca procesada a partir del grano pre-cocido y molido a un tamaño de partícula de 1,20 mm, presenta una mayor diferencia en color global (20,69) y de tonalidad (3,62). Resultados similares se obtienen con el tratamiento T2 (grano pre-tostado y molido a un tamaño de partícula 1,20 mm) con relación al testigo comercial T5, debido a las diferentes condiciones en que se procesan los dos productos.

3.2.4 PRUEBA AFECTIVA

En la Tabla 15 se presentan las calificaciones otorgadas por 20 panelistas no entrenados para la chuchuca procesada por 4 tratamientos en una prueba sensorial afectiva, la cual indica el nivel de aceptabilidad de la chuchuca.

Tabla 15. Calificaciones promedio de 20 panelistas, para la chuchuca procesada por 4 tratamientos

	DESCRIPCIÓN	COLOR	OLOR	SABOR	TAMAÑO DE PARTÍCULA
T1	Pre-tostado, 2,93 mm	4,75 ^a ±1,16	4,60 ^b ±1,39	4,80 ^{ab} ±1,24	4,90 ^{ab} ±1,33
T2	Pre-tostado, 1,20 mm	5,30 ^a ±0,73	5,65 ^a ±0,59	5,75 ^a ±0,64	5,95 ^a ±0,94
T3	Pre-cocido, 2,93 mm	5,10 ^a ±0,91	4,75 ^b ±0,85	4,85 ^{ab} ±1,6	4,60 ^b ±1,35
T4	Pre-cocido, 1,20 mm	5,15 ^a ±0,93	4,60 ^b ±1,05	4,65 ^b ±1,09	5,15 ^{ab} ±1,43

Según los resultados que se presentan en la Tabla 15 en el atributo “color” todos los tratamientos se encuentran en el primer rango estadístico a, debido a que los panelistas no encontraron diferencias significativas, entre los tratamientos T1, T2, T3 y T4.

Con respecto a los atributos “olor” y “sabor”, los panelistas otorgaron una mejor calificación de 5,65 y 5,75 al tratamiento T2 y se ubica como mejor tratamiento en el primer rango estadístico a. Entre los demás tratamientos no se encontraron diferencias significativas por lo que estos se ubicaron en el rango b.

En cuanto al atributo “tamaño de partícula”, los resultados indican una preferencia de los panelistas con los tratamientos de tamaño de 1,20 mm T2 y T4 al otorgarles una calificación de 5,95 y 5,15 respectivamente, sobre los tratamientos de tamaño de 2,93 mm T1 y T3 al otorgarles calificaciones de 4,90 y 4,60.

Al tomar en cuenta que en todos los atributos color, olor, sabor y tamaño de partícula el tratamiento T2 se mantiene en el primer rango estadístico a. Este fue seleccionado como el mejor tratamiento.

3.3 DESARROLLO DE UNA FORMULACIÓN APROPIADA PARA LA OBTENCIÓN DE UNA SOPA INSTANTÁNEA CON BASE EN CHUCHUCA

3.3.1 PRUEBA AFECTIVA

Los resultados de la prueba afectiva de 3 tratamientos de sopas deshidratadas de chuchuca constan en la Tabla 16.

Tabla 16. Calificaciones promedio de 20 panelistas, para las sopas instantáneas preparadas con base en chuchuca

TRATAMIENTO	MUESTRAS	COLOR	AROMA	SABOR	TEXTURA ORAL
T1	FORMULACIÓN 1	4,60 ^a ±0,88	5,75 ^a ±0,64	6,05 ^a ±0,51	5,80 ^a ±0,52
T2	FORMULACIÓN 2	4,45 ^a ±0,89	4,95 ^b ±1,00	4,45 ^b ±1,57	4,60 ^b ±1,05
T3	FORMULACIÓN 3	4,75 ^a ±4,75	4,90 ^b ±0,97	5,65 ^a ±0,81	4,95 ^b ±0,89

En la Tabla 16 se puede determinar que en el atributo “color” los resultados evidencian que los panelistas no encontraron diferencias significativas entre los tratamientos T1, T2 y T3, esto debido a que los 3 tratamientos se encuentran en el rango estadístico a, que hace que se encuentre en la categoría “ni me gusta ni me disgusta”.

En el atributo “aroma”, según los resultados que se indican de la Tabla 16, el tratamiento T1 presentó una mejor calificación de 5,75/7,00 y se ubica en la categoría “me gusta poco”. Con respecto a los tratamientos T2 y T3 presentaron una calificación de 4,95 y 4,90/7,00, respectivamente, que los ubican en la categoría “ni me gusta ni me disgusta”.

Con respecto al atributo “sabor”, el tratamiento T1 es el que más agradó a los panelistas, alcanzó una calificación de 6,05/7,00, correspondiente a la categoría “me gusta mucho”. Los tratamientos T2 y T3 obtuvieron una calificación de 4,45 y 5,65/7,00 que los ubica en la categoría “ni me gusta ni me disgusta” y “me gusta poco” respectivamente, que evidencia que la no inclusión de espesante 0% en el tratamiento T1 ayuda a tener un mejor sabor en la sopa, a diferencia de los tratamientos T2 y T3 que incluyeron en su formulación 5 y 8% de espesante respectivamente y por lo que no fueron más agradables ante los panelistas que el tratamiento T1.

Otro parámetro valorado por los panelistas fue la textura oral, los resultados presentados muestran que al tratamiento T1 se le otorgo una calificación promedio de 5,80/7,00, correspondiente a la categoría “me gusta poco”. En cambio los tratamientos T2 y T3 obtuvieron una calificación de 4,60 y 4,95/7,00 respectivamente correspondientes a la categoría “ni me gusta ni me disgusta”. Cabe decir que los panelistas resaltaron que en el tratamiento T1 su textura suave y el tamaño de partícula fueron los aspectos que más agradaron.

Con base en los resultados obtenidos se selecciono el tratamiento T1 que fue el alcanzó la mejor calificación entre los tratamientos, ya que estuvo el primer rango estadístico a en todos los atributos de color, aroma, sabor y textura. Lo que indica que este fue un tratamiento que los panelistas aceptaron con mucho agrado.

3.3.2 PRUEBA DESCRIPTIVA

En la Tabla 17, consta la intensidad máxima (extremo derecho) o característica deseable de cada descriptor evaluado como son color, aroma, sabor y textura,

además se indican los resultados de una prueba sensorial descriptiva otorgados por 20 panelistas no entrenados.

Tabla 17. Calificaciones promedio para la intensidad de atributos, en 3 tratamientos de sopa, con base en chuchuca

TRATAMIENTO	MUESTRAS	COLOR AMARILLO	AROMA AGRADABLE	SABOR DULCE
T 1	FORMULACIÓN 1	4,60 ^b ±2,39	8,80 ^a ±0,77	7,05 ^a ±0,89
T 2	FORMULACIÓN 2	5,55 ^{ab} ±2,28	7,45 ^b ±1,10	5,55 ^b ±2,04
T 3	FORMULACIÓN 3	5,70 ^a ±2,00	7,05 ^b ±1,70	5,85 ^b ±1,90

TRATAMIENTO	MUESTRAS	SABOR A CONDIMENTOS	TEXTURA ESPESA	TEXTURA MASTICABLE
T 1	FORMULACIÓN 1	6,10 ^{ab} ±2,17	4,80 ^a ±2,40	8,50 ^a ±1,05
T 2	FORMULACIÓN 2	6,75 ^a ±1,80	4,75 ^a ±2,51	7,40 ^b ±2,08
T 3	FORMULACIÓN 3	5,00 ^b ±2,25	4,65 ^a ±2,18	7,10 ^b ±2,40

Color amarillo-blanco, Aroma agradable-desagradable, Sabor dulce-salado y condimentos-carne, Textura espeso-fluido y masticable-no masticable

Según la Tabla 17, con respecto al atributo “color” se indica que los panelistas otorgaron una puntuación promedio de 4,60/10 al tratamiento 1; 5,55/10 al tratamiento 2 y 5,70/10 al tratamiento 3. Lo cual se traduce en un color blanco-amarillento para el tratamiento 1, amarillo opaco para el tratamiento 2 y con tendencia al amarillo claro al tratamiento 3. El análisis estadístico realizado entre las 3 formulaciones y calificaciones promedio otorgadas por los panelistas, diferenció al tratamiento 3, como la de mayor intensidad en la tonalidad amarillo.

Respecto al atributo “aroma”, las puntuaciones promedio se alejaron notablemente del extremo izquierdo, correspondiente a la categoría “desagradable”, y con valores de 7,05/10 para el tratamiento T3 y 7,45/10 para el tratamiento 2 se orientaron a la categoría “agradable”. En este atributo el tratamiento T1, con 8,8/10 puntos, sobresalió en la intensidad del aroma agradable.

En el atributo de sabor “dulce”, la calificación alcanzada por el tratamiento T1 de 7,01/10, indica el predominio del sabor dulce, mientras que el sabor de los tratamientos T2 y T3 con promedios de 5,55 y 5,85/10, corresponde a la descripción de ligeramente dulce.

En el atributo sabor “condimentos” en los tratamientos T1 y T2 los panelistas otorgaron calificaciones de 6,10 y 6,75/10 respectivamente, en estos tratamientos se percibió con mayor intensidad el sabor a condimentos, mientras que el tratamiento T3 alcanzó una calificación de 5,00/10 por lo que los panelistas no discriminan claramente entre el sabor a carne o a condimentos.

En la textura, los panelistas ubicaron sus calificaciones bajo el punto medio de la escala lineal de 10, lo que indica que las sopas preparadas de los tratamientos T1, T2 y T3 poseen una textura fluida antes que espesa.

Respecto a la masticabilidad, como otro componente de la textura, los panelistas otorgaron mayor puntuación 8,50/10 al tratamiento T1, indicativa de su característica masticable, posiblemente debido a la mayor incorporación de chuchuca en la mezcla final, por tal motivo los tratamientos T2 y T3 que tuvieron menor incorporación de chuchuca en su formulación obtuvieron calificaciones de 7,40 y 7,10/10 respectivamente, menores que el tratamiento T1.

En resumen, los atributos de calidad que tienen más importancia en la diferenciación (calificaciones se alejan del punto medio) de las 3 formulaciones de sopa a base de chuchuca, son el aroma y la textura. Las puntuaciones para los atributos del tratamiento T1, son las que más se alejan de los puntos medios, con lo que se concluyó que la sopa preparada con esta formulación presenta color amarillo intenso, aroma agradable, sabor dulce, característico a condimentos, textura fluida y carácter masticable del grano.

Posiblemente estos atributos son los que determinaron la mayor aceptabilidad de esta formulación con respecto a los tratamientos T2 y T3, los cuales incorporan una menor concentración de chuchuca (60,55%) y la presencia de espesantes al 5 y 8%, respectivamente, donde se mantuvo constantes los demás ingredientes.

3.4 EVALUACIÓN Y SELECCIÓN DEL ENVASE Y LAS CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO PARA PROLONGAR LA VIDA ÚTIL DE LA SOPA INSTANTÁNEA CON BASE EN CHUCHUCA

3.4.1 ACTIVIDAD DE AGUA

En la Tabla 18, se reportan los datos de actividad de agua, para la sopa de chuchuca, en estado sólido, envasada en funda de polipropileno biorientado y funda aluminizada con película metalizada de poliéster biorientado, almacenada por el lapso de 10, 20 y 30 días en condiciones aceleradas (35 °C, 90% HR).

Tabla 18. Actividad de agua (a_w) de la sopa de chuchuca, envasada en 2 tipos de empaque y almacenada en cámara acelerada (35 °C, 90% HR)

Tratamientos	Empaque	Tiempo (días)	a_w
T1	Aluminizado	0	0,48 ^c ±0,01
T2	Aluminizado	10	0,48 ^c ±0,01
T3	Aluminizado	20	0,50 ^{bc} ±0,01
T4	Aluminizado	30	0,51 ^{ab} ±0,01
T5	Polipropileno	0	0,48 ^c ±0,01
T6	Polipropileno	10	0,50 ^{bc} ±0,00
T7	Polipropileno	20	0,52 ^{ab} ±0,01
T8	Polipropileno	30	0,54 ^a ±0,00

Según la Tabla 18, para la sopa de chuchuca, en estado sólido, empacada en funda aluminizada (T1, T2, T3 y T4), se registró un aumento de la a_w de 0,48 a 0,51; mientras que, empacada en polipropileno (T5, T6, T7 y T8), la a_w aumentó a 0,54, a los 30 días de almacenamiento del producto, bajo condiciones aceleradas (35 °C, 90%HR).

Los resultados del análisis de Tukey al 5% indican que existe una diferencia significativa entre los tratamientos empacados en fundas aluminizadas y de polipropileno. Como se indica en la Tabla 18 el tratamiento T4 que representa a

las muestras de sopas empacadas en fundas aluminizadas a los 30 días presenta un valor de a_w de 0,51 que en el análisis estadístico hace que se ubique en el rango ab, en cambio el tratamiento T8 que representa a las muestras empacadas en fundas de polipropileno por 30 días presenta un valor de a_w de 0,54 y se ubica en el rango estadístico a por encima del tratamiento T4. Estos resultados evidencian que el primer empaque, posee mejores características de barrera a la humedad con relación al empaque de polipropileno, cuya resistencia a la transmisión de vapor es de $4 \text{ g} / \text{m}^2 / 24 \text{ h} / 37,8 \text{ }^\circ\text{C} / 90\% \text{ humedad relativa}$.

Si bien el bajo nivel de a_w (0,51), en el empaque aluminizado, preserva al producto de varias reacciones de deterioro como: las enzimáticas hidrolíticas y las de oscurecimiento no enzimático que favorecen el crecimiento de bacterias, hongos y levaduras; sin embargo, a este nivel de humedad puede ocurrir deterioro de la grasa presente en la carne, por oxidación.

Cuando la sopa de chuchuca, en estado sólido, se empacó en los mismos materiales descritos, pero en cámara de maduración, los valores de a_w variaron ligeramente de 0,48 a 0,49 en el empaque aluminizado y de 0,48 a 0,51 en el empaque de polipropileno, a los 3 meses de almacenamiento, debido a la menor temperatura y humedad relativa circundantes en la cámara de maduración, los resultados se muestran en la Tabla 19.

Tabla 19. Actividad de agua (a_w) de la sopa instantánea de chuchuca, envasada en 2 tipos de empaque y almacenada en cámara de maduración (17 °C; 50% HR)

Tratamientos	Empaque	Tiempo (meses)	a_w
T1	Aluminizado	0	$0,48^{bc} \pm 0,01$
T2	Aluminizado	1	$0,48^{bc} \pm 0,01$
T3	Aluminizado	2	$0,47^c \pm 0,00$
T4	Aluminizado	3	$0,49^{abc} \pm 0,01$
T5	Polipropileno	0	$0,48^{bc} \pm 0,01$
T6	Polipropileno	1	$0,49^{abc} \pm 0,01$
T7	Polipropileno	2	$0,50^{ab} \pm 0,00$
T8	Polipropileno	3	$0,51^a \pm 0,01$

Según el análisis estadístico de la prueba de Tukey al 5%, este indica que el tratamiento T4 que representa a las muestras empacadas y almacenadas en fundas aluminizadas por 3 meses tiene un valor de 0,49 de a_w y se ubica en el rango estadístico abc, a diferencia del tratamiento T8 que representa a las muestras empacadas y almacenadas en fundas de polipropileno por 3 meses que alcanzo un valor de 0,51 de a_w que lo ubica en el rango estadístico a, superior al tratamiento T4, lo que demuestra la resistencia de los empaques aluminizados al vapor de agua más que los empaques de polipropileno.

Con base en los resultados obtenidos, se concluye que el empaque aluminizado es el más apropiado para mantener una baja actividad de agua, en el producto, así con este empaque se evitan los daños que la sopa pudiera sufrir durante su almacenamiento y manipulación.

3.4.2 RECUENTO MICROBIOLÓGICO

En la Tabla 20 se presenta el recuento microbiológico del producto empacado en fundas aluminizadas y de polipropileno y almacenado en condiciones aceleradas (35 °C, 90% HR).

Tabla 20. Recuento microbiológico para la sopa de chuchuca empacada en 2 materiales y almacenada en condiciones aceleradas (35 °C, 90% HR).

Tiempo (días)	Empaques Aluminizado			Empaque de Polipropileno		
	Aerobios totales (ufc/g)	Hongos (ufc/g)	Levaduras (ufc/g)	Aerobios totales (ufc/g)	Hongos (ufc/g)	Levaduras (ufc/g)
0	< 1 x 10 ³	-	-	< 1 x 10 ³	-	-
10	< 2 x 10 ³	-	-	< 1 x 10 ³	-	-
20	< 2 x 10 ³	-	-	< 2 x 10 ³	-	-
30	< 2 x 10 ³	< 1x 10 ²	< 1 x 10 ²	< 3 x 10 ³	-	-

ufc/g= unidades formadoras de colonia

A una baja actividad de agua (0,48), es improbable que crezcan los microorganismos y la mayoría de las reacciones químicas y enzimáticas de

alteración quedan detenidas (Casp y Abril, 2003). Sin embargo, la baja actividad de agua, no garantiza la esterilidad del producto, por lo que en la chuchuca, empacada en fundas aluminizadas y de polipropileno, se registra crecimiento de aerobios mesófilos desde el producto frescamente procesado (0 días), y aumenta a recuentos de 2.000 ufc/g a los 10 días de almacenamiento, lo que se mantuvo hasta los 30 días de almacenamiento en el empaque aluminizado, mientras que en el empaque de polipropileno se elevó a un conteo menor a 3.000 ufc/g, posiblemente debido a la mayor permeabilidad a la humedad, de este material con respecto a la funda aluminizada con película metalizada de poliéster biorientado.

Aún con este material de empaque, a los 30 días de almacenamiento, se registró el crecimiento de hongos y levaduras (< 100 ufc/g), posiblemente debido a la ausencia de líneas corrugadas en el área de sellado del material de empaque, para garantizar un óptimo sellado y la impermeabilidad a la humedad.

En la Tabla 21 se presentan los recuentos microbiológicos de la sopa de chuchuca en estado sólido, empacada en funda aluminizada y de polipropileno, almacenada en cámara de maduración (17 °C; 50% HR).

Tabla 21. Recuento microbiológico para la sopa de chuchuca empacada en 2 materiales y almacenada en cámara de maduración (17 °C; 50% HR).

Tiempo (días)	Empaques Aluminio			Empaques Polipropileno		
	Aerobios totales (ufc/g)	Hongos (ufc/g)	Levaduras (ufc/g)	Aerobios totales (ufc/g)	Hongos (ufc/g)	Levaduras (ufc/g)
0	< 1 x 10 ³	-	-	< 1 x 10 ³	-	-
30	< 2 x 10 ³	-	-	< 1 x 10 ³	< 1 x 10 ²	-
60	< 2 x 10 ³	-	-	< 2 x 10 ³	< 1 x 10 ²	< 1 x 10 ³
90	< 2 x 10 ³	-	< 1 x 10 ²	< 2 x 10 ³	< 1 x 10 ²	< 1 x 10 ³

ufc/g= unidades formadoras de colonia

La baja actividad de agua (0,48) de la sopa de chuchuca frescamente procesada, no debería permitir ningún tipo de crecimiento microbiano; sin embargo, el

producto no fue procesado en condiciones de esterilidad total y el tratamiento de precocción aplicado no fue suficiente para garantizar la esterilidad del producto, con lo que se registró en los materiales de empaque, el crecimiento de aerobios mesófilos menor a 1.000 ufc/g, desde el primer día de almacenamiento del producto hasta llegar a un conteo menor a 2.000 ufc/g en los 2 empaques a los 90 días de almacenamiento.

El conteo de levaduras fue menor a 100 ufc/g a partir de los 90 días de almacenamiento cuando el producto fue almacenado en funda aluminizada. Cuando la sopa de chuchuca se empacó en fundas de polipropileno, las muestras presentaron un contaje menor a 1.000 ufc/g, a partir de los 60 hasta los 90 días de almacenamiento.

Con respecto al conteo de hongos se registro un conteo menor a 100 ufc/g a partir de los 30 hasta los 90 días de almacenamiento, cuando las muestras fueron empacadas en fundas de polipropileno, y no se registró presencia de hongos en las muestras empacadas en fundas aluminizadas. Posiblemente se debe a que el empaque de polipropileno tiene una menor permeabilidad al vapor de agua, con respecto a la funda aluminizada.

Sin embargo, en los dos tipos de empaques y durante el tiempo de monitoreo del producto, tanto en cámara de maduración como en condiciones aceleradas, los recuentos microbianos registrados se enmarcan en los niveles permisibles, establecidos en la Norma Técnica Colombiana NTC 4.482 para sopas y cremas deshidratadas de cocción, la misma que establece como índice máximo permisible un contaje de 1×10^6 ufc/g para aerobios totales y 1×10^4 ufc/g para hongos y levaduras.

3.4.3 EVALUACIÓN SENSORIAL

En la Tabla 22, se reportan los resultados de la prueba dúo-trío, llevada a cabo con 12 panelistas no entrenados, para las muestras almacenadas en cámara acelerada.

Tabla 22. Resultados de la prueba dúo-trío, para el sabor de una sopa instantánea de chuchuca almacenada en condiciones aceleradas (35 °C, 90% HR).

Tiempo (días)	Empaques Polipropileno		Empaques Aluminio	
	Distingue	No Distingue	Distingue	No Distingue
10	7	5	3	9
20	7	5	4	8
30	9	3	6	6

Para la sopa empacada en fundas de polipropileno y almacenada por 10 y 20 días, se determinó que el 58% de los panelistas encuentran que su sabor es diferente al de la sopa de chuchuca frescamente procesada. A los 30 días de almacenamiento el número de panelistas que perciben esta diferencia se incrementó al 75%.

Para determinar si la magnitud de la diferencia es significativa, se recurrió a la tabla para pruebas binomiales de una cola (Anexo A3.27), donde se determinó un valor de 0,148; valor mayor al de la probabilidad requerida (0,05) para que haya significancia estadística, donde se concluyó que la diferencia en el sabor de las muestras detectadas por 9 de los 12 panelistas no entrenados no es significativa y el sabor de la sopa de chuchuca no varía, en los 30 días de almacenamiento del producto empacado en fundas de polipropileno.

Cuando el producto es empacado en fundas aluminizadas, el número de panelistas que no encuentran diferencias en el sabor del producto fresco y almacenado hasta 20 días, supera al de los panelistas que encuentran alguna diferencia en el sabor. Mientras que a los 30 días de almacenamiento, el 50% establece una diferencia, mientras que el 50% restante no discrimina entre producto fresco y almacenado.

Para determinar si la magnitud de esta diferencia es significativa, se recurrió al Anexo A3.27, y se determinó un valor de 0,999, valor mayor al de la probabilidad requerida (0,05) para que haya significancia estadística, donde se concluyó que la diferencia en el sabor de las muestras, detectada por 6 de los 12 panelistas no

entrenados no es significativa y el sabor de la sopa de chuchuca empacada en fundas aluminizadas no varía, con relación al producto fresco, a los 30 días de almacenamiento en condiciones aceleradas.

En la Tabla 23, se reportan los resultados de la prueba dúo-trío, llevada a cabo con 12 panelistas no entrenados, para las muestras almacenadas en cámara de maduración (17 °C; 50% HR).

Tabla 23. Resultados de la prueba dúo-trío, para el sabor de una sopa instantánea de chuchuca almacenada en cámara de maduración (17 °C; 50% HR).

Tiempo (meses)	Empaques Polipropileno		Empaques Aluminio	
	Distingue	No Distingue	Distingue	No Distingue
1	6	6	3	9
2	7	5	5	7
3	8	4	7	5

Cuando la sopa instantánea de chuchuca es empacada en fundas de polipropileno y almacenada en cámara de maduración por 1 mes, el 50% de los panelistas establece una diferencia en el sabor, mientras el 50% restante no encuentra ninguna diferencia. A los 2 y 3 meses de almacenamiento los panelistas que diferencian entre producto fresco y almacenado ascendió al 58 y 67% respectivamente.

La probabilidad determinada con base en la tabla del Anexo A2.27 para pruebas binomiales es de 0,389, valor mayor al establecido para que haya significancia estadística (0,05), por lo que se determinó que la diferencia encontrada por los panelistas no es significativa y el sabor de las muestras almacenadas, por 3 meses, no varía con relación a las frescas.

Cuando la sopa instantánea de chuchuca fue empacada en fundas aluminizadas y almacenada en cámara de maduración (17 °C; 50% HR), por 1 mes, el 75% de

los panelistas no detectó diferencias en el sabor entre el producto fresco y almacenado; a los 2 meses este porcentaje disminuyó al 58% y a los 3 meses de almacenamiento el porcentaje de panelistas, que encuentran diferente el sabor de la sopa preparada a partir del producto fresco y del almacenado, bajo al 42%.

La probabilidad que se determinó, con base en la tabla del Anexo A2.27 para pruebas binomiales, es de 0,774, valor mayor al establecido para que haya significancia estadística (0,05) entre muestras, por lo que se concluyó que la diferencia encontrada por los panelistas no es significativa y el sabor de las muestras almacenadas por 3 meses no difiere con relación a las frescas.

3.4.4 DETERMINACIÓN DEL TIEMPO DE VIDA ÚTIL

La metodología de trabajo consiste en identificar los factores químicos y biológicos que influyen en la calidad y seguridad del alimento para luego determinar las reacciones que se consideran presentan el impacto más crítico.

De acuerdo con lo indicado en la sección 2, los factores de composición de la sopa instantánea de chuchuca fueron: recuento microbiológico y actividad de agua (a_w) y los factores controlables son la temperatura ($^{\circ}\text{C}$) y humedad relativa (% HR), con base en los resultados que se obtuvieron en el ensayo cuando las muestras fueron almacenadas en condiciones aceleradas ($35\text{ }^{\circ}\text{C}$; 90% HR) y el producto fue empacado en fundas de polipropileno se determinó que la actividad de agua es el factor de reacción que representa un impacto crítico en la calidad y conservación de la sopa instantánea de chuchuca.

Para productos en polvo, desecados o deshidratados el valor de actividad de agua no debe sobrepasar el valor de 0,50, así esta variable se seleccionó como el atributo de calidad, que varía durante el tiempo de almacenamiento.

En la Figura 6, se puede apreciar la variación del atributo de calidad (a_w) en la sopa en función del tiempo de almacenamiento, empacado en fundas de polipropileno y almacenado en condiciones aceleradas ($35\text{ }^{\circ}\text{C}$; 90% HR).

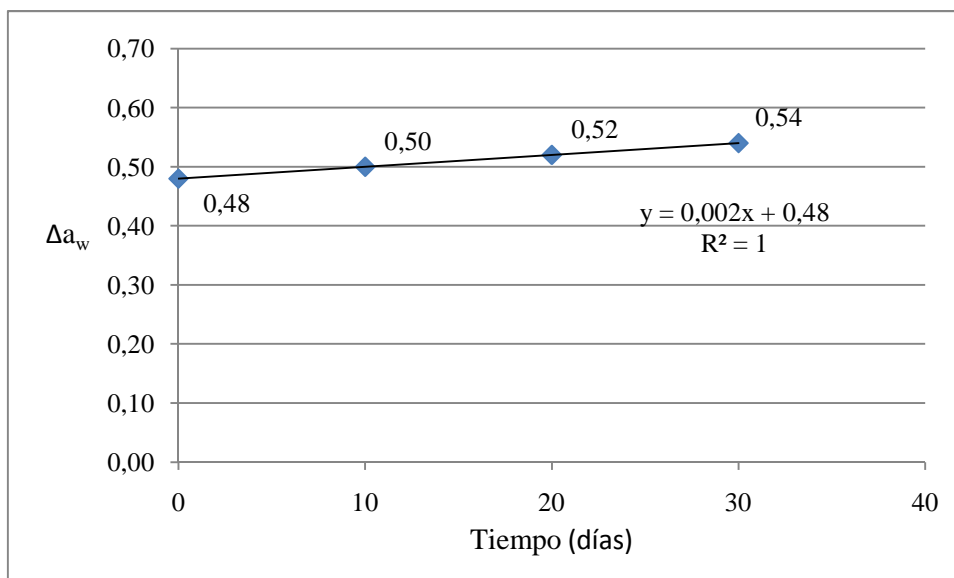


Figura 6. Variación del atributo de calidad (a_w) de la sopa de chuchuca empacada en fundas de polipropileno y almacenada en condiciones aceleradas

La actividad de agua varía proporcionalmente con el tiempo de almacenamiento, para lo cual se obtuvo la siguiente ecuación de la recta:

$$y = ax + b \quad [3.1]$$

Donde:

y = límite crítico de a_w (0,50)

x = tiempo en que el producto alcanza el límite crítico

Para x se obtiene:

$$x = \frac{(y - a)}{b}$$

$$x = \frac{(0,50 - 0,48)}{0,002} = 10 \text{ días}$$

Lo cual significa que el producto empacado en fundas de polipropileno almacenado en condiciones aceleradas, alcanzará el límite crítico de actividad de agua en 10 días.

La Figura 7, ilustra la variación de la actividad de agua de la sopa instantánea de chuchuca, en función del tiempo de almacenamiento, empacado en fundas de polipropileno y almacenado en cámara de maduración (17 °C; 50% HR).

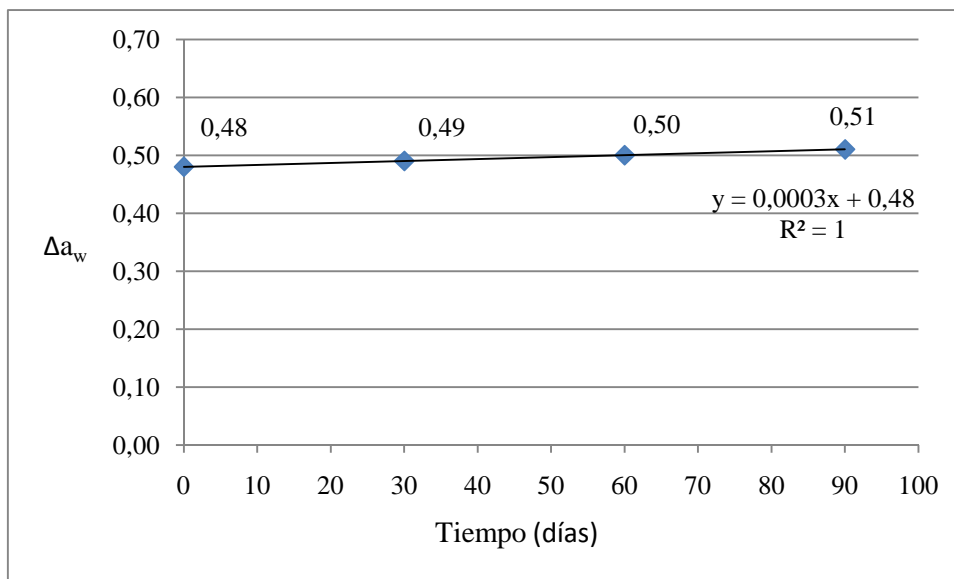


Figura 7. Variación del atributo de calidad (a_w) de la sopa de chuchuca empacada en fundas de polipropileno y almacenada en cámara de maduración (17 °C; 50% HR)

De igual manera, para la Figura 7, la ecuación de la recta corresponde a:

$$y = ax + b \quad [3.2]$$

$$y = 0,0003x + 0,48$$

Donde:

y = límite crítico de a_w (0,50)

x = tiempo en que el producto alcanza el límite crítico.

Para x , se tiene:

$$x = \frac{(y - a)}{b}$$

$$x = \frac{(0,50 - 0,48)}{0,0003} = 66,70 \text{ días}$$

Para lo cual se determinó que el tiempo que demora el producto en alcanzar el límite crítico de actividad de agua es de 66,70 días, en cámara de maduración. Se debe tomar en cuenta la durabilidad del producto almacenado en condiciones ambientales con respecto a la durabilidad del producto almacenado en condiciones aceleradas, para el cual se tiene la siguiente relación:

$$\text{relación tiempo almacenamiento} = \frac{66,70 \text{ días}}{10 \text{ días}} \cong 7$$

Lo cual significa que para la sopa de chuchuca empacada en fundas de polipropileno, 1 día de almacenamiento en condiciones aceleradas equivale a 7 días en condiciones ambientales. Esta relación permite predecir de una manera rápida la durabilidad del producto almacenado bajo condiciones ambientales.

En la Figura 8, se ilustra la variación de la actividad de agua de la sopa de chuchuca, empacada en fundas aluminizadas y almacenada bajo condiciones aceleradas (35 °C; 90% HR).

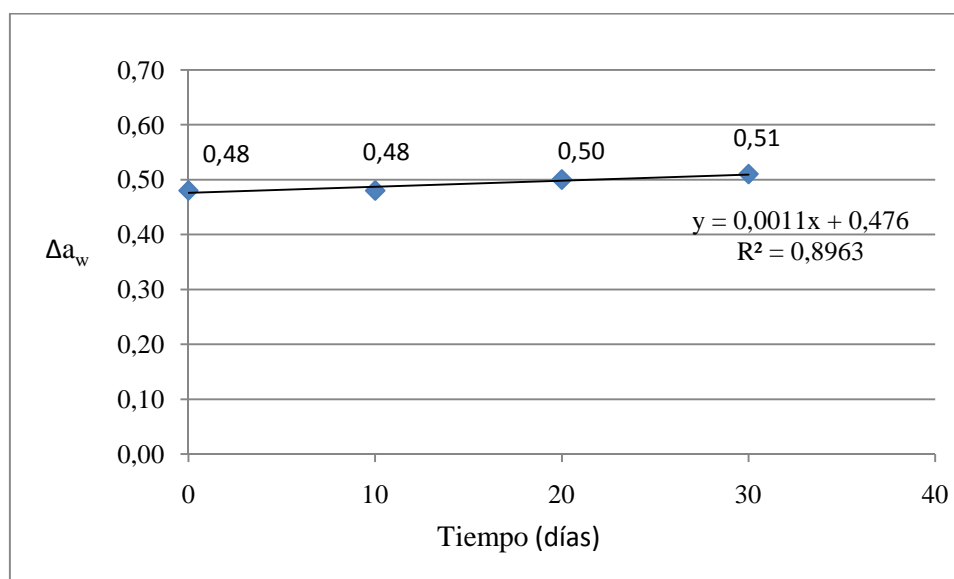


Figura 8. Variación de la actividad de agua (a_w) de la sopa instantánea de chuchuca, empacada en funda aluminizada y almacenada en condiciones aceleradas (35 °C; 90% HR)

De la Figura 8, se obtiene la ecuación de la recta

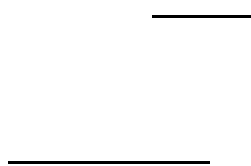
[3.3]

Donde:

y = límite crítico de a_w (0,50)

x = tiempo en que el producto alcanza el límite crítico.

Para x , se obtiene:



Se determinó que el tiempo que tarda el producto en alcanzar el límite crítico de actividad de agua es de 21,80 días.

En la Figura 9, se observa la variación de la actividad de agua de la sopa instantánea de chuchuca, en función del tiempo de almacenamiento en cámara de maduración, cuando las muestras fueron empacadas en fundas de aluminizadas.

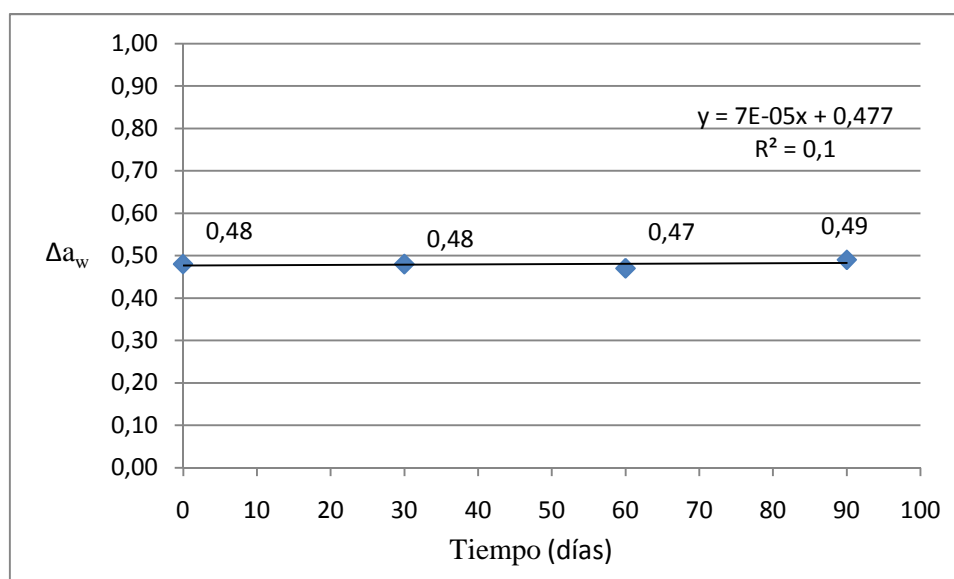


Figura 9. Variación de la actividad de agua (a_w) de la sopa instantánea de chuchuca, empacada en funda aluminizada y almacenada en cámara de maduración (17 °C; 50% HR)

De la Figura 9, se obtiene la ecuación de la recta:

$$y = 0,00007x + 0,477 \quad [3.4]$$

Si y es el límite crítico de actividad de agua (0,5) y x corresponde al tiempo en que el producto alcanza el límite crítico.

Para x , se obtiene:

$$x = \frac{(y - a)}{b}$$

$$x = \frac{(0,5 - 0,477)}{0,00007} = 328,60 \text{ días}$$

El tiempo que demora el producto en alcanzar el límite crítico de actividad de agua es de 328,60 días.

Al tomar en cuenta la durabilidad del producto almacenado en cámara de maduración con respecto a la durabilidad del producto almacenado en condiciones aceleradas, se obtiene la siguiente relación:

$$\text{relación tiempo almacenamiento} = \frac{328,60 \text{ días}}{21,80 \text{ días}} = 15$$

Se estableció que la sopa instantánea de chuchuca empacada en funda aluminizada y almacenada bajo condiciones aceleradas tiene una duración promedio de 21,80 días, mientras que almacenado en condiciones ambientales (cámara de maduración) tiene una durabilidad de 328,60 días antes de alcanzar el límite crítico de actividad de agua. De la mencionada relación también se desprende que 1 día de almacenamiento del producto en condiciones aceleradas equivale a 15 días en condiciones ambientales.

Por lo que se concluyó que la funda aluminizada es el mejor empaque para la sopa instantánea de chuchuca, ya que permite conservar por más tiempo la calidad sanitaria y organoléptica del producto.

3.5 DETERMINACIÓN DEL COSTO DE PRODUCCIÓN DE LA SOPA INSTANTÁNEA DE CHUCHUCA

3.5.1 ESTUDIO TÉCNICO

3.5.1.1 Tamaño de la planta procesadora

La planta piloto se ubicará en la provincia de Imbabura, en el cantón Cotacachi, debido a su producción de maíz en choclo de 522 t/año (III Censo Agropecuario). Se plantea arrendar un terreno de 1.000 m² que cuente con la infraestructura donde se pueda equipar la maquinaria necesaria para procesar de la sopa. Se proyecta la comercialización del producto en fundas aluminizadas que contengan 70 g de la sopa de chuchuca, se prevé tener una producción diaria de 320 unidades (12 unidades por caja), 76.800 unidades anuales (6.400 cajas).

3.5.1.2 Balance de Materiales

En la Figura 10 se muestra el proceso de elaboración de chuchuca con el respectivo balance de materiales para cada uno de los procesos a desarrollarse.

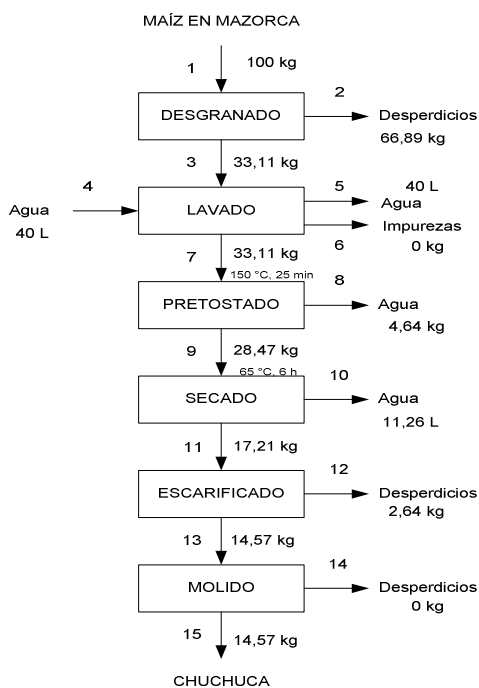


Figura 10. Procesamiento de chuchuca

Tabla 24. Proceso técnico de la chuchuca a escala piloto

Punto	Descripción	Cantidad	Unidad
1	Maíz en mazorca	100,00	kg
2	Desperdicios (brácteas, tuzas, grano dañado)	66,89	kg
3	Producto al lavado	33,11	kg
4	Agua para el lavado	40,00	L
5	Agua de lavado	40,00	L
6	Impurezas del grano	despreciable	kg
7	Producto al prestostado	33,11	kg
8	Agua de pretostado	4,64	kg
9	Producto para el secado	28,47	kg
10	Agua de secado	11,26	L
11	Producto para escarificado	17,21	kg
12	Desperdicios del escarificado	2,64	kg
13	Producto a la molienda	14,57	kg
14	Desperdicios de molienda	despreciable	kg
15	Producto final	14,57	kg

En la Tabla 24, se puede observar que para la elaboración de chuchuca se inicia con una cantidad de 100 kg de choclo en mazorca, luego se procede a realizar un desgranado del choclo en el que se obtiene 33,11 kg de grano y 66,89 kg de desperdicio, posteriormente el choclo es sometido a un lavado, para luego realizar un pretostado a 150 °C por el lapso de 25 min donde se obtiene 28,47 kg de grano tostado, además se realiza el secado del grano a 65 °C por 6 h de donde se obtiene 17,21 kg de grano, al término del secado se inicia el proceso de escarificado donde se obtiene 14,57 kg de grano partido y se realiza un molienda que dará una cantidad final del producto listo para la sopa de 14,57 kg de grano molido, que da un rendimiento industrial del 14,57%. Se usarán 45,50 g de chuchuca molida en cada una de las sopas, que servirán para obtener 320 unidades de sopas, de 70 g cada una. En la Figura 11 y en la Tabla 25 se muestra el detalle del proceso productivo de elaboración de carne deshidratada, con el balance de materiales para cada una de las actividades.

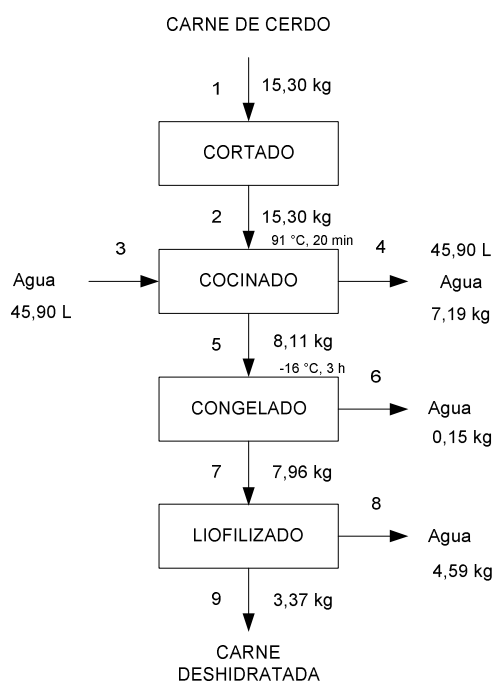


Figura 11. Proceso de elaboración de carne deshidratada

Tabla 25. Proceso productivo de carne deshidratada

Punto	Descripción	Cantidad	Unidades
1	Carne de cerdo	15,30	kg
2	Producto al escaldado	15,30	kg
3	Agua para el escaldado	45,90	L
4	Agua del escaldado	45,90	L
5	Producto al congelado	8,11	kg
6	Agua de la congelación	0,15	kg
7	Producto al liofilizado	7,96	kg
8	Agua de liofilizado	4,59	kg
9	Producto final	3,37	kg

En la Tabla 25 se observa que el proceso inicia con 15,30 kg de carne de cerdo, la cantidad de carne a procesar está relacionada con la cantidad de unidades de sopa que se pretende producir al día, es por eso que para elaborar 320 unidades de sopa es necesario utilizar los 15,30 kg de carne de cerdo, al término del

proceso se obtienen 3,37 kg de carne deshidratada de cerdo, con un rendimiento del 22%. Los 3,37 kg de carne deshidratada se distribuyen en porciones de 10,50 g en 320 unidades de sopas de 70 g cada una.

En la Figura 12 y en la Tabla 26 se muestra el detalle del proceso para la obtención de una sopa instantánea de chuchuca, incluye el balance de materiales para cada actividad.

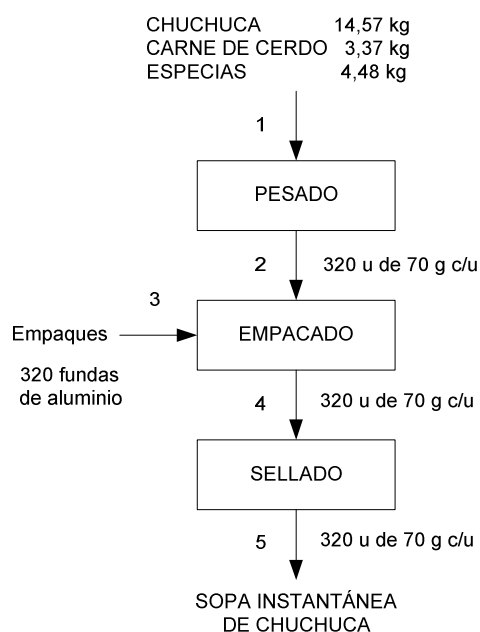


Figura 12. Proceso de elaboración de una sopa instantánea de chuchuca.

Tabla 26. Proceso para la elaboración de una sopa instantánea con base en chuchuca

Punto	Descripción	Cantidad	Unidades
1	Chuchuca	14,57	kg
	Carne de cerdo deshidratada	3,37	kg
	Ajo en polvo	0,45	kg
	Cebolla en polvo	0,45	kg
	Especies deshidratadas	0,45	kg
	Caldo de pollo	0,63	kg
	Glutamato monosódico	0,27	kg
	Sal	2,24	kg
2	Producto al pesado	320 u	70g c/u
3	Empacado	320 u	70g c/u
4	Producto al sellado	320 u	70g c/u
5	Producto final	320 u	70g c/u

Según la Tabla 26, para obtener un lote de sopas instantáneas de chuchuca, se requieren 14,57 kg de chuchuca, 3,37 kg de carne de cerdo deshidratada y 4,48 kg del resto de ingredientes, para porciones que incluyan 45,5 g de chuchuca, 10,50 g de carne y 14,00 g del resto de ingredientes, para obtener 320 unidades.

3.5.1.3 Requerimientos de Maquinaria

La Tabla 27 indica que para establecer el requerimiento de maquinaria y equipos, se tomó como guía el balance de materiales ilustrado en las Figura 10, Figura 11 y Figura 12.

Tabla 27. Maquinaria para la producción de sopa instantánea de chuchuca

Descripción	Cantidad	V. Unitario	Valor Total
Estufa de aire forzado	1	2.370,00	2.370,00
Escarificador	1	1.500,00	1.500,00
Liofilizador	1	10.000,00	10.000,00
Molino	1	300,00	300,00
Cocina	1	250,00	250,00
Congelador	1	600,00	600,00
Tostador	1	1.200,00	1.200,00
Balanza digital	1	120,00	120,00
Sellador	1	550,00	550,00
Total			16.890,00

3.5.1.4 Requerimiento de Personal

En la Figura 13 se muestran los requerimientos de personal necesarios para el proceso, los mismos que deben cumplir con las actividades específicas asignadas para cada puesto.

Se requiere un gerente general, una secretaria, un jefe de proceso y dos operarios.

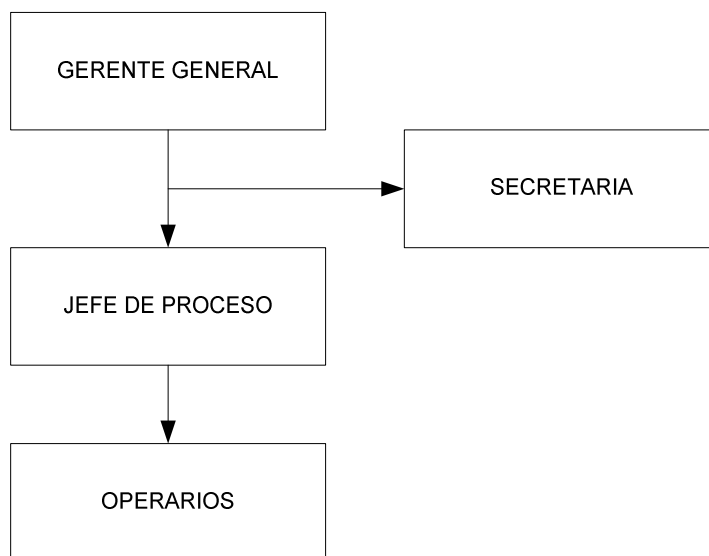


Figura 13. Organigrama estructural

3.5.2 ESTUDIO ECONÓMICO

3.5.2.1 Identificación del producto

El producto que se va a elaborar es una sopa instantánea de chuchuca, con calidad nutricional y un valor cultural en la recuperación del saber y sabor tradicional.

Este producto se pondrá al alcance de los consumidores en los principales supermercados y tiendas de la ciudad de Quito, en presentaciones de 70 g, donde se hará constar en la etiqueta la información nutricional y los ingredientes que contiene.

3.5.2.2 Inversión

Como se indica en la Tabla 28, para el desarrollo del proyecto de la planta procesadora de sopa instantánea de chuchuca con carne de cerdo deshidratada, se necesita una inversión total de 85.046,94 dólares, de esta cifra se considera que el 79,55% es capital de trabajo, y el 16,99% es la inversión fija es decir 17.390 dólares, se prevé que la inversión será mediante capital propio y financiamiento.

Tabla 28. Tabla de inversiones

CONCEPTO	VALOR (dólares)	%
Inversión fija	17.390,00	20,45
Capital de Trabajo	67.656,94	79,55
Total	85.046,94	100,00
Capital propio	17.523,47	47,54
Financiamiento	50.000,00	52,46

3.5.2.3 Precio de venta del producto

En la Tabla 29 se presenta el costo unitario de la sopa sin ganancias que fue de 1,00 dólar, para el precio de venta se reserva un margen de utilidad del 30% sobre el costo unitario que da un valor de 1,31 dólares.

Tabla 29. Costo de venta y producción del producto final

Descripción	Costos	
	Directos	Indirectos
Materia prima	21.489,60	
Materiales directos	4.880,33	
Mano de obra directa	7.958,40	
Suministros	4.430,97	
Reparación y mantenimiento		554,17
Seguros		738,90
Depreciación		1.888,50
Amortización		50,00
Subtotales	38.759,31	3.231,58
Costo de producción	41.990,88	
Gastos administrativos	21.216,20	
Gastos financieros	13.960,95	
Subtotales	35.177,15	
Costo Total	77.168,03	
Unidades producidas	76.800	
Costo Unitario	1,00	

3.5.2.4 Punto de equilibrio

El punto de equilibrio, es el nivel donde no existen pérdidas ni ganancias, o sea el punto donde los ingresos igualan a los egresos.

Tabla 30. Punto de equilibrio del proyecto

Descripción	Costos Fijos	Costos Variables
Materiales directos		26.369,93
Mano de obra directa		7.958,40
Suministros	4.430,97	
Reparación y mantenimiento	554,17	
Seguros	738,90	
Depreciación	1.888,50	
Amortización	50,00	
Gastos administrativos	21.216,20	
Gastos financieros	13.960,95	
TOTAL	42.839,70	34.328,33

Según la Tabla 30, el punto de equilibrio del proyecto es de 49.857 unidades que corresponden al 65% de la producción anual, cantidad que indica que se pondrá a recuperar los costos fijos y variables que se utilizaron durante el primer año de producción.

Al vender una cantidad superior a 49.857 unidades el producto generará utilidades, si se vende menos de 49.857 unidades se producirá pérdidas, al no poder cubrir los costos fijos, variables y no recuperar la inversión.

3.5.2.5 Indicadores de Factibilidad del Proyecto

En el análisis económico del proyecto se han determinado los principales indicadores económicos que muestran la factibilidad del mismo, dentro de estos índices están la Tasa Interna de Retorno (TIR) y el Valor Actual Neto (VAN).

La Tabla 31 indica un flujo de caja que sirve de base para determinar los indicadores citados.

Tabla 31. Flujo de caja

FLUJO DE CAJA									
Año	Utilidad Neta	Depreciación y Amortización (+)	Capital de trabajo (+)	Valor residual (+)	Inversión (-)	Préstamo (+)	Amortización (-)	Flujo de efectivo (=)	Flujo deflactado
0					85.046,94	50.000,00		-35.046,94	-35.046,94
1	14.758,39	1.938,50					7.425,45	9.271,44	3.574,54
2	39.787,27	1.938,50					8.534,38	33.191,40	27.430,91
3	76.393,98	1.938,50					9.808,92	68.523,56	51.482,77
4	129.676,08	1.879,57					11.273,80	120.281,85	82.154,12
5	206.802,39	1.879,57	67.656,94	9.968,39			12.957,46	273.349,83	169.728,74

Van	104%
TIR	160.738,84

Se obtuvo un VAN de 160.738,84 dólares, esto permite medir los flujos futuros de ingresos y egresos que tendrá el proyecto, para determinar si luego de descontar la inversión inicial se obtendrá ganancias. Para el caso de este proyecto el VAN obtenido es positivo por lo que se considera que el proyecto es viable.

La Tasa Interna de Retorno que se obtuvo en este proyecto es del 104%. Para demostrar que el dinero que se invierte en el proyecto obtendrá rentabilidad, se realizó la comparación con la tasa activa que ofrecen los bancos actualmente que es del 14% y el porcentaje de rentabilidad de la TIR que es del 104%, de este modo se puede resumir que la rentabilidad del proyecto es mayor que la de los bancos.

Al obtener los resultados antes mencionados se puede concluir que es conveniente invertir el dinero en el proyecto que da mayor rentabilidad que tener el dinero depositado en el banco.

4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES

1. A través de indicadores físico-químicos, se determinó que el estado de madurez apropiado para la elaboración de chuchuca, corresponde a los 160 días de cultivo, cuando el grano se encuentra en estado semimaduro (mazoso) y presenta 70,26% de almidón, 3,32% de azúcares y 50,50% de humedad.
2. El proceso tecnológico apropiado para el procesamiento de la chuchuca comprende el pretostado y molienda del grano, a un tamaño de partícula de 1,20 mm. Bajo estas condiciones se obtuvo un rendimiento del 44,04%.
3. Se determinó que la formulación de mayor agrado entre los panelistas, corresponde a la siguiente dosificación de ingredientes chuchuca 65,0%, carne deshidratada de cerdo 15,0%, ajo en polvo 2,0%, cebolla en polvo 2,0%, especias deshidratadas (perejil y culantro) 2,0%, caldo de pollo en polvo 2,8%, ajinomoto (glutamato monosódico) 1,2% y sal 10,0%. El atributo ponderante fue el sabor, el mismo que alcanzó una calificación promedio de 6,05/7,00, correspondiente a la categoría “me gusta mucho”.
4. Con base en los resultados obtenidos, se concluye que el empaque de aluminio, con película metalizada de polipropileno biorientado, tiene una baja permeabilidad al vapor de agua, manifestada en el leve incremento (0,48 a 0,51) de la actividad de agua del producto almacenado por 30 días en cámara acelerada. En cámara de maduración la actividad de agua aumentó de 0,48 a 0,49, para el producto almacenado por 90 días, se estimó una durabilidad de 328 días.
5. Con base en los indicadores financieros, TIR (104%) y VAN (USD 160.738,84), se establece que el proyecto es económicamente rentable. Se alcanza el punto de equilibrio en el primer año de producción.

4.2 RECOMENDACIONES

1. Difundir la tecnología desarrollada, para interesar a los procesadores en la producción comercial de este producto y a los consumidores en la ingesta de un producto nutritivo y de gran valor cultura en la gastronomía ecuatoriana.
2. Probar la incorporación de aditivos en la retención del aroma de las especies utilizadas, ya que éstas se volatilizan y pierden su aroma característico, a medida que transcurre el tiempo de almacenamiento.
3. Ensayar métodos alternativos para la deshidratación de la carne, ya que la liofilización encarece el costo de producción, debido al costo del equipo necesario, el gasto energético y el tiempo de proceso.
4. Diseñar la maquinaria para realizar el proceso de desgranado cuando el maíz se encuentre en estado de choclo mazoso.

BIBLIOGRAFÍA

1. Association of Official Analytical Chemists - A.O.A.C, 1997, Official methods of analysis, 11ed, Horwitz, Washington, DC. U.S.A. v. 2, Cap. 7. pp. 8 – 10.
2. Asturias, M., 2004, “Maíz, de alimento sagrado a negocio del hambre”, Quito, Ecuador, (Febrero, 2009).
3. Bello, J., 2000, “Ciencia bromatológica: Principios generales”, Ediciones Días de Santos, España, pp.251-257.
4. Bravo, J., Carpio, C., Rúaless, J., Santacruz, P., Santacruz, S., 2000. Manual de métodos de caracterización de carbohidratos, Quito, Ecuador, pp. 53-54, 70-73.
5. Baraldi, O., 2002, Agronoticias on line, <http://www.rosario.com.ar/agronoticias/archivos/index.htm>, (Enero, 2010).
6. Borneo, R., 2008, “Ciencia y tecnología de loa cereales”, <http://cytcereales.blogspot.com/2008/06/molienda-de-cereales-2-moliendaseca.html> (Noviembre, 2009).
7. Brennan, J., 2008, “Manual del procesado de los alimentos”, Editorial ACRIBIA, S.A., Zaragoza, España, pp. 10, 87-107 y 120-123.
8. Callejo, M., 2002, “Industrias de cereales y derivados”, Edit. AMV, Madrid, España, pp. 40-50, 120-126.
9. Cantillo, C., y Durán, L., 2002, “Tecnología de alimentos”, México D.F, México, Vol. 11, pp. 278-279.

10. Casp, A. y Abril, J., 2003, "Procesos de conservación de alimentos", Ediciones Mundi-Prensa, Segunda edición, Madrid, España, pp. 35-60, 325, 357-365, 386.
11. Cuéllar, N., 2008, "Ciencia tecnología e industria de alimentos", Grupo Latina Editores, Bogotá, Colombia, pp. 100-103.
12. Dellaporta, S. y Calderón A., 1994, "The determination process in maize. Science", p. 94.
13. Dubois, M., Gilles, K., Hamilton, J., Rebers, P., y Smith, F., 1956, "Colorimetric Method for Determination of sugar and Related Substances. Analytical Chemistry", pp. 350 – 356.
14. Egan, H., Kirk, R., y Sawyer, R., 1988, Análisis químico de alimentos de Pearson, Compañía editorial Continental, S.A. DE C.V. México DF, México, pp. 244 – 245.
15. ENIGHU, 2004, "Encuesta nacional de ingresos y gastos de hogares urbanos. Resultados anuales Febrero 2003 - Enero 2004. Quito". Tomo 2, Ecuador.
16. Estrella, E., 1998, "El Pan de América: Etnohistoria de los alimentos aborígenes en el Ecuador", Quito, Ecuador, FUNDACYT (3ra Ed.), pp. 9-10, 56 – 59 y 71 – 91.
17. FAO, 1993, "El maíz en la nutrición humana", Colección FAO: Alimentación y nutrición, N°25, Italia, Roma, www.fao.org, (Noviembre, 2009).
18. FAO, 2001, "Maíz en los trópicos mejoramiento y producción", R.L. Paliwal, departamento de agricultura.2001. <http://www.fao.org/docrep/003/X7650S/x7650s00.htm#toc>, (Noviembre, 2009).

19. Hernández, F., 1999, "Conservas caseras de alimentos", Ediciones Mundi-Prensa, Tercera Edición, Madrid, España, pp. 23-24.
20. Kalsson, E., y Luh, S, 1993, "Vegetables juice sances and soup", Editorial Mac Grill, USA, pp. 321-340.
21. Gear, J., 2006, "Maíz y nutrición", www.nutrinfo.com/archivos/ebooks/maiz_y_nutricion.pdf, (Noviembre 2009).
22. Noroña, J., 2008, "Caracterización y evaluación agromorfológica de 64 accesiones de maíz negro y 27 accesiones de maíz chulpi (*Zea mays* L.) colectados en la serranía del Ecuador en la EESC-INIAP", Quito, Tesis Ingeniero Agrónomo, Universidad Técnica de Cotopaxi, Latacunga, Ecuador, pp. 5-8.
23. Saltos, H., 2009, "Análisis en el desarrollo de alimentos procesados", Editorial Pedagógica Freire, Ambato, Ecuador, pp. 365-370.
24. SICA, 2002, "CULTIVOS DE MAIZ", http://www.sica.gov.ec/agronegocios/biblioteca/Ing%20Rizzo/maiz/cultivo_maiz.htm, (Noviembre, 2008).
25. SICA, 2006, "Proyecciones de cultivos", www.sica.gov.ec, (Marzo, 2009).
26. SICA, 2009, "El cultivo de maíz duro *zea mays*", www.sica.gov.ec/cadenas/maiz/docs/maiz_amarillo_duro.pdf, Ecuador, (Octubre, 2009).
27. Primo, E., 1987, "Química Agrícola Alimentos", Editorial Alhambra, Madrid, España, pp.26 – 47, 91 – 99 y 108 – 109.
28. Robutti, J., 2008, Calidad y usos del maíz, www.inta.gov.ar/ediciones/idia/cereales/maiz03.pdf, (Diciembre, 2009).

29. Silva, E., Dobronski, J. y Heredia, J., 1997, "Variedad de maíz amarillo harinoso precoz para la provincia de Imbabura". Quito, Ecuador, Plegable N° 159.
30. Terranova, 1995, "Producción Agrícola 1", Terranova Editores, Bogotá, Colombia, pp. 110 – 115.
31. Yáñez, C., Zambrano, J., Caicedo, M., Sánchez, V. y Heredia, J., 2003, "Catálogo de Recursos Genéticos de Maíces de Altura Ecuatorianos". INIAP, Programa de Maíz. Quito, Ecuador, pp. 1, 4 y 125.
32. Yáñez, C., 2007, "Manual de producción de maíz para pequeños agricultores y agricultoras", INIAP, Programa de Maíz. Quito-Ecuador, pp. 5, 22.
33. Zamudio, T., 2007, "Regulación jurídica de la biotecnologías", www.biotech.bioetica.org/d134-6.pdf, (Diciembre, 2009).

ANEXOS

ANEXOS 1. FIGURAS



Figura A1.1. Maíz Variedad Chaucho mejorado INIAP-122

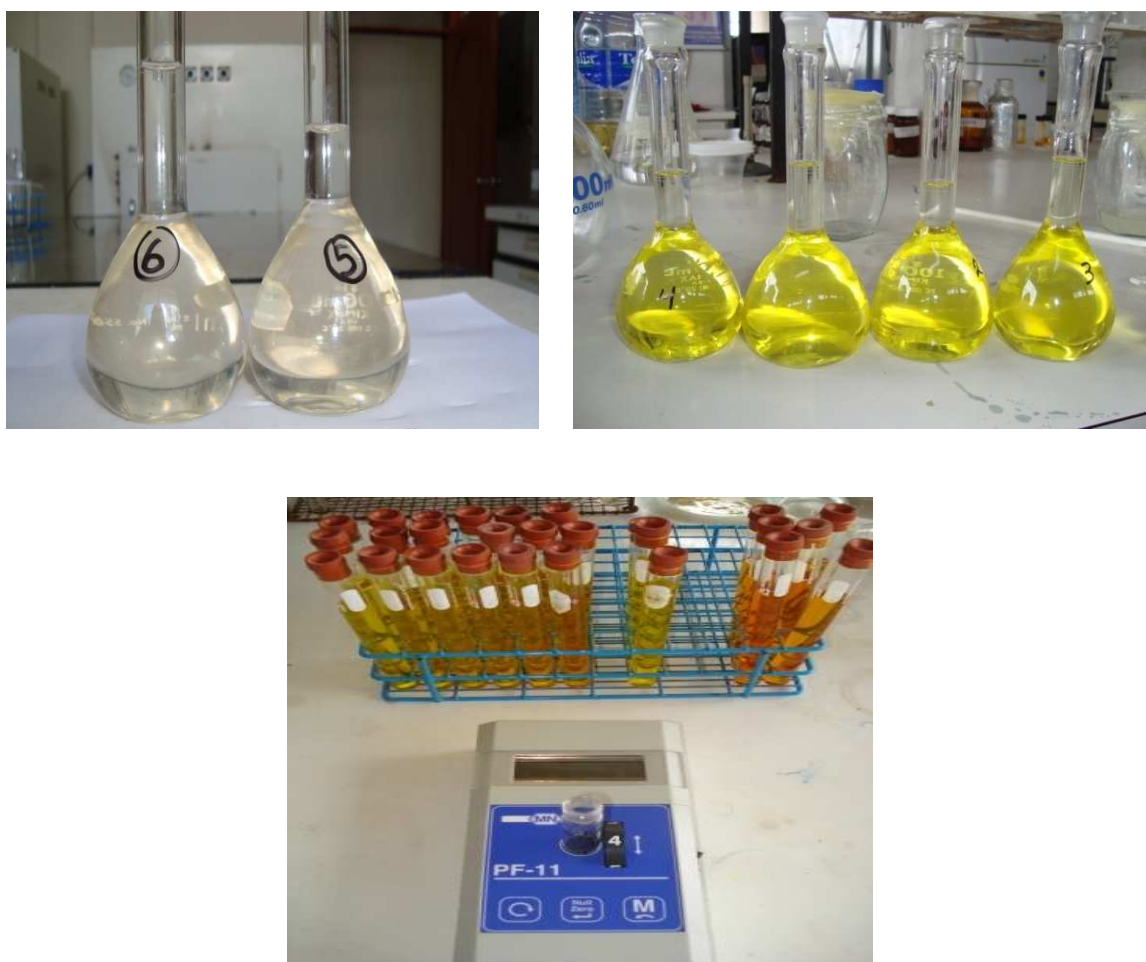


Figura A1.2. Determinación de Almidón y Azúcares



Figura A1.3. Determinación de Índice de Absorción de agua y Poder de hinchamiento



Figura A1.4. Determinación de color



Figura A1.5. Evaluación Sensorial del producto final



Figura A1.6. Proceso de elaboración de sopa instantánea de chuchuca

ANEXOS 2. METODOLOGÍA

A2.1. DETERMINACIÓN DE ALMIDÓN POR EL MÉTODO POLARIMÉTRICO

Método de Egan et al (1988)

Principio

El almidón es tratado con una solución diluida de ácido clorhídrico en baño María y luego se determina el ángulo de rotación de la luz de una solución clara en el polarímetro.

Equipo y material

- Balones de 50 ml
- Embudos plásticos
- Pipetas graduadas
- Piceta
- Portaembudos
- Tubos plásticos de 50 ml
- Centrífuga
- Balanza analítica
- Baño María
- Polarímetro
- Tubo polarimétrico de 200 mm
- Papel filtro cualitativo

Reactivos

- Acido clorhídrico 0,31 N
- Acido clorhídrico al 25%
- Solución I: ferrocianuro de potasio trihidratado al 15% en agua destilada
- Solución II: sulfato de zinc heptahidratado al 30% en agua destilada

Procedimiento para muestra

- Secar la muestra a 65°C y molerla, pesar 2,5 g en un balón aforado de 50 mL.
- Agregar 25 mL de ácido clorhídrico 0,31 N y agitar por 15 min.
- Llevar a baño de agua hirviente por 15 min, con agitación continua. Enfriar.

- Adicionar 0,5 mL de solución I y 0,5 mL de solución II agitando el balón.
- De ser necesario repetir el paso anterior cuantas veces sean necesarias hasta obtener una solución transparente y cristalina.
- Aforar el balón con agua destilada.
- Centrifugar y filtrar. Desechar los primeros mL del filtrado.
- Llenar el tubo de 200 mm con el filtrado y leer en el polarímetro.

Procedimiento para el blanco

- Pesar 5 g de muestra molida en balón de 50 mL.
- Agregar 40 mL de agua destilada y agitar por 15 min.
- Adicionar 1 mL de la solución I y 1 mL de la solución II, agitar.
- Aforar el balón con agua destilada, centrifugar en tubos y filtrar.
- Tomar 25 mL del filtrado en un balón de 50 mL, añadir 1 mL de ácido clorhídrico al 25% y llevar a baño de agua hirviente por 15 min con agitación continua. Enfriar y aforar.
- Si la solución está turbia centrifugar y filtrar.
- Llenar el tubo de 200 mm con el filtrado y leer en el polarímetro.

Cálculos

$$\% \text{ almidón} = (a - b) \times f$$

Donde: a = ángulo de rotación de la muestra, en grados

b = ángulo de rotación del blanco, en grados

f = factor de almidón, para maíz 5,635

A2.2. MÉTODO DE DETERMINACIÓN DE AZÚCARES TOTALES (CON ANTRONA)

Método de Dubois (1956)

Fundamento

Los azúcares totales se determinarán según el método de Dubois (1956). Se realizara una hidrólisis ácida de los polisacáridos en medio ácido, en caliente. La antrona reacciona con las hexosas y las aldopentosas para dar un complejo de color azul – verdoso, el cual presenta un máximo de absorvancia a 625 nm. Este método es muy sensible, permite dosificar concentraciones en azúcares totales de 0 a 50 mg/L. Por la gran sensibilidad del método es necesario efectuar diluciones en la muestra a analizar.

Materiales y equipos

- Antrona
- Ácido sulfúrico
- Fotómetro

Preparación de estándares

1. Preparar un patrón de 0,5 g de glucosa en 100 mL de agua destilada o en alcohol al 80%.
2. Tomar 1 mL y diluir a 100 mL, concentración obtenida 50 mg/L.
3. Preparar una curva de concentración entre 0 y 50 mg/L.

Preparación de la muestra

1. Preparar reactivo cada vez, 0.2 g de antrona en 100 mL de H₂SO₄ concentrado

2. Usar tubos de 13 – 15 mL con tapa.

Procedimiento

1. Poner 2 mL de muestra en cada tubo, previamente diluida. Colocar en baño de hielo – agua.
2. Añadir 4 mL de reactivo antrona.
3. Agitar los tubos sobre el vortex y colocar en ebullición durante 10 min.
4. Colocar los tubos en baño agua – hielo, agitar y esperar 10 min para eliminar burbujas de aire.
5. Leer la absorbancia a 625 nm.
6. Preparar una curva patrón con glucosa de 0 a 50 mg/L.

A2.3. MÉTODO DE DETERMINACIÓN DE HUMEDAD

Método 925.09, A.O.A.C (1997). Adaptado en el departamento de nutrición y calidad del INIAP.

Principio

Se basa en la determinación de la cantidad de agua existente en la muestra. Se realizara para poder expresar los resultados en base seca. Por diferencia se obtiene el contenido de materia seca en la muestra.

Procedimiento

- Lavar los crisoles con agua destilada, secar en una estufa a 105 °C por 8 h, secar en un desecador y una vez frio pesar.
- Se pesa de 1 a 2 g de muestra molida en los crisoles, se lleva a la estufa a 105 °C por 12 h (preferible una noche), se saca los crisoles con la muestra en un desecador hasta que estén fríos y se pesan.

Cálculos

Se usa la ecuación:

$$\%H = \frac{P_{cmh} - P_{cms}}{P_{cmh} - P_c} \times 100$$

%H: porcentaje de humedad

P_c: peso crisol

P_{cmh}: peso del recipiente más muestra húmeda

P_{cms}: peso del recipiente más muestra seca

A2.4. INDICE DE ABSORCIÓN DE AGUA (IAA) Y PODER DE HINCHAMIENTO (PH)

Fundamento

Las propiedades funcionales del almidón son la capacidad de absorción de agua del granulo de almidón, y la exudación de fracciones de almidón, a medida que se incrementa la temperatura del medio circundante Bravo (2000).

Materiales y equipos

- Cajas petri
- Tubos de centrifuga de 50 mL
- Agitadores magnéticos
- Probetas de 50 mL
- Plancha de agitación
- Baño de temperatura a 30 °C
- Centrífuga
- Tubos de centrifuga graduados
- Papel filtro de poro delgado
- Embudos
- Vasos de precipitados
- Pipetas de 10 mL
- Desecador

Método

1. Tarar las cajas petri a 90 °C por 4 h a 75 °C por una noche.
2. Pesar 2,5 g de muestra en un tubo de centrifuga que contiene un agitador magnético. Realizar el análisis por duplicado.
3. Mientras se pesa las muestras, calentar 30 mL de agua destilada, a 30 °C, y también tener el baño a temperatura controlada de 30 °C.
4. Agregar 30 mL de agua a cada tubo, y agitar en el equipo de agitación.
5. Incubar en el baño con agitación durante 30 min.
6. Secar bien los tubos y ponerlos en la centrifuga.
7. Centrifugar a 5.000 rpm. Durante 30 min.
8. Después de centrifugar se deben tener separados el gel y le sobrenadante. Si no es así, centrifugar por 10 min más a 6.000 rpm.

9. Decantar el sobrenadante en un tubo de centrifuga graduado y medir el volumen. No descartar el gel del tubo.
10. Filtrar el sobrenadante.
11. Descartar lo que queda en el papel filtro.
12. Tomar 10 mL del filtrado y secar por 4 h a 90 °C en las cajas petri.
13. Pesar el gel que quedo en el tubo.
14. En el caso de que no se haya separado el sobrenadante, pesar todo lo que queda en el tubo.

Cálculos

Índice de absorción de agua (IAA):

$$\text{IAA} = \frac{\text{Peso del gel (g)}}{\text{Peso de la muestra (g)}}$$

Poder de hinchamiento (PH):

$$\text{PH} = \frac{\text{Peso del gel}}{\text{Peso de la muestra} - \text{peso de solubles}}$$

A2.5. DETERMINACIÓN DE COLOR

Se realizara mediciones en diferentes puntos de la muestra. Para la medición de color, se procederá a homogenizar la muestra. En este caso se utilizo un medidor de color IBM modelo COLORTEC-PCM™.

Materiales y Equipos

- Colorímetro COLORTEC-PCM™
- Muestras de chuchuca

Procedimiento

1. Encender el aparato, esperar hasta que aparezca en la pantalla “####_Rdy/Measure”
2. Presionar el cuadrado MODE y aparecerá en la pantalla “>Pinck”
3. Subir con el triangulo gris hasta “Set up”
4. Presionar el cuadrado MODE
5. A continuación bajar con el triangulo gris hasta cuando aparezca “>FullCalibrate”
6. Presionar el cuadrado MODE y en la pantalla aparecerá “Measure Black/Ready Hit mode”
7. Para realizar la calibración del negro, sacar la tapa de la parte trasera del aparato, en la tapa se encuentra el estándar.
8. Acercar el sensor del aparato al estándar de color negro. Importante: el aparato tiene que estar completamente paralelo a la muestra.
9. Presionar el cuadrado MODE y aparecerá “Measuring”
10. Una vez terminado en el display aparecerá “Measure White/Ready Hit Mode”
11. Acercar el sensor del aparato al estándar de color blanco.
12. Presionar el cuadrado MODE
13. Finalmente aparecerá “####_Rdy/Measure”, el aparato está listo para ser usado.

14. Tomar la muestra y colocar en una caja petri, la cual debe ser colocada sobre una superficie, pudiendo ser una baldosa negra o blanca.
15. Acercar la muestra al sensor, manteniendo el aparato completamente paralelo a la muestra.
16. Aplastar el “botón verde”, esperar y en el display aparecerá el número de lectura y los respectivos valores medidos en la muestra.
17. Realizar los pasos 7 y 8 un mínimo de cinco veces en diferentes partes de la muestra.

Análisis de resultados

Las mediciones se reportaran en coordenadas cilíndricas: cromaticidad (C) y tono (H*), calculadas mediante las siguientes ecuaciones:

$$C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$$

$$H^* = \arctan b^*/a^*$$

Donde a y b son las coordenadas cromáticas, medidas proporcionadas por el colorímetro. El valor de a representa el cambio de verde a rojo (-a y +a). El valor de b representa el cambio de azul a amarillo (-b y +b)

Además las se calcularan las variaciones de luminosidad ΔE y de tono ΔH que se presentan a continuación:

$$\Delta E = ((L_1 - L_2)^2 + (a_1 - a_2)^2 + (b_1 - b_2)^2)^{1/2}$$

$$\Delta H = ((E_1 - E_2)^2 - (L_1 - L_2)^2 - (C_1 - C_2)^2)^{1/2}$$

Donde:

L_1, a_1, b_1, E_1 y C_1 = Testigo comercial.

L_2, a_2, b_2, E_2 y C_2 = Tratamientos

A2.6. CUESTIONARIO DE PRUEBA DE ACEPTABILIDAD DE CHUCHUCA EN GRANO.

Anzaldúa (2004)

Nombre: _____ Fecha _____

Observe y pruebe la muestra. Indique el grado en el que le gusta o le desagrada cada muestra, poniendo una "X" en la categoría que corresponda.

COLOR

Código de la muestra	Me gusta			No me gusta Ni me disgusta	Me disgusta		
	Muchísimo	Mucho	Un poco		Un poco	Mucho	Muchísimo
378							
645							

OLOR

Código de la muestra	Me gusta			No me gusta Ni me disgusta	Me disgusta		
	Muchísimo	Mucho	Un poco		Un poco	Mucho	Muchísimo
378							
645							

SABOR

Código de la muestra	Me gusta			No me gusta Ni me disgusta	Me disgusta		
	Muchísimo	Mucho	Un poco		Un poco	Mucho	Muchísimo
378							
645							

TAMAÑO DEL GRANULO

Código de la muestra	Me gusta			No me gusta Ni me disgusta	Me disgusta		
	Muchísimo	Mucho	Un poco		Un poco	Mucho	Muchísimo
378							
645							

CUESTIONARIO DE UNA PRUEBA DE ACEPTABILIDAD DE LA SOPA DE CHUCHUCA.

Nombre: _____

Fecha: _____

Observe y pruebe la muestra. Indique el grado en el que le gusta o le disgusta cada muestra, poniendo una "X" en la categoría que Ud. considere.

COLOR

Código de la muestra	Me gusta			No me gusta Ni me disgusta	Me disgusta		
	Muchísimo	Mucho	Poco		Poco	Mucho	Muchísimo
835							
209							
461							

AROMA

Código de la muestra	Me gusta			No me gusta Ni me disgusta	Me disgusta		
	Muchísimo	Mucho	Poco		Poco	Mucho	Muchísimo
835							
209							
461							

SABOR

Código de la muestra	Me gusta			No me gusta Ni me disgusta	Me disgusta		
	Muchísimo	Mucho	Poco		Poco	Mucho	Muchísimo
835							
209							
461							

TEXTURA ORAL

Código de la muestra	Me gusta			No me gusta Ni me disgusta	Me disgusta		
	Muchísimo	Mucho	Poco		Poco	Mucho	Muchísimo
835							
209							
461							

A2.7. PRUEBA DESCRIPTIVA.

Para el estudio, las muestras se presentan codificadas con números aleatorios de 3 dígitos, esto permite a los panelistas evaluar, precisar la intensidad de una característica específica, trazando una marca vertical en una escala lineal anclada en dos puntos Anzaldúa (2004).

Materiales y equipos

- Sopa de chuchuca
- Platos desechables de color blanco
- Cucharas desechables
- Vasos desechables
- Agua
- Termómetro
- Recipientes con tapas para almacenamiento

Método

1. Preparar las muestras para este caso la sopa de chuchuca.
2. Medir el contenido de las sopas de 15 – 16 mL y colocar en platos hondos desechables de color blanco, esto dará una mejor percepción del color, además se colocara el nombre a cada una de las muestras usando codificaciones de símbolos o de 3 números al azar siguiendo las tablas de números aleatorios.
3. Servir las muestras a una temperatura de 30 °C, en el mismo orden a todos jueces.
4. Entregar los cuestionarios a cada uno de los jueces e indicarles el procedimiento de la prueba.
5. Los jueces deberán empezar por la muestra que ellos crean conveniente, percibir el olor, analizar el color y probarla para medir su sabor y consistencia, una vez finalizado deberán enjuagarse la boca con agua y seguir a la siguiente muestra, así con todas las muestras.
6. Los jueces darán sus respuestas de acuerdo con el cuestionario que se presenta a continuación.

CUESTIONARIO DE UN ANÁLISIS DESCRIPTIVO DE UNA SOPA INSTANTÁNEA CON BASE EN CHUCHUCA.

Instrucciones

1. Evalué el olor, color, sabor y textura de la sopa instantánea a base de chuchuca, situando una marca en la línea de abajo

Aroma

	Desagradable	Agradable
835		
209		
461		

Color

	Blanco	Amarillo
835		
209		
461		

Sabor

	Salado	Dulce
835		
209		
461		

	Carne	Condimentos
835		
209		
461		

Textura oral

	Fluido	Espeso
835		
209		
461		

	No Masticable	Masticable
835		
209		
461		

¿Cuál es la mejor y porque? :

A2.8. CUESTIONARIO PRUEBA DÚO TRIÓ

Anzaldúa (2004)

Nombre: _____ Fecha: _____

Producto: **SOPA DE CHUCHUCA**

Frente a usted hay una muestra de **referencia**, marcada con **R**, y dos muestras marcadas con claves.

¿Cuál de las muestras marcadas es diferente de **R**? Márquela con una **X**

634

879

Comentarios: _____

A2.9. DETERMINACIÓN DE LA ACTIVIDAD DE AGUA

Materiales

- Muestras de sopas de chuchuca
- Equipo PAwKIT MARACA AQUALAB

Procedimiento

1. Encender el equipo pulsando el botón derecho (I)
2. Calibrar el equipo con las soluciones estándar de actividad de agua conocidas: CILi (0.25 ± 0.003 aw)
3. La muestra para cada producto se coloca en el contenedor plástico (Porta muestra de 10 mL de capacidad). La muestra no deberá exceder un tercio de la capacidad.
4. Pulsar el botón izquierdo (II) para que se indique la medición.
5. Espere aproximadamente 5 min, para que el equipo finalice la lectura.

A2.10. DETERMINACIÓN DE RECUENTO DE AEROBIOS TOTALES

Método 3M Center, Building 275-5w-OS St. Paul, MN 551444-1000

Principio

Este procedimiento microbiológico indica el estado de conservación de un alimento y mide el número de microorganismos aerobios por cantidad de alimento. El método consiste en cuantificar la cantidad de bacterias vivas o de unidades formadoras de colonias que se encuentran en una determinada cantidad de alimento.

Materiales y equipos

- Placas petrifilm para aerobios totales
- Matraz de 250 mL
- Contador de colonias Québec
- Pipetas

Procedimiento

1. Licuar la muestra con agua destilada, centrifugar y operar con el sobrenadante.
2. Colocar la placa petrifilm en una superficie plana. Levantar el film superior.
3. Con una pipeta perpendicular a la placa petrifilm colocar 1 mL de muestra en el centro del film inferior.
4. Bajar el film superior, dejar que caiga. No deslizarlo hacia abajo.
5. Con la cara lista hacia arriba, colocar el aplicador en el film superior sobre el inculo.
6. Con cuidado ejercer una presión sobre el aplicador para repartir el inculo sobre el área circular. No girar ni deslizar el aplicador.
7. Levantar el aplicador. Esperar un minuto a que se solidifique el gel.
8. Incubar las placas cara arriba en pilas de hasta 20 placas a 37 °C por 48 h.
9. Leer las placas en un contador de colonias estándar tipo Québec o una fuente de luz con aumento. Para leer los resultados consultar en la guía de interpretación.

A2.11. DETERMINACIÓN DE RECuento MOHOS Y LEVADURAS

Método 3M Center, Building 247-5w-05 St. Paul, MN55144-1 000

Principio

Un indicador colorea las colonias para dar contraste y facilitar el recuento. Las colonias de levaduras son: pequeñas, de bordes definidos, cuyo color varía de rosado oscuro a verde-azul, tridimensional, usualmente aparecen en el centro. Las colonias de mohos son: grandes bordes difusos de color variables (el moho puede producir su pigmento propio), planos, usualmente presentan un núcleo central.

Materiales y equipos

- Placas petrifilm
- Matraz de 250 mL
- Pipetas
- Contador de colonias Québec

Procedimiento

1. Licuar la muestra con agua destilada, centrifugar y operar con el sobrenadante.
2. Colocar la placa petrifilm en una superficie plana. Levantar el film superior.
3. Con una pipeta perpendicular a la placa petrifilm colocar 1 mL de muestra en el centro del film inferior.
4. Bajar el film superior, dejar que caiga, no deslizar hacia abajo.
5. Con las cara lisa hacia arriba, colocar el aplicador en el film superior sobre el inculo.
6. Con cuidado ejercer una presión sobre el aplicador para repartir el inculo sobre el área circular. No girar ni deslizar el aplicador.
7. Levantar el aplicador. Esperar un mínimo a que solidifique el gel.
8. Incubar las placas cara arriba en pilas de 20 placas a 37 °C por 72 h.

ANEXOS 3. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

A3.1. ADEVA DEL CONTENIDO DE AZÚCARES

A N A L Y S I S O F V A R I A N C E T A B L E					
	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F-value	Prob.
Between	4	64,972	16,243	8.372,683	0.0000
Within	10	0,019	0,002		
Total	14	64,991			

Coefficient of Variation = 1,42%

Title: PRUEBA DE DSM AL 5% DEL CONTENIDO DE AZÚCARES

Original Order			Ranked Order		
Mean	1 =	5,88 A	Mean	1 =	5,88 A
Mean	2 =	4,77 B	Mean	2 =	4,77 B
Mean	3 =	3,31 C	Mean	3 =	3,31 C
Mean	4 =	0,91 D	Mean	4 =	0,91 D
Mean	5 =	0,59 E	Mean	5 =	0,59 E

A3.2. ADEVA DEL CONTENIDO DE ALMIDÓN

A N A L Y S I S O F V A R I A N C E T A B L E					
	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F-value	Prob.
Between	4	434,852	108,713	3.105,463	0,0000
Within	10	0,350	0,035		
Total	14	435,202			

Coefficient of Variation = 0,27%

Title: PRUEBA DE DSM AL 5% DEL CONTENIDO DE ALMIDÓN

Original Order			Ranked Order		
Mean	1 =	58,07 D	Mean	5 =	72,83 A
Mean	2 =	69,98 C	Mean	4 =	71,99 B
Mean	3 =	70,26 C	Mean	3 =	70,26 C
Mean	4 =	71,99 B	Mean	2 =	69,98 C
Mean	5 =	72,83 A	Mean	1 =	58,07 D

A3.3. ADEVA DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

ANALYSIS OF VARIANCE TABLE					
	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F-value	Prob.
Between	4	2.167,728	541,932	3.258,103	0,0000
Within	10	1,663	0,166		
Total	14	2.169,392			

Coefficient of Variation = 0,85%

Title: PRUEBA DE DSM AL 5% DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

Original Order			Ranked Order		
Mean	1 =	63,30 A	Mean	1 =	63,30 A
Mean	2 =	57,70 B	Mean	2 =	57,70 B
Mean	3 =	50,50 C	Mean	3 =	50,50 C
Mean	4 =	36,10 D	Mean	4 =	36,10 D
Mean	5 =	32,30 E	Mean	5 =	32,30 E

A3.4. ADEVA RENDIMIENTO

ANÁLISIS DE VARIANZA DE RENDIMIENTO						
Fuente de variación	g.l.	Suma cuadrados	Cuadrados medios	Razón Var.	F (tablas)	
Total	14	328,470	23,462			
Tratamientos	4	328,396	82,099	11.094,459	3,478	s
Factor A	1	1,951	1,951	263,649	4,965	s
Factor B	1	2,925	2,925	395,270	4,965	s
Inter. AB	1	0,566	0,566	76,486	4,965	s
Factorial vs Testigo	1	322,954	322,954	43.642,432	4,965	s
Error	10	0,074	0,007			

s diferencia significativa; ns diferencia no significativa

TITLE: PRUEBA DE TUKEY AL 5% DE RENDIMIENTO

Original Order			Ranked Order		
Mean	1 =	43,49 B	Mean	2 =	44,04 A
Mean	2 =	44,04 A	Mean	4 =	43,67 B
Mean	3 =	42,25 C	Mean	1 =	43,49 B
Mean	4 =	43,67 B	Mean	3 =	42,25 C
Mean	5 =	31,76 D	Mean	5 =	31,76 D

A3.5. ADEVA INDICE DE ABSORCIÓN DE AGUA (IAA)

ANÁLISIS DE VARIANZA DE IAA						
Fuente de variación	g.l.	Suma cuadrados	Cuadrados medios	Razón Var.	F (tablas)	
Total	14	0,921	0,066			
Tratamientos	4	0,808	0,202	17,876	3,478	s
Factor A	1	0,006	0,006	0,531	4,965	ns
Factor B	1	0,017	0,017	1,504	4,965	ns
Inter. AB	1	0,001	0,001	0,088	4,965	ns
Factorial vs Testigo	1	0,784	0,784	69,381	4,965	s
Error	10	0,113	0,011			

TITLE: PRUEBA DE TUKEY AL 5% DE INDICE DE ABSORCIÓN DE AGUA (IAA)

Original Order			Ranked Order		
Mean	1 =	2,87 A	Mean	2 =	2,92 A
Mean	2 =	2,92 A	Mean	4 =	2,90 A
Mean	3 =	2,80 A	Mean	1 =	2,87 A
Mean	4 =	2,90 A	Mean	3 =	2,80 A
Mean	5 =	2,30 B	Mean	5 =	2,30 B

A3.6. ADEVA PODER DE HINCHAMIENTO (PH)

ANÁLISIS DE VARIANZA DE PH						
Fuente de variación	g.l.	Suma cuadrados	Cuadrados medios	Razón Var.	F (tablas)	
Total	14	0,982	0,070			
Tratamientos	4	0,864	0,216	18,305	3,478	s
Factor A	1	0,007	0,007	0,593	4,965	ns
Factor B	1	0,020	0,020	1,695	4,965	ns
Inter. AB	1	0,001	0,001	0,085	4,965	ns
Factorial vs Testigo	1	0,836	0,836	70,847	4,965	s
Error	10	0,118	0,012			

TITLE: PRUEBA DE TUKEY AL 5% DE PODER DE HINCHAMIENTO (PH)

Original Order			Ranked Order		
Mean	1 =	2,91 A	Mean	2 =	2,97 A
Mean	2 =	2,97 A	Mean	4 =	2,94 A
Mean	3 =	2,84 A	Mean	1 =	2,91 A
Mean	4 =	2,94 A	Mean	3 =	2,84 A
Mean	5 =	2,33 B	Mean	5 =	2,33 B

A3.7. ADEVA DE LUMINOSIDAD (L)

ANÁLISIS DE VARIANZA DE L						
Fuente de variación	g.l.	Suma cuadrados	Cuadrados medios	Razón Var.	F (tablas)	
Total	14	607,457	43,390			
Tratamientos	4	605,728	151,432	875,836	3,478	s
Factor A	1	0,228	0,228	1,319	4,965	ns
Factor B	1	186,756	186,756	1.080,139	4,965	s
Inter. AB	1	3,564	3,564	20,613	4,965	s
Factorial vs Testigo	1	415,180	415,180	2401,272	4,965	s
Error	10	1,729	0,173			

TITLE: PRUEBA DE TUKEY AL 5% DE LUMINOSIDAD (L)

Original Order			Ranked Order		
Mean	1 =	59,54 C	Mean	2 =	68,52 A
Mean	2 =	68,52 A	Mean	4 =	67,12 B
Mean	3 =	60,32 C	Mean	3 =	60,32 C
Mean	4 =	67,12 B	Mean	1 =	59,54 C
Mean	5 =	50,73 D	Mean	5 =	50,73 D

A3.8. ADEVA GRADOS HUNTER (H)

ANÁLISIS DE VARIANZA DE H						
Fuente de variación	g.l.	Suma cuadrados	Cuadrados medios	Razón Var.	F (tablas)	
Total	14	25,787	1,842			
Tratamientos	4	11,223	2,806	1,926	3,478	ns
Factor A	1	10,105	10,105	6,938	4,965	s
Factor B	1	1,944	1,944	1,335	4,965	ns
Inter. AB	1	1,565	1,565	1,075	4,965	ns
Factorial vs Testigo	1	-2,391	-2,391	-1,642	4,965	ns
Error	10	14,564	1,456			

A3.9. ADEVA CROMATICIDAD (C)

ANÁLISIS DE VARIANZA DE C						
Fuente de variación	g.l.	Suma cuadrados	Cuadrados medios	Razón Var.	F (tablas)	
Total	14	203,593	14,542			
Tratamientos	4	181,387	45,347	20,421	3,478	s
Factor A	1	34,517	34,517	15,544	4,965	s
Factor B	1	80,228	80,228	36,129	4,965	s
Inter. AB	1	3,255	3,255	1,466	4,965	ns
Factorial vs Testigo	1	63,387	63,387	28,545	4,965	s
Error	10	22,206	2,221			

TITLE: PRUEBA DE TUKEY AL 5% DE CROMATICIDAD (C)

Original Order			Ranked Order		
Mean	1 =	28,52 C	Mean	4 =	37,08 A
Mean	2 =	32,65 B	Mean	2 =	32,65 B
Mean	3 =	30,87 BC	Mean	3 =	30,87 BC
Mean	4 =	37,08 A	Mean	1 =	28,52 C
Mean	5 =	27,14 C	Mean	5 =	27,14 C

A3.10. ADEVA COLOR COMPONENTE b

ANÁLISIS DE VARIANZA DE b						
Fuente de variación	g.l.	Suma cuadrados	Cuadrados medios	Razón Var.	F (tablas)	
Total	14	198,094	14,150			
Tratamientos	4	176,332	44,083	20,257	3,478	s
Factor A	1	32,242	32,242	14,816	4,965	s
Factor B	1	78,285	78,285	35,973	4,965	s
Inter. AB	1	3,360	3,300	1,516	4,965	ns
Factorial vs Testigo	1	62,445	62,445	28,695	4,965	s
Error	10	21,762	2,176			

TITLE: PRUEBA DE TUKEY AL 5% DE COMPONENTE b DE COLOR

Original Order			Ranked Order		
Mean	1 =	28,45 C	Mean	4 =	36,84 A
Mean	2 =	32,50 B	Mean	2 =	32,50 B
Mean	3 =	30,67 BC	Mean	3 =	30,67 BC
Mean	4 =	36,84 A	Mean	1 =	28,45 C
Mean	5 =	27,01 C	Mean	5 =	27,01 C

A3.11. ADEVA DE LA VARIACIÓN ΔE

A N A L Y S I S O F V A R I A N C E T A B L E						
K		Degrees of	Sum of	Mean	F	
Value	Source	Freedom	Squares	Square	Value	Prob
2	Factor A	1	2,355	2,355	10,0143	0,0133
4	Factor B	1	250,032	250,032	1.063,3156	0,0000
6	AB	1	0,228	0,228	0,9716	
-7	Error	8	1,881	0,235		
Total		11	254,497			

Coefficient of Variation: 3,37%

TITLE: PRUEBA DE TUKEL AL 5% PARA ΔE

Original Order				Ranked Order			
Mean	1 =	9,80	B	Mean	4 =	20,69	A
Mean	2 =	19,60	A	Mean	2 =	19,60	A
Mean	3 =	11,82	B	Mean	3 =	11,82	B
Mean	4 =	20,69	A	Mean	1 =	9,80	B

A3.12. ADEVA VARIACIÓN ΔH

A N A L Y S I S O F V A R I A N C E T A B L E						
K		Degrees of	Sum of	Mean	F	
Value	Source	Freedom	Squares	Square	Value	Prob
2	Factor A	1	0,478	0,478	0,9422	
4	Factor B	1	0,375	0,375	0,7402	
6	AB	1	0,571	0,571	1,1267	0,3195
-7	Error	8	4,055	0,507		
Total		11	5,479			

Coefficient of Variation: 64.62%

TITLE: PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA ΔH

Original Order				Ranked Order			
Mean	1 =	0,97	A	Mean	4 =	3,62	A
Mean	2 =	2,50	A	Mean	3 =	3,53	A
Mean	3 =	3,53	A	Mean	2 =	2,50	A
Mean	4 =	3,62	A	Mean	1 =	0,97	A

A3.13. ADEVA DE COLOR PRUEBA AFECTIVA

A N A L Y S I S O F V A R I A N C E T A B L E					
Source	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F-value	Prob
repeticiones	19	16,05	0,845	0,92	0,5605
tratamiento	3	3,25	1,083	1,18	0,3248
Error	57	52,25	0,917		
Non-additivity	1	0,71	0,712	0,77	
Residual	56	51,54	0,920		
Total	79	71,55			

Coefficient of Variation= 18,87%

TITLE: PRUEBA DE TUKEY AL 5% DE COLOR

Original Order				Ranked Order			
Mean	1 =	4,75	A	Mean	2 =	5,30	A
Mean	2 =	5,30	A	Mean	3 =	5,10	A
Mean	3 =	5,10	A	Mean	4 =	5,15	A
Mean	4 =	5,15	A	Mean	1 =	4,75	A

A3.14. ADEVA DE OLOR PRUEBA AFECTIVA

A N A L Y S I S O F V A R I A N C E T A B L E					
Source	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F-value	Prob
repeticiones	19	17,20	0,905	0,85	0,6412
tratamiento	3	15,30	5,100	4,79	0,0048
Error	57	60,70	1,065		
Non-additivity	1	6,92	6,917	7,20	0,0096
Residual	56	53,78	0,960		
Total	79	93,20			

Coefficient of Variation= 21,06%

TITLE: PRUEBA DE TUKEY AL 5% DE OLOR

Original Order				Ranked Order			
Mean	1 =	4,60	B	Mean	2 =	5,65	A
Mean	2 =	5,65	A	Mean	3 =	4,75	B
Mean	3 =	4,60	B	Mean	1 =	4,60	B
Mean	4 =	4,75	B	Mean	4 =	4,60	B

A3.15. ADEVA DE SABOR PRUEBA AFECTIVA

A N A L Y S I S O F V A R I A N C E T A B L E					
Source	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F-value	Prob
repeticiones	19	14,24	0,749	0,47	0,9663
tratamiento	3	14,94	4,979	3,09	0,0341
Error	57	91,81	1,611		
Non-additivity	1	3,83	3,828	2,44	0,1242
Residual	56	87,98	1,571		
Total	79	120,99			

Coefficient of Variation= 25,32%

TITLE: PRUEBA DE TUKEY AL 5% DE SABOR

Original Order				Ranked Order			
Mean	1 =	4,80	AB	Mean	2 =	5,75	A
Mean	2 =	5,75	A	Mean	3 =	4,85	AB
Mean	3 =	4,85	B	Mean	1 =	4,80	AB
Mean	4 =	4,65	AB	Mean	4 =	4,65	B

A3.16. ADEVA DE GRANULOSIDAD PRUEBA AFECTIVA

A N A L Y S I S O F V A R I A N C E T A B L E					
Source	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F-value	Prob
repeticiones	19	13,20	0,695	0,36	0,9922
tratamiento	3	20,10	6,700	3,44	0,0225
Error	57	110,90	1,946		
Non-additivity	1	0,85	0,848	0,43	
Residual	56	110,05	1,965		
Total	79	144,20			

Coefficient of Variation= 27.08%

TITLE: PRUEBA DE TUKEY AL 5% DE GRANULOSIDAD

Original Order				Ranked Order			
Mean	1 =	4,90	AB	Mean	2 =	5,95	A
Mean	2 =	5,95	A	Mean	4 =	5,15	AB
Mean	3 =	4,60	AB	Mean	1 =	4,90	AB
Mean	4 =	5,15	B	Mean	3 =	4,60	B

A3.17. ADEVA DE COLOR PRUEBA AFECTIVA

A N A L Y S I S O F V A R I A N C E T A B L E					
Source	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F-value	Prob
repeticiones	19	37,07	1,951	5,14	0,0000
tratamiento	2	0,90	0,450	1,18	0,3169
Error	38	14,43	0,380		
Non-additivity	1	0,47	0,468	1,24	0,2728
Residual	37	13,97	0,377		
Total	59	52,40			
Coefficient of Variation=		13,40%			

TITLE: PRUEBA DE TUKEY AL 5% DE COLOR

Original Order		Ranked Order	
Mean 1 =	4,60 A	Mean 3 =	4,75 A
Mean 2 =	4,45 A	Mean 1 =	4,60 A
Mean 3 =	4,75 A	Mean 2 =	4,45 A

A3.18. ADEVA DE AROMA PRUEBA AFECTIVA

A N A L Y S I S O F V A R I A N C E T A B L E					
Source	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F-value	Prob
repeticiones	19	29,60	1,558	3,97	0,0001
tratamiento	2	9,10	4,550	11,60	0,0001
Error	38	14,90	0,392		
Non-additivity	1	2,29	2,286	6,70	0,0137
Residual	37	12,61	0,341		
Total	59	53,60			
Coefficient of Variation=		12,04%			

TITLE: PRUEBA DE TUKEY AL 5% DE AROMA

Original Order		Ranked Order	
Mean 1 =	5,75 A	Mean 1 =	5,75 A
Mean 2 =	4,95 B	Mean 2 =	4,95 B
Mean 3 =	4,90 B	Mean 3 =	4,90 B

A3.19. ADEVA DE SABOR PRUEBA AFECTIVA

A N A L Y S I S O F V A R I A N C E T A B L E					
Source	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F-value	Prob
repeticiones	19	27,52	1,448	1,49	0,1450
tratamiento	2	27,73	13,867	14,27	0,0000
Error	38	36,93	0,972		
Non-additivity	1	15,43	15,430	26,55	0,0000
Residual	37	21,50	0,581		
Total	59	92,18			

Coefficient of Variation= 18,31%

TITLE: PRUEBA DE TUKEY AL 5% DE SABOR

Original Order		Ranked Order	
Mean 1 =	6,05 A	Mean 1 =	6,05 A
Mean 2 =	4,45 B	Mean 3 =	5,65 A
Mean 3 =	5,65 A	Mean 2 =	4,45 B

A3.20. ADEVA DE TEXTURA ORAL PRUEBA AFECTIVA

A N A L Y S I S O F V A R I A N C E T A B L E					
Source	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F-value	Prob
repeticiones	19	22,18	1,168	2,36	0,0118
tratamiento	2	15,23	7,617	15,42	0,0000
Error	38	18,77	0,494		
Non-additivity	1	4,70	4,698	12,36	0,0012
Residual	37	14,07	0,380		
Total	59	56,18			

Coefficient of Variation= 13,73%

TITLE: PRUEBA DE TUKEY AL 5% DE TEXTURA DE ORAL

Original Order		Ranked Order	
Mean 1 =	5,80 A	Mean 1 =	5,80 A
Mean 2 =	4,60 B	Mean 3 =	4,95 B
Mean 3 =	4,95 B	Mean 2 =	4,60 B

A3.21. ADEVA COLOR (BLANCO - AMARILLO) PRUEBA DESCRIPTIVA

A N A L Y S I S O F V A R I A N C E T A B L E					
Source	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F-value	Prob
repeticiones	19	226,85	11,939	7,95	0,0000
tratamientos	2	14,23	7,117	4,74	0,0146
Error	38	57,10	1,503		
Non-additivity	1	0,58	0,577	0,38	
Residual	37	56,52	1,528		
Total	59	298,18			

Coefficient of Variation= 23,20%

TITLE: PRUEBA DE TUKEY AL 5% DE COLOR

Original Order			Ranked Order		
Mean	1 =	4,60 B	Mean	3 =	5,70 A
Mean	2 =	5,55 AB	Mean	2 =	5,55 AB
Mean	3 =	5,70 A	Mean	1 =	4,60 B

A3.22. ADEVA AROMA (DESAGRADABLE - AGRADABLE) PRUEBA DESCRIPTIVA

A N A L Y S I S O F V A R I A N C E T A B L E					
Source	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F-value	Prob
repeticiones	19	45,40	2,389	2,08	0,0271
tratamientos	2	33,63	16,817	14,62	0,0000
Error	38	43,70	1,150		
Non-additivity	1	10,01	10,013	11,00	0,0021
Residual	37	33,69	0,910		
Total	59	122,73			

Coefficient of Variation= 13,81%

TITLE: PRUEBA DE TUKEY AL 5% DE AROMA

Original Order			Ranked Order		
Mean	1 =	8,80 A	Mean	1 =	8,80 A
Mean	2 =	7,45 B	Mean	2 =	7,45 B
Mean	3 =	7,05 B	Mean	3 =	7,05 B

A3.23. ADEVA SABOR (SALADO - DULCE) PRUEBA DESCRIPTIVA

A N A L Y S I S O F V A R I A N C E T A B L E

Source	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F-value	Prob
repeticiones	19	90,98	4,789	2,55	0,0070
tratamientos	2	25,20	12,600	6,70	0,0032
Error	38	71,47	1,881		
Non-additivity	1	12,76	12,758	8,04	0,0074
Residual	37	58,71	1,587		
Total	59	187,65			

Coefficient of Variation= 22,30%

TITLE: PRUEBA DE TUKEY AL 5% DE SABOR (SALADO - DULCE)

Original Order				Ranked Order			
Mean	1 =	7,05	A	Mean	1 =	7,05	A
Mean	2 =	5,55	B	Mean	3 =	5,85	B
Mean	3 =	5,85	B	Mean	2 =	5,55	B

A3.24. ADEVA SABOR (CARNE - CONDIMENTOS) PRUEBA DESCRIPTIVA

A N A L Y S I S O F V A R I A N C E T A B L E

Source	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F-value	Prob
repeticiones	19	102,85	5,413	1,42	0,1744
tratamientos	2	31,30	15,650	4,11	0,0242
Error	38	144,70	3,808		
Non-additivity	1	0,61	0,606	0,16	
Residual	37	144,09	3,894		
Total	59	278,85			

Coefficient of Variation= 32,80%

TITLE: PRUEBA DE TUKEY AL 5% DE SABOR (CONDIMENTOS - CARNE) DESCRIPTIVO

Original Order				Ranked Order			
Mean	1 =	6,10	AB	Mean	2 =	6,75	A
Mean	2 =	6,75	A	Mean	1 =	6,10	AB
Mean	3 =	5,00	B	Mean	3 =	5,00	B

A3.25. ADEVA TEXTURA (FLUIDEZ - ESPESOR) PRUEBA DESCRIPTIVA

A N A L Y S I S O F V A R I A N C E T A B L E

Source	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F-value	Prob
repeticiones	19	241,73	12,723	6,22	0,0000
tratamientos	2	0,23	0,117	0,06	0,9447
Error	38	77,77	2,046		
Non-additivity	1	0,85	0,853	0,41	
Residual	37	76,91	2,079		
Total	59	319,73			

Coefficient of Variation= 30,22%

TITLE: PRUEBA DE TUKEY AL 5% DE TEXTURA (FUIDEZ - ESPESOR)

Original Order				Ranked Order			
Mean	1 =	4,80	A	Mean	1 =	4,80	A
Mean	2 =	4,75	A	Mean	2 =	4,75	A
Mean	3 =	4,65	A	Mean	3 =	4,65	A

A3.26. ADEVA TEXTURA (NO MASTICABLE - MASTICABLE) PRUEBA DESCRIPTIVA

A N A L Y S I S O F V A R I A N C E T A B L E

Source	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F-value	Prob
repeticiones	19	145,33	7,649	4,39	0,0001
tratamientos	2	21,73	10,867	6,23	0,0046
Error	38	66,27	1,744		
Non-additivity	1	30,83	30,834	32,20	0,0000
Residual	37	35,43	0,958		
Total	59	233,33			

Coefficient of Variation= 17,22%

TITLE: PRUEBA DE TUKEY AL 5% DE TEXTURA (MASTICABLE - NO MASTICABLE)

Original Order				Ranked Order			
Mean	1 =	8,50	A	Mean	1 =	8,50	A
Mean	2 =	7,40	B	Mean	2 =	7,40	B
Mean	3 =	7,10	B	Mean	3 =	7,10	B

A3.27. TABLA PRUEBA BINOMIAL DE UNA COLA

Tabla prueba binomial de una cola										
n\X	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
5	0,625	0,312	0,062							
6		0,658	0,219	0,031						
7			0,453	0,125	0,018					
8			0,727	0,289	0,070	0,008				
9				0,508	0,18	0,039	0,004			
10				0,754	0,344	0,109	0,021	0,002		
11					0,549	0,227	0,065	0,011	0,001	
12					0,774	0,389	0,148	0,039	0,006	
13						0,581	0,287	0,092	0,022	0,003

n= panelistas

x= identifican correctamente

Valores menores de 0,05 indican que hay diferencia, rechazo H0 y acepto H1

H0 = Todos los tratamientos tienen igual sabor

H1= Sabor de las muestras almacenadas no es igual a las muestras frescas

ANEXOS 4. ANÁLISIS ECONÓMICO

A4.1. MATERIALES Y HERRAMIENTAS

Concepto	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
		dólares	dólares
Tanque de gas	1	20	20
Cuchillo	2	5	10
Olla	2	10	20
Cucharones	2	5	10
Bandejas perforadas	3	15	45
Escoba	2	2,10	4,20
Bandejas metálicas	6	1,78	10,68
Mandil	4	5,00	20,00
Manguera	2	6,00	12,00
Par de guantes	12	1,53	18,36
Set de 5 mascarillas	4	0,59	2,36
Trapeador	2	2,10	4,20
Total			176,80

A4.2. MUEBLES Y ENCERES

Concepto	Cantidad	Valor Unitario USD	Valor Total USD
Escritorio	3	34,99	104,97
Mesa pequeña	2	8,65	17,30
Anaqueles	1	119,00	119,00
Sillas de oficina	3	14,99	44,97
Sillón	2	25,86	51,72
Teléfono	1	15,98	15,98
Total			353,94

A4.3. EQUIPO DE COMPUTACIÓN

Concepto	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
		USD	USD
Computadora	2	500,00	1.000,00
Impresora	1	51,75	51,75
Total			1.051,75

A4.4. CAPITAL DE TRABAJO

Concepto	Valor Mensual USD
Costos Directos	
Materia prima	21.489,60
Materiales directos	4.880,33
Mano de obra directa	7.958,40
Total	34.328,33
Costos Indirectos	
Material de envoltura	3.840,00
Suministros	6.979,33
Mantenimiento	554,17
Seguros	738,90
Gastos administrativos	21.216,2
Total	33.328,60
Total Capital de Trabajo	67.656,94

A4.5. MATERIA PRIMA

Concepto	Unidad	Cantidad Anual	Valor Unitario USD	Valor Total Anual USD
Choclo	kg	24.000,0	0,62	14.880,00
Carne de cerdo	kg	3.672	1,80	6.609,60
Total				21.489,60

A4.6. MATERIALES DIRECTOS

Concepto	Unidad	Cantidad Anual	Valor Unitario USD	Valor Total Anual USD
Ajo en polvo	kg	107,52	6,00	645,12
Cebolla en polvo	kg	107,52	1,50	161,28
Especies deshidratadas	kg	107,52	7,14	767,69
Caldo de pollo en polvo	kg	150,53	18,00	2.709,50
Glutamato monosódico	kg	64,51	6,00	387,07
Sal	kg	537,60	0,39	209,66
Total				4.880,33

A4.7. MANO DE OBRA DIRECTA

Concepto	Cantidad	Valor Unitario USD	Valor Mensual USD	Valor Anual USD
Obreros	2	331,60	663,20	7.958,4
Total				7.958,4

A4.8. COSTOS INDIRECTOS DE FABRICACIÓN

Concepto	Unidad	Cantidad Anual	Valor Unitario USD	Valor Total Anual USD
Agua	m ³	20,62	0,87	17,94
Luz eléctrica	Kw	2.708,64	0,12	325,04
Teléfono	min	4.000	0,04	152,00
Gas Domestico	kg	60	1,60	96,00
Empaque (Fundas Aluminio)	Unidad	76.800	0,05	3.840,00
Total				4.430,97

A4.9. GASTOS ADMINISTRATIVOS

Concepto	Cantidad	Valor Mensual USD	Valor Anual USD
Sueldo gerente	1	690,83	8.290,00
Sueldo secretaria	1	331,60	3.979,20
Jefe de planta	1	483,58	5.803,00
Suministros de oficina	varios	12,00	144,00
Subtotal		1.518,02	18.216,20
Arriendo	1	250,00	3.000,00
Total			21.216,20

A4.10. SEGUROS Y MANTENIMIENTO

SEGUROS			
Concepto	Inversión Total	% Anual	Valor Anual
Maquinaria y equipos	16.890,00	4%	675,60
Muebles y enseres	353,94	4%	14,16
Equipos de computación	1.051,75	4%	42,07
Materiales y Herramientas	176,80	4%	7,07
Subtotal			738,90

MANTENIMIENTO			
Concepto	Inversión Total	Porcentaje Anual	Valor Anual
Maquinaria y equipos	16.890,00	3%	506,70
Muebles y enseres	353,94	3%	10,62
Equipos de computación	1.051,75	3%	31,55
Materiales y Herramientas	176,80	3%	5,30
Total			554,17

A4.11. GASTOS DE CONSTITUCIÓN

Concepto	Valor Inicial	Porcentaje Anual	Años	Valor Anual
Gastos de Constitución	500,00	10%	10	50,00
Total				50,00

A4.12. CONDICIONES DE CRÉDITO

Concepto	Condición
Monto	50.000,00 dólares
Tasa de interés	14 % anual
Plazo	5 años
Período de pago	Mensual
Forma de amortización	Dividendo constante

A4.13. TABLA DE AMORTIZACIÓN

Periodo	Capital Adeudado	Interés	Amortización	Cuota Fija	Saldo de Capital
1	50.000,00	583,33	580,08	1.163,41	49.419,92
2	49.419,92	576,57	586,85	1.163,41	48.833,07
3	48.833,07	569,72	593,69	1.163,41	48.239,38
4	48.239,38	562,79	600,62	1.163,41	47.638,76
5	47.638,76	555,79	607,63	1.163,41	47.031,13
6	47.031,13	548,70	614,72	1.163,41	46.416,42
7	46.416,42	541,52	621,89	1.163,41	45.794,53
8	45.794,53	534,27	629,14	1.163,41	45.165,39
9	45.165,39	526,93	636,48	1.163,41	44.528,90
10	44.528,90	519,50	643,91	1.163,41	43.885,00
11	43.885,00	511,99	651,42	1.163,41	43.233,57
12	43.233,57	504,39	659,02	1.163,41	42.574,55
Sub Total	560.186,08	6.535,50	7.425,45	13.960,95	552.760,63
13	42.574,55	496,70	666,71	1.163,41	41.907,84
14	41.907,84	488,92	674,49	1.163,41	41.233,36
15	41.233,36	481,06	682,36	1.163,41	40.551,00
16	40.551,00	473,09	690,32	1.163,41	39.860,68

Continuación...

17	39.860,68	465,04	698,37	1.163,41	39.162,31
18	39.162,31	456,89	706,52	1.163,41	38.455,79
19	38.455,79	448,65	714,76	1.163,41	37.741,03
20	37.741,03	440,31	723,10	1.163,41	37.017,93
21	37.017,93	431,88	731,54	1.163,41	36.286,39
22	36.286,39	423,34	740,07	1.163,41	35.546,32
23	35.546,32	414,71	748,71	1.163,41	34.797,62
24	34.797,62	405,97	757,44	1.163,41	34.040,18
Sub Total	465.134,83	5.426,57	8.534,38	13.960,95	456.600,46
25	34.040,18	397,14	766,28	1.163,41	33.273,90
26	33.273,90	388,20	775,22	1.163,41	32.498,68
27	32.498,68	379,15	784,26	1.163,41	31.714,42
28	31.714,42	370,00	793,41	1.163,41	30.921,01
29	30.921,01	360,75	802,67	1.163,41	30.118,34
30	30.118,34	351,38	812,03	1.163,41	29.306,31
31	29.306,31	341,91	821,51	1.163,41	28.484,80
32	28.484,80	332,32	831,09	1.163,41	27.653,72
33	27.653,72	322,63	840,79	1.163,41	26.812,93
34	26.812,93	312,82	850,60	1.163,41	25.962,33
35	25.962,33	302,89	860,52	1.163,41	25.101,82
36	25.101,82	292,85	870,56	1.163,41	24.231,26
Sub Total	355.888,44	4.152,03	9.808,92	13.960,95	346.079,52
37	24.231,26	282,70	880,71	1.163,41	23.350,54
38	23.350,54	272,42	890,99	1.163,41	22.459,55
39	22.459,55	262,03	901,38	1.163,41	21.558,17
40	21.558,17	251,51	911,90	1.163,41	20.646,27
41	20.646,27	240,87	922,54	1.163,41	19.723,73
42	19.723,73	230,11	933,30	1.163,41	18.790,43
43	18.790,43	219,22	944,19	1.163,41	17.846,24
44	17.846,24	208,21	955,21	1.163,41	16.891,03
45	16.891,03	197,06	966,35	1.163,41	15.924,68
46	15.924,68	185,79	977,62	1.163,41	14.947,05
47	14.947,05	174,38	989,03	1.163,41	13.958,02
48	13.958,02	162,84	1.000,57	1.163,41	12.957,46
Sub Total	230.326,97	2.687,15	11.273,80	13.960,95	219.053,17
49	12.957,46	151,17	1.012,24	1.163,41	11.945,21
50	11.945,21	139,36	1.024,05	1.163,41	10.921,16
51	10.921,16	127,41	1.036,00	1.163,41	9.885,16
52	9.885,16	115,33	1.048,09	1.163,41	8.837,08
53	8.837,08	103,10	1.060,31	1.163,41	7.776,76
54	7.776,76	90,73	1.072,68	1.163,41	6.704,08
55	6.704,08	78,21	1.085,20	1.163,41	5.618,88
56	5.618,88	65,55	1.097,86	1.163,41	4.521,02
57	4.521,02	52,75	1.110,67	1.163,41	3.410,36
58	3.410,36	39,79	1.123,63	1.163,41	2.286,73
59	2.286,73	26,68	1.136,73	1.163,41	1.150,00
60	1.150,00	13,42	1.150,00	1.163,41	0,00
Sub Total	86.013,89	1.003,50	12.957,46	13.960,95	73.056,44
Total	169.7550,22	19.804,75	50.000,00	69.804,75	1.647550,22

A4.14. ESTADO DE SITUACIÓN INICIAL

ACTIVOS		PASIVOS	
Activo Disponible		Pasivo a largo plazo	
Caja Bancos	67.656,94	Préstamo por pagar	50.000,00
Activo Fijo		TOTAL PASIVO	50.000,00
Maquinaria y equipos	16.890,00		
Materiales y Herramientas	176,80	PATRIMONIO	
Muebles y Enseres	353,94	Capital Social	47.389,43
Equipos de Computación	1.051,75		
Equipos de Oficina	10.760,00	TOTAL PATRIMONIO	47.389,43
Activo Diferido			
Gastos de Constitución	500,00		
		TOTAL PASIVO Y PATRIMONIO	97.389,43
TOTAL ACTIVOS	97.389,43		

A4.15. COSTOS DE PRODUCCIÓN PROYECTADO

RUBROS	AÑOS				
	1	2	3	4	5
Materia prima					
Choclo	14.880,00	16.368,00	18.004,80	19.805,28	21.785,81
Carne de cerdo	6.609,60	7.270,56	7.997,62	8.797,38	9.677,12
Total Materia Prima	21.489,60	23.638,56	26.002,42	28.602,66	31.462,92
Materiales directos	4.880,33	5.368,37	5.905,20	6.495,72	7.145,30
Mano de obra directa	7.958,40	8.754,24	9.629,66	10.592,63	11.651,89
Total Costos Directos	34.328,33	37.761,17	41.537,28	45.691,01	50.260,11
Costos Indirectos de Fabricación	4.430,97	4.874,07	5.361,48	5.897,62	6.487,39
Reparación y mantenimiento	554,17	554,17	554,17	554,17	554,17
Seguros	738,90	738,90	738,90	738,90	738,90
Depreciación	1.888,50	1.888,50	1.888,50	1.829,57	1.829,57
Amortización	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00
Total Costos Indirectos	7.662,55	8.105,65	8.593,05	9.070,27	9.660,03
Total Costos de Producción	41.990,88	45.866,81	50.130,34	54.761,28	59.920,14
Gastos administrativos	21.216,20	21.216,20	21.216,20	21.216,20	21.216,20
Gastos financieros	13.960,95	13.960,95	13.960,95	13.960,95	13.960,95
Total Gastos	35.177,15	35.177,15	35.177,15	35.177,15	35.177,15
Costo Total	77.168,03	81.043,96	85.307,49	89.938,43	95.097,29
Unidades producidas	76.800,00	84.480,00	92.928,00	102.221,00	112.443,00
Costo Unitario	1,00	0,96	0,92	0,88	0,85
(+) 30% de Utilidad	1,31	1,44	1,38	1,32	1,27

A4.16. DEPRECIACIÓN ACTIVOS FIJOS

Concepto	Valor	Porcentaje	Vida Útil	Depreciación Anual
Maquinaria y equipos	16.890,00	10,0%	10	1.689,00
Materiales y Herramientas	353,94	10,0%	10	35,39
Muebles y enseres	1.051,75	10,0%	10	105,18
Equipos de computación	176,80	20,0%	3	58,93
Total				1.888,50

A4.17. INGRESOS PROYECTADOS

VENTAS	AÑOS				
	1	2	3	4	5
Unidades producidas	76.800,00	84.480,00	92.928,00	102.221,00	112.443,00
Precio de venta	1,31	1,70	2,21	2,87	3,73
Total Ingresos	100.318,44	143.455,37	205.141,18	293.351,89	419.493,21

A4.18. ESTADO DE RESULTADO PROYECTADO

RUBROS	AÑOS				
	1	2	3	4	5
Ventas netas	10.0318,44	143.455,37	205.141,18	293.351,89	41.9493,21
- Costo de producción	41.990,88	45.866,81	50.130,34	54.761,28	59.920,14
= UTILIDAD BRUTA	58.327,56	97.588,56	155.010,85	238.590,61	359.573,06
- Gastos de administración	21.216,20	21.216,20	21.216,20	21.216,20	21.216,20
= UTILIDAD OPERACIONAL	37.111,36	76.372,36	133.794,65	217.374,41	338.356,86
- Gastos financieros	13.960,95	13.960,95	13.960,95	13.960,95	13.960,95
= Utilidad antes de participación	23.150,41	62.411,41	119.833,70	203.413,46	324.395,91
- 15% Participación trabajadores	3.472,56	9.361,71	17.975,05	3.0512,02	48.659,39
= Utilidad antes de impuestos	19.677,85	53.049,70	101.858,64	172.901,44	275.736,53
- 25% Impuesto a la Renta	4.919,46	13.262,42	25.464,66	43.225,36	68.934,13
= UTILIDAD NETA	14.758,39	39.787,27	76.393,98	129.676,08	206.802,39

ANEXOS 5. TABLAS DE ANÁLISIS

A5.1. ANÁLISIS PROXIMAL DE MAÍZ COSECHADO A LOS 160 DÍAS

ANÁLISIS PROXIMAL							IDENTIFICACIÓN
ANÁLISIS	HUMEDAD	CENIZAS*	E.E.*	PROTEÍNA*	FIBRA*	E.L.N.*	
UNIDAD	%	%	%	%	%	%	
09-0909-I	9	1,76	4,86	7,32	2,51	83,56	Maíz cosechado a los 160 días

Los ensayos marcados con (*) se reportan en base seca
Departamento de Nutrición y Calidad

A5.2. ANÁLISIS PROXIMAL Y DE MINERALES DE LA SOPA DE CHUCHUCA Y CHUCHUCA PRETOSTADA DE 1,20 mm.

ANÁLISIS PROXIMAL Y MINERALES							
ANÁLISIS	HUMEDAD	CENIZAS*	E.E.*	PROTEÍNA*	FIBRA*	E.L.N.*	IDENTIFICACIÓN
UNIDAD	%	%	%	%	%	%	
09-1344-I	9,69	14,07	6,7	16,04	1,36	61,82	Sopa chuchuca Formulación 1
09-1345-I	12,12	1,72	4,35	7,89	1,27	84,77	Chuchuca pretostada de 1,20 mm
ANÁLISIS		Ca*	P*	Mg*	K*	Na*	
UNIDAD		%	%	%	%	%	
09-1344-I		0,09	0,30	0,09	0,47	5,05	
09-1345-I		0,01	0,32	0,10	0,49	0,02	
ANÁLISIS		Cu*	Fe*	Mn*	Zn*		
UNIDAD		ppm	ppm	ppm	ppm		
09-1344-I		3	30	6	33		
09-1345-I		2	11	6	15		

Los ensayos marcados con (*) se reportan en base seca
Departamento de Nutrición y Calidad