



INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES
AGROPECUARIAS

Fecha de presentación: Abril 2009

Estación Experimental: Santa Catalina

Programa/Departamento: Maíz / Nutrición

Proyecto: Código: 1510
Plan de investigación de maíz

Resultado: Desarrollo de tecnología para el manejo integrado del cultivo de maíz suave de la Sierra centro – norte.

Actividad: Título: Desarrollo y evaluación de la tecnología para la elaboración de masa base y harina, para la preparación de humitas.

Ubicación: Provincia: Pichincha

Autor: Egdo. Patricio Gallegos

Coautores: Ing. Elena Villacrés
Ing. Vicente Novoa
Ing. Carlos Yáñez

Colaboradores: Departamento de Nutrición y Calidad

Fecha de inicio: Abril 2009

Fecha de terminación: Enero 2010

Presupuesto: 4 499,71 USD

Fuente de financiamiento: Fondos Fiscales 32%
Tesista 68%

1. ANTECEDENTES

La superficie cosechada de maíz de altura a nivel nacional es de 231 636 ha, obteniéndose una producción de 288 031 t, solo el maíz suave y duro choclo, tiene una superficie sembrada de 41 848 ha con una producción de 99 252 t, consiguiéndose un rendimiento de 2,37 t/ha. (SICA, 2006). El consumo *per-cápita* de maíz en la región alta andina del Ecuador, es alrededor de 14,5 kg/año (FAO, 2003), en forma de tostado, choclo, mote, harinas, coladas, maicenas, etc. Este sector de la población depende del maíz para su seguridad alimentaria por el rol que cumple en la dieta, como fuente de energía (Yáñez *et al.*, 2003).

Estrella (1998), señala que siendo el maíz un cereal nativo de América, ancestralmente ha sido utilizado como alimento, medicina y elemento ceremonial. Señala además que el maíz tierno se comía después de hervir la mazorca entera, o se desgranaba antes de someterlo a cocción. Los granos tiernos también se podían freír en grasa de origen animal. En otros casos la mazorca entera, con su panoja, se asaba al fuego; o se procedía a retirar las hojas y asar directamente, tal como se usa hasta en la actualidad. Con el grano entre tierno y maduro llamado “*caw*” se hacía una masa, a la que se añadía sal y condimentos, masa que envuelta en la propia hoja de la mazorca, constituía la “*Choclo-tanda*”, o “*humita*”.

Aunque la humita es un alimento apetitoso, su consumo se ha visto disminuido debido a que el ama de casa actual dispone de menos tiempo para dedicarle a la preparación de platos considerados laboriosos. Por lo que el desarrollo de nuevos productos debe orientarse a facilitar la preparación de los diferentes platos. Otro problema que enfrenta la humita, es la falta de materia prima durante todo el año para su preparación, esto se debe a que el maíz es un cultivo estacional, por lo tanto, existe abundancia en la temporada de cosecha y escasez el resto del año.¹

2. JUSTIFICACIÓN

El presente estudio busca elaborar un producto que aparte de fomentar la identidad cultural y territorial, incentive el consumo de nuestros alimentos ancestrales y provea una comida sana y natural, como lo es la humita, al facilitar considerablemente su preparación y dar la posibilidad de prepararla en cualquier época del año.

Por otra parte esta investigación aperturará una alternativa a pequeñas comunidades para formar microempresas, en las que se de valor agregado al maíz, y así evitar la baja de ingresos durante la época de sobre-oferta de maíz en estado fresco.

¹ Villacrés, E. 2009. Información de maíz suave choclo (entrevista). Quito, EC. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias

3. OBJETIVO GENERAL

- Desarrollar y evaluar la tecnología de dos productos a base de maíz, para la preparación de humitas.

3.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Definir el estado de madurez óptimo del grano para ser utilizado en la preparación de masa base y harina precocida para la preparación de humita.
- Establecer el proceso tecnológico óptimo para la producción de masa base y harina precocida.
- Determinar la tecnología para la deshidratación e hidratación de las brácteas, utilizadas para la preparación de humita.
- Definir el tiempo de vida útil de los productos finales obtenidos.
- Determinar el costo de producción de los productos finales.

4. HIPÓTESIS

El estado de madurez y el proceso tecnológico no influyen en la calidad de los productos base para la elaboración de humita.

5. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1. Materiales

Variedad de maíz: INIAP-122 (Chaucho mejorado)

5.2. Reactivos:

Acido clorhídrico, alcohol etílico, α -amilasa, alcohol potable, agua destilada, antrona, etanol, hexano, carbonato de sodio.

5.3. Equipos de laboratorio:

Espectrofotómetro, estufa, crisoles, desecador, cocina, olla tamalera, balanza, molino coloidal, cajas petri, pipetas, equipo de barrido calorimétrico diferencial, colorímetro COLORTEC-PCM™, Equipo PAwKIT marca AQUALAB, contador de colonias Québec.

5.4. Características del sitio experimental

- Laboratorio de Nutrición y Calidad, INIAP, Estación Santa Catalina

Ubicación

Provincia:	Pichincha
Cantón:	Mejía
Parroquia:	Cutuglagua
Lugar:	Estación Experimental Santa Catalina

Situación geográfica

Altitud: 3 058 m
Latitud: 00°22'S.
Longitud: 78°23'O
Temperatura promedio: 12,3 °C

Fuente: INIAP, 2009

- Cultivo de maíz de la variedad INIAP-122

Ubicación

Provincia: Imbabura
Cantón: Cotacachi
Parroquia: Tunibamba

Situación geográfica

Altitud: 2 418 m
Latitud: 00°19'48"N.
Longitud: 78°20'19"W
Temperatura promedio: 16 °C

Fuente: PETROPRODUCCION

5.5. Metodología

5.5.1. Fase 1. Determinación del estado de madurez óptimo del grano de la variedad INIAP-122, para ser utilizado en la elaboración de humitas.

5.5.1.1 Factor en estudio: Estado de madurez.

Cuadro 1. Tratamientos para la determinación del estado de madurez óptimo del grano.

Tratamientos	Estados de madurez
t1	130 días
t2	140 días
t3	150 días
t4	160 días
t5	170 días

Fuente: Yáñez *et al.* 2003

5.5.1.2 Unidad experimental

Estará constituido por un kilogramo de la variedad INIAP-122 en diferentes estados de madurez.

5.5.1.3 Tipo de diseño

Se aplicará un diseño completamente al azar, con tres observaciones.

5.5.1.4 Análisis estadístico

Cuadro 2. Esquema del análisis de varianza para la determinación del estado de madurez óptimo del grano variedad INIAP-122 (Chaucho mejorado).

Fuente de variación	Grados de libertad
Total	14
Tratamientos	4
Error	10

5.5.1.5 Análisis funcional

Si se encuentra significación estadística en los tratamientos, se aplicará la prueba de Tukey al 5%, seleccionando el tratamiento que se ubique en el primer rango estadístico.

5.5.1.6 Variables y métodos de evaluación

5.5.1.6.1 Contenido de almidón: Se determinará este parámetro en el grano a diferentes estados de madurez, según la metodología detallada que consta en el Anexo 1.

5.5.1.6.2 Contenido de azúcares: Se determinará este parámetro en el grano a diferentes estados de madurez, según la metodología detallada que consta en el Anexo 2.

5.5.1.6.3 Contenido de humedad: Se determinará este parámetro en el grano a diferentes estados de madurez, según la metodología detallada que consta en el Anexo 3.

5.5.1.7 Manejo específico del experimento

Se trabajará con la variedad de maíz INIAP-122, que será cosechada en estado masoso (iniciando el proceso de maduración). Comprendido entre los 130, 140, 150, 160 y 170 días. Con los materiales mencionados se analizará el contenido de almidón y azúcares, además se determinará el porcentaje de humedad, parámetros que orientarán a la identificación del punto óptimo de cosecha.

5.5.2. Fase 2. Determinación del proceso tecnológico para la producción de masa base y harina en la variedad de maíz INIAP 122 (Chaucho mejorado).

5.5.2.1 Proceso tecnológico para la producción de masa base.

5.5.2.1.1 Factor en estudio: Tipo de molienda.

Cuadro 3. Tratamientos para la determinación del proceso tecnológico para la producción de masa base para la preparación de humitas.

Tratamientos	Tipo de molienda
t1	Molino de tornillo sin fin
t2	Molino coloidal

5.5.2.1.2 Unidad experimental

Estará constituido por dos kilogramos de grano.

5.5.2.1.3 Tipo de diseño

Se aplicará un diseño completamente al azar, con tres observaciones.

5.5.2.1.4 Análisis estadístico

Cuadro 4. Esquema del análisis de varianza para la determinación del proceso tecnológico para la producción de masa base para la preparación de humitas.

Fuente de variación	Grados de libertad
Total	5
Tratamientos	1
Error	4

5.5.2.1.5 Análisis funcional

Si se encuentra significación estadística en los tratamientos, se aplicará la prueba de Tukey al 5%, seleccionando el tratamiento que se ubiquen en el primer rango estadístico.

5.5.2.1.6 Variables y métodos de evaluación

5.5.2.1.6.1 Contenido de fibra: Se determinará el contenido de fibra en 6 muestras según la metodología que consta en el Anexo 12.

5.5.2.1.6.2 Rendimiento: Se determinará por gravimetría la cantidad de masa base obtenida a partir del grano.

5.5.2.1.7 Manejo específico del experimento

Se le aplicará dos tipos de molienda; la masa obtenida por molienda en molino de tornillo sin fin, será tamizada en un tamiz con una luz de 2 mm., mientras que la masa obtenida por molino coloidal, no será tamizada. En los dos productos obtenidos, se determinará el rendimiento y el contenido de fibra; y se seleccionará el producto que contenga las mejores características.

5.5.2.2 Proceso tecnológico para la producción de harina precocida.

5.5.2.2.1 Factor en estudio: Tiempo de precocción.

Cuadro 5. Tratamientos para la determinación del proceso tecnológico para la producción de harina precocida para la preparación de humitas.

Tratamientos	Tiempo de precocción
t1	7 minutos
t2	10 minutos

5.5.2.2.2 Unidad experimental

Estará constituido por dos kilogramos de grano.

5.5.2.2.3 Tipo de diseño

Se aplicará un diseño completamente al azar, con tres observaciones.

5.5.2.2.4 Análisis estadístico

Cuadro 6. Esquema del análisis de varianza para la determinación del proceso tecnológico para la producción de harina precocida para la preparación de humitas.

Fuente de variación	Grados de libertad
Total	5
Tratamientos	1
Error	4

5.5.2.2.5 Análisis funcional

Si se encuentra significación estadística en los tratamientos, se aplicará la prueba de Tukey al 5%, seleccionando el tratamiento que se ubiquen en el primer rango estadístico.

5.5.2.2.6 Variables y métodos de evaluación

5.5.2.2.6.1 Rendimiento: Se determinará por gravimetría la cantidad de harina obtenida a partir del grano.

5.5.2.2.6.2 Contenido de fibra: Se determinará el contenido de fibra en 6 muestras, según la metodología que consta en el Anexo 12.

5.5.2.2.6.3 Grado de gelatinización: Se determinará este parámetro según la metodología que consta que en el Anexo 4.

5.5.2.2.6.4 Consistencia: Se determinará este parámetro según la metodología que consta que en el Anexo 5.

5.5.2.2.6.5 Índice de absorción de agua: Se determinará este parámetro según la metodología que consta que en el Anexo 6.

5.5.2.7 Manejo específico del experimento

El grano será sometido a cocción a 90 °C, por los tiempos estipulados en el ensayo (7 y 10 min.); posteriormente se someterá al grano a secado con aire forzado a 50 °C por 10 horas, distribuido en capas de 3 cm. de altura. El grano deshidratado será molido en un equipo provisto de un tamiz con una abertura de 1 mm.

5.5.3 Fase 3. Determinación de la tecnología para la deshidratación e hidratación de las brácteas del maíz.

5.5.3.1 Proceso tecnológico para la deshidratación de las brácteas.

5.5.3.1.1 Factores en estudio: Temperatura de deshidratación y tiempo.

Cuadro 7. Factores en estudio para la determinación del proceso tecnológico para la deshidratación de las brácteas del maíz.

Factor en estudio	Nivel	Descripción
Temperatura de deshidratación	d1	50 °C
	d2	60 °C
Tiempo	t1	60 minutos
	t2	75 minutos
	t3	90 minutos

Cuadro 8. Tratamientos para la determinación del proceso tecnológico para la deshidratación de las brácteas del maíz.

Tratamientos
d1t1
d1t2
d1t3
d2t1
d2t2
d2t3

5.5.3.1.2 Unidad experimental

Estará constituida por diez brácteas de maíz.

5.5.3.1.3 Tipo de diseño

Se aplicará un diseño completamente al azar en arreglo factorial a x b, con tres observaciones.

5.5.3.1.4 Análisis estadístico

Cuadro 9. Esquema de análisis de varianza para la deshidratación de las brácteas del maíz.

Fuente de variación	Grados de libertad
Total	17
Temperatura de deshidratación (d)	1
Tiempo (t)	2
d x t	2
Error	12

5.5.3.1.5 Análisis funcional

Para los factores e interacciones significativas se aplicará la prueba de Tukey al 5 %, seleccionando aquellos que se ubiquen en el primer rango estadístico.

5.5.3.1.6 Variables y métodos de evaluación

5.5.3.1.6.1 Contenido de humedad: Se determinará este parámetro según la metodología que consta que en el Anexo 3.

5.5.3.1.6.2 **Color:** Se realizará en el colorímetro COLORTEC-PCM™. La metodología detallada consta en el Anexo 7.

5.5.3.1.6.3 **Integridad:** Se evaluará la integridad física de las brácteas, contabilizando el porcentaje de fisuras y presencia de agujeros, descartando las que presenten contenidos superiores al 1%.

5.5.3.1.7 Manejo específico del experimento

Se deshidratará las brácteas del maíz a dos temperaturas (50 y 60 °C), por diferentes tiempos, con esto se determinará la temperatura y el tiempo ideales, para la deshidratación, de acuerdo a la integridad y el color de las brácteas después del proceso.

5.5.3.2 Proceso tecnológico para la rehidratación de las brácteas.

5.5.3.2.1 **Factores en estudio:** Temperatura del agua de rehidratación y tiempo de rehidratación.

Cuadro 10. Factores en estudio para la determinación del proceso tecnológico para la rehidratación de las brácteas del maíz.

Factor en estudio	Nivel	Descripción
Temperatura del agua de rehidratación	r1	Ambiente (20 °C)
	r2	Hirviendo (90 °C)
Tiempo	t1	30 segundos
	t2	45 segundos
	t3	60 segundos

Cuadro 11. Tratamientos para la determinación del proceso tecnológico para la rehidratación de las brácteas del maíz.

Tratamientos
r1t1
r1t2
r1t3
r2t1
r2t2
r2t3

5.5.3.2.2 Unidad experimental

Estará constituida por diez brácteas de maíz.

5.5.3.2.3 Tipo de diseño

Se aplicará un diseño completamente al azar en arreglo factorial a x b, con tres observaciones.

5.5.3.2.4 Análisis estadístico

Cuadro 12. Esquema de análisis de varianza para la rehidratación de las brácteas del maíz.

Fuente de variación	Grados de libertad
Total	17
Temperatura del agua de rehidratación (r)	1
Tiempo (t)	2
r x t	2
Error	12

5.5.3.2.5 Análisis funcional

Para los factores e interacciones significativas se aplicará la prueba de Tukey al 5 %, seleccionando aquellos que se ubiquen en el primer rango estadístico.

5.5.3.2.6 Variables y métodos de evaluación

5.5.3.2.6.1 Color: Se realizará en el colorímetro COLORTEC-PCM™. La metodología detallada consta en el Anexo 7.

5.5.3.2.6.2 Integridad: Se evaluará la integridad física de las brácteas, contabilizando el porcentaje de fisuras y presencia de agujeros, descartando las que presenten contenidos superiores al 1%.

5.5.3.2.6.3 Contenido de humedad: Se determinará este parámetro según la metodología que consta que en el Anexo 3.

5.5.3.2.7 Manejo específico del experimento

Se hidratará las brácteas, mediante inmersión en agua caliente y mediante baño maría a diferentes tiempos (30, 45 y 60 seg.), con lo que se determinará el método y tiempo ideales para el proceso de re hidratación, de acuerdo a la integridad y humedad de las brácteas.

5.5.4 Fase 4. Preparación de la humita con diferentes condiciones de la materia prima.

5.5.4.1 Factores en estudio: Condición de la materia prima y tiempo de cocción.

Cuadro 13. Factores en estudio para la preparación de la humita con diferentes condiciones de la materia prima.

Factor en estudio	Nivel	Descripción
Condición de la materia prima	c1	Harina precocida de choclo en estado masoso
	c2	Masa base de choclo en estado masoso
	c3	Masa base (almacenada en congelación)
	c4	Harina de maizabrosa
Tiempo de cocción	t1	15 min.
	t2	30 min.
	t3	45 min.

Cuadro 14. Tratamientos para la preparación de humita.

Tratamientos
c1t1
c1t2
c1t3
c2t1
c2t2
c2t3
c3t1
c3t2
c3t3
c4t1
c4t2
c4t3

5.5.4.2 Unidad experimental

Estará constituida por un kilogramo de masa base y medio kilogramo de harina precocida.

5.5.4.3 Tipo de diseño

Se aplicará un diseño completamente al azar en arreglo factorial a x b, con tres observaciones.

5.5.4.4 Análisis estadístico

Cuadro 15. Esquema de análisis de varianza para la estimación de la vida del producto.

Fuente de variación	Grados de libertad
Total	36
Condición de la materia prima (c)	3
Tiempo de cocción (t)	2
c x t	6
Error	25

5.5.4.5 Análisis funcional

Para los factores e interacciones significativas se aplicará la prueba de Tukey al 5 %, seleccionando los niveles que se ubiquen en el primer rango estadístico.

5.5.4.6 Variables y métodos de evaluación

5.5.4.6.1 Nivel de aceptabilidad: Aplicando una escala hedónica de 7 puntos, como consta en el anexo 10.

5.5.4.7 Manejo específico del experimento

Para todas las condiciones de materia prima se aplicará la siguiente formulación de ingredientes complementarios (Receta ecuatoriana, 2009):

- 2 onzas de manteca de cerdo
- ¼ de queso rallado
- 3 huevos
- ½ cucharadita de polvo de hornear
- 1 cucharadita de azúcar
- 2 onzas de mantequilla
- Sal al gusto

Para la humita preparada a partir de harinas se añadirá agua.

5.5.5 Fase 5. Estimación de la vida útil de la masa base y de la humita terminada, almacenadas en congelación (-18 °C).

5.5.5.1 Factores en estudio: Tipos de productos, tipos de envases y tiempo de almacenamiento.

Cuadro 16. Factores en estudio para estimar la vida útil de la masa base y de la humita.

Factor en estudio	Nivel	Descripción
Tipos de productos	p1	Masa base en estado fresco
	p2	Humita terminada
Envases	e1	Fundas polietileno
	e2	Tarrinas de polietileno
Tiempo de almacenamiento	t1	2 meses
	t2	4 meses
	t3	6 meses

Cuadro 17. Tratamientos para estimar la vida útil de los productos.

Tratamientos
p1e1t1
p1e1t2
p1e1t3
p1e2t1
p1e2t2
p1e2t3
p2e1t1
p2e1t2
p2e1t3
p2e2t1
p2e2t2
p2e2t3

5.5.5.2 Unidad experimental

Estará constituida por un kilogramo de masa base.

5.5.5.3 Tipo de diseño

Se aplicará un diseño completamente al azar en arreglo factorial a x b x c, con tres observaciones.

5.5.5.4 Análisis estadístico

Cuadro 18. Esquema de análisis de varianza para la estimación de la vida del producto.

Fuente de variación	Grados de libertad
Total	35
Tipo de producto (p)	1
Envase (e)	1
Tiempo de almacenamiento (t)	2
(p) x (e) x (t)	2
Error	29

5.5.5.5 Análisis funcional

Para los factores e interacciones significativas se aplicará la prueba de Tukey al 5 %, seleccionando los niveles que se ubiquen en el primer rango estadístico.

5.5.5.6 Variables y métodos de evaluación

5.5.5.6.1 Acidez: Se monitoreará el cambio de acidez en los productos en estudio. La metodología detallada consta en el Anexo 11.

5.5.5.6.2 Recuento microbiológico: bacterias, hongos y levaduras: Se basa en el recuento de microorganismos del producto. La metodología detallada consta en los Anexos 8 y 9.

5.5.5.7 Manejo específico del experimento

De la fase 4 se seleccionará la condición de materia prima de mayor aceptación entre los consumidores; con esta y los ingredientes especificados en el punto 5.5.4.6; se preparará el producto final (humita)

Los productos se envasarán en fundas y tarrinas de polietileno que serán almacenadas en refrigeración (8-10 °C) y en congelación (-18 °C). Se realizará un recuento microbiológico y un monitoreo de la acidez del producto, en periodos de 2, 4 y 6 meses.

5.5.6 Fase 6. Análisis económico para determinar los costos de producción de la masa base y de la harina precocida para la elaboración de humitas.

Una vez establecido el proceso para la elaboración de los productos finales, se procederá a realizar un análisis financiero, para ello se tomará en cuenta los costos directos e indirectos, el costo de los equipos y el costo de mano de obra. Los indicadores financieros serán: VAN, TIR y punto de equilibrio para conocer la rentabilidad económica del producto.

6. CRONOGRAMA

ACTIVIDAD	MESES									
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
1. Determinar el estado de madurez óptimo del grano para ser utilizado en la producción de masa base y harina.										
2. Determinar el proceso tecnológico para la producción de masa base y harina										
3. Determinar la tecnología para la deshidratación e hidratación de las brácteas.										
4. Preparación de la humita con diferentes condiciones de materia prima.										
5. Estimar la vida útil de los productos finales obtenidos, para la elaboración de humita.										
6. Realizar un análisis económico para determinar el costo de producción de los productos finales obtenidos.										
7. Tabular y analizar resultados										
8. Escritura y publicación de resultados										

7. PRESUPUESTO

CONCEPTO	Unidad	Cantidad	Costo unitario	Costo total
A. Recursos Humanos	l	10	308	3 080,00
B. Recursos Variables				1 141,44
B.1 Materiales (Proyecto)				1 016,44
Maíz INIAP-122	qq	5	25,00	125,00
Hexano (reactivo)	l	2,5	28,00	70,00
Carbonato de Sodio	kg	1	1,12	1,12
Acido clorhídrico (reactivo)	l	1	14,00	14,00
Alfa-Amilasa	Frasco (1g)	1	150,00	150,00
Alcohol Potable	l	2,5	2,15	5,38
Alcohol Etilico	l	1	16,00	16,00
Placas petrifilm (Bacterias)	caja	2	47,03	94,06
Placas petrifilm (Coliformes)	caja	4	47,03	188,12
Placas petrifilm (Hon. y Lev.)	caja	2	53,00	106,00
Papel filtro de poro delgado	caja	1	10,00	10,00
Picetas (500 ml)	unidad	2	3,88	7,76
Papel Aluminio	caja	2	10,00	20,00
Papel Absorbente	rollo	2	2,50	5,00
Molino de café	unidad	1	30,00	30,00
Molino coloidal	servicio	1	50,00	50,00
Empaques	varios			50,00
Análisis de fibra	muestra	6	4,00	24,00
Ingredientes de cocina	varios		50,00	50,00
B.2 Materiales de oficina (Proyecto)				125,00
Cartuchos para impresora	unidad	2	35,00	70,00
CD - RW	unidad	4	2,50	10,00
Papel	hojas	1500	0,03	45,00
C. Publicación (proyecto)				64,00
Tesis	ejemplar	8	8,00	64,00
SUBTOTAL				4 285,44
Imprevistos 5%				214,27
TOTAL				4 499,71
FUENTE DE FINANCIAMIENTO		Organización	Porcentaje	Aporte
		Fondos Fiscales	32%	1 419,71
		Tesista	68%	3 080,00
		Total	100%	4 499,71

8. BIBLIOGRAFÍA

- Bravo, J; Carpio, C; Rúaies, J; Santacruz, P; Santacruz, S. 2000. Manual de métodos de caracterización de carbohidratos. Quito. p. 38, 53-54, 70-73.
- Egan, H; Kirk, R; Sawyer, R. 1988. Análisis químico de alimentos de Pearson. Compañía editorial Continental, S.A. DE C.V. México DF, MX. p. 245 – 246.
- Estrella, E. 1998. El Pan de América: Etnohistoria de los alimentos aborígenes en el Ecuador. Quito, EC. FUNDACYT (3 era Ed.), p. 47, 55.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación). 2003. Estadísticas FAOSTAT: Cantidad de consumo de alimentos. Quito, EC. Consultado 02 ene 2009. Disponible en <http://www.fao.org.ec/consumo%20maiz.htm#ancor>.
- Gallo, F. 1997. Manual de fisiología, patología Post-Cosecha y control de calidad de frutas y hortalizas. SENA Regional Quindío. Quindío, CO. p. 377-379.
- INIAP (Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias). 2009. Estación Experimental Santa Catalina. Quito, EC. Consultado 5 mar, 2009. Disponible en <http://www.iniap-ecuador.gov.ec/eestacatalina/index.php>
- Jiménez, L. 2008. Incremento del valor nutritivo de la pasta base para la elaboración de pizza, mediante la incorporación de chocho. Tesis Ing. En Industrialización de Alimentos. Ecuador. Universidad Tecnológica Equinoccial. p. 65-66, 72-74.
- PETROPRODUCCIÓN. s.f. Sistema de comunicaciones Quito – Oriente de petroproducción, tecnología. Quito, EC. Consultado 19 abr, 2009. Disponible en <http://bieec.epn.edu.ec:8180/dspace/bitstream/123456789/531/6/T10455CAP2.pdf>
- Quilca, N. 2007. Caracterización morfológica, organoléptica, química y funcional de papas nativas para orientar su uso. Tesis Ing. Agroindustrial. Ecuador. Escuela Politécnica Nacional. p. 102,126-127.
- Receta ecuatoriana. 2009. Humitas. Consultado 23 feb. 2009. Disponible en <http://recetaecuadoriana.com/2009/02/humitas/>
- Romero, C. 2007. Elaboración de hojuelas a partir de cebada (*Hordeum vulgare*). Tesis Ing. Agroindustrial. Ecuador. Escuela Politécnica Nacional. p. 29-30.
- Salcedo, AO. 2003. Estudio del efecto de la precocción y adición de inhibidores para controlar el pardeamiento del banano durante la elaboración de harina precocida. Tesis Ing. En Industrialización de Alimentos. Ecuador. Universidad Técnica Particular de Loja. p. 80-82.
- Sañaicela, D. 2003. Obtención de chips de tomate de árbol (*Solanum betaceum Cav*) mediante métodos combinados de deshidratación osmótica y fritura convencional. Tesis Ing. Agroindustrial. Ecuador. Escuela Politécnica Nacional. p. 33-43,125-126, 129, 131.

- SICA (Servicio e información y censo agropecuario). 2006. Proyecciones de cultivos. Quito, EC. Consultado 8 mar 2009. Disponible en www.sica.gov.ec
- Yáñez, C., Zambrano J., Caicedo, M., Sánchez, V., Heredia, J. 2003. Catálogo de Recursos Genéticos de Maíces de Altura Ecuatorianos. INIAP, Programa de Maíz. Quito, Ecuador, p. 1 y 125.

9. ANEXOS

ANEXO 1.

MÉTODO DE DETERMINACIÓN DE ALMIDÓN POR HIDRÓLISIS ÁCIDA (Egan *et al*, 1988)

El método es aplicable a alimentos como cereales y piensos; la muestra se trata con ácido clorhídrico. Después de lavarlo y filtrarlo se determina el contenido de almidón por el método de determinar azúcares por medio de antrona y luego con una relación azúcar - almidón se determinará almidón.

Reactivos

- Hexano
- Alcohol potable
- Alfa-amilasa
- Carbonato de sodio
- Acido clorhídrico
- Antrona
- Acido sulfúrico
- Fotómetro

Procedimiento

1. Extraer 3 g de harina finamente pulverizada varias veces con hexano en un extractor de Soxhlet, lavar sobre el filtro con alcohol potable.
2. Pasar el residuo a un matraz, lavarlo con alrededor de 50 ml de agua y calentar durante 15 minutos en baño María, agitando constantemente, de manera que todo el almidón se gelatinice y se obtenga una mezcla homogénea.
3. Enfriar la solución a 55°C, adicionar alrededor de 0,03 g de alfa-amilasa disuelta en una pequeña cantidad de agua y conservar la mezcla a 55 - 60°C durante no menos de una hora.
4. Se prueba con una gota de líquido, que no debe dar coloración azul con yodo.
5. Se eleva la temperatura a 100°C, se lava y se filtra. Llevando el filtrado y las aguas de lavado hasta 250 ml.
6. Calentar 200 ml del filtrado con 20 ml de ácido clorhídrico en baño María durante 2.5 horas.
7. Enfriar, neutralizar con carbonato de sodio, diluir 500 ml y estimar los azúcares por el método de determinación de azúcares por medio de antrona.

ANEXO 2.

MÉTODO DE DETERMINACIÓN DE AZÚCARES TOTALES (CON ANTRONA) (Egan *et al*, 1988)

Fundamento

A lo largo del desarrollo del fruto, se depositan nutrientes en forma de almidón que se transforman en azúcares durante el proceso de maduración. El avance del proceso de maduración lleva a un aumento en los niveles de azúcar.

Materiales y equipos

- Maíz INIAP-122 (chaucho)
- Agua destilada
- Antrona
- Acido sulfúrico
- Espectrofotómetro

Preparación de la muestra

1. Preparar reactivo cada vez, 0.2 g de antrona en 100 ml de H₂SO₄ concentrado (p/v 5%, 20% y 30%).
2. Usar tubos de 13 – 15 ml con tapa.

Procedimiento

1. Poner 1 ml de muestra en cada tubo
2. Añadir 2 ml de reactivo antrona.
3. Tapar y mezclar en hielo.
4. Sumergir los tubos en agua a 90 °C por 10 min.
5. Reenfriar en hielo por 10 min.
6. Mezclar
7. Medir absorvancia a 630 nm.

ANEXO 3.

MÉTODO DE DETERMINACIÓN DE HUMEDAD (Quilca, 2007)

Caracterización química: Contenido de humedad

Método 925.09, A.O.A.C (1996). 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 realiza 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 horas, secar en un desecador y una vez frío pesar.
- Se pesa de 1 a 2 gramos de muestra molida en los crisoles, se lleva a la estufa a 105°C por 12 horas (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 mas muestra húmeda

P_{cms}: peso del recipiente mas muestra seca

ANEXO 4.

GRADO DE GELATINIZACIÓN (Bravo *et al.*, 2000)

(Ruales y Nair, 1994)

Fundamento

El almidón luego de ser sometido a calentamiento en presencia de agua es gelatinizado en mayor o menor grado, dependiendo del tiempo de calentamiento y la temperatura. La energía necesaria para completar este proceso de gelatinización puede ser evaluada por calorimetría diferencial de barrido entregándonos el grado de gelatinización.

Materiales y equipo

- Equipo de barrido calorimétrico diferencial
- Celdas de aluminio de cierre hermético

Método

1. Preparar suspensiones de almidón de la muestra a determinar el grado de gelatinización, con una relación agua : almidón de 3: 1. La suspensión deberá ser preparada directamente en la celda, minutos antes de realizar el análisis en el equipo.
2. Trabajar con pesos de muestra entre 10 y 15 mg.
3. Usar como celda de referencia una celda vacía.
4. El intervalo de temperatura de trabajo deberá estar comprendido entre 20 y 120°C, con una razón de calentamiento de 10°C/min.
5. Determinar la entalpía de gelatinización de la muestra (ΔH_1), la misma que corresponde al área bajo la curva del termograma obtenido.
6. Preparar suspensiones de almidón nativo correspondientes al mismo tipo de la muestra que desea conocer el grado de gelatinización y proceder a determinar la entalpía de gelatinización (ΔH_2) de acuerdo a los numerales 1 al 4.
7. Calcular el porcentaje de grado de gelatinización.

Cálculos

$$\text{Porcentaje de grado de gelatinización} = \frac{\Delta H_1 \times 100}{\Delta H_2}$$

ANEXO 5.

DETERMINACIÓN DE LA CONSISTENCIA DE HARINA (Salcedo, 2003)

Materiales y Equipos.

- Consistómetro Bostwick
- Plancha de agitación
- Agitadores magnéticos

Procedimiento.

Determinar la humedad de la harina a utilizar.

Preparar la suspensión de harina al 17% de sólidos seco en 100 ml de agua.

Colocar la suspensión en el primer compartimiento del Consistómetro.

Dejar libre la suspensión y se toma la distancia que ésta recorre en un minuto.

El cálculo de la corrección de sólidos secos para las muestras se indica a continuación:

Suspensión al 17% de sólidos secos

Sólidos secos presentes en la muestra:

Humedad = 7,5%

Sólidos secos = 92,5%

17%-----100g SS

x-----92,5g SS

X= 15,725g SS en la muestra

Gramos de muestra necesarios de harina para tener 100 ml de una suspensión con el 17% de Sólidos secos.

17g Muestra-----15,725g SS

x-----17g SS

X= 18,378g Muestra

ANEXO 6.

DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES FUNCIONALES DEL ALMIDÓN. ÍNDICE DE ABSORCIÓN DE AGUA, SOLUBILIDAD Y PODER DE HINCHAMIENTO (Bravo et al., 2000)

Fundamento

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

Materiales y equipos

- Cajas petri
- Tubos de centrífuga (50 ml) de vidrio o plástico
- Agitadores magnéticos
- Probeta de 50 ml
- Plancha de agitación
- Baño de temperatura controlada a 30°C
- Centrífuga
- Tubos de centrífuga 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 horas ó a 75°C por una noche
2. Pesar 2.5 g de muestra en un tubo de centrífuga 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 bien en el equipo de agitación. En lo posible debe evitarse utilizar una varilla de vidrio.
5. Incubar en el baño con agitación durante 30 minutos.
6. Secar bien los tubos y ponerlos en la centrífuga.
7. Centrifugar a 5000 rpm. durante 20 minutos.
8. Después de centrifugar se deben tener separados el gel y el sobrenadante. Si no es así, centrifugar por 10 minutos más a 6000 rpm.
9. Decantar el sobrenadante en un tubo de centrífuga 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 horas a 90°C en las cajas petri.
13. Pesar el gel que quedó en el tubo.

14. En el caso de que no se haya separado el sobrenadante, pesar todo lo que queda en el tubo.

Realizar una tabla donde se registrarán los siguientes valores:

- Nombre de la muestra
- Peso del tubo con agitador
- Peso de la muestra
- Volumen del sobrenadante
- Peso del tubo con el gel y agitador
- Peso de la caja petri tarada
- Peso de la caja petri con la muestra seca

Cálculos

Índice de absorción de agua (IAA):

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

Índice de solubilidad en agua (ISA):

$$ISA = \frac{\text{Peso de solubles (g)}}{\text{Peso de la muestra (g)}} \times 100$$

Poder de hinchamiento (PH):

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

ANEXO 7.

MÉTODOS DE DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS DEL PRODUCTO.

DETERMINACIÓN DE COLOR (Sañajicela, 2008)

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

Materiales y Equipos

- Colorímetro COLORTEC-PCM™
- Muestras de chuchuca

Procedimiento

1. Una vez encendido 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 triángulo gris hasta “Set up”
4. Presionar el cuadrado MODE
5. A continuación bajar con el triángulo 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. Acerca 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)

ANEXO 8.

DETERMINACIÓN DE MICROORGANISMOS, RECUENTO DE MICROORGANISMOS AEROBIOS TOTALES (Jiménez, 2008)

(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
- Pipetas
- Matraz de 250 ml.
- 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 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 horas.
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.

ANEXO 9.

DETERMINACIÓN DE RECuento MOHOS Y LEVADURAS (Jiménez, 2008)

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

Principio

Los recuentos de mohos y levaduras sirven como criterio de recontaminación en alimentos que han sufrido un tratamiento aséptico y que han sido sometidos a condiciones de conservación.

Es fácil contar colonias de levaduras y mohos utilizando las placas petrifilm para recuento de mohos y levaduras. 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
- Pipetas
- Matraz de 250 ml
- 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 inoculo.
6. Con cuidado ejercer una presión sobre el aplicador para repartir el inoculo 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 horas.
9. Leer las placas.

ANEXO 10.

PRUEBA AFECTIVA (Sañaicela, 2008)

Materiales y equipos

- Humitas preparadas a partir de diferentes condiciones de la materia prima
- Platos desechables de color blanco o transparente
- Agua

Método:

1. Preparar las muestras
2. Colocar las humitas en platos desechables de color blanco o transparente, esto dará una mejor percepción del color, además se colocará el nombre a cada una de las muestras usando codificaciones de símbolos o de tres números al azar siguiendo las tablas de números aleatorios.
3. Entregar los cuestionarios a cada uno de los jueces.
4. Los jueces deberán empezar por la muestra que ellos crean conveniente,
5. Los jueces darán sus respuestas de acuerdo con el cuestionario que se presenta a continuación, este se les proporcionará antes de iniciar la prueba.

EVALUACIÓN SENSORIAL DEL NIVEL DE ACEPTABILIDAD DE HUMITA

Nombre:.....

Edad:.....

Fecha:.....

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

COLOR

Código de las muestras	Me Gusta			No Me Gusta Ni Me Disgusta	Me Disgusta		
	Muchísimo	Mucho	Un poco		Un poco	Mucho	Muchísimo

SABOR

Código de las muestras	Me Gusta			No Me Gusta Ni Me Disgusta	Me Disgusta		
	Muchísimo	Mucho	Un poco		Un poco	Mucho	Muchísimo

TEXTURA (crocancia)

Código de las muestras	Me Gusta			No Me Gusta Ni Me Disgusta	Me Disgusta		
	Muchísimo	Mucho	Un poco		Un poco	Mucho	Muchísimo

AROMA

Código de las muestras	Me Gusta			No Me Gusta Ni Me Disgusta	Me Disgusta		
	Muchísimo	Mucho	Un poco		Un poco	Mucho	Muchísimo

ANEXO 11.

MEDICION DE LA ACIDEZ (Gallo, 1997)

Materiales y Equipos

- Agua destilada
- Potenciómetro
- Bureta de vidrio o digital (25 o 50 ml)
- Agitador magnético
- Soportes, nueces, pinzas
- Pipetas volumétricas de 5 o 10 ml
- Erlenmeyer de 250 ml
- Beakers 300 ml
- NaOH 0.1 N
- Fenolftaleina 1% solución alcohólica

Procedimiento

1. Armar el montaje para la medición de la acidez.
2. Colocar la bureta en un soporte universal, con pinza para bureta.
3. Colocar debajo de la bureta el agitador magnético.
4. Llenar la bureta con sosa mantenerla en cero.
5. Tomar 10 mL. de jugo filtrado y homogenizado.
6. Colocar en un erlenmeyer de 150 mL., colocar la barra magnética.
7. Colocar el electrodo del potenciómetro en el jugo, y/o verter en el jugo 3 o 4 gotas de fenolftaleina (1% solución alcohólica).
8. Añadir agua destilada hasta recubrir enteramente la cabeza y el poro del electrodo.
9. Verter la solución de sosa gota a gota hasta llegar a pH 8.2 o hasta observar el cambio rosado/naranja.
10. Hacer los cálculos.

El número de mililitros de solución decimormal utilizado corresponde a la acidez, la cual puede expresarse de varias formas:

- 1) En g/l del ácido orgánico dominante, en ese caso, se multiplica el número de mL (B) de solución decimormal por los coeficientes siguientes:
 - ácido málico: B x 0,67
 - ácido cítrico: B x 0.64
 - ácido tartárico: B x 0.75

Estos coeficientes se obtienen teniendo en cuenta el peso molecular de cada ácido y su valencia.

$$\text{Acidez (\%)} = B * N * E * 100 / W$$

Donde:

B = ml de NaOH

N = normalidad de NaOH

E = peso equivalente del ácido

W = peso muestra en mg o mL

- 2) En miliequivalentes por 100; en este caso, se multiplica el número de mL de solución decimonormal por 10.

$$\text{Acidez (meq/100 mL)} = B * N * 100 / W$$

Nota: Para valorar la sosa (NaOH) se utiliza biftalato de sodio (pesar 0.20422g para un gasto teórico de 10 mL de NaOH 0,1 N)

ANEXO 12

DETERMINACIÓN DE FIBRA CRUDA O BRUTA (Romero, 2007)

Método No. 962.09 de la A.O.A.C. (22)

(Adaptado en el Dpto. de Nutrición y Calidad del INIAP)

Principio

Una muestra libre de humedad (menos 20 %) y grasa (menos 12 %) se digiere primero con una solución ácida y luego con una solución alcalina; los residuos orgánicos restantes, se recogen en un crisol filtro. La pérdida de peso después de incinerar la muestra, se denomina fibra cruda.

Reactivos

- Ácido sulfúrico al 7%
- Hidróxido de sodio al 22 %
- Antiespumante : alcohol isoamílico
- Hexano

Procedimiento

1. Pesar de 1 a 2 g de muestra en un vaso de 600 ml, se añade 200 ml de ácido sulfúrico al 7 por mil y 1 ml de alcohol isoamílico.
2. Digerir por 30 minutos y agregar 20 ml de hidróxido de sodio al 22 % y se vuelve a digerir por 30 minutos más, disminuyendo la temperatura.
3. Recoger la fibra en crisoles filtrantes previamente lavados en cuya base se ha depositado una capa de lana de vidrio hasta la mitad del crisol aproximadamente.
4. Lavar con agua desmineralizada caliente, con 10 ml de ácido sulfúrico al 7 por mil y 20 ml de hexano, terminándose los lavados de la fibra con agua.
5. Secar en una estufa a 105° C por 8 horas (preferible una noche), retirar en un desecador, enfriar y pesar.
6. Calcinar en una mufla por 4 horas a 600° C, retirar en un desecador enfriar y pesar.

Cálculos:

Según la ecuación:

$$\% Fc = \frac{Pcf - Pcc}{Pm} \times 100$$

Donde:

%Fc = Porcentaje de fibra cruda

Pof = Peso del crisol + muestra, desecados a 105° C

Pcc = Peso del crisol + muestra, después de la incineración

Pm = Peso de la muestra