

FECHA DE PRESENTACIÓN	Agosto del 2002	
ESTACIÓN	SANTA CATALINA	
DEPARTAMENTO	NUTRICIÓN Y CALIDAD	
PROYECTO	INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO DE NUEVAS ALTERNATIVAS ALIMENTICIAS PARA CONSUMO HUMANO, BASADAS EN MAIZ, BANANO, PLÁTANO Y QUÍNUA. AQ-CV-012	
ENSAYO	INFLUENCIA DE LA MATERIA PRIMA, EL ACONDICIONAMIENTO Y LA FRITURA SOBRE LA TEXTURA INTERNA DEL GRANO DE MAÍZ	
UBICACIÓN	ESTACIÓN EXPERIMENTAL SANTA CATALINA CUTUGLAGUA, PICHINCHA	
AUTORES	ING. NELLY LARA ING. GEOVANNA LESCOANO	
COLABORADORES	DR. DOMINIQUE DUFOUR CIRAD-AMIS LCDA ANDREA REINOSO	
FECHA DE INICIACIÓN	Septiembre 2002	
FECHA DE TERMINACIÓN	Junio del 2003	
COSTO APROXIMADO	USD 19724	
FUENTE DE FINANCIAMIENTO	INIAP	USD 8296
	PROMSA	USD 11428

INFLUENCIA DE LA MATERIA PRIMA, EL ACONDICIONAMIENTO Y LA FRITURA SOBRE LA TEXTURA INTERNA DEL GRANO DE MAÍZ

I. ANTECEDENTES.

El tostado del grano de maíz suave es una alternativa de procesamiento para consumo humano tradicional muy antigua en Ecuador, Perú, Bolivia y Chile (FAO 1983). La forma más popular de tostación del grano entero es por contacto con grasa o aceite en un recipiente caliente, con lo cual adquiere características organolépticas especiales, dependientes del grado de freído o tostado. La relación utilizada entre grasa o aceite y grano de maíz es menor a 1, inclusive se estima que en algunas áreas campesinas subexplotadas, la tostación del maíz es sin grasa o aceite, siendo de ese modo la textura interna del grano más seca y harinosa (INIAP-PROMSA 2001).

El tostado del grano de maíz es considerado por la población común más un arte que una ciencia (INIAP-PROMSA 2001). Es escasa la bibliografía disponible para entender el efecto del tostado tradicional sobre las propiedades de la matriz de almidón del grano de maíz (Srivastav et al 1994), sin embargo, se asume que hay gelatinización del almidón sin modificación aparente de la matriz de endospermo harinoso. Por lo tanto, el interior del grano tostado mantiene la apariencia seca, harinosa y el grado de suavidad que caracterice a la materia prima (grano crudo) utilizada.

De acuerdo con la encuesta hecha en las ciudades de Quito y Guayaquil a productores de tostado: 44 cevicherías/restaurantes y 24 grupos informales, la elaboración del producto tostado se mantiene a escala familiar y artesanal, dedicando al consumidor final el 95% de la producción. En los barrios populares, el producto está disponible para el consumidor final a través de vendedoras ambulantes (informales), quienes no pueden asegurar calidad, sanidad e inocuidad del alimento. En las cadenas de distribuidores grandes y medianas no hay una marca específica que venda el producto y el número reducido de proveedores no ha conseguido posicionar el tostado al mismo nivel de los productos tipo bocado (snacks), principalmente debido a que no presenta el perfil de textura aceptada por la corriente actual de consumidores (INIAP-PROMSA 2001).

Para el 83.7% y 97.6% de los 245 clientes potenciales entrevistados en las ciudades de Quito y Guayaquil, la calidad, la textura y el sabor son características muy importantes para la decisión de compra del producto. El 57.1% de las personas entrevistadas en Quito y el 73.8% en Guayaquil, estarían dispuestas a comprar el tostado con presentación tipo snack. Las sugerencias de los clientes potenciales son diversificar la presentación, maíz **más grueso y crocante**, entre otras (INIAP-PROMSA 2001).

La materia prima utilizada, en general, para la elaboración tradicional del tostado es el maíz tipo suave con endospermo completamente harinoso. Existen algunos materiales entre nativos y mejorados con endospermo harinoso disponibles en el país, los cuales serán utilizados en pruebas con el fin de modificar su textura interna y obtener un producto crocante tipo snack. La producción de maíz suave corresponde a la Sierra y el cultivo de maíz duro predomina en la Costa y Oriente (Echeverría 1988).

Según el III Censo Nacional Agropecuario la estimación de producción y ventas de maíz suave seco, incluido el tipo semiduro es de 72213 Tm y 44068 Tm, respectivamente; siendo importante anotar que el destino final de la cantidad producida es para semilla y la transformación principalmente en harina cruda, mote y en menor proporción tostado (INEC-MAG-SICA 2002).

Según las encuestas realizadas en Quito y Guayaquil se tiene que el tostado tradicional no tiene marca, ni es procesado a escala industrial en un 100% es así que el consumo de este producto es bajo del 58.3% y 66.7% respectivamente, la frecuencia de compra es de una unidad de 0.5 a 1 Kg, en la quincena y se tardan en consumir el producto de una tres semanas. (INIAP –PROMSA 2001). Esto nos demuestra el bajo nivel de aceptación del producto debiéndose esto a la textura interna seca y harinosa y la falta de interés de la industria del maíz, cuyos productos pertenecen a las líneas: cereal para desayuno, expandidos, texturizados fritos y harinas precocidas. Los trabajos de investigación están orientados hacia los productos fritos de maíz (Almeida-Domínguez et al 1990; Fan et al 1997), pero existe el interés de las pequeñas industrias comercializadoras de productos por introducir una nueva alternativa alimenticia que consiste en modificar el tostado tradicional mediante la determinación de parámetros óptimos de procesamiento de maíz semiduro (Sotomayor 1993) y la aplicación de varias temperaturas y tiempos de freído al grano entero de waxy maíz (US Patent 1995). Estas iniciativas respaldan la importancia de trabajar en la modificación de la textura interna del grano. Se plantea evaluar variedades de maíz de endospermo duro, semiduro y suave mediante pruebas de remojo, tostación y fritura con el propósito de obtener un producto diferenciado por textura crocante y valor nutritivo del tostado tradicional y los productos expandidos, respectivamente.

II. JUSTIFICACIÓN

En agroindustria de alimentos, la consolidación de procesos y productos va de la mano de la integración de las cadenas agroalimentarias y; bajo el sistema integrado de calidad (lo que el cliente desea), sanidad e inocuidad, el eslabón final tiene la última palabra en la pertinencia de innovación de procesos y productos.

En este sentido, los atributos sensoriales de productos como el tostado, elaborado tradicionalmente con maíz suave, deben ser innovados y ajustados de acuerdo a las costumbres alimenticias modernas para alcanzar relevancia en los canales de distribución del mercado actual de consumidores.

El tostado tradicional pertenece a la línea de productos extruidos y expandidos, sin embargo la diferencia principal es la textura y ha influido para que el consumo actual urbano sea bajo y de poco interés en la agroindustria de alimentos. La matriz interna del grano tostado es harinosa, seca y no cumple con los atributos sensoriales, principalmente con la textura crocante que caracteriza a los productos expandidos tipo bocado (snack).

Se evaluará el efecto de los procesos de remojo, cocción y tostado sobre las propiedades físicas, funcionales, sensoriales y nutricionales del grano de maíz. Y se modificará el producto y/o proceso para optimizar las condiciones del experimento de elaboración del producto tipo “snack” de grano entero de maíz. Con base a lo expuesto, la modificación de la textura interna del tostado es una alternativa viable para el incremento de la aceptabilidad de este producto.

III. OBJETIVO

3.1. Objetivo General

Evaluar la aptitud del grano de maíz (materia prima) en la elaboración de un producto diferenciado del tostado tradicional por la textura, para fortalecer su permanencia en el contexto de las costumbres alimenticias modernas.

3.2. Objetivos Específicos

- Analizar las características físicas y químicas relacionadas a la textura y el valor nutritivo de 9 tipos de maíz crudo
- Establecer la dependencia entre la absorción de agua y el tiempo de remojo hasta alcanzar el límite físico de saturación del grano de 9 tipos de maíz.
- Evaluar alternativas previas de acondicionamiento del grano y la relación cantidad de aceite/materia prima en la fritura.
- Estudiar el efecto de la tostación o fritura en la modificación de la textura interna del grano de maíz tipo tostado.
- Realizar un análisis económico de los mejores tratamientos.

IV. METODOLOGÍA

4.1. Hipótesis

- El tipo de materia prima (tipos de maíz), el acondicionamiento y la fritura no influyen significativamente para modificar la textura interna del producto tipo tostado.

4.2. Factores en estudio

4.2.1. Caracterización física y química de 9 tipos de maíz (materias primas)

4.2.1.1 Variedades de maíz:

Materia prima		
Endospermo harinoso y suave	Endospermo semiharinoso	Endospermo duro
INIAP 101 INIAP 122 INIAP 124 o Mishca INIAP 102 o Blanco Blandito	Maíz blanco Shima	INIAP 176 H551 Morocho blanco Chulpi

Maíz de endospermo suave (harinoso): Iniap 101 (Grano de color blanco con casquillo blanco) INIAP 122 (Grano de color amarillo con casquillo rojo) INIAP 124 (Grano de color amarillo con casquillo blanco) e INIAP 102 (Grano de color blanco con casquillo rojo).

Maíz de endospermo semisuave (semiharinoso): Shima (Grano con punta de color blanco con casquillo blanco).

Maíz de endospermo duro: INIAP 176 (grano de color anaranjado con casquillo blanco), INIAP 551 (Grano de color anaranjado plano con casquillo blanco), Morocho (Grano de color blanco con casquillo blanco) y chulpi (grano amarillento con casquillo blanco).

4.2.2. Remojo del grano de maíz

4.2.2.1 Variedades de maíz (V):

- Maíz suave: INIAP 101 (V₀), INIAP 122 (V₁), INIAP 124 (V₂) e INIAP 102 (V₃).
- Maíz semisuave: Shima (V₄).
- Maíz duro: INIAP 176 (V₅), INIAP 551 (V₆), Morocho (V₇) y Chulpi (V₈).

4.2.2.2 Temperatura de remojo (T):

- A 25°C (Temperatura ambiente T₀)
- A 55°C (Temperatura recomendada por bibliografía T₁)
- A 92°C (Temperatura de cocción T₂)

4.2.3. Fritura preliminar

4.2.3.1 Variedades de maíz (V)

- Maíz suave: INIAP 101 (V₀), INIAP 122 (V₁), INIAP 124 (V₂) e INIAP 102 (V₃).
- Maíz semisuave: Shima (V₄).
- Maíz duro: INIAP 176 (V₅), INIAP 551 (V₆), Morocho (V₇) y Chulpi (V₈).

4.2.3.2 Acondicionamiento de materia prima (A):

- Grano seco con 12 % de humedad (A₀)
- Grano húmedo con 27% de humedad (A₁)
- Grano saturado de agua con 42% de humedad (A₂)
- Grano pelado (X contenido de humedad) con soda cáustica (98% de pureza) en concentración de 1.5% (A₃)
- Grano pelado y cocido (Y contenido de humedad) con soda cáustica y por 2 minutos a 92°C (A₄)

4.2.3.2 Relación aceite/ materia prima (R):

- Relación 0.25:1 a 150°C (R₁)
- Relación 8.0:1 a 170°C (R₂)

4.2.4. Evaluaciones de modificación de textura

Esta etapa se definirá con los mejores tratamientos los cuales implican: la mejor materia prima, acondicionamiento, temperatura y tiempo de fritura

FACTORES		NIVEL	DESCRIPCION
MP seleccionada	A	A ₁ , A ₂ A ₃	Por definir*
Acondicionamiento seleccionado	B	B ₁ , B ₂ , B ₃	Por definir*
Temperatura	C	C ₁ , C ₂	Por definir*
Tiempo	D	D ₁ , D ₂ , D ₃	Por definir*

* Niveles a definir después de la fase de fritura preliminar.

4.3. Tratamientos

4.3.1. Caracterización física y química de 9 tipos de maíz

En esta parte los tratamientos objeto de estudio lo constituyen las 9 variedades de maíz ensayadas, así se tiene:

TRATAMIENTOS
T ₀ = V ₀ = INIAP 101
T ₁ = V ₁ = INIAP 122
T ₂ = V ₂ = INIAP 124
T ₃ = V ₃ = INIAP 102
T ₄ = V ₄ = SHIMA
T ₅ = V ₅ = INIAP 176
T ₆ = V ₆ = INIAP 551
T ₇ = V ₇ = MOROCHO
T ₈ = V ₈ = CHULPI

4.3.2. Remojo del grano de maíz

La combinación de las variables independientes: materia prima y temperatura constituyen los 27 tratamientos del estudio de remojo.

Así se tiene:

TRATAMIENTOS

To = VoTo = INIAP 101 acondicionado a 25°C	T15 = V5To = INIAP 176 acondicionado a 25°C
T1 = VoT1 = INIAP 101 acondicionado a 55°C	T16 = V5T1 = INIAP 176 acondicionado a 55°C
T2 = VoT2 = INIAP 101 acondicionado a 92°C	T17 = V5T2 = INIAP 176 acondicionado a 92°C
T3 = V1To = INIAP 122 acondicionado a 25°C	T18 = V6To = INIAP 551 acondicionado a 25°C
T4 = V1T1 = INIAP 122 acondicionado a 55°C	T19 = V6T1 = INIAP 551 acondicionado a 55°C
T5 = V1T2 = INIAP 122 acondicionado a 92°C	T20 = V6T2 = INIAP 551 acondicionado a 92°C
T6 = V2To = INIAP 124 acondicionado a 25°C	T21 = V7To = MOROCHO acondicionado a 25°C
T7 = V2T1 = INIAP 124 acondicionado a 55°C	T22 = V7T1 = MOROCHO acondicionado a 55°C
T8 = V2T2 = INIAP 124 acondicionado a 92°C	T23 = V7T2 = MOROCHO acondicionado a 92°C
T9 = V3To = INIAP 102 acondicionado a 25°C	T24 = V8To = CHULPI acondicionado a 25°C
T10 = V3T1 = INIAP 102 acondicionado a 55°C	T25 = V8T1 = CHULPI acondicionado a 55°C
T11 = V3T2 = INIAP 102 acondicionado a 92°C	T26 = V8T2 = CHULPI acondicionado a 92°C
T12 = V4To = SHIMA acondicionado a 25°C	
T13 = V4T1 = SHIMA acondicionado a 55°C	
T14 = V4T2 = SHIMA acondicionado a 92°C	

4.3.3. Fritura preliminar

La combinación de los factores: materia prima, acondicionamiento de materia prima y proporción aceite/materia prima constituyen los 90 tratamientos de la fritura preliminar.).

TRATAMIENTOS

To = VoAoR1 = INIAP 101 acondicionado al 12% de humedad y freído en una relación de aceite 0.25:1 a 150°C
T1 = VoA1R1 = INIAP 101 acondicionado al 27% de humedad y freído en una relación de aceite 0.25: 1 a 150°C
T2 = VoA2R1 = INIAP 101 acondicionado al 42% de humedad y freído en una relación de aceite 0.25: 1 a 150°C
T3 = VoA3R1 = INIAP 101 previamente pelado con X humedad y freído en una relación de aceite 0.25: 1 a 150°C
T4 = VoA4R1 = INIAP 101 pelado y cocido con Y humedad y freído en una relación de aceite 0.25: 1 a 150°C
T5 = VoAoR2 = INIAP 101 acondicionado al 12% de humedad y freído en una relación de aceite 8.00:1 a 170°C
T6 = VoA1R2 = INIAP 101 acondicionado al 27% de humedad y freído en una relación de aceite 8.00: 1 a 170°C
T7 = VoA2R2 = INIAP 101 acondicionado al 42% de humedad y freído en una relación de aceite 8.00: 1 a 170°C
T8 = VoA3R2 = INIAP 101 previamente pelado con X humedad y freído en una relación de aceite 8.00: 1 a 170°C
T9 = VoA4R2 = INIAP 101 pelado y cocido con Y humedad y freído en una relación de aceite 8.00: 1 a 170°C
T10 = V1AoR1 = INIAP 122 acondicionado al 12% de humedad y freído en una relación de aceite 0.25:1 a 150°C
T11 = V1A1R1 = INIAP 122 acondicionado al 27% de humedad y freído en una relación de aceite 0.25: 1 a 150°C
T12 = V1A2R1 = INIAP 122 acondicionado al 42% de humedad y freído en una relación de aceite 0.25: 1 a 150°C
T13 = V1A3R1 = INIAP 122 previamente pelado con X humedad y freído en una relación de aceite 0.25: 1 a 150°C
T14 = V1A4R1 = INIAP 122 pelado y cocido con Y humedad y freído en una relación de aceite 0.25: 1 a 150°C
T15 = V1AoR2 = INIAP 122 acondicionado al 12% de humedad y freído en una relación de aceite 8.00:1 a 170°C
T16 = V1A1R2 = INIAP 122 acondicionado al 27% de humedad y freído en una relación de aceite 8.00: 1 a 170°C
T17 = V1A2R2 = INIAP 122 acondicionado al 42% de humedad y freído en una relación de aceite 8.00: 1 a 170°C
T18 = V1A3R2 = INIAP 122 previamente pelado con X humedad y freído en una relación de aceite 8.00: 1 a 170°C
T19 = V1A4R2 = INIAP 122 pelado y cocido con Y humedad y freído en una relación de aceite 8.00: 1 a 170°C

T20 = V2AoR1 = INIAP 124 acondicionado al 12% de humedad y freído en una relación de aceite 0.25:1 a 150°C
T21 = V2A1R1 = INIAP 124 acondicionado al 27% de humedad y freído en una relación de aceite 0.25: 1 a 150°C
T22 = V2A2R1 = INIAP 124 acondicionado al 42% de humedad y freído en una relación de aceite 0.25: 1 a 150°C
T23 = V2A3R1 = INIAP 124 previamente pelado con X humedad y freído en una relación de aceite 0.25: 1 a 150°C
T24 = V2A4R1 = INIAP 124 pelado y cocido con Y humedad y freído en una relación de aceite 0.25: 1 a 150°C

T25 = V2AoR2 = INIAP 124 acondicionado al 12% de humedad y freído en una relación de aceite 8.00:1 a 170°C
T26 = V2A1R2 = INIAP 124 acondicionado al 27% de humedad y freído en una relación de aceite 8.00: 1 a 170°C
T27 = V2A2R2 = INIAP 124 acondicionado al 42% de humedad y freído en una relación de aceite 8.00: 1 a 170°C
T28 = V2A3R2 = INIAP 124 previamente pelado con X humedad y freído en una relación de aceite 8.00: 1 a 170°C
T29 = V2A4R2 = INIAP 124 pelado y cocido con Y humedad y freído en una relación de aceite 8.00: 1 a 170°C

T30 = V3AoR1 = INIAP 102 acondicionado al 12% de humedad y freído en una relación de aceite 0.25:1 a 150°C
T31 = V3A1R1 = INIAP 102 acondicionado al 27% de humedad y freído en una relación de aceite 0.25: 1 a 150°C
T32 = V3A2R1 = INIAP 102 acondicionado al 42% de humedad y freído en una relación de aceite 0.25: 1 a 150°C
T33 = V3A3R1 = INIAP 102 previamente pelado con X humedad y freído en una relación de aceite 0.25: 1 a 150°C
T34 = V3A4R1 = INIAP 102 pelado y cocido con Y humedad y freído en una relación de aceite 0.25: 1 a 150°C

T35 = V3AoR2 = INIAP 102 acondicionado al 12% de humedad y freído en una relación de aceite 8.00:1 a 170°C
T36 = V3A1R2 = INIAP 102 acondicionado al 27% de humedad y freído en una relación de aceite 8.00: 1 a 170°C
T37 = V3A2R2 = INIAP 102 acondicionado al 42% de humedad y freído en una relación de aceite 8.00: 1 a 170°C
T38 = V3A3R2 = INIAP 102 previamente pelado con X humedad y freído en una relación de aceite 8.00: 1 a 170°C
T39 = V3A4R2 = INIAP 102 pelado y cocido con Y humedad y freído en una relación de aceite 8.00: 1 a 170°C

T40 = V4AoR1 = SHIMA acondicionado al 12% de humedad y freído en una relación de aceite 0.25:1 a 150°C
T41 = V4A1R1 = SHIMA acondicionado al 27% de humedad y freído en una relación de aceite 0.25: 1 a 150°C
T42 = V4A2R1 = SHIMA acondicionado al 42% de humedad y freído en una relación de aceite 0.25: 1 a 150°C
T43 = V4A3R1 = SHIMA previamente pelado con X humedad y freído en una relación de aceite 0.25: 1 a 150°C
T44 = V4A4R1 = SHIMA pelado y cocido con Y humedad y freído en una relación de aceite 0.25: 1 a 150°C

T45 = V4AoR2 = SHIMA acondicionado al 12% de humedad y freído en una relación de aceite 8.00:1 a 170°C
T46 = V4A1R2 = SHIMA acondicionado al 27% de humedad y freído en una relación de aceite 8.00: 1 a 170°C
T47 = V4A2R2 = SHIMA acondicionado al 42% de humedad y freído en una relación de aceite 8.00: 1 a 170°C
T48 = V4A3R2 = SHIMA previamente pelado con X humedad y freído en una relación de aceite 8.00: 1 a 170°C
T49 = V4A4R2 = SHIMA pelado y cocido con Y humedad y freído en una relación de aceite 8.00: 1 a 170°C

T50 = V5AoR1 = INIAP 176 acondicionado al 12% de humedad y freído en una relación de aceite 0.25:1 a 150°C
T51 = V5A1R1 = INIAP 176 acondicionado al 27% de humedad y freído en una relación de aceite 0.25: 1 a 150°C
T52 = V5A2R1 = INIAP 176 acondicionado al 42% de humedad y freído en una relación de aceite 0.25: 1 a 150°C
T53 = V5A3R1 = INIAP 176 previamente pelado con X humedad y freído en una relación de aceite 0.25: 1 a 150°C
T54 = V5A4R1 = INIAP 176 pelado y cocido con Y humedad y freído en una relación de aceite 0.25: 1 a 150°C

T55 = V5AoR2 = INIAP 176 acondicionado al 12% de humedad y freído en una relación de aceite 8.00:1 a 170°C
T56 = V5A1R2 = INIAP 176 acondicionado al 27% de humedad y freído en una relación de aceite 8.00: 1 a 170°C
T57 = V5A2R2 = INIAP 176 acondicionado al 42% de humedad y freído en una relación de aceite 8.00: 1 a 170°C
T58 = V5A3R2 = INIAP 176 previamente pelado con X humedad y freído en una relación de aceite 8.00: 1 a 170°C
T59 = V5A4R2 = INIAP 176 pelado y cocido con Y humedad y freído en una relación de aceite 8.00: 1 a 170°C

T60 = V6AoR1 = INIAP 551 acondicionado al 12% de humedad y freído en una relación de aceite 0.25:1 a 150°C
T61 = V6A1R1 = INIAP 551 acondicionado al 27% de humedad y freído en una relación de aceite 0.25: 1 a 150°C
T62 = V6A2R1 = INIAP 551 acondicionado al 42% de humedad y freído en una relación de aceite 0.25: 1 a 150°C
T63 = V6A3R1 = INIAP 551 previamente pelado con X humedad y freído en una relación de aceite 0.25: 1 a 150°C
T64 = V6A4R1 = INIAP 551 pelado y cocido con Y humedad y freído en una relación de aceite 0.25: 1 a 150°C

T65 = V6AoR2 = INIAP 551 acondicionado al 12% de humedad y freído en una relación de aceite 8.00:1 a 170°C
T66 = V6A1R2 = INIAP 551 acondicionado al 27% de humedad y freído en una relación de aceite 8.00: 1 a 170°C
T67 = V6A2R2 = INIAP 551 acondicionado al 42% de humedad y freído en una relación de aceite 8.00: 1 a 170°C
T68 = V6A3R2 = INIAP 551 previamente pelado con X humedad y freído en una relación de aceite 8.00: 1 a 170°C
T69 = V6A4R2 = INIAP 551 pelado y cocido con Y humedad y freído en una relación de aceite 8.00: 1 a 170°C

T70 = V7AoR1 = MOROCHO acondicionado al 12% de humedad y freído en una relación de aceite 0.25:1 a 150°C
T71 = V7A1R1 = MOROCHO acondicionado al 27% de humedad y freído en una relación de aceite 0.25: 1 a 150°C
T72 = V7A2R1 = MOROCHO acondicionado al 42% de humedad y freído en una relación de aceite 0.25: 1 a 150°C
T73 = V7A3R1 = MOROCHO previamente pelado con X humedad y freído en una relación de aceite 0.25: 1 a 150°C
T74 = V7A4R1 = MOROCHO pelado y cocido con Y humedad y freído en una relación de aceite 0.25: 1 a 150°C

T75 = V7AoR2 = MOROCHO acondicionado al 12% de humedad y freído en una relación de aceite 8.00:1 a 170°C
T76 = V7A1R2 = MOROCHO acondicionado al 27% de humedad y freído en una relación de aceite 8.00: 1 a 170°C
T77 = V7A2R2 = MOROCHO acondicionado al 42% de humedad y freído en una relación de aceite 8.00: 1 a 170°C
T78 = V7A3R2 = MOROCHO previamente pelado con X humedad y freído en una relación de aceite 8.00: 1 a 170°C
T79 = V7A4R2 = MOROCHO pelado y cocido con Y humedad y freído en una relación de aceite 8.00: 1 a 170°C

T80 = V8AoR1 = CHULPI acondicionado al 12% de humedad y freído en una relación de aceite 0.25:1 a 150°C
T81 = V8A1R1 = CHULPI acondicionado al 27% de humedad y freído en una relación de aceite 0.25: 1 a 150°C
T82 = V8A2R1 = CHULPI acondicionado al 42% de humedad y freído en una relación de aceite 0.25: 1 a 150°C
T83 = V8A3R1 = CHULPI previamente pelado con X humedad y freído en una relación de aceite 0.25: 1 a 150°C
T84 = V8A4R1 = CHULPI pelado y cocido con Y humedad y freído en una relación de aceite 0.25: 1 a 150°C

T85 = V8AoR2 = CHULPI acondicionado al 12% de humedad y freído en una relación de aceite 8.00:1 a 170°C
T86 = V8A1R2 = CHULPI acondicionado al 27% de humedad y freído en una relación de aceite 8.00: 1 a 170°C
T87 = V8A2R2 = CHULPI acondicionado al 42% de humedad y freído en una relación de aceite 8.00: 1 a 170°C
T88 = V8A3R2 = CHULPI previamente pelado con X humedad y freído en una relación de aceite 8.00: 1 a 170°C
T89 = V8A4R2 = CHULPI pelado y cocido con Y humedad y freído en una relación de aceite 8.00: 1 a 170°C

4.3.4. Evaluaciones de modificación de textura

La combinación de los factores: materia prima seleccionada, acondicionamiento seleccionado, temperatura y tiempo de fritura constituyen los tratamientos para evaluar la modificación de textura. Los niveles de trabajo se seleccionarán de la fritura preliminar

4.4. Procedimiento

4.4.1. Caracterización física y química de 9 tipos de maíz

4.4.1.1. Unidad experimental

Se utilizará 500 g por tipo de materia prima seleccionada para realizar los análisis físicos y químicos correspondientes.

4.4.1.2. Análisis estadístico.

- Se determinará el promedio y desviación estándar de los resultados obtenidos de la caracterización física y química de las nueve variedades de maíz.

4.4.1.3. Datos a tomar y métodos de evaluación:

a) Caracterización física:

- Peso de 1000 granos mediante lo recomendado por IIT (1971).
- Densidad o peso hectolítrico: Método aplicado por Alvarado 1996
- Separación de las fracciones de maíz: endospermo, germen y cáscara, según el método descrito en IIT (1971)
- Índice de absorción de agua: Método aplicado por Anderson (1969)
- Índice de absorción de aceite: Método aplicado por Sosulsky. (1962)
- Firmeza antes de la ruptura del grano crudo (textura): Se evaluará con la ayuda de un analizador de textura TA-XT2i.

b) Caracterización Química

- Análisis proximal del grano entero. Métodos adaptados en el Departamento de Nutrición y Calidad
- Porcentaje de almidón: Método polarimétrico adaptado en el Departamento de Nutrición y Calidad
- Porcentaje de lignina: Método adaptado en el Departamento de Nutrición y Calidad
- Azúcares totales: Método de la Antrona. Adaptado en el Departamento de Nutrición y Calidad
- Azúcares reductores: Método DNS. Adaptado en el Departamento de Nutrición y Calidad
- Porcentaje de amilosa: Método por colorimetría o blue value. Adaptado en la EPN.
- Grado de gelatinización: Método enzimático. Adaptado en el Departamento de Nutrición y Calidad

4.4.1.4. Métodos específicos de manejo del experimento

Del stock de muestras de materias primas almacenadas en congelación, se tomará submuestras, las mismas que deberán estar a la temperatura ambiente, para los análisis de caracterización química y física. Las submuestras se manejarán de acuerdo a las especificaciones metodológicas a utilizar.

4.4.2. Remojo del grano de maíz

4.4.2.1. Unidad experimental.

Se utilizará 200 gr. de grano de calidad comercial por variedad de materia prima.

4.4.2.2. Análisis estadístico.

- Coeficientes de correlación y regresión de las isotermas de absorción de agua.
- Prueba de correlación para determinar la dependencia entre la absorción de agua y el tiempo.

4.4.2.3. Datos a tomar y métodos de evaluación

- a) Tiempo de remojo en horas
- b) Porcentaje de agua absorbida por diferencia de peso con respecto al valor inicial
- c) Peso de 10 granos utilizando una balanza de precisión
- d) Firmeza del grano en el límite físico de absorción de agua mediante el texturómetro TA-XT2i
- e) Densidad en el límite físico de absorción de agua por el método de Alvarado (1996).

4.4.2.4. Métodos específicos de manejo del experimento

Se trabajará con granos de primera y segunda categoría previamente clasificados con un tamiz de 9 mm. respectivamente. Posteriormente en vasos de precipitación de 500 ml con agua, se coloca granos de maíz, para proceder a remojarlos (200 g de unidad experimental) en baño maría, manteniendo temperatura constante a 25, 55 y 92°C. El límite físico de saturación de agua será determinado mediante mediciones periódicas del peso de los granos remojados hasta valor constante. Cuando el peso del grano remojado no presente variación habrá terminado el experimento de remojo y en ese punto se tomará submuestras para determinar la humedad y densidad del grano remojado y la materia seca en el agua de remojo.

4.4.3. Fritura preliminar

4.4.3.1. Diseño experimental:

- a) **Diseño.** Se aplicará un diseño completamente al azar en arreglo factorial $9 \times 5 \times 2$ con 2 réplicas
- b) **Unidad experimental:** Se utilizará 200 g de grano de calidad comercial por tratamiento.

4.4.3.2. Análisis estadístico.

- a) Análisis de varianza.
- b) Se realizará prueba de Tukey al 5% entre promedios de los tratamientos.
- c) Análisis de correlación y regresión entre los parámetros: instrumental y sensorial que explican la textura.

Esquema del ADEVA:

Fuente de variación	Grados de libertad
Total	$A \times B \times C \times r - 1$ 179
Factor A	(A-1) 8
Factor B	(B-1) 4
Factor C	(C-1) 1
Factor A*B	(A-1)(B-1) 32
Factor A*C	(A-1)(C-1) 8
Factor B*C	(B-1)(C-1) 4
Factor A*B*C	(A-1)(B-1)(C-1) 32
Error experimental	$A \times B \times C (r-1)$ 90

4.4.3.3. Datos a tomar y métodos de evaluación:

- a) Tiempo de fritura por apreciación visual del color
- b) Apariencia de la textura interna del grano frito por apreciación visual en estereoscopio
- c) Cantidad de aceite absorbida, estimación rápida de Ott (1992) y Pinthus et al (1993).
- d) Contenido de humedad del grano frito por diferencia de peso al secar en estufa a 105° C.
- e) Densidad del grano frito por el método descrito en Pinthus et al 1995.
- f) Firmeza antes de la ruptura del grano frito mediante el texturómetro TA-XT2i
- g) Determinación de crocancia mediante análisis sensorial.

4.4.3.4. Métodos específicos de manejo del experimento

Muestras de 200 g de materia prima serán tratadas de acuerdo a los niveles de acondicionamiento propuestos. Con base a los resultados del estudio de remojo se definirán el tiempo y la temperatura para obtener grano húmedo (27% de agua) y grano saturado de agua. El pelado y la cocción del grano se realizarán de acuerdo a las condiciones más favorables determinadas por Sotomayor (1993). El grano acondicionado será freído a 170°C, a los niveles de aceite - temperatura propuestos y se determinará el tiempo requerido para dorar la corteza superficial del producto y gelatinizar la matriz de endospermo. Al finalizar la fritura se tomará los datos del experimento de acuerdo con los métodos ya especificados.

4.4.4. Evaluaciones de modificación de textura

4.4.4.1. Diseño experimental:

- a) **Diseño.** Se aplicará un diseño completamente al azar en arreglo factorial A x B x C x D con 2 replicas.
- b) **Unidad experimental:** Se utilizará 200 g por tratamiento.

4.4.4.2. Análisis estadístico.

- a) Análisis de varianza.
- b) Prueba de Tukey entre promedios de los tratamientos.
- c) Análisis de correlación y regresión entre los parámetros: instrumental y sensorial que explican la textura.

Esquema del ADEVA:

Fuente de variación	Grados de libertad
Total	$A*B*C*D r-1$
Factor A	$(A-1)$
Factor B	$(B-1)$
Factor C	$(C-1)$
Factor D	$(D-1)$
Factor A*B	$(A-1)(B-1)$
Factor A*C	$(A-1)(C-1)$
Factor A*D	$(A-1)(D-1)$
Factor B*C	$(B-1)(C-1)$
Factor B*D	$(B-1)(D-1)$
Factor C*D	$(C-1)(D-1)$
Factor A*B*C	$(A-1)(B-1)(C-1)$
Factor A*C*D	$(A-1)(C-1)(D-1)$
Factor A*B*D	$(A-1)(B-1)(D-1)$
Factor B*C*D	$(B-1)(C-1)(D-1)$
Factor A*B*C*D	$(A-1)(B-1)(C-1)(D-1)$
Error experimental	$A*B*C*D (r-1)$

El análisis estadístico de resultados de todas las fases del experimento se hará mediante el uso de los paquetes MICROSOFT EXCEL y STATGRAPHICS PLUS. Comparaciones simples entre muestras, análisis de correlación y regresión, análisis de varianza (ANOVA) y diferenciación entre rangos de promedios (Prueba de Tukey 5%) serán utilizadas

4.4.4.3. Datos a tomar y métodos de evaluación:

- Contenido de aceite absorbido por extracción con hexano
- Contenido de humedad del grano frito por diferencia de peso al secar en estufa a 105° C.
- Densidad del grano frito por el método descrito en Pinthus et al 1995.
- Evaluación del color por comparación con escala de color (Anzaldúa-Morales, 1994)
- Firmeza antes de la ruptura del grano frito mediante el texturómetro TA-XT2i
- Grado de gelatinización del almidón por el método de los laboratorios en CIRAD-AMIS
- Análisis microscópico de la matriz de almidón por el método de los laboratorios en CIRAD-AMIS
- Perfil de textura en función de los atributos que definen textura, estableciendo descriptores.

4.4.4.4. Métodos específicos de manejo del experimento:

Muestras de 200 g de las materias primas seleccionadas (X niveles) serán tratadas de acuerdo con los niveles de acondicionamiento seleccionados (Y niveles). El grano acondicionado será freído a 2 niveles de temperatura (rango 170 a 190°C) y dos niveles de tiempo (rango 2 a 15 min). Al finalizar la fritura se tomará los datos del experimento de acuerdo con los métodos ya especificados. La cantidad de aceite a utilizar se definirá en la fritura preliminar y será similar para todos los tratamientos.

V. BIBLIOGRAFIA

1. Almeida-Dominguez NG, Valencia Me and Higuera-Ciapara I, Formulation of corn-based snacks with high nutritive value: biological and sensory evaluation. *Journal of Food Science* **1**: 228-231 (1990).
2. Alvarado, J. de Dios *Principios de Ingeniería aplicados a Alimentos*. pp. 109, 119 (1996).
3. Anzaldúa-Morales A, *La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y en la práctica*. Editorial Acribia, Zaragoza, España, (1994).
4. Anderson R, Conway HF, Pheiser VF and Griffin EL, Gelatinisation of corn grits by roll and extrusion cooking. *Cereal Science Today* **14**: 4-12 (1969).
4. División de Estadísticas Agropecuarias (SICA) Estimación del volumen de producción Dirección de Información Agropecuaria. Subsecretaría de Políticas, Comercio e Información Sectorial, Ministerio de Agricultura y Ganadería (2001).
5. Echeverría AJ y , Muñoz GC, Maíz, regalo de los dioses. Instituto Otavaleño de Antropología, Colección Curinan, Otavalo, Ecuador (1988)
6. Escuela Politécnica Nacional. Métodos de caracterización de carbohidratos, ed Equipo Proyecto: Obtención y caracterización de carbohidratos para su aplicación en regímenes especiales. Gráficas Guimar. (2000).
7. Fan J, Singh RP and Pinthus EJ, Physicochemical changes in starch during deep-fat frying of a moulded corn starch patty. *Journal of Food Processing and Preservation* **21**: 443-460 (1997)
8. FAO – OMS, Conferencia Internacional sobre Nutrición. 1992. *FAO. OMS*. p 11, 12
9. INEC-MAG-SICA, III Censo Agropecuario, Republica del Ecuador, ed INEC-MAG-SICA, 255p (2002).
10. FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Mesa redonda sobre procesamiento de maíz para consumo humano. FAO-ITT, Bogota, Colombia. P 15-25 (1983).
11. Ott DB, *Manual de laboratorio de ciencia de los alimentos*. Acribia S.A. Zaragoza España. p 80 (1992)
12. Pinthus EJ, Weinberg P and Saguy IS, Criterion for oil uptake during deep-fat frying. *Journal of Food Science* **58**: 204-205 (1993).
13. Pinthus EJ, Weinberg P and Saguy IS, Oil Uptake in deep fat frying as affected by porosity. *Journal of Food Science* **4**: 767-769 (1995).

14. INIAP-PROMSA No. AQ-CV-012, Informe del estudio de mercado, en Proyecto de Investigación en Alianza Estratégica Internacional entre INIAP, EPN, CAMARI y CIRAD, ed Francisco Rojas de CAMARI, Quito Ecuador (2001).
15. Sosulki FW, The centrifuge method for determining flour absorption in hard red spring wheat. *Cereal Chem* **39**: 344 (1962).
16. Sotomayor, AJ, *Determinación de los parámetros óptimos para la obtención del maíz blanco (Zea mays L.) entero frito-salado. Universidad Nacional Agraria la Molina, Tesis de Pregrado, Lima, Perú, (1993).*
17. Srivastav PP, Das H and Prasad S, Effect of roasting process variables on hardness of belgalgram, maize and soybean. *J. Food Sci. Technol* **1**: 62-65 (1994).
18. Stanley A, *Heat expanded whole kernel corn snack food.* US Patent & Trademark Office 5,409,729 (1995).

VI. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

	Año 2 Trimestres				Año 3 Trimestres	
	1	2	3	4	1	2
Revisión de bibliografía	----	----	----	----	----	----
Selección materia prima	-----	-----				
Caracterización materia prima	-----	-----	-----			
Reestructuración ensayo			-----			
Remojo del grano de maíz			-----			
Fritura preliminar			-----			
Evaluaciones de modificación de la textura				-----		
Tabulación y análisis de resultados	----	----	----	----	----	
Elaboración de avances e informes	--	--	--	-----	----	----
Elaboración documentos					-----	-----

VII. PRESUPUESTO

7. Gastos	Unidad	Cantidad	USD por Unidad	PROMSA	INIAP	TOTAL USD
7.1 Gastos de Personal				3885	0	3885
7.1. Asistente de investigación		12	300	3600		3600
7.1.2. Viáticos	mes	3	50	150		150
7.1.3. Subsistencias	Viáticos	3	25	75		75
7.1.4. Pasajes	Subsistencias	3	20	60		60
7.2 Gastos Administrativos	viajes			360	1020	1380
7.2.1. Infraestructura laboratorios		12	85		1020	1020
7.2.2. Suministros y Gastos de Oficina	mes	18	20	360		360
7.3. Gastos Directos de investigación				4708	0	4708
7.3.1. Maíz	Kg.	200	2	400		400
7.3.2. Reactivos para análisis de muestras	muestras	250	12	3000		3000
7.3.3. Grupos de materiales pruebas experimentales	Grupos	10	120	1200		1200
7.3.4. Recopilación de material bibliográfico	documentos	18	6	108		108
7.4. Equipo para investigación				2475	6000	8475
7.4.1 Equipo de laboratorio	equipos			1875	6000	7875
7.4.2 Equipo de computación	equipo	1	600	600		600
Total antes de gastos financieros				11428	7020	18448
IVA			0.12		1276	1276
Total				11428	8296	19724