

## ELABORACIÓN DE BOCADITOS DE TUNTA, MAÍZ (*ZEAMAYS*) AMARILLO DURO Y ZANAHORIA (*DAUCUS CAROTA*) PROCESADOS POR EXTRUSIÓN

*Developing Tunta Snacks, hard yellow Corn (Zeamays) and Carrot (Daucus carota) processed by Extrusion.*

Medina Espinoza, W.<sup>1</sup> Ancco Vizcarra, T.<sup>2</sup> Huaman Castilla, N.<sup>2</sup> Apaza Vizcarra, A.<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup> Pontificia Universidad Católica de Chile, Departamento de Ingeniería Química y Bioprocesos, Chile.

<sup>2</sup> Universidad Nacional de Moquegua, Carrera Profesional de Ingeniería Agroindustrial, Moquegua, Perú

<sup>3</sup> Universidad Nacional del Altiplano, Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial, Perú

Facultad de Agronomía-UMSA, UCB-UAC Tiahuanaco, CIDES-UMSA. Puno, Perú

\*Autor para correspondencia, e-mail: aapazav@unap.edu.pe

---

### RESUMEN

Se elaboró bocaditos de tunta, maíz amarillo duro (*Zeamays*) y zanahoria (*Daucus carota*) en un extrusor modelo brady crop monotornillo, a temperatura de 120°C. Empleándose como materia prima tunta variedad Ruckii, maíz amarillo duro y zanahoria variedad chantenay. Los resultados de la sustitución de tunta por maíz, no presentaron efecto significativo sobre el índice de expansión y gelatinización; El caudal de agua para extruido Q1 (1 gl/h) y Q2 (2 gl/h) frente al Q3 (3 gl/h) tuvo efecto significativo sobre el índice de expansión, y sin efecto alguno la granulometría de los gritz. Se logro mejor aceptación sensorial de sabor y textura con 50% tunta, 50% maíz y 6% zanahoria (M4), con prueba biológica de 1,39 de PER. Mejorando la textura del Snacks la incorporación de zanahoria.

**Palabras clave:** Ruckii, índice de expansión, índice de gelatinización.

### ABSTRACT

Tunta was prepared snacks, yellow corn (*Zeamays*) and carrot (*Daucus carota*) in a single screw extruder crop brady model, a temperature of 120 ° C. Being used as raw material Ruckii tunta variety, yellow corn and carrot variety Chantenay. The results of replacing tunta corn, had no significant effect on the rate of expansion and gelatinization, The flow of water to extruded Q1 (1 gl / h) and Q2 (2 gl / h) compared to Q3 (3 gl / h) had a significant effect on the rate of expansion, and void the texture of grits. Are achievement better acceptance sensory flavor and texture with tunta 50%, 50% and 6% corn carrot (M4), with biological test of PER 1,39. Snacks improving the texture of the addition of carrots.

**Keywords:** Ruckii, expansion rate, gelatinization index.

## INTRODUCCIÓN

Bocaditos, es un término americano se podría traducir como "pequeña comida" o "comida ligera. El proceso industrial para obtener los bocaditos es la extrusión-cocción a alta temperatura y presión por corto tiempo (Van Osnabrugge, 1989; es uno de los procesos que implica el uso de la fuerza de presión y cizalla, transforma la estructura molecular del material permitiendo crear nuevas formas y textura aumentando la digestibilidad de los carbohidratos, atribuyéndole al producto plasticidad, elasticidad, homogeneidad, porosidad y capacidad de reposo Miller, (2001) el proceso también reduce la contaminación microbiana e inactiva los enzimas. Fellows (2001).

Tapia (1997) Menciona que la tunta es un producto obtenido mediante un proceso de deshidratación y secado a partir de papa amarga y/o dulce la cual puede conservarse durante mucho tiempo. Gómez (1989) recomienda la siguiente secuencia de operaciones unitarias para el procesamiento de la tunta: **SELECCIÓN.-** Se emplean generalmente papas medianas. **CONGELADO 1.-** se extienden en el suelo sobre pajas, y exponen a temperaturas medioambientales naturales en zonas por encima de los 3850 m.s.n.m. **AMONTONADO.-** Esta operación se acostumbra hacer durante la madrugada, antes que los rayos del sol incidan sobre los tubérculos, preferiblemente cubriéndolos, de esta operación depende la obtención de un chuño blanco final con buen color y apariencia, lo cual tendrá un precio atractivo en el mercado; **EXTENDIDO.-** A la puesta al sol los tubérculos son nuevamente extendidos con la finalidad de proseguir con el congelado. Esta operación es realizada de manera alternada con el amontonado durante aproximadamente 3 días; **REMOJO.-** Verificando el congelado de los tubérculos se someten a remojo durante 15 días (cuando es chuño para venta) y 30 días (cuando es para autoconsumo), esta operación se realiza en los ríos, acondicionado con pozas para extraer el amargor del tubérculo. **CONGELADO 2.-** Cumplido el tiempo de remojo se procede a extraer el producto de las pozas, generalmente por las tardes, para evitar la incidencia de los rayos solares y someter los tubérculos remojados a la acción de helada bajo condiciones naturales para un nuevo congelamiento. **AMONTONADO.-** Los tubérculos congelados son amontonados siempre por las mañanas para ser tapados y dejados hasta el atardecer. **PISADO Y PELADO.-** Consiste en descascarar totalmente el tubérculo congelado y se realiza en el siguiente orden: Levantado del tubérculo en una malla de pescar en una cantidad promedio de 30 kilos, remojo previo en la corriente del río, pisado propiamente dicho que lo realizan 2 personas generalmente jóvenes durante un tiempo aproximado de 5 minutos, lavado en río para limpiar impurezas y cáscaras en forma alternada por 3

veces consecutivas. **SECADO.-** se extienden los tubérculos sobre una cama de pajas y/o "ichu", en el suelo generalmente cerca del río; **VENTEADO.-** Una vez secado el producto es aventado, para que sea limpiado de sus impurezas y residuos de cáscaras y el producto final es el chuño blanco o llamada también tunta lista para el consumo.

La zanahoria es una planta de la familia de las umbelíferas de origen: Europea y Asia, cuya raíz es comestible; tiene un contenido en fibra medio (2.9g/100g) y nulo en colesterol contiene betacaroteno entre 8.000 y 12.000 mcg/100g. Revilla (2004), los carotenos tiene un alto poder antioxidante, por lo que su ingestión protege al organismo contra la acción destructiva, protegen a la piel de los rayos solares y a los ojos de enfermedades como la catarata o la ceguera nocturna; impide la formación de la ulcera; es laxante natural, para evitar o solucionar el estreñimiento, por su riqueza de pectina, es un buen remedio para combatir la diarrea, ayuda a disminuir el colesterol y a prevenir la arteriosclerosis; Su presencia en el organismo garantiza la salud de la visión, pues impide la formación de cataratas; además son ricos en extracto seco, presentan bajo contenido de azúcar, cáscara delgada y fácil de pelar, buen tiempo de conservación, no tiene tendencia a oxidar y abundancia en el mercado Vargas (1990). Cordero (1989) La raíz fresca contiene abundante cantidad de vitamina A, C, B y D, con un valor energético de 0.45 cal/gr.

Los objetivos específicos del estudio fueron: Determinar el efecto de griz de tunta, maíz, en el índice de gelatinización y expansión, Determinar la granulometría y caudal de agua para el extruido y Evaluar las características sensoriales y biológicas del producto final obtenido.

## MATERIALES Y MÉTODO

Para elaborar el bocadito se procedió en el siguiente orden: a) **TRITURADO.-** Para el triturado de la materia prima (tunta), se utilizó una máquina chancadora marca Innova hasta obtener un griz de tamaño uniforme. b) **PESADO.-** Los griz de tunta, zanahoria y maíz se pesaron en una balanza digital y se dosificó las mezclas de acuerdo a las proporciones establecidas para una masa de 2000 gr. c) **MEZCLADO.-** Los griz de tunta, zanahoria y maíz, previamente pesados se mezclaron entre 2 - 5 minutos en una mezcladora. d) **EXTRUIDO.-** Los griz de maíz y tunta se alimentaron por una tolva al extrusor monotornillo simple a una temperatura de 120 °C, caudal de extrusión de 545 g/min. Manteniéndose el diámetro del orificio de salida del dado en 0.3 cm y una velocidad de giro del tornillo de extrusión de 298 rpm, el

producto fue alimentado conjuntamente con agua a razón de 1 a 3 m<sup>3</sup>/h, y en una segunda etapa se adiciono al mejor tratamiento gritz de maíz a las mismas condiciones de proceso de extrusión, e) SECADO.- Los Snacks obtenidos fueron secados a temperatura ambiente. f) ENVASADO.- Los pellets extruidos se envasaron en bolsas de polietileno aluminizado. g) ALMACENAMIENTO.- El almacenamiento se efectuó a granel en bolsitas de 0.5 Kg, y en ambientes ventilados, con baja humedad, para realizar las evaluaciones físico sensoriales y valor biológico.

En una primera etapa se evaluó el comportamiento de la mezcla en gritz (tunta, maíz) evaluó el efecto de la mezcla en el índice de expansión y gelatinización, considerando lo siguiente:

- Tunta 0 : Maíz 100 (T1)
- Tunta 5 : Maíz 95 (T2)
- Tunta 10: Maíz 90 (T3)
- Tunta 20: Maíz 80 (T4)
- Tunta 30: Maíz 70 (T5)
- Tunta 40: Maíz 60 (T6)
- Tunta 50: Maíz 50 (T7)

Los resultados fueron analizados mediante un diseño completamente al azar con diferente número de repeticiones por tratamiento, cuyo modelo aditivo lineal es:

$$Y_{ij} = \mu + S_i + \epsilon_{ij}$$

En una segunda etapa se evaluó el efecto de la humedad y granulometría sobre el índice de expansión y textura de los bocaditos obtenidos, considerándose lo siguiente:

- Granulometría de la mezcla tunta con zanahoria y maíz (0.5 – 0.8mm)
- Caudal de agua del proceso de extrusión (1, 2 y 3 gl/h).

Los resultados fueron analizados mediante un diseño completamente al azar bajo un experimento factorial 2x3x3 cuyo modelo aditivo lineal es:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta) + \epsilon_{ijk}$$

Los datos observados, para ambos casos se sometieron a un análisis de varianza (ANVA), con pruebas de comparaciones múltiples (p< 0.05) (Steel y Torrie, 1982).

En una Tercera etapa se evaluó el efecto de los gritz de zanahoria sobre los atributos sensoriales de sabor y textura de los bocaditos obtenidos, se estructuro los tratamientos de la siguiente forma:

- (M1)= 28.2%TUNTA+65.8%MAIZ+6%ZANAHORIA=100
- (M2)=27.3%TUNTA+63.7%MAIZ+9%ZANAHORIA=100
- (M3)=26.4%TUNTA+61.6%MAIZ+12%ZANAHORIA=100
- (M4)=47%MAIZ+47%TUNTA+6%ZANAHORIA=100
- (M5)=45.5%MAIZ+45.5%TUNTA+9%ZANAHORIA=100
- (M6)=44%MAIZ+44%TUNTA+12%ZANAHORIA=100

Los resultados de sabor y textura se evaluaron con el test estadísticos de friedman Ureña y Arrigo (1999).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1 se presentan los resultados del análisis de variancia y se observa que no existen diferencias estadísticas significativas a (Pr ≤ 0.05), en el índice de gelatinización lográndose un promedio de 87% de gelatinización, haciendo notar que la sustitución de tunta por maíz, mantiene las características de un bocadito extruido, debido al almidón de maíz, por ser buena reserva energética ya que ocupa hasta el 80% de peso del grano, aproximadamente el 90% de almidón y 9% de proteína como lo indican Tanaka & Yamaguchi (1972), y la revista alimentaria (2001), y puede ser sustituido por los carbohidratos de la tunta; que al calentarse absorberán agua, teniendo una acción irreversible, de la misma forma al comportamiento del almidón y los gritz se hincha y puede estallar (Alcazar, 2002), por el repentino incremento de consistencia y el almidón de tunta se hace mas digestible por la gelatinización; como lo indica Bjorck y asp (1983).

**Cuadro 1.**  
Análisis de variancia para el índice de gelatinización

F de V	GL	SC	CM	Fc	Pr>F
Tratamientos	6	29.63	4.93	1.04	0.44
T	6	29.63	4.93	1.04	0.44
Error	14	66.697	4.76		
Total	20	96.32			

El índice de expansión de los bocaditos de tunta y maíz (Cuadro 2), no presentó diferencias estadísticas significativas al 5% de probabilidad, entre tratamientos; por tanto no es afectada por la sustitución de tunta por maíz, lográndose 4.6% de índice de expansión; este comportamiento es de interés para uso industrial de la tunta y comparativamente a los estudios de Copa (2000) con porcentajes de 10:90,20:80,30:70, y 40:60% de

quinua logró productos extruidos aceptables con mayor grado de expansión así mismo, Incahuanaco (2003) obtuvo un índice de expansión de 1.06, por lo que podemos afirmar que la tunta supera el índice de expansión desde el punto de vista tecnológico e industrial.

### Cuadro 2.

Análisis de variancia para el índice de expansión.

F de V	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Tratamientos	6	0.551	0.091	1.45	0.26
M	6	0.551	0.091	1.45	0.26
Error	14	0.889	0.063		
Total	20	1.440			

El Cuadro 3, muestra que no existen diferencias estadísticas significativas al 5% de probabilidades en el índice de expansión por efecto de la granulometría, a diferencia de la humedad (Q) del extruido atribuyéndole al caudal de alimentación de agua para el proceso de extruido como factor crítico de proceso para obtener bocaditos extruidos de tunta con maíz, aseveración que es confirmado por Guy (2001), quien indica que los parámetros de proceso de extruidos son el caudal de agua, además caudal de alimentación, velocidad de tornillo, caudal de calentamiento, caudal de enfriamiento y configuración del tornillo; y Castro (1986) indica que mejor rendimiento del producto expandido se da en función a la presión y la humedad, y los productos expandidos son de mayores pesos e hinchazón, la cual no sucede a menores temperaturas, afirmando Caps y Abril (1999) que la humedad definitivamente influye sobre el índice de expansión, además el tipo de alimento o alimentos es otro factor a considerar para mejorar el índice de expansión, Harper (1991), por ello se debe conocer la composición en contenido de grasa, agua, proteína, y el tamaño de partícula Guy (2001), y

### Cuadro 3.

Análisis de variancia para la evaluación del efecto granulometría - caudal de agua en el índice de expansión.

F de V	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Tratamientos	5	0.253	0.050	2.73	0.07
G	1	0.006	0.006	0.33	0.57
Q	2	0.197	0.098	5.33	0.02 *
G*H	2	0.049	0.024	1.33	0.30
Error	12	0.222	0.018		
Total	17	0.475			

dependerá mucho del porcentaje de humedad y presión del proceso respecto a los vegetales Espinoza (1986).

En el Cuadro 4, de DUNCAN, muestra que el Caudal Q1 y Q2 difieren estadísticamente a Q3, presentando mejor índice de expansión Q1 y Q2 con 3.9, seguido de Q3 con 3.7 respectivamente, lo que nos indica que tanto Q1 y Q2 son adecuados para el proceso de extrusión de tunta con maíz y la granulometría es opcional por no ser significativo en el índice de expansión; y mucho depende de la humedad y/o caudal de agua para la ganancia de humedad en el material que se está trabajando para lograr respuesta que se espera de un proceso de cocción por extrusión. Copa (2000).

### Cuadro 4.

Análisis de comparaciones múltiples de duncan del caudal de agua sobre el índice de expansión

Homogeneidad	Promedios	N° observaciones	Caudal de Agua
a	3.94	6	H1
a	3.94	6	H2
b	3.72	6	H3

En cuanto al sabor (Cuadro 5), se determinó diferencias estadísticas significativas al 5% de probabilidades entre Tratamientos, y los panelistas presentaron preferencias en primer orden a M4 (1.75±0.514666) seguido de M6(2.625±1.68502), M5(3.625±1.50594), M2(4.00±1.60), M3(4.125±1.457), y M1(4.875±1.356), como se puede observar en el Cuadros 6 de comparaciones múltiples de Duncan; denotando que los Tratamientos con 50% de Tunta y 50% así como los Tratamientos 30% de Tunta y 70% de maíz, mejoran notablemente su sabor al incrementar harina de zanahoria de 6, 9 y 12% respectivamente, frente a un bocadito en 100% maíz, donde el sabor es insípido.

**Cuadro 5:** Análisis de variancia para el sabor de los bocaditos de tunta-maíz – zanahoria

F DE V	SC	GL	CM	Fc	Sig.
Comparación entre grupos	51.0	5	10.2	4.81	0.0014 **
Error	89.0	42	2.11		
Total	140.0	47			

**Cuadro 6:** Prueba de comparaciones múltiples de duncan para el sabor de los bocaditos de tunta:maíz:zanahoria.

Tratamientos	N° observaciones	Promedios	Sig.
M4	8	1.75	a
M6	8	2.625	ab
M5	8	3.625	bc
M2	8	4.0	bc
M3	8	4.125	bc
M1	8	4.875	c

**Cuadro 7.** Análisis de variancia para la textura de los bocaditos de tunta-maíz y zanahoria

F de V	SC	GL	CM	Fc	Sig.
Comparación entre muestras	35.854	5	7.170	2.95	0.0227 *
Error	102.125	42	2.431		
Total	137.979	47			

**Cuadro 8.** Prueba de comparaciones múltiples de duncan para textura de los bocaditos de tunta –maíz – zanahoria.

Tratamientos	N° Datos	Promedios	Sig.
M4	8	2.125	A
M5	8	2.625	ab
M6	8	3.375	abc
M2	8	4.0	bc
M3	8	4.25	bc
M1	8	4.5	c

Los resultados del análisis de variancia de la prueba sensorial de textura (Cuadro 7), mostraron diferencias estadísticas significativas al 5% de probabilidades según la prueba de ordenamiento de Friedman, con preferencias de los bocaditos de tunta-maíz-zanahoria, en primer orden a M4 (2.125±0.99) seguido de M5(2.625±1.92), M6(3.375±1.40), M2(4.00±2), M3(4.25±1.28), y M1(4.5±1.511), respectivamente (Cuadros 8) la mejora en textura es debido al empleo de zanahoria en polvo, adicionada a las mezclas 30tunta/70maíz y 50Tunta/50Maíz, comparados a la textura de un producto 100% de maíz donde la textura se torna muy dura y que al romperse es notorio con un desquebrajamiento astillado y que al masticarse con la dentadura tiende a molestar las encías y el empleo de zanahoria mejora notoriamente esta cualidad del bocadito procesado por extrusión.

La prueba biológica de la PER (Cuadro 9), del bocadito de mejor aceptación M4 en sabor y textura; presentó un valor biológico inferior frente al patrón de la caseína de la leche 2.41, ese valor es debido a la calidad de la proteína del bocadito ya que sus macro nutrientes son biológicamente consideradas de baja calidad proteica a diferencia de la leche, además la tunta en su composición proximal presenta carbohidratos (81.24%) al igual que el maíz(71.44%), y los valores de proteína (tunta 3.61% y maíz 7.8%) presentan aminoácidos limitantes que le atribuyen 1,39 de valor biológico. Por ello es necesario resaltar e indicar que el valor obtenido de 1.39 es mejor frente a extruidos de kañihua, kañihua germinada, maíz amarillo y frijol caballero, desarrollado por Jáuregui, Reyna y Gómez(2004); quienes detminaron para Maíz 85,0%, frijol 15,0%, PER 0.94; y kañihua 25,0%, maíz 75,0%, PER 0.82, además .

**Cuadro 9.** Pruebas biológicas

PARÁMETROS	ALIMENTO (Bocadito)
Numero de animales	10.000
Peso Inicial, gr.	35.978
Peso Final, gr.	53.088
Ganancia de Peso, gr.	17.110
Alimento Consumido, gr.	169.920
Materia seca del alimento, %	93.840
Proteína del alimento, %	7.290
Consumo de proteínas, gr.	12.300
PER	1.39

## CONCLUSIONES

1. La granulometría no tiene efecto significativo en el proceso de cocción por extrusión en la mezcla tunta-maíz y zanahoria, pero sí el caudal de alimentación de agua; a mas caudal los productos se tornan deformes y a menor caudal el producto no llega expandirse.
2. La prueba organoléptica aplicada permitió concluir que el tratamiento (M4), presentó alto nivel de aceptación con zanahoria al 6%.
3. Las mezclas de tunta-maíz y zanahoria; presenta proteínas biológicamente incompletas, no superan el PER de la leche, pero si el producto se torna como una alternativa de desarrollo e innovación en términos comerciales y cualidades sensoriales para diabéticos.

## BIBLIOGRAFÍA

- ACEVEDO, E, VELÁSQUEZ-CORONADO, L, BRESSANI, R. (1994) Changes in dietary fiber content and its composition as affected by processing of black beans (*Phaseolus vulgaris*) Tamazulapa variety. Plant Foods in Human Nutrition: 46:139-145.
- ALCAZAR J. (2002) "Diccionario técnico de industrias alimentarias", Impreso en Cusco-Perú.
- BJORCK & ASP (1993) "The Effects of Extrusion Cooking on Nutrition Value-A Literature Review. Journal of Food Engineering"
- CAPS & ABRIL (1999) "Procesos de Conservación de los Alimentos" Edit. Madrid – España.
- CASTRO R. (1986) "Procesamiento de la Cebada por el Método de Expansión por Explosión" Tesis UNAL-Lima.
- CCOPA FLORES, R. (1998) Elaboración de un producto extruido tipo bocaditos base de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) y maíz (*Zea mays* L.).
- CORDERO BAUTISTA R. (1989) "Elaboración de mezclas instantáneas a base de maíz amarillo duro, quinua, soya, zanahoria y espinaca" Tesis UNALM Lima-Perú
- ESPINOZA Y. (1986) "Procesamiento del Maíz por el Método de Expansión por Explosión" Tesis UNAL-Lima
- FELLOWS P. (2001) "Tecnología del proceso de los alimentos, principios y practicas." Edit. Acribia, Zaragoza España.
- GOMEZ. G. OSCAR (1989) "Apuntes de procesamiento de productos agropecuarios andinos"
- GUY R. (2001) "Extrusión de Alimentos Tecnología y Aplicación" Edit. Acribia, Zaragoza España.
- HARPER J.M. (1991) "Nutritional Evaluation of food processing: Effects of Extrusion Processing on Nutrients" Ed. Karmas y Harris. New York. USA.
- MILLER (2001) "Extrusión of Foods"
- PACHECO DELAHAYE (1997) "Tecnología de Extrusión de Alimentos" Consulting Enginner N.Y.
- PONCE DE LEON J, REYNA y GOMEZ (2004) "Evaluación Biológica de Mezclas Extruidas a Base de kañihua, kañihua germinada, maíz amarillo y frijol caballero" Tesis UAG – México.
- REVILLA A. (2004) "Revista La Zanahoria salud para tus ojos" Editorial VIBUPA.
- REVISTA ALIMENTARIA (2001) "Mas Ventas"
- STEEL R.G.D AND TORRIES J.H (1982) Principal and procedures of statistics 2nd edition Mc GrawHill International Book Co. Auckland. and grain Yield of the maize plant./fac. Agric. Hakkaido Univ.
- TAPIA (1997) "Cultivos Andinos y sub explotados y su aporte en la alimentación. Oficina regional de la FAO para América latina y el Caribe.
- TANAKA & YAMAGUCHI (1972) "Dry matter production, Yield components and grain Yield of the maize plant./fac. Agric. Hakkaido Univ.
- UREÑA & ARRIGO (1999) "Evaluación Sensorial de los Alimentos" Edit UNAL – LIMA.
- VARGAS J. (1990) "Procesamiento técnico de confitado de la zanahoria y nabo" Tesis UNSAAC, Cusco-Perú.
- VAN OSNABRUGGE (1989) "Food Extrusion Science and Tecnology" edit. Marcel Dekker Inc. New York.