

Utilización de la harina de zanahoria amarilla (*Daucus Carota*) en la elaboración de pan

Byron Plúa⁽¹⁾; Karla Aragundi⁽²⁾; Ing. Fabiola Cornejo⁽³⁾.
Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción
Escuela Superior Politécnica del Litoral
Campus Gustavo Galindo, Km 30.5 vía Perimetral
Apartado 09-01-5863. Guayaquil-Ecuador
bplua@espol.edu.ec⁽¹⁾; karagund@espol.edu.ec⁽²⁾; fcornejo@espol.edu.ec⁽³⁾

Resumen

*El presente trabajo describe el efecto de emplear harinas no tradicionales en la elaboración de pan, con la aspiración de innovar y reducir costos de producción, a más de efectuar los estudios pertinentes sobre el comportamiento y propiedades de dicha harina como sustitución parcial de la harina de trigo. Para este estudio se utilizó la zanahoria amarilla (*Daucus Carota*) que posee buenas propiedades nutritivas y digestivas. Se estableció las características físico-químicas de la materia prima, posteriormente la realización de la Isoterma de Sorción, datos que sirvieron para determinar las condiciones adecuadas de secado y la elaboración de la curva de secado con sus respectivas etapas. La harina obtenida se empleó en diversas fórmulas de pan, a fin de encontrar la opción más adecuada en cuanto a las propiedades sensoriales como textura, sabor, olor, color y apariencia, realizando observaciones diarias, determinando el tiempo de vida útil y los parámetros de calidad. Como resultado se obtuvo que el pan elaborado con una sustitución del 15% de harina de zanahoria amarilla por harina de trigo cumple con los objetivos buscados.*

Palabras Claves: *harina no convencional, proceso de secado, Isoterma de Sorción.*

Abstract

*This paper describes the effect of non-traditional flours used in bread making, with the desire to innovate and reduce production costs, more than making the relevant studies on the behavior and properties of the flour as partial replacement of flour wheat. For this study we used the yellow carrots (*Daucus Carota*) that has well nutritional and digestive. Established the physicochemical characteristics of raw material, and then performing the sorption isotherms, data used to determine the proper drying conditions and the development of the drying curve with their respective stages. The flour will be used in various formulations of bread, to find the best option in terms of sensory properties such as texture, taste, smell, color and appearance, making daily observations, determining the lifetime and the parameters quality. The result was that the bread made with a 15% replacement of yellow carrot flour for wheat flour meets the objectives.*

Keywords: *Flour unconventional, drying, sorption isotherm.*

1. Introducción

Durante la historia del desarrollo, los cereales han y siguen jugando un papel muy importante en la obtención de harinas, ya que son la base de la nutrición mundial. Este producto ha sido objeto de numerosas investigaciones, ya que de él depende la buena calidad y el ajuste del proceso para el producto final.

Pero el afán de innovar y reducir los costos de producción, han permitido la investigación de los posibles reemplazos de las harinas tradicionales por harinas no tradicionales; y aunque en la actualidad se estén efectuando dichos estudios no se ha analizado el

efecto de estas harinas sobre el envejecimiento del producto final.

Este trabajo se propone reemplazar parte de la composición de harina de trigo por harina de zanahoria amarilla en la elaboración de pan. Lo cual no representa un cambio significativo en sus características nutricionales, ni sensoriales. Las formulaciones, los análisis físico-químicos, de textura y sensoriales, determinarán la mejor sustitución y el tiempo de vida útil.

2. Materiales y Métodos.

2.1 Materia Prima

La Zanahoria amarilla (*Daucus carota*) se la designa como un tubérculo, su forma es gruesa y alargada (similar a un cono), este vegetal es de gran importancia por la cantidad de azúcares, sales minerales y partes fibrosas que aporta, su parte sólida frecuentemente es superior al 20 % [4], fue adquirida en el mercado local al Sur de la ciudad de Guayaquil, es de la variedad Chantenay cultivadas principalmente en el Chimborazo. Para determinar su color se recurrió al Pantone, siendo el 137 U su análogo y su longitud inferior a 10 cm.

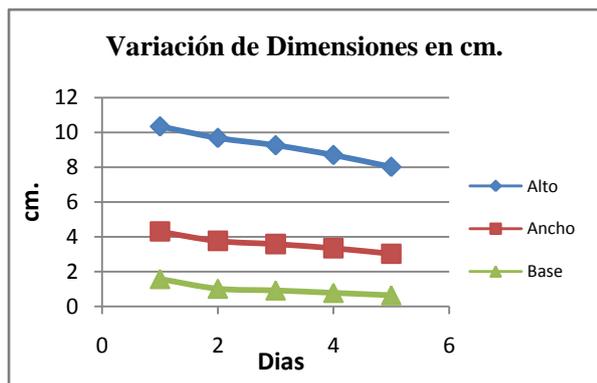


Figura 1. Características físicas de la zanahoria amarilla.

Las características químicas se realizaron en base a los métodos AOAC.

Tabla 1. Análisis químicos de la zanahoria amarilla.

ANALISIS	RESULTADOS
pH	5,315 ± 0,0049
Acidez	0.026 ± 0,005 %
Humedad	86,715 ± 0,278 %
Humedad Final	90,67 ± 0.10 %
Cenizas	0,765 ± 0,0047 %
Grasas	0,315 ± 0,23 %
Proteínas	1,126 ± 0,39 %
Carbohidratos	6,986 ± 0,0315%

Elaborado por: Karla Aragundi y Byron Plúa.

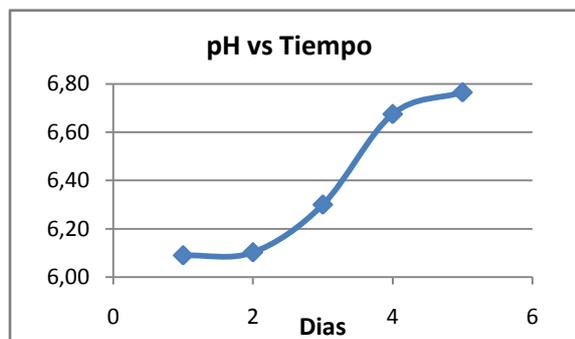


Figura 2. Variación de pH de la zanahoria amarilla.

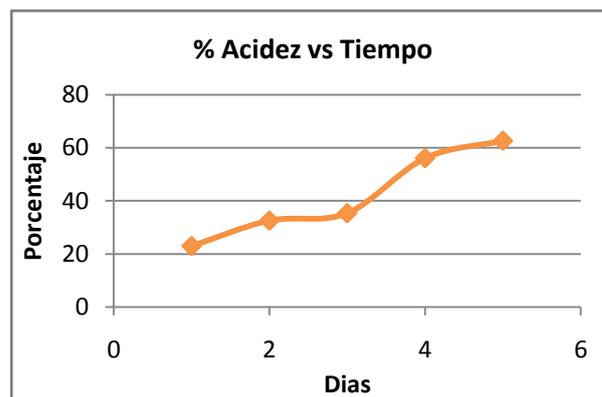


Figura 3. Variación de la Acidez de la zanahoria amarilla.

2.2 Proceso Experimental

2.2.1 Isoterma de Sorción: Se logró la isoterma de la materia prima por el método isopiético a temperatura constante en la estufa. Los resultados fueron ajustados a la ecuación de GAB mediante el uso del programa WaterAnalyser y de esta manera se obtuvo el valor de la monocapa de BET.

2.2.2 Proceso de elaboración de harina: Mediante el diagrama de flujo se detallan las etapas para obtener la harina.

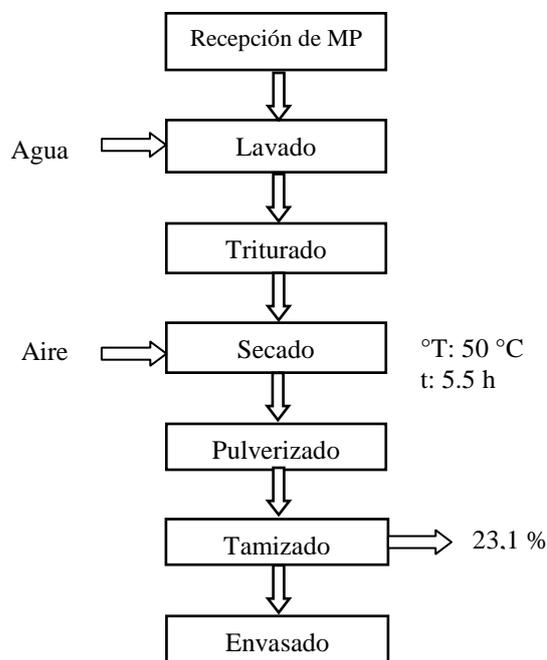


Figura 4. Diagrama de flujo del proceso de elaboración de harina de zanahoria amarilla.

2.2.3 Secado: Para este proceso se utilizó un secador horizontal de bandejas, marca GuntHamburg, que opera con una velocidad de aire de 4,19 m/s, humedad

relativa del aire 26 % y temperatura de 50 ± 2 °C. Los datos obtenidos fueron utilizados en la elaboración de la Curva de Secado.

2.2.3 Harina de zanahoria amarilla: la harina resultante se encuentra en la gama de colores 413 U del Pantone.

Tabla 2. Análisis químicos de la harina de zanahoria amarilla.

ANÁLISIS	RESULTADO
pH	5,28 +/- 0,041
Humedad	6,29 +/- 0,90 %
Humedad Final	6,06 +/- 0,82 %
Actividad de agua (25°C)	0,34 +/- 0,038
Ceniza	7,62 +/- 0,17 %
Grasa	0,71 +/- 0,0057 %
Proteína	10,73 +/- 0,45 %
Carbohidrato	45,79 +/- 0,71 %
Acidez titulable	7,86 +/- 0,58 g/ml
Vitaminas y minerales	28,86 %
Elaborado por: Karla Aragundi y Byron Plúa	

2.2.4 Proceso de elaboración del pan de dulce con sustitución parcial de harina de zanahoria amarilla:

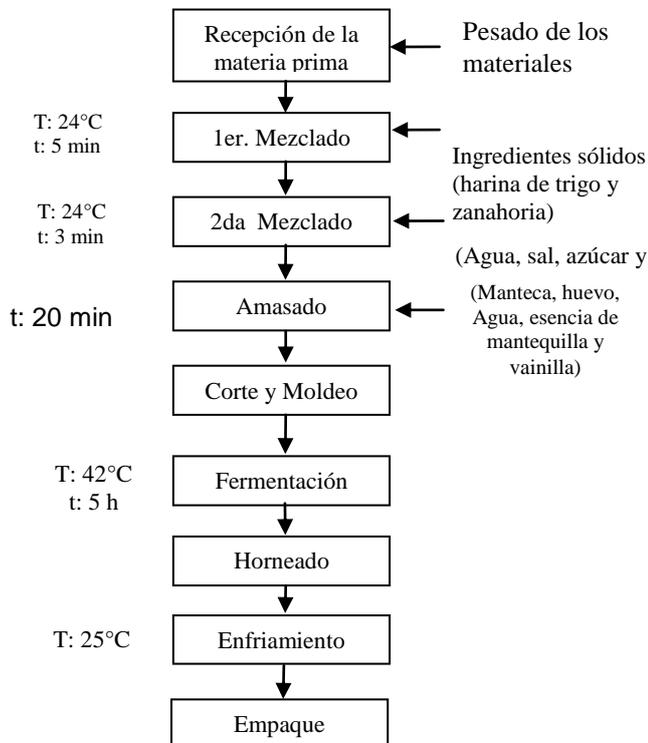


Figura 5. Diagrama de flujo del proceso de elaboración de pan de dulce con sustitución parcial de harina de zanahoria amarilla.

2.2.5 Granulometría: se utilizaron mallas N° 50, 70, 100, 140 y 200 del juego de tamices marca Tyler. El 77% de la harina pasó la malla 70 ajustándose a la norma NTE INEN 517.

2.2.6 Análisis sensorial: con base en una fórmula de pan de dulce tradicional, se realizaron 5 formulaciones con diferentes porcentajes de sustitución, la evaluación sensorial se realizó con la escala hedónica a 30 panelistas de entre 22 y 28 años de edad, para analizar por medio del método t de Student si existía diferencias significativas entre las muestras.

3. Resultados

3.1 Isotherma de Sorción

Utilizando el modelo de GAB, se determinó que la monocapa de BET es 0,4655 g H₂O/g S.S. y con un R² de 0,94573.

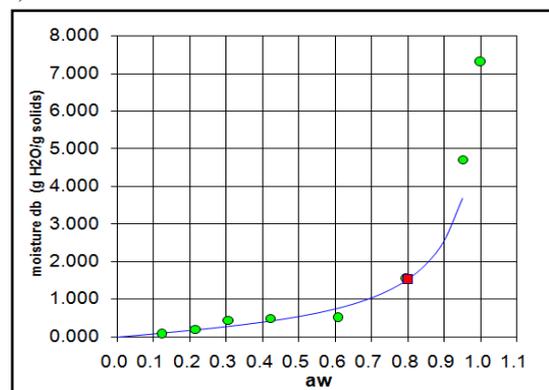


Figura 6. Isotherma de la zanahoria amarilla.

3.2 Curva de Secado

La gráfica de humedad libre vs. Tiempo consta de 4 puntos, donde: A es el contenido inicial de humedad libre, de A-C es la velocidad constante y es la etapa donde se elimina la mayor cantidad de humedad del producto. En C-D es el periodo de velocidad decreciente.

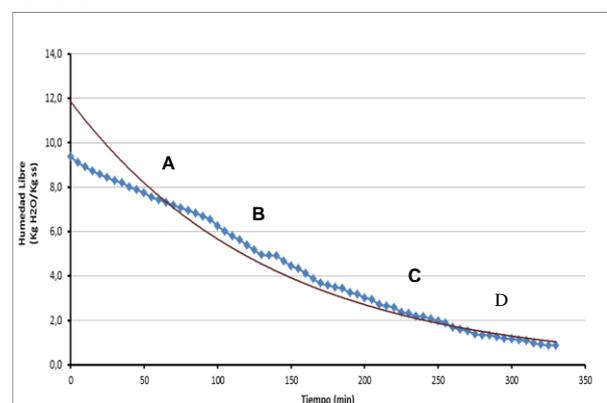


Figura 7. Humedad libre vs. Tiempo.

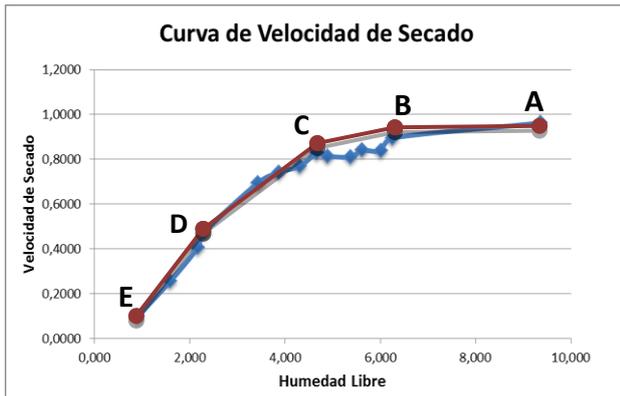


Figura 8. Curva de Velocidad de Secado.

En la curva de velocidad de secado, en el intervalo A-B se indica la extracción de la humedad libre del producto. En los puntos B-C se observa el periodo de velocidad constante, la humedad se mantiene entre el rango de 0,8956 y 0,8287 Kg H₂O/Kg S.S. a partir de este punto se da inicio al periodo de velocidad decreciente y por lo tanto la Humedad Crítica del producto. En el periodo D-E se observa un segundo descenso, conocido como segundo periodo decreciente [2] hasta llegar a una humedad de equilibrio de 0,9 Kg H₂O/Kg S.S.

3.3 Granulometría

Tabla 3. Análisis granulométrico de la harina de zanahoria amarilla.

Malla (Nº Tamiz)	Masa Retenida (g)	▲ Xi	Xi	Yi	Diámetro superior (mm)	Dpi (mm)	▲ Xi/ Dpi	Diámetro Reboux
50	34,8	0,231	1	0	0,300	0,255	3,922	0,06
70	35	0,232	0,768	0,232	0,210	0,180	4,277	
100	21,2	0,141	0,627	0,373	0,149	0,127	4,938	
140	26,5	0,176	0,451	0,549	0,105	0,093	4,878	
200	11,8	0,078	0,373	0,627	0,080		-	
Fondo	21,4	0,142	0,231	0,769				
total	150,7						18,015	

3.4 Evaluación Sensorial

Empleando el método estadístico t de Student se determinó la formulación más agradable, la cual fue la del 15% de sustitución de harina de trigo por harina de zanahoria amarilla.

Tabla 4. Fórmula al 15 % de sustitución parcial

FORMULA 5 FINAL (sustitución 15 %)		
INGREDIENTES	PORCENTAJES	GRAMOS
Harina de trigo	39,79 %	340
Harina de zanahoria amarilla	15 %	60
Agua	21,92 %	160
Sal	0,55 %	4
Azúcar	10,96 %	80
Manteca vegetal	6,58 %	48
Levadura	1,10 %	8
Huevo	2,74 %	20
Gluten	0,55 %	4
Mejorador	0,55 %	4
Esencia de mantequilla	0,27 %	2
Elaborado por: Karla Aragundi y Byron Plúa.		

3.5 Características físico-químicas y nutricionales del pan.

Tabla 5. Características físico-químicas del pan con sustitución parcial del 15% de harina de zanahoria amarilla.

Características	Resultados
Corteza	Color uniforme
Miga	Uniforme, elástica, porosa
Peso por unidad	40 ± 2 gramos
ph	5,5
Acidez	5,3 %
Tiempo de Vida útil	5 días
Presencia de mohos	6to. día
Elaborado por: Karla Aragundi y Byron Plúa.	

Tabla 6. Características nutricionales del pan con sustitución parcial del 15% de harina de zanahoria amarilla.

INFORMACIÓN NUTRICIONAL		
Tamaño por porción : 1 unidad (40 g)		
Porciones por envase: 6		
Cantidad por porción		
Calorías :	109,32 Kcal	
Calorías de grasa:	22,34 Kcal	
% valor diario *		
Grasa total:	2,48 g	20,4 %
Carbohidrato total :	19,0 g	69,5 %
Proteína :	2,75 g	10,1 %
Fibra Total :	0,6 g	
* Los porcentajes de los valores de Ingesta Diaria Recomendada (IDR) están basados en una dieta de 2000Kcal, de acuerdo a la FAO - OMS (INDEX 93).		

3.6 Estabilidad del pan

Para definir el tiempo de vida útil se analizó la textura en relación al tiempo, se utilizó la ayuda de un Texturómetro, marca Brookfield, modelo CT3 empleando software TextureProCt V1.1 Build 7, se escogieron panes de tamaño y forma similares, los cuales fueron analizados diariamente, manteniendo las condiciones ambientales estándares.

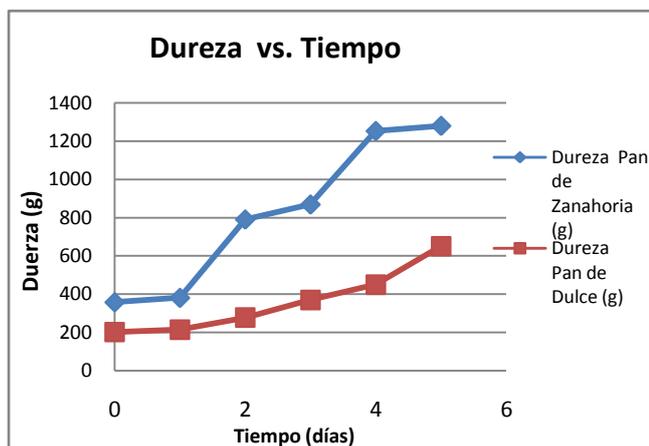


Figura 9. Curvas de Dureza vs. Tiempo.

Se puede observar que el pan de zanahoria amarilla presentó en 5 días mayor dureza que un pan de dulce tradicional, en el primer y tercer día hubo una mayor pérdida de humedad. Y en el sexto día presencia de mohos.

4. Conclusiones

Se escogió como producto base la zanahoria amarilla (*Daucus Carota*) debido a que existe una gran producción en el país de 28.130 toneladas al año de este tubérculo, siendo el 96,1 % destinado al consumo interno [3]. Además de su importante valor nutricional en la ingesta diaria, en especial por su gran aporte de fibra, azúcares y vitaminas.

La harina de zanahoria amarilla obtenida constituye una alternativa de sustitución parcial del 15 % de la harina de trigo en la elaboración de pan de dulce, dicho porcentaje de harina brindó las propiedades reológicas para la formación de la masa, y con la ayuda del 0,55% de Gluten y Mejorador se logró mejorar la miga y la textura, sin embargo el pan resultó tener una mayor dureza que el pan de dulce tradicional, lo cual no fue un aspecto negativo en la evaluación sensorial.

El pan obtenido posee un leve incremento en el valor nutricional en comparación con el pan de dulce tradicional. Un pan elaborado con harina de zanahoria amarilla posee 69,5% de Carbohidratos, 20,4% de

Grasa y 9,8% de Proteínas. A diferencia del pan de dulce tradicional que posee 57,8% de Carbohidratos, 2,2% de Grasa y 9,1% de Proteínas, con esta comparación evaluamos que nuestro pan tiene un aumento del 11,7% de Carbohidratos, 18,2% de Grasas y 0,7 % de Proteínas en la ingesta diaria.

Para determinar la vida útil, se puede observar que el pan de zanahoria amarilla presentó una dureza 50% mayor a la de un pan de dulce tradicional, debido a la cantidad de fibra que contiene que es del 4,16%, además cabe indicar que en el primer y tercer día existió una mayor pérdida de humedad y en el sexto día presencia de mohos, lo cual es muy similar al comportamiento del pan de dulce tradicional.

5. Agradecimientos

A la Ing. Fabiola Cornejo y a la Ing. Grace Vásquez por ser guías y apoyo para el desarrollo de este trabajo, y a la Escuela Superior Politécnica del Litoral.

6. Referencias

- [1] PROCESO DE SECADO; se encuentra disponible en: http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/li_m/cabrera_v_a/capitulo5.pdf; pág. 1-3-5.
- [2] CASP A. Y ABRIL J. Procesos de conservación de alimentos. Publicado por Ediciones Mundi-Prensa, Segunda Edición, 2003. Páginas 332 - 356.
- [3] CULTIVOS DE ZANAHORIA AMARILLA EN ECUADOR; se encuentra disponible en: http://www.panchonet.net/index2.php?option=com_content&do_pdf=1&id=769
- [4] TIPOS DE ZANAHORIA; se encuentra disponible en: <http://www.horfres.com/zanahoria.htm>
- [5] P. CAUVAIN, Stanley Y S. YOUNG, Linda. Fabricación de pan. Publicado por Editorial Acirbia, S.A. Zaragoza (España), 2002. Páginas 1 - 4, 16 - 19, 294.
- [6] DESROISER, Norman W. Conservación de Alimentos. Editorial Continental, S.A., México - México, 1999. Pág. 177-185.
- [7] ALTERACIONES MICROBIANAS EN EL PAN. Alimentaria Online 2011; se encuentra disponible en: http://www.alimentariaonline.com/desplegar_notas.asp?did=93
- [8] HOLDSWORTH, S. D. Conservación de frutas y hortalizas. Editorial Acirbia S.A., Zaragoza - España, 1988. Pág. 27.

- [9] ANZALDÚAMORALES, Antonio. La Evaluación Sensorial de los Alimentos, Editorial Acribia S.A., Zaragoza- España, 1994. Páginas. 85-87, 163 - 176.
- [10] COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DE ALIMENTOS ECUATORIANOS; se encuentra disponible en:
<http://blog.espol.edu.ec/kcoello/tabla-de-composicion-de-alimentos-ecuatorianos/>
- [11] SÁNCHEZ PINEDA, María Teresa. Procesos de elaboración de alimentos y bebidas. Editorial Mundi-Prensa, 2003. Páginas: 179.
- [12] HERNÁNDEZ, Gil y MAJEM, Serra. Libro blanco del pan. Publicado por Editorial médica Panamericana, Madrid 2010. Páginas 4 - 5.
- [13] CALAVERAS, Jesús. Nuevo Tratado de Panificación y Bollería. Publicado por Ediciones Mundi - Prensa, Madrid - España 2004. Páginas 354 - 365.

Certifico que he revisado el artículo "Utilización de la harina de zanahoria amarilla (Daucus Carota) en la elaboración de pan", de los Sres.:

- Byron Vicente Plúa Martínez - Matrícula: 200511749
- Karla Vanessa Aragundi Rivas - Matrícula: 200513844

Título a obtener: Ingenieros en alimentos

Por lo tanto autorizo que el CICYT reciba el artículo.

Directora de proyecto de graduación:

Ing. Fabiola Cornejo Z.
Facultad de Ingeniería Mecánica y
Ciencias de la Producción
ESPOL

Byron Plúa Martínez

Karla Aragundi Rivas