II CONGRESO
INTERNACIONAL DE INGENIERÍAS

"Retos de la investigación y la Integración Latinoamericana"



COMPILADORES:
Iván García Santillán
Freddy Torres Mayanquer

II CONGRESO INTERNACIONAL DE INGENIERÍAS

Informática, Sistemas y Computación

Procesamiento de Alimentos

Compiladores:

- **MSc. Iván García-Santillán (Docente UPEC)**
- **MSc. Freddy Torres Mayanquer (Docente UPEC)**

Tulcán-Ecuador / Ipiales-Colombia

30-31 Marzo y 01 Abril de 2016

II CONGRESO INTERNACIONAL DE INGENIERÍAS





Universidad Politécnica Estatal del Carchi (UPEC) - Ecuador
Universidad de Nariño (UDENAR) – Colombia

Dr. Hugo Ruiz Enríquez
RECTOR

MSc. Jorge Iván Mina
DECANO DE LA FIACA

Compiladores:

- MSc. Iván García Santillán (Docente UPEC)
- MSc. Freddy Torres Mayanquer (Docente UPEC)

LIBRO REVISADO POR:
MSc. Marco Remigio Pusdá Chulde. (UTN - Ecuador)
MSc. Ana Lucía Sandoval Pillajo. (UNIANDES - Ecuador)

ISBN: 978-9942-914-27-9
Primera Edición
Diciembre 2016
Comisión de Publicaciones **CP.UPEC. 06.061.0613.05-2016**
Tiraje: 300 ejemplares

Diseño e impresión

imago
Eugenio de Santillán N34-248 y Maurián
(02) 3316378 - (02) 3316359 - 0996017113
graficasimago@hotmail.com

Comité Científico Internacional

Coordinación General:

Iván García	UPEC	Ecuador, España
Freddy Torres	UPEC	Ecuador
Gerardo Bravo	UDENAR	Colombia

Comité Técnico y Científico:

Jorge Mina	UPEC - Ecuador
David Herrera	UPEC - Ecuador
Luis Patiño	UPEC - Ecuador
Marco Burbano	UPEC - Ecuador
Rita Díaz	UNIANDES - Ecuador
Diego Trejo	UTN - Ecuador
Juan Carlos Armas	PUCESI - Ecuador
Nelson Jaramillo	UDENAR - Colombia
Manuel Bolaños	UDENAR - Colombia
Ricardo Timarán	UDENAR - Colombia
Juan Alvarado	AUNAR - Colombia, España
Diego Peluffo	AUNAR – Colombia-España
Omar Revelo	IUCESMAG - Colombia
Fredy Vidal	UNIMAYOR - Colombia
Diego Mejía	UDENAR - Colombia
Jorge Navia	UDENAR - Colombia

Índice

Pág.

Prólogo..... 7

Informática, Sistemas y Computación

Aplicación de la minería de datos en la detección de patrones de deserción estudiantil en la Universidad de Nariño..... 11

Visualización y métodos Kernel: Integrando inteligencia natural y artificial..... 25

Herramientas digitales para la promoción de servicios del sector hotelero en la ciudad de Tulcán..... 49

Diseño e implementación de una herramienta virtual para formular, desarrollar y evaluar trabajos de Lenguajes de Programación para la escuela de ingeniería de la PUCE-SI..... 61

Caracterización de prácticas de software CMMI – DEV y su representación mediante la iniciativa SEMAT en el programa de ingeniería de sistemas en la Universidad de Nariño..... 69

Mashups de linked-data turísticos con open data..... 81

Procesamiento de Alimentos

Influencia de diferentes factores en el crecimiento de Ocratoxina A en cereales..... 97

Análisis situacional de las tendencias del mercado ocupacional de los profesionales en el área de alimentos de la zona I del Ecuador..... 115

Evaluación de barras energéticas elaboradas a bases de chocho (*Lupinus mutabilis*) y maíz (*Zea mays*).... 129

Estudio del cultivo de la trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*)..... 149

Efecto del aceite esencial de orégano (*Oraginum vulgare*) en la conservación de brócoli (*Brassica oleracea l.*) y coliflor (*Brassica oleracea var.*)..... 179

Acta de Congreso..... 199

PRÓLOGO

La educación superior actual sustenta su accionar en un enfoque humanista, basado en la epistemología y en el pensamiento complejo, considera al estudiante como el centro del proceso de construcción social del conocimiento. Específicamente, en las carreras de Informática y Alimentos, donde centran su eje pragmático en la Tecnología y la Innovación, creemos que son los sectores estratégicos que tienen un potencial para contribuir a la transformación de la matriz productiva del país, la mejora de la calidad de vida de las personas y el establecimiento de una sociedad justa e inclusiva.

En este sentido, el *II Congreso Internacional de Ingenierías* es un escenario propicio para compartir y debatir los avances tecnológicos y científicos con la comunidad académica y los sectores productivos, los cuales se han venido desarrollado en los últimos años concretamente, en las áreas relacionadas con la Informática y el Procesamiento de Alimentos.

En este libro se recogen las memorias del evento académico-científico, en las que se muestra las principales investigaciones realizadas en las diferentes Instituciones participantes de Ecuador y Colombia, fruto de una convocatoria a la comunidad científica. Los artículos fueron sometidos a revisión y aprobación de un comité científico internacional altamente calificado. El libro ha sido estructurado en dos secciones. La primera está dedicada al

área de *Informática, Sistemas y Computación*, la cual aborda temas como Ingeniería de software, Inteligencia artificial, herramientas colaborativas Web 2.0, Marketing digital, Minería de datos y Datos abiertos enlazados. La segunda sección abarca el *Procesamiento de Alimentos*, la cual cubre temas relacionados con la transformación de materias primas agropecuarias en productos alimenticios con un valor agregado y normados por estándares de calidad.

Por último, vale destacar que este trabajo ha sido posible gracias a la cooperación institucional de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi (UPEC) - Ecuador y la Universidad de Nariño (UDENAR) – Colombia.

Los compiladores

INFORMÁTICA, SISTEMAS Y COMPUTACIÓN

1

Aplicación de la minería de datos en la detección de patrones de deserción estudiantil en la Universidad de Nariño

Ricardo Timarán Pereira
Universidad de Nariño, Departamento de Sistemas – Colombia
ritimar@udenar.edu.col

Resumen

En este artículo se presentan los resultados obtenidos en la Universidad de Nariño del proyecto de investigación cuyo objetivo fue detectar patrones de deserción estudiantil de los estudiantes de los programas de pregrado de la Universidad de Nariño e Institución Universitaria CESMAG, dos instituciones de educación superior (IES) de la ciudad de Pasto (Colombia), utilizan técnicas de Minería de Datos. Toma como metodología las etapas del proceso de descubrimiento de conocimiento en bases de datos, inicialmente se seleccionaron, de las bases de datos de la Universidad de Nariño, los datos socioeconómicos, académicos, disciplinares e institucionales de los estudiantes que ingresaron en los años 2004, 2005 y 2006 a los diferentes programas de pregrado, con el fin de hacerles un seguimiento hasta el año 2011, así determinan si desertaron o no. Con estos datos se construyó un repositorio de datos con la utilización el SGBD PostgreSQL. Este repositorio se preprocesó y transformó con el fin de obtener un conjunto de datos limpios y listos para aplicarlos en las técnicas de minería de datos. Se descubrieron perfiles socioeconómicos y académicos de los estudiantes que desertan con les utilización de la técnica de clasificación, basada en árboles de decisión con la herramienta libre de minería de datos Weka. Los resultados

fueron analizados, evaluados e interpretados para determinar la validez del conocimiento obtenido.

Palabras clave: Detección de Patrones, Deserción Estudiantil, Técnicas de Minería de Datos.

Abstract

The results obtained at the University of Nariño from the research project that aims to identify patterns of student dropout of students from undergraduate programs at the University of Nariño and IUCESMAG University, two higher education institutions in the city of Pasto (Colombia), using data mining techniques are presented. Following as methodology the stages of knowledge discovery in databases, initially was selected from the databases of these institutions, the socio-economic, academic, disciplinary and institutional data of students who entered in 2004, 2005 and 2006 to various undergraduate programs, in order to track them until 2011, determining whether or not dropped out. With these data, a data repository was built using the PostgreSQL DBMS. This repository was preprocessed and transformed in order to obtain a clean data set and ready to apply the data mining techniques. Socioeconomic and academic profiles were discovered of students who drop out using classification by decision tree induction with free data mining tool Weka. The results were analyzed, evaluated and interpreted to determine the validity of the knowledge obtained.

Keywords: Patters Discovery, Student Dropout, Data Mining Techniques.

1. Introducción

Se entiende por deserción estudiantil al hecho de que un número de estudiantes matriculados no siga la trayectoria normal del programa académico, bien sea por retirarse de ella, por repetir cursos o por retiros temporales (UPN, 2005). El

Ministerio de Educación Nacional, define la deserción como una situación a la que se enfrenta un estudiante cuando aspira y no logra concluir su proyecto educativo, se considera como desertor a aquel individuo que siendo estudiante de una institución de educación superior no presenta actividad académica durante dos semestres académicos consecutivos, lo cual equivale a un año de inactividad académica (MEN, 2009). Esta definición fue la que se aplicó en esta investigación.

Uno de los principales problemas que enfrenta el sistema de educación superior colombiano concierne a los altos niveles de deserción estudiantil. Pese a que los últimos años se han caracterizado por aumentos de cobertura e ingreso de estudiantes nuevos, el número de alumnos que logra culminar sus estudios superiores no es alto, lo que deja entrever que una gran parte de éstos abandona sus estudios, principalmente en los primeros semestres (MEN, 2009). Según estadísticas del Ministerio de Educación Nacional, de cada cien estudiantes que ingresan a una institución de educación superior cerca de la mitad no logra culminar su ciclo académico y obtener la graduación (MEN, 2009). A 2004, la deserción se estimó en 49%. Como causas del abandono estudiantil se señalaron: limitaciones económicas y financieras, bajo rendimiento académico, desorientación vocacional y profesional y dificultades para adaptarse al ambiente universitario (MEN, 2006).

En el contexto regional y con base en las fuentes de las diferentes IES existentes, el índice de deserción promedio es del 52,2%. Para determinar este índice se analizó la cohorte 2002A-2008a en cada institución. En la tabla 1 se especifica el índice de deserción promedio por institución.

Tabla 1. Índices de Deserción estudiantil por Institución

INSTITUCIÓN	Índice Deserción (%)
UNIVERSIDAD DE NARIÑO	53,0
UNIVERSIDAD COOPERATIVA DE COLOMBIA	55,2
UNIVERSIDAD MARIANA	38,8
UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA UNAD	55,4
INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA CESMAG	47,7
CORPORACIÓN UNIVERSITARIA AUTÓNOMA DE -NARIÑO	63,0
PROMEDIO	**52,2**

Fuente: Oficinas Planeación IES

Al analizar los datos de ingresos de estudiantes en los programas de pregrado de la Universidad de Nariño, en el periodo comprendido entre 2004A y 2011A, ingresaron 15.805 estudiantes, según datos proporcionados por la Oficina de Control y Registro Académico OCARA. La tabla 2 muestra un resumen de estos datos distribuidos por facultad. El índice de deserción estudiantil en ese periodo, del conjunto de 15.805 estudiantes es del 42,37% (ver tabla 3).

Tabla2. Cantidad de estudiantes por Facultad a 2011

FACULTAD	ESTUDIANTES	%
ARTES	2.113	13,37
CIENCIAS AGRICOLAS	965	6,11
CIENCIAS DE LA SALUD	393	2,49
CIENCIAS ECONÓMICAS Y ADMINISTRATIVAS	2.592	16,40
CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES	1.701	10,76
CIENCIAS HUMANAS	2.443	15,46
CIENCIAS PECUARIAS	1.096	6,93
DERECHO	718	4,54
EDUCACIÓN	913	5,78

FACULTAD	ESTUDIANTES	%
INGENIERÍA	1.951	12,34
INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL	920	5,82
TOTAL	15.805	100

Fuente: elaboración propia.

Tabla3. Cantidad de estudiantes y desertores por Facultad a 2011

FACULTAD	Estudiantes	Desertores	% Deserción
ARTES	2.113	854	40,42
CIENCIAS AGRÍCOLAS	965	391	40,52
CIENCIAS DE LA SALUD	393	147	37,40
CIENCIAS ECONÓMICAS Y ADMINISTRATIVAS	2.592	948	36,57
CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES	1.701	1.113	65,43
CIENCIAS HUMANAS	2.443	976	39,95
CIENCIAS PECUARIAS	1.096	520	47,45
DERECHO	718	66	9,19
EDUCACIÓN	913	324	35,49
INGENIERÍA	1.951	919	47,10
INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL	920	439	47,72
TOTAL	15.805	6.697	42,37

Fuente: elaboración propia.

La minería de datos en la educación no es un tópico nuevo y su estudio y aplicación ha sido muy relevante en los últimos años. El uso de estas técnicas permite, entre otras cosas, predecir cualquier fenómeno dentro del ámbito educativo. De esta forma, utilizando las técnicas que nos ofrece la minería de datos, se puede predecir, con un porcentaje muy alto de confiabilidad, la probabilidad de desertar de cualquier estudiante (Valero, 2009).

El resto del artículo se organiza de la siguiente manera: en la sección 2 se explica el proceso de detección de patrones de deserción estudiantil aprovechando la metodología del

proceso KDD. En la sección 3 se evalúan e interpretan los patrones obtenidos. En la sección 4 se discuten los resultados y finalmente en la sección 5 se presentan las conclusiones y futuros trabajos.

2. Materiales y Métodos

La investigación fue de tipo descriptivo bajo el enfoque cuantitativo, con la aplicación de un diseño no experimental. Para el descubrimiento de patrones deserción estudiantil, se aplicó la metodología del proceso KDD que contempla las etapas de Selección, Preprocesamiento, Transformación, Minería de Datos y Evaluación e Interpretación de Resultados.

2.1. *Etapa de Selección.*

El objetivo de esta etapa es obtener las fuentes internas y externas de datos que sirven de base para el proceso de minería de datos. Como fuentes internas de la Universidad de Nariño, se seleccionaron las bases de datos NOTAS y REGISTROUDENAR de la Oficina de Control de Admisiones y Registro Académico (OCARA). Teniendo en cuenta la ventana de observación de este estudio (2004-2011), en estas bases de datos se encuentra almacenada la información personal y académica de 15.805 estudiantes, pertenecientes a 11 facultades.

Como fuentes externas principales se seleccionaron datos de la base de datos del Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior (ICFES), del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), del Sistema para la Prevención de la Deserción en la Educación Superior (SPADIES), del Sistema de Identificación de Beneficiarios Potenciales de Programas Sociales (SISBEN) e información de la Registraduría Nacional del Estado Civil Colombiano.

De las bases de datos de UDENAR, se seleccionaron únicamente los datos de los estudiantes de las cohortes 2004, 2005 y 2006 con los atributos más relevantes para este estudio. Como resultado se obtuvo un repositorio, con información socioeconómica, académica, disciplinar e institucional de los estudiantes de esta universidad. Los datos de los estudiantes de UDENAR fueron almacenados en la base de datos REPOSITORIOUDENAR, en la tabla T6870A62, compuesta por 6870 registros y 62 atributos. Esta tabla servirá de base para las subsiguientes etapas del proceso de descubrimiento de patrones de deserción estudiantil. La base de datos REPOSITORIOUDENAR, así como sus tablas fueron construidas con el sistema gestor de base de datos PostgreSQL.

2.2 *Etapa de Preprocesamiento de Datos*

El objetivo de esta etapa es obtener datos limpios, i.e. datos sin valores nulos o anómalos que permitan obtener patrones de calidad. Por medio de consultas SQL ad-hoc o a través de histogramas, se analizó minuciosamente la calidad de los datos contenidos en cada uno de los atributos de la tabla T6870A62.

Teniendo en cuenta la relevancia de ciertos atributos para la investigación, los valores nulos de estos atributos fueron actualizados con los valores encontrados en fuentes externas. Por otra parte, los atributos con un alto porcentaje de valores nulos tales como *libreta_militar*, *distrito_militar*, *idmunicipio_conflicto*, *periodo_grado*, *padre_vive* entre otros, fueron eliminados por la imposibilidad de obtener estos valores con las fuentes externas o utilizando técnicas estadísticas como la media, mediana y la moda o derivando sus valores a través de otros.

Como resultado de esta etapa y con el fin de generar conocimiento acerca de los factores socioeconómicos, académicos, disciplinares e institucionales que pueden incidir en la deserción estudiantil, se seleccionaron de la tabla T6870A62, por la calidad de los datos y por su importancia para el estudio, 31 atributos y con estos se creó la tabla T6870A31. De estos 31 atributos, se escogieron 18 para analizar el factor socioeconómico y 14 para el factor académico y se crearon las tablas T6870A18 y T6870A14 respectivamente. Dado el reducido número de atributos seleccionados para los factores disciplinar e institucional, estos se agregaron a la parte académica del estudiante.

2.3. *Etapa de Transformación de Datos*

El objetivo de esta fase es transformar la fuente de datos en un conjunto listo para aplicar las diferentes técnicas de minería de datos.

Para facilitar la extracción de patrones de deserción, se discretizaron los valores numéricos de la tabla T6870A31 a valores nominales. Este proceso se llevó a cabo utilizando el filtro discretize de la herramienta Weka con el parámetro de frecuencias iguales (useEqualFrequency) a 6 valores. Por otra parte se adecuaron todas las tablas al formato ARFF (Atribute Relation File Format) requerido por Weka para continuar con la etapa de minería de datos.

2.4. *Etapa de Minería de Datos*

El objetivo de la etapa de minería de datos es la búsqueda y descubrimiento de patrones insospechados y de interés se aplicó tareas de descubrimiento tales como clasificación, *clustering*, patrones secuenciales, asociaciones entre otras. La tarea de minería de datos aplicada en el proceso de descubrimiento de patrones de deserción estudiantil en la Universidad de Nariño fue clasificación

basada en árboles de decisión. La clasificación de datos permite obtener resultados a partir de un proceso de aprendizaje supervisado. La clasificación de datos es el proceso por medio del cual se encuentra propiedades comunes entre un conjunto de objetos de una base de datos y se los cataloga en diferentes clases, de acuerdo al modelo de clasificación (Hernández, et al., 2005). La técnica de clasificación utilizada fue arboles de decisión. La clasificación por árboles de decisión es, probablemente, el modelo más utilizado y popular por su simplicidad y facilidad para su entendimiento, de acuerdo con Han y Kamber (2001) y Sattler y Dunemann (2001). Para descubrir patrones de deserción estudiantil, se escogió como clase el atributo deserción que determina si el estudiante deserta o no. Las reglas de clasificación se obtuvieron con la herramienta Weka utilizando el algoritmo J48 que implementa el conocido algoritmo de árboles de decisión C4.5 (Quinlan, 1993) con una confianza mínima de 75%. Los resultados más relevantes de esta tarea se muestran en la sección de resultados.

2.5. *Evaluación e Interpretación de Resultados*

En esta etapa se interpretan los patrones descubiertos con el fin de consolidar el conocimiento descubierto e incorporarlo en otro sistema para posteriores acciones o para confrontarlo con conocimiento previamente descubierto. Esta etapa puede incluir la visualización de los patrones extraídos, la remoción de los patrones redundantes o irrelevantes y la traducción de los patrones útiles en términos que sean entendibles para el usuario.

Los resultados de esta etapa se analizan en la siguiente sección.

3. Resultados y discusión

Si construimos un árbol de decisión sobre el conjunto de datos T6870A31 se obtuvieron las reglas de clasificación

generales con una confianza mayor que 75 % y soporte mayor que 1.5%. Las reglas con más alta confianza de los estudiantes que desertan se muestran en la tabla 4.

Tabla 4. Reglas de clasificación más representativas con el conjunto de datos T6870A31

ANTECEDENTE	consecuente	Soporte %	Confianza %	Registros por regla
promedio_nota = De 3.1 a 3.5 & materias_perdidas = De 1 a 2	S	2,24	99,35	154
promedio_nota = Menor a 2.4	S	14,88	98,92	1022
promedio_nota = De 3.1 a 3.5 & materias_perdidas = De 3 a 4	S	2,52	95,38	173
promedio_nota = De 2.4 a 3.1 & semestre_perdidas = P	S	14,99	93,59	1030
promedio_nota = De 3.1 a 3.5 & materias_perdidas = De 5 a 6 & semestre_perdidas = P	S	1,62	81,98	111
promedio_nota = De 3.5 a 3.7 & materias_perdidas = De 1 a 2 & semestre_perdidas = P	S	2,2	80,79	151

Como se puede observar en la tabla 4, si el promedio de notas es menor que 2.4 el estudiante deserta. El 15% del total de estudiantes (6870) que ingresaron a la Universidad de Nariño entre los años 2004 y 2006 se clasifica de esta manera y el 30.4 % del total de estudiantes desertores (3366), cumplen con este patrón. Por otra parte si el promedio de notas esta entre 2.4 y 3.1 y tiene materias perdidas en los primeros semestres (primero a cuarto semestre) entonces el estudiante deserta. El 14.9% de los 6870 estudiantes que ingresaron en las cohortes estudiadas tienen este perfil y el 30.6% del total de desertores cumplen este patrón.

En resumen, los factores predominantes en la deserción estudiantil en la Universidad de Nariño son los académicos, especialmente un promedio bajo y el tener materias perdidas en los primeros semestres de la carrera. Con el fin de determinar los factores socioeconómicos que inciden en la deserción estudiantil, se generaron las reglas de clasificación con una confianza mayor que 75% y con el conjunto de datos T6870A18. Las reglas más representativas de los estudiantes que desertan se muestran en la tabla 5.

Tabla 5. Reglas de clasificación socioeconómicas con el conjunto de datos T6870A18

ANTECEDENTE	Consecuente	Soporte %	Confianza %	Registros por regla
valor_matricula > 381504 & zona_procedencia = SUR	S	2,42	92,02	166
valor_matricula < 100259 & madre = S & genero = M & vive_con_familia = S & tipo_residencia = PROPIA	S	1,37	83,05	94
valor_matricula entre 100259 y 120574 & estado_civil = SOLTERO & madre = S & tipo_residencia = PROPIA & zona_nacimiento = PASTO	S	1,16	79,94	80
valor_matricula < 100259 & madre = S & genero = M & vive_con_familia = S & tipo_residencia = ARRENDADA O ANTICRESADA	S	1,81	79,92	124
valor_matricula entre 234266 y 381504 & madre = S	S	4,73	78,15	325
valor_matricula entre 234266 a 381504 & padre = S	S	5,91	77,34	406

ANTECEDENTE	Consecuente	Soporte %	Confianza %	Registros por regla
valor_matricula entre 234266 y 381504 & madre = N & zona_nacimiento = COSTA	S	2,65	77,34	182
valor_matricula > 381504 & zona_procedencia = COSTA	S	2,14	76,86	147

De acuerdo a las reglas de la tabla 5, los factores socioeconómicos que inciden en la deserción estudiantil son el valor de la matrícula alta (mayor que $381504) medio alta (entre $234266 y $381504), proceder de la zona sur o de la costa Pacífica del departamento de Nariño (Colombia). El hecho de ser soltero, vivir con la madre y ser de la ciudad de Pasto puede incidir también en la deserción.

4. Conclusiones

Al aplicar la técnicas de clasificación con árboles de decisión sobre los datos de los estudiantes que ingresaron a la Universidad de Nariño entre los años 2004 y 2006 con una ventana de observación hasta el 2011, se ha obtenido un patrón común de deserción estudiantil determinado por un promedio bajo y el tener materias perdidas en los primeros semestres de la carrera.

Entre los factores socioeconómicos asociados a la deserción estudiantil están el pagar una matrícula alta que a pesar que este valor es bajo con relación al valor de las matrículas de otras universidades, es alta para el tipo de estudiantes que ingresan a la única universidad pública de la región que son de estratos bajos. La zona de procedencia influye también en la deserción estudiantil. Otros factores académicos asociados a la deserción estudiantil son el promedio de las pruebas icfes bajo. La evaluación, análisis y

utilidad de estos patrones permitirá soportar la toma de decisiones eficaces de las directivas universitarias enfocadas a formular políticas y estrategias relacionadas con los programas de retención estudiantil que actualmente se encuentran establecidos.

Una de las grandes dificultades que se presentó en esta investigación fue la mala calidad de los datos que muchas veces, después del proceso de limpieza, hace que se descarten ciertas variables por la imposibilidad de obtener sus valores y que de alguna manera influye en los resultados de la minería de datos.

Agradecimientos

Este proyecto de investigación se financió con recursos del Sistema de Investigaciones de la Universidad de Nariño.

Referencias bibliográficas

Han, J. and Kamber, M. (2001). Data Mining: Concepts and Techniques. San Francisco (CA, USA): Morgan Kaufmann Publishers, Academic Press. 550 p. ISBN: 1-55860-489-8.

Hernández, O.J., Ramirez, Q.M. and Ferri, R.C. (2005). Introducción a la Minería de Datos. Madrid (España): Pearson Prentice Hall. 656 p. ISBN: 84-205-4091-9.

MEN (2006). Deserción estudiantil: prioridad en la agenda. En: Boletín informativo Educación Superior. No 7 (dic). Bogotá (Colombia): Ministerio de Educación Nacional. p 1. ISSN: 1794-2446.

MEN (2009). Deserción estudiantil en la educación superior colombiana: metodología de seguimiento, diagnóstico y

elementos para su prevención. Bogotá (Colombia): Ministerio de Educación Nacional. 158 p. ISBN: 978-958-691-366-9.

UPN (2005). La deserción estudiantil: reto investigativo y estratégico asumido de forma integral por la UPN. En: Encuentro Internacional sobre Deserción en Educación Superior: experiencias significativas (17-18/05/2005) Bogotá (Colombia): Ministerio de Educación Nacional. http://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-85600_Archivo_pdf3.pdf. Consultado: 15/06/ 2012.

Sattler, K. and Dunemann, O. (2001). SQL Database Primitives for Decision Tree Classifiers. In: The 10th ACM International Conference on Information and Knowledge Management - CIKM, (5-10/11/2001), Atlanta, Georgia (USA): ACM. Proceedings, p. 379-386. ISBN: 1-58113-436-3.

Valero, S. (2009). Aplicación de técnicas de minería de datos para predecir la deserción [en línea]. Izúcar de Matamoros, Puebla (Mexico): Universidad Tecnológica de Izúcar de Matamoros.http://www.utim.edu.mx/~svalero/docs/Mineria Desercion.pdf [consulta: 10/06/2012].

Biografía del autor

Ricardo Timarán Pereira es Doctor en Ingeniería con énfasis en Ciencias de la Computación, Master of Science en Ingeniería, Especialista en Multimedia Educativa e Ingeniero de Sistemas y Computación. Profesor Titular y Director del grupo de investigación GRIAS del Departamento de Sistemas de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Nariño, Colombia.

2

Visualización y métodos kernel: Integra inteligencia natural y artificial

Juan C. Alvarado-Pérez[1,2], Diego H. Peluffo-Ordóñez[3,4] & Roberto Theron[2]

[1] Corporación Universitaria Autónoma De Nariño, Colombia,
[2] Universidad de Salamanca, España
[3] Universidad Técnica de Norte, Ecuador,
[4] Universidad de Nariño, Colombia.
juan.alvarado@aunar.edu.co[1], dhpeluffoo@unal.edu.co[2], theron@usal.es[3]

Resumen

Los enormes volúmenes de datos, generados por la actividad académica, científica, empresarial e industrial, entre muchas más, contienen información muy valiosa, lo que hace necesario desarrollar procesos y técnicas robustas, de validez científica que permitan explorar esas grandes cantidades de datos de manera óptima, con el propósito de obtener información relevante para la generación de nuevo conocimiento y toma de decisiones acertadas.

La robustez y altas capacidades de procesamiento computacional de las maquinas modernas son aprovechadas por áreas como la inteligencia artificial que si se integra de forma holística con la inteligencia natural, es decir, si se combina sinérgicamente los métodos sofisticados de análisis de datos con los conocimientos, habilidades y flexibilidad de la razón humana, es posible generar conocimiento de forma más eficaz. La visualización de información propone formas

eficientes de llevar los resultados generados por los algoritmos a la comprensión humana, la cual permite encontrar tendencias y patrones ocultos de forma visual, los cuales pueden formar la base de modelos predictivos que permitan a los analistas producir nuevas observaciones y consideraciones a partir de los datos existentes, mejorar el desempeño de los sistemas de aprendizaje automático, hacer más inteligibles los resultados y enriquecer la interactividad y controlabilidad por parte del usuario. Sin embargo, la tarea de presentar y/o representar datos de manera comprensible, intuitiva y dinámica, no es un tarea trivial; uno de los mayores problemas que enfrenta la visualización es la alta dimensión de los datos, entendiendo dimensión o como el número de variables o atributos que caracterizan a un objeto. Una solución efectiva son los métodos de reducción de dimensión (RD) que permiten representar los datos originales en alta dimensión en dimensiones inteligibles para el ser humano (2D o 3D). En la actualidad, los métodos *kernel* representan una buena alternativa de RD debido su versatilidad y fácil implementación en entornos de programación. En este trabajo se presenta una breve descripción y forma de uso de un método generalizado conocido como análisis de componentes principales basado en kernel (KPCA).

Palabras claves: Inteligencia artificial, inteligencia natural, kernel PCA, reducción de dimensión.

Abstract.

The large amount of data generated by different activities -academic, scientific, business and industrial activities, among others- contains meaningful information that allows developing processes and techniques, which have scientific validity to optimally explore such information. Doing so, we get new knowledge to properly make decisions.

The robustness and high computational processing capabilities of modern machines are used by areas such as artificial intelligence, if holistically integrates with the natural intelligence, in other words, if is synergistically combines sophisticated data analysis methods as well as the knowledge, skills and flexibility of human reasoning, it is possible to discover knowledge in a more effective way. "Information Visualization" is an efficient way to bring the results generated by the algorithms to human understanding in order to find hidden trends and patterns belonging visually to the predictive model, that allow analysts to produce new observations and considerations from existing data, improving the performance of machine learning systems, making it more intelligible results and improving interactivity and controllability by the user. Nonetheless, the task of presenting and/or represent data in an understandable, intuitive and dynamic way, is not a trivial task, one of the biggest problems that visualization faces is the high dimension -being dimension the number of variables or attributes that characterize an object. An effective solution is the dimensionality reduction methods (RD) that can represent the original, high-dimensional data as a space whose dimension is intelligible to humans (2D or 3D). Currently, the kernel methods represent a good alternative because of their versatility and ability to make RD algorithms easily implementable in programming environments. This paper presents a brief description and method of use of a generalized method, so-called kernel principal component analysis (KPCA).

Keywords: Artificial intelligence, dimensionality reduction, kernel PCA, natural intelligence.

1. Introducción

Los grandes volúmenes de datos que provienen de diversas fuentes y que al ser combinadas pueden generar nuevos conjuntos de datos de estructura inconsistente e impredecible ha creado una nueva era informática llamada *Big Data* (Japkowicz & Stefanowski, 2016) (Sparks, Ickowicz, & Lenz, 2016), la cual conlleva nuevos desafíos en cuanto al análisis eficiente de la información. Si bien es cierto que en cuanto mayor es el tamaño del conjunto de datos, mayor es su riqueza, también es verdad que al incrementar su volumen (alta dimensión y numero registros) se incrementa la dificultad para detectar patrones, ya que las técnicas y métodos de aprendizaje automático (*Machine Learning*) pueden resultar improcedentes al conllevar tiempos de procesamiento muy elevados y/o formular modelos que pueden resultar muy abstractos y de escasa comprensión para los usuarios, sobre todo para aquellos no expertos (Keim, Mansmann, & Thomas, 2009). Intuitivamente, podría pensarse que una alternativa para enfrentar este problema es la representación de los datos en un espacio de dimensión menor que preserve la estructura del espacio original. Este enfoque se conoce técnicamente como reducción de dimensión (RD) (Lee & Verleysen, 2007) que puede aplicarse bajo dos propósitos: Como técnica de preprocesamiento al comprimir los datos (Wang & Zhao, 2016) ya que hace más eficiente la aplicación de algoritmos de *Machine learning* o *Data Mining*, de modo que el rendimiento de un sistema de reconocimiento de patrones puede ser mejorado, y a su vez como técnica de visualización inteligible representa los datos de alta dimensión, en una dimensión perceptible para los humanos (Sedlmair, Munzner, & Tory, 2013).

Las técnicas de RD, en primera instancia, se basaron en métodos lineales de identificación de patrones, los cuales son los más simples de detectar, sin embargo su

simplicidad esta correlacionada con la rigidez del modelo, que puede resultar muy general y de escasa adaptabilidad a nuevos conjuntos de datos. La gran ventaja que presentan las técnicas de reconocimiento de patrones lineales es que resultan muy intuitivas y cercanas a los sistemas de percepción humana (Ware, 2012) y por tanto, es posible modelar la realidad intrínseca de los datos de forma sencilla y significativa. Sin embargo, los conjuntos de datos en el mundo real no siempre se presentan con un comportamiento lineal, de hecho, la mayoría de variables y sus relaciones tienen un comportamiento complejo y caótico por lo que surgieron técnicas para la detección de patrones de naturaleza no lineal. Dichos métodos funcionan de manera muy eficiente en bases de datos de tamaño moderado, no obstante, en aquellas de tamaño considerable, estas técnicas resultan improcedentes, por lo que se hace necesario recurrir a métodos aproximados, los cuales tienen como fundamento procedimientos de optimización convexa que comúnmente llevan a óptimos locales lejanos de la solución óptima. En respuesta y como solución a los diversos problemas de las técnicas tanto lineales como no lineales ha emergido un nuevo enfoque denominado "Aprendizaje basado en kernel" que integra de forma sinérgica lo mejor de los dos preceptos. En esencia dicho enfoque aplica métodos lineales de reconocimiento de patrones a un espacio de muy alta dimensión (en donde los datos son fácilmente separables) y posteriormente los proyecta a un espacio de menor dimensión, lo cual permite reconocer patrones no lineales en un conjunto de entrada. En consecuencia, poseen las ventajas de los algoritmos lineales (sencillez, estabilidad, eficiencia computacional,...) y al mismo tiempo, gozan de la flexibilidad de los algoritmos de detección de patrones no lineales gracias a un cambio en la representación de los datos. Así, el algoritmo en realidad está detectando patrones no lineales en el espacio original

valiéndose de la aplicación de métodos lineales en un espacio de alta dimensión.

En la actualidad muchas áreas del conocimiento utilizan las técnicas de RD espectrales basadas en kernel, por ejemplo: El diagnóstico médico (Hu et al., 2016), datos climáticos (Pulkkinen, 2016) detección de fallos (Liu, Zhang, Yu, & Zeng, 2016) (Chen, Ding, Zhang, Li, & Hu, 2016) reconocimiento biométrico (Ambika, Radhika, & Seshachalam, 2016) bioinformática (Fu, 2014), entre otras. Como se evidencia, los datos de entrada sobre los que se puede aplicar los métodos kernel pueden ser muy diversos, hace que estos sean realmente versátiles. No obstante, su verdadera versatilidad consiste en la gran cantidad de algoritmos que pueden utilizar los métodos kernel, puesto que es aplicable a cualquier procedimiento de aprendizaje no supervisado que tome como punto de partida una matriz de distancias. Actualmente, los métodos de RD se han enfocado en criterios elaborados los cuales están orientados a la preservación de la topología de los datos, representada en una matriz de similitud o afinidad, entre estos métodos podemos encontrar a *Laplacian Eigenmaps* (LE) (Belkin & Niyogi, 2003) y Locally Linear Embedding} (LLE) (Roweis & Saul, 2000), los cuales son de tipo espectral. Otros métodos emergentes tienen una connotación probabilística ya que se basan en divergencias gracias a que la matriz de similitud normalizada puede ser vista como una distribución de probabilidad, entre estos métodos se pueden distinguir *Stochastic Neighbour Embedding* (SNE) (Bunte, Haase, Biehl, & Villmann, 2012), y sus variantes y mejoras, tales como t-SNE que utilizan una distribución t-student y JSE que usa la divergencia de Jensen-Shanon (Lee, Renard, Bernard, Dupont, & Verleysen, 2013). Algunos métodos utilizan criterios de conservación de la varianza y la distancia (Borg, 2005), entre estos métodos encontramos a *Principal*

component analysis (PCA) y *Classical Multidimensional Scaling* (CMDS), respectivamente. Cada técnica kernel posee algunas propiedades particulares que las hacen adecuadas para el análisis de cierto tipo de datos pero inadecuadas para otro, por ejemplo, algunos métodos serán más adecuados para representar una topología global mientras que otros representaran mejor una topología local (Peluffo-Ordóñez, Lee, & Verleysen, 2014). La elección correcta del kernel contribuye al reconocimiento de patrones más adecuado y ajustado a los requerimientos del usuario en torno a su área específica de conocimiento, es decir, la integración holística de la inteligencia natural (IN) con la inteligencia artificial(IA) (Alvarado-Pérez & Peluffo-Ordóñez, 2015) (Alvarado-Pérez, Peluffo-Ordóñez, & Therón, 2015).

El resto del documento se organiza de la siguiente manera: La sección 2 describe la forma de integrar la IA e IN y a su vez la identificación de patrones de forma lineal y no lineal. La sección 3 presenta una aproximación geométrica a la técnica de reducción de dimensión denominada PCA. La sección 4 describe la solución kernel PCA como método de integración. Por último, en la sección 5 se presentan algunos comentarios finales a modo de conclusión y trabajo futuro.

2. Integración holística entre la IA e IN y lo lineal y no lineal

Los patrones son tendencias de información que se repite con alguna regularidad o frecuencia en un intervalo de tiempo y que además poseen ciertas características comunes. Algunos patrones son de tipo lineal, los cuales son los más simples de divisar en un conjunto de datos y se apoyan en las técnicas del álgebra lineal que funcionan de manera muy eficiente en bases de datos de tamaño moderado; no obstante, en bases de datos de tamaño considerable, es decir, de alta dimensión y gran cantidad de registros, dichas técnicas

resultan improcedentes al conllevar elevados tiempos de procesamiento. Una solución emergente fue el desarrollo de métodos aproximadas para la detección de patrones lineales, los cuales tienen como fundamento los procedimientos de optimización convexos (*convex optimization*) (Nguyen Cong, Rivero, & Morell, 2015), que además no generan óptimos locales que afecten a la selección de la solución idónea lejana del óptimo global. La gran ventaja que ofrecen las técnicas de reconocimiento de patrones lineales es que resultan muy intuitivas y cercanas a los sistemas de percepción humana ya que, a partir de ellas, es posible modelar la realidad intrínseca de los datos en base a las relaciones de proporcionalidad entre los mismos las cuales se encuentra profundamente arraigadas en la conceptualización humana y, por tanto, resultan de muy fácil interpretación. Las desventajas aludidas al reconocimiento lineal son: 1) Su sencillez interpretativa está ligada a la rigidez del modelo, 2) los conjuntos de datos no sólo presentan un comportamiento lineal, de hecho, la mayoría de variables y sus relaciones en el mundo real presenta un comportamiento complejo y caótico, por lo que surgieron técnicas para la detección de patrones de naturaleza no lineal.

Por el contrario, en los problemas de detección de patrones no lineales no es posible utilizar las soluciones analíticas por lo que se hace necesario recurrir a procedimientos aproximados. Lamentablemente, dichos procedimientos no gozan de las ventajas que tienen en el reconocimiento lineal, por ejemplo, es común generar óptimos locales lejanos de los óptimos globales, con los problemas que esto puede conllevar a la hora de determinar una solución eficaz. Si se tiene en cuenta lo anterior, se hará necesario el desarrollo de nuevas técnicas con ciertas características particulares como lo son: Eficiencia computacional, que es utilizar adecuadamente los recursos

para lograr el objetivo. Robustez, que es la capacidad del sistema para ser relativamente insensible a la presencia de una cierta proporción de datos erróneos sin que esto afecte su comportamiento de forma significativa. Estabilidad, que es la propiedad de un algoritmo que permite detectar los mismos patrones en bases de datos alternativas, obviando las particularidades y evitando el sobreajuste (*overfitting*). Flexibilidad, permite determinar pautas y relaciones más complejas que las proporcionadas por los rígidos modelos lineales, lo que permite develar modelos caóticos e impredecibles. Sensibilidad, que le permite a un algoritmo ser capaz de detectar patrones diferentes en bases de datos diferentes, esto entra en conflicto con la propiedad de robustez y por tanto se hace necesario dotar de mecanismos de regularización que permitan adecuar tanto la generalización como el sobreajuste a los criterios del analista y a los requerimientos de cada conjunto de datos.

Los patrones detectados deben ser congruentes y significativos para el analista, sin embargo, si en la búsqueda de dichos patrones no se tiene en cuenta un criterio de referencia de lo que se desea encontrar, los resultados pueden ser muy abstractos y lejanos a la interpretación humana. Una forma de solventar esta situación es dotar a los métodos de una capacidad de interacción con el usuario, de tal forma que lo integre de manera activa al proceso de reconocimiento de patrones, en donde el analista puede guiar el proceso limitando el espectro de patrones que espera encontrar, además de minimizar el riesgo de *overfitting*. Por tal razón es imprescindible contar con el conocimiento de un experto en la disciplina a la que corresponde la base de datos objeto de estudio, puesto que al utilizar su criterio se pueden establecer de forma idónea las expectativas de los patrones proclives a ser detectados en su respectiva área de conocimiento, al igual que determinar qué patrones resultarían ilógicos. De esta

manera, es posible adaptar el algoritmo a las condiciones óptimas del contexto de la base de datos analizada.

3. Análisis de componentes principales (PCA), aproximación geométrica

PCA es comúnmente aplicado en la reducción de dimensión de un conjunto de datos que en principio están descritos con un elevado número de variables. El objetivo de este método es encontrar la mejor representación en términos de componentes que brinden la mayor variabilidad de dichos datos en términos de mínimos cuadrados, realizar una proyección que corresponde a la varianza acumulada de cada observación. PCA en realidad no reduce la dimensión, puesto que en esencia las componentes generados deben representar el rango en su totalidad, sin embargo, si se seleccionan las primeros componentes resultantes asociados a los mayores valores propios, es posible reducir la dimensión, retiene aquellos atributos del conjunto de datos que contribuyen más a su varianza, por tanto las características escogidas son las que presentan mayor separabilidad con respecto a la media de los datos. PCA construye una transformación lineal de los datos originales, genera un nuevo sistema de coordenadas, en donde la mayor varianza del conjunto de datos es capturada en el primer eje (denominado primer componente principal), la segunda varianza más grande en el segundo eje, y así sucesivamente; donde la medida de varianza la define una estimación de la matriz de covarianza de los datos. En síntesis, PCA busca minimizar el error cuadrático medio de la proyección de los datos sobre los vectores propios de la matriz de covarianza, sujeto a una condición de ortonormalidad, para encontrar un subespacio del espacio original en el que se encuentran representados los elementos, de dimensión reducida pero que, simultáneamente, permita una adecuada representación de los datos, con la mínima pérdida de información (Figura 1). Antes de aplicar PCA generalmente primero se normaliza y posteriormente se realiza el escalado

de variables para que tenga media cero y rangos de valores comparables.

En términos geométricos, PCA intenta encontrar una superficie de dimensión inferior sobre la que pueda proyectar los datos de modo que la suma de los cuadrados de los segmentos conocida como error de proyección (líneas punteadas en la Figura 1) se minimice.

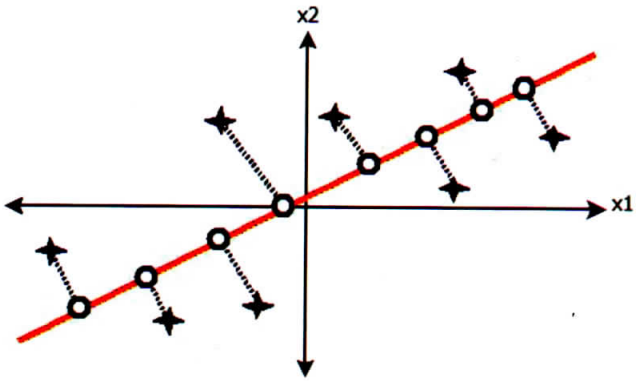


Figura 1: Proyección a un espacio de menor dimensión con el mínimo error.

En este ejemplo, la línea roja (componente 1) en la Figura 1, es la más adecuada para proyectar los datos, puesto que los errores de proyección son mínimos, por el contrario, si se eligiera otra línea de proyección (componente) el error cuadrático aumentaría (Figura 2).

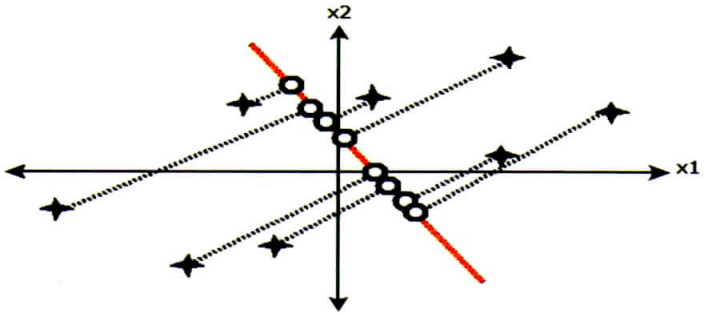


Figura 2: Proyección a un espacio de menor dimensión con alto margen de error.

A través del PCA es posible determinar las componentes de proyección de la distribución de puntos de la matriz de entrada **Y**, el cual tiene p dimensiones y n muestras, cuyo origen se encuentra en $\hat{\mathbf{y}}$, que es el vector medio de y_1, $y_2, \ldots, y_n$. Esto se realiza restando $\hat{\mathbf{y}}$ y calculando la rotación que minimice la suma de distancias a los ejes, o visto de otra manera, que maximice la proyección de los datos sobre los mismos ejes. Es posible rotar los ejes multiplicando cada vector p-dimensional y_i por una matriz ortogonal $\boldsymbol{A}$ asi: $z_i = \boldsymbol{A}\, y_i$. Teniendo en cuenta que $\boldsymbol{A}$ es ortogonal, la distancia al origen no cambia: $\boldsymbol{A}^T \boldsymbol{A} = \boldsymbol{I}$, en consecuencia z_i es realmente una rotación cuyo resultado es el producto interno de **Y**: $z_i^T z_i = (\boldsymbol{A}y_i)^T(\boldsymbol{A}y_i) = y_i^T \boldsymbol{A}^T \boldsymbol{A}\, y_i = y_i^T y_i$. Por tanto, el objetivo es encontrar una matriz ortogonal $\boldsymbol{A}$ que suministre unos nuevos parámetros Z denominados componentes principales, los cuales no deben estar correlacionados, con la intención de que cada componente agrupe un conjunto de variables similares entre sí pero diferentes a las variables de otros componentes, y por tanto cada componente aporta un tipo de información diferente al análisis. Para ello necesitamos que la matriz maestral de covarianzas de Z, $\boldsymbol{S}_z$, sea diagonal.

$$S_z = \boldsymbol{ASA}^{\mathrm{T}} = \begin{pmatrix} s_{Z1}^2 & \cdots & 0 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & \cdots & s_{Zp}^2 \end{pmatrix}$$

Donde $\boldsymbol{S}$ es la matriz muestral de covarianzas de la matriz de entrada $\mathbf{Y}$, la cual es simétrica y ha sido diagonalizada con el empleo de una matriz ortogonal que contiene los vectores propios normalizados de $\boldsymbol{S}$, y consecuencia, la matriz diagonal resultante contiene los valores propios asociados. Teniendo en cuenta, que los datos han sido centrados, es decir, que el centro de masas coincide con el origen de $\mathbb{R}$, el promedio de los productos entre las puntuaciones de los individuos en una pareja de variables es igual a la covarianza entre dichas variables, por tanto: $(\mathbf{Y}^{\mathrm{T}}\mathbf{Y}) = \sum_{i=1}^{l} y_{ij} y_{ij'} = l\, cov(y_{.j'} y_{.j'})$ así $(\mathbf{Y}^{\mathrm{T}}\mathbf{Y}) = l\boldsymbol{C}$ siendo $\boldsymbol{C}$ la matriz de covarianzas, entre las variables de la matriz de entrada $\mathbf{Y}$. La matriz $\mathbf{Y}^{\mathrm{T}}\mathbf{Y}$ es de utilidad para calcular la dispersión de las observaciones en una dirección determinada del espacio vectorial $\mathbb{R}$. En síntesis, el problema se reduce a encontrar la matriz ortogonal $\boldsymbol{A}$ tal que diagonalice $\boldsymbol{S}$.

$$\boldsymbol{A} = \begin{pmatrix} a_1^{\mathrm{T}} \\ a^{\mathrm{T}}{}_2 \\ \vdots \\ a_p^{\mathrm{T}} \end{pmatrix}$$

Los a_i elementos son los vectores propios de $\boldsymbol{S}$ que verifican $a_i^{\mathrm{T}} a_j = \delta ij$ (están normalizados y son ortogonales). Las componentes principales son las nuevas variables $Z_{\mathrm{i}} = a_{ii}^{\mathrm{T}}\, y_{\mathrm{i}}$ tal que, $z_1 = a_{11}y_1 + a_{12}y_2 + \cdots + a_{1p}y_p$. Los valores propios de $\boldsymbol{S}$ serán las varianzas muestrales de las componentes principales, los cuales deben ser ordenados de forma descendente $\lambda_1 > \lambda_2 > \ldots > \lambda_p$. Con la intención de establecer los d λ valores propios más

significantes, donde d es la nueva dimensión a la que se redujo el sistema.

$$\begin{pmatrix} \lambda_1 & \cdots & 0 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & \cdots & \lambda_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} s_{Z1}^2 & \cdots & 0 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & \cdots & s_{Zp}^2 \end{pmatrix}$$

Como se puede observar, PCA en esencia es un problema de descomposición espectral de la matriz $\mathbf{Y}^T\mathbf{Y}$ o, lo que es equivalente, de la matriz de covarianzas $\boldsymbol{S}$; en otras palabras, las matrices $\mathbf{Y}^T\mathbf{Y}$ y $\boldsymbol{S}$ comparten vectores propios y los valores propios de una se pueden obtener muy fácilmente a partir de los valores propios de la otra.

4. Kernel PCA

Como respuesta a los requerimientos anteriormente mencionados y como solución a los diversos problemas de las técnicas lineales y no lineales ha emergido un nuevo enfoque denominado "Aprendizaje con funciones kernel" (Sánchez, Osorio, & Suárez, 2008) que integra diversos mundos de forma sinérgica y holística, es decir, por un lado toma lo mejor del enfoque lineal y del no lineal y por otro lado, gracias a su característica de modularidad también permite integrar los mundos de la inteligencia artificial y la inteligencia natural como un equipo ideal para descubrir nuevo conocimiento. En efecto, los procedimientos de detección de patrones basados en funciones kernel son, en esencia, métodos de detección de patrones lineales aplicados a un espacio de muy alta dimensión y en consecuencia poseen las ventajas de los algoritmos lineales (sencillez, estabilidad, eficiencia computacional...). Al mismo tiempo, gozan de la flexibilidad de los algoritmos de detección de patrones no lineales gracias un cambio en la representación de los datos. A continuación

se describe el procedimiento del Aprendizaje con funciones kernel (Figura 3):



Figura 3: Procedimiento de aprendizaje *kernel* PCA. Se reduce la alta dimensión de los datos de entrada **Y** utilizan métodos espectrales cuyo resultado es la obtención de la matriz **X**, que tiene dimensión inferior.

1) Datos originales: Un conjunto de datos de entrada (*Input Space*) denominado **Y**, $\mathbf{Y} \in \mathbb{R}^{DxN}$ el cual se desea analizar y sobre el que se descubrirán patrones, en donde posiblemente los datos no son separables. No es necesario que este conjunto tenga una estructura algebraica concreta, es decir, puede tener asociado un espacio vectorial o no.

2) Selección: Una función de mapeo que incrusta cada elemento del conjunto de entrada **Y** en un espacio de altísima dimensión $\boldsymbol{\Phi}$: $\phi(\cdot)$: $\mathbb{R}^D \rightarrow \mathbb{R}^{Dh}$

$$\mathbf{y}_i \rightarrow \phi(\boldsymbol{y}_i).$$

El objetivo es hacer que los datos sean fácilmente separables (Figura 4). De esta forma se modifica la representación del conjunto de datos original con el fin de facilitar la tarea de los algoritmos de búsqueda de patrones de tipo lineal. Este nuevo espacio debe tener una estructura algebraica de Espacio de Hilbert (Akhiezer & Glazman, 2013) y estar dotado de un producto escalar: $\phi(\boldsymbol{y}_i)^\top \phi(\boldsymbol{y}_j)$, el cual tiene una dimensión muy elevada (incluso infinita), la cual en principio, puede parecer un gran problema en términos de

eficiencia computacional, ya que aparecía tanto el cálculo de los mapeos y proyecciones por ϕ de los elementos de **Y,** como la búsqueda de patrones, así sean lineales, podría resultar muy costoso. La solución a este inconveniente es recurrir al criterio de Mercer, también conocido como truco kernel (*Kernel Trick*) (Leen, Dietterich, & Tresp, 2001) descrito posteriormente.

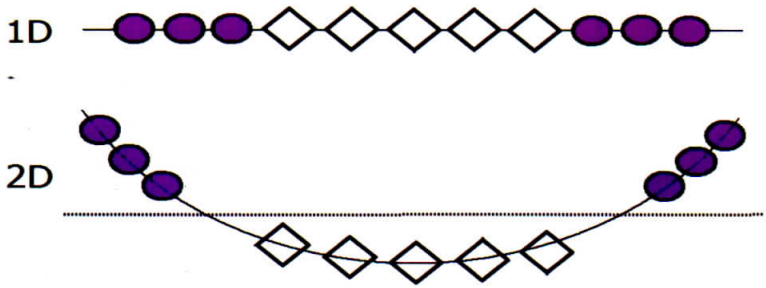


Figura 4: Incrustramiento de 1D a 2d. En primera instancia se tienen los datos dispuesto en una dimensión los cuales son llevados a dos dimensiones en donde son fácilmente separables linealmente (línea punteada).

3) Formación de la matriz kernel: Una función kernel k(·,·) definida sobre el producto cartesiano del conjunto de entrada **Y** consigo mismo $\mathbf{K}: \mathbb{R}^D \times \mathbb{R}^D \rightarrow \mathbb{R}$, que hace corresponder a cada pareja del elementos **Y** el producto escalar en $\boldsymbol{\Phi}$, es decir, el mapeo generado por la función $\phi(\cdot)$, tal que: $\phi(\boldsymbol{y}_i)^{\mathrm{T}}\phi(\boldsymbol{y}_j) = k(\boldsymbol{y}_i, \boldsymbol{y}_i)$, organizado todos los productos escalares en una matriz $\mathbf{K} = [k_{ij}]$, se obtiene la matriz kernel $\mathbf{K} = \boldsymbol{\Phi}^{\mathrm{T}}\boldsymbol{\Phi}$, con la intención de encontrar las medidas de similitud. En síntesis, la función kernel puede ser entendida como una composición del mapeo generado por $\phi(\cdot)$ y de su producto escalar así: $\phi(\boldsymbol{y}_i)^{\mathrm{T}}\phi(\boldsymbol{y}_j)$, de tal forma que para cada pareja de elementos del conjunto **Y** se asigna

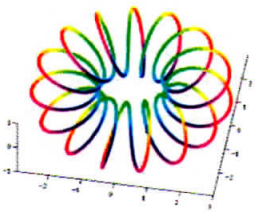
directamente su producto escalar sin necesidad de transitar por el mapeo **Φ**. Así, la función kernel, junto con la versión kernel del algoritmo de búsqueda de patrones lineales y el Teorema de Mercer, permiten prescindir por completo tanto de la matriz de altísima dimensión **Φ** como de la función de mapeo $\phi(\boldsymbol{y}_i)$ que, en muchas ocasiones, ni siquiera se conoce, por tanto, es suficiente con centrar la atención en la función kernel, $k(\cdot,\cdot)$.

4) Algoritmo de reducción de dimensión: Un algoritmo rediseñado en versión kernel que permite detectar patrones lineales en el espacio de altísima dimensión **Φ**, de tal manera que no necesita disponer de los valores concretos de $\phi(\boldsymbol{y}_i)$ $\forall$ $\mathbf{y} \in \mathbf{Y}$ sino tan solo de los productos escalares entre el mapeo de los elementos de **Y**, en otras palabras, $\phi(\boldsymbol{y}_i)^{\mathrm{T}}\phi(\boldsymbol{y}_j)$. Este algoritmo es denominado (KPCA) ya que aplica PCA pero al usar un kernel especifico en lugar de la matriz de covarianza. Como se puede observar, la determinación de un patrón lineal puede llevarse a cabo a partir, exclusivamente, de la información recogida en los productos escalares calculados para todas las parejas de elementos del espacio, los cuales esencialmente, recopilan la información sobre las normas de los elementos del espacio y los ángulos existentes entre ellos. Aunque en el proceso se pierde tanto la información sobre las coordenadas reales de los elementos en el espacio como la orientación del conjunto de datos en el espacio o la alineación de los elementos con las variables originales, sin embargo, generalmente dicha perdida no es relevante en la detección de patrones lineales, se convierte al conjunto de productos escalares en suficiente insumo para la determinación del patrón lineal.

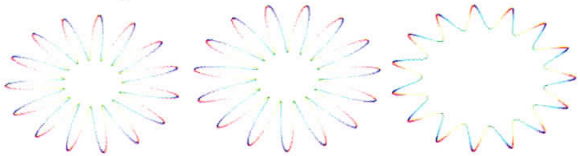
5) Datos de salida: Finalmente se obtiene una matriz de datos reducidos denominada **X**, $\mathbf{X} \in \mathbb{R}^{dxN}$, lo cual significa que la matriz resultante es de dimensión inferior a la de los datos de

entrada **Y**. En este caso al utilizar la técnica kernel de análisis de componentes principales es posible encontrar la dimensión asociada a las componentes que más información aporten al análisis como se explicó en la sección 3 y, por ende, reducir la dimensión.

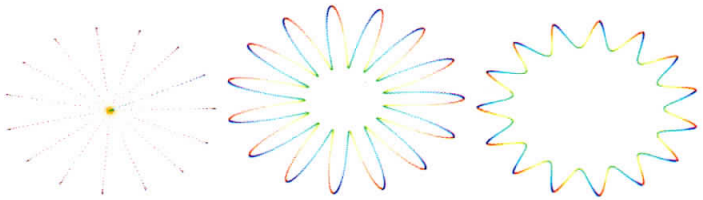
En síntesis, la elección de la función de mapeo $\phi(\cdot)$ hace que los patrones lineales detectados en el espacio de altísima dimensión $\mathbf{\Phi}$ correspondan a patrones potencialmente no lineales en la matriz de entrada **Y**. Así, el algoritmo en realidad detecta patrones no lineales en el espacio original **Y**. Por tanto la elección de la función de mapeo permite la incorporación de conocimiento experto y por tanto, aporta modularidad y adaptabilidad del algoritmo. Sin embargo y gracias al truco del kernel, la delimitación de patrones se traslada de la función de mapeo a la función kernel y es esta la que en realidad determina el conjunto de patrones que el analista puede esperar detectar en los datos de entrada **Y**, por tanto se convierte en la vía real de incorporación de conocimiento experto.



a) Datos de entrada: Toroide



b) LLE c) CMDS d) LE



f) KLLE g) KCMDS h) KLE

Figura 5: Representación en baja dimensión (2D) de los datos de entrada de un toroide (3D) utilizando métodos de reducción de dimensión originales y métodos kernel

En la Figura 5 se muestran los espacios de baja dimensión resultantes de aplicar algunos métodos de RD sobre un conjunto de datos articules que representa un toroide en 3D. Este conjunto de datos es simple y la tarea de reducción consiste, de algún modo, en aplanar el toroide, es decir, generar una representación plana (2D) de dicho toroide conserva la relación entre puntos vecinos en torno a su naturaleza topológica.

5. Conclusiones

En este documento, se presenta un enfoque de integración entre la inteligencia artificial y la natural basado en reducción de dimensión con métodos kernel, establece las ventajas de aplicar técnicas lineales de reconocimiento de patrones en un espacio mapeado de muy alta dimensión, donde los datos pueden ser linealmente separables y posteriormente proyecta los resultados al conjunto original, identifica de esta manera patrones no lineales a partir de técnicas lineales, integra de forma holística las ventajas del reconocimiento lineal y no lineal.

Las técnicas de reducción de dimensión pueden ser utilizadas en el proceso KDD (*Knowledge Discovery in Databases*) en diversas etapas. Como técnicas de preprocesamiento (*Data cleaning*) al eliminar ruido e información duplicada y redundante. También pueden ser consideradas en la etapa de procesamiento (*Data Mining*) como una técnica de descubrimiento de conocimiento en sí misma, al correlacionar exhaustivamente las variables y al develar agrupaciones implícitas (*Clusters*). Y finalmente, también es útil en la etapa de visualización, al llevar la representación de los datos a una dimensión comprensible por la percepción humana (2D O 3D). La aplicación de estos métodos también permite la compresión sustancial de dichos datos, preserva la información más relevante de los mismos mediante la consolidación de las componentes principales.

Como trabajo futuro, se propone la exploración de nuevos enfoques de aprendizaje basados en múltiples kernel mediante la combinación lineal parametrizada, enfocada a alcanzar un buen equilibrio entre la preservación de la estructura de datos (topología) y la visualización inteligible de los mismos.

Bibliografía

Akhiezer, N. I., & Glazman, I. M. (2013). *Theory of Linear Operators in Hilbert Space*. Courier Corporation.

Alvarado-Pérez, J. C., & Peluffo-Ordóñez, D. H. (2015). Artificial and Natural Intelligence Integration. En *Distributed Computing and Artificial Intelligence, 12th International Conference* (pp. 167–173). Springer.

Alvarado-Pérez, J. C, J. C., Peluffo-Ordóñez, D. H., & THERÓN, R. (2015). Bridging the gap between human knowledge and machine learning. *ADCAIJ: Advances in Distributed Computing and Artificial Intelligence Journal*, *4*(1), 54–64.

Ambika, D., Radhika, K., & Seshachalam, D. (2016). Periocular authentication based on FEM using Laplace–Beltrami eigenvalues. *Pattern Recognition*, *50*, 178–194.

Belkin, M., & Niyogi, P. (2003). Laplacian eigenmaps for dimensionality reduction and data representation. *Neural computation*, *15*(6), 1373–1396.

Borg, I. (2005). *Modern multidimensional scaling: Theory and applications*. Springer.

Bunte, K., Haase, S., Biehl, M., & Villmann, T. (2012). Stochastic neighbor embedding (SNE) for dimension reduction and visualization using arbitrary divergences. *Neurocomputing*, *90*, 23–45.

Chen, Z., Ding, S. X., Zhang, K., Li, Z., & Hu, Z. (2016). Canonical correlation analysis-based fault detection methods with application to alumina evaporation process. *Control Engineering Practice*, *46*, 51–58.

Fu, Y. (2014). Kernel Methods and Applications in Bioinformatics. En N. Kasabov (Ed.), *Springer Handbook of Bio-/Neuroinformatics* (pp. 275-285). Springer Berlin Heidelberg. Recuperado a partir de http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-30574-0_18

Hu, C., Sepulcre, J., Johnson, K. A., Fakhri, G. E., Lu, Y. M., & Li, Q. (2016). Matched signal detection on graphs: Theory and application to brain imaging data classification. *NeuroImage*, *125*, 587–600.

Japkowicz, N., & Stefanowski, J. (2016). A Machine Learning Perspective on Big Data Analysis. En *Big Data Analysis: New Algorithms for a New Society* (pp. 1–31). Springer.

Keim, D. A., Mansmann, F., & Thomas, J. (2009). Visual Analytics : Scope and Challenges, *4404*(4404), 76-90.

Lee, J. A., Renard, E., Bernard, G., Dupont, P., & Verleysen, M. (2013). Type 1 and 2 mixtures of Kullback-Leibler divergences as cost functions in dimensionality reduction based on similarity preservation. *Neurocomputing*.

Lee, J. A., & Verleysen, M. (2007). *Nonlinear Dimensionality Reduction*. Springer Science & Business Media.

Leen, T. K., Dietterich, T. G., & Tresp, V. (2001). *Advances in Neural Information Processing Systems 13: Proceedings of the 2000 Conference*. MIT Press.

Liu, Y., Zhang, Y., Yu, Z., & Zeng, M. (2016). Incremental supervised locally linear embedding for machinery fault diagnosis. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, *50*, 60–70.

Nguyen Cong, B., Rivero, J. L., & Morell, C. (2015). Aprendizaje supervisado de funciones de distancia:

estado del arte. *Revista Cubana de Ciencias InformÃ!`ticas*, *9*, 14-28.

Peluffo-Ordóñez, D. H., Lee, J. A., & Verleysen, M. (2014). Recent methods for dimensionality reduction: A brief comparative analysis. En *European Symposium on Artificial Neural Networks (ESANN)*. Citeseer.

Pulkkinen, S. (2016). Nonlinear kernel density principal component analysis with application to climate data. *Statistics and Computing*, *26*(1-2), 471–492.

Roweis, S. T., & Saul, L. K. (2000). Nonlinear dimensionality reduction by locally linear embedding. *Science*, *290*(5500), 2323–2326.

Sánchez, L. G., Osorio, G. A., & Suárez, J. F. (2008). Introducción a kernel ACP y otros métodos espectrales aplicados al aprendizaje no supervisado. *Revista Colombiana de Estadística*, *31*, 19–40.

Sedlmair, M., Munzner, T., & Tory, M. (2013). Empirical guidance on scatterplot and dimension reduction technique choices. *Visualization and Computer Graphics, IEEE Transactions on*, *19*(12), 2634–2643.

Sparks, R., Ickowicz, A., & Lenz, H. J. (2016). An Insight on Big Data Analytics. En *Big Data Analysis: New Algorithms for a New Society* (pp. 33–48). Springer.

Wang, L., & Zhao, C. (2016). Dimensionality Reduction and Compression Technique of HSI. En *Hyperspectral Image Processing* (pp. 257–281). Springer.

Ware, C. (2012). *Information Visualization: Perception for Design*. Elsevier.

Biografía del Autor

Juan Carlos Alvarado Pérez.- Procedencia: Colombia. Tecnólogo en automatización electrónica (Universidad Mariana, Colombia), Ingeniero de Sistemas (Universidad Nariño, Colombia), Máster en Sistemas Inteligentes (Universidad de Salamanca, España), Estudiante de Doctorado (Universidad de Salamanca, España), Docente investigador y coordinador de la red RENATA(Universidad Cooperativa de Colombia). Actualmente se desempeña como docente investigador en la Corporación Universitaria Autónoma De Nariño, Colombia. Las Principales áreas de investigación son: Reconocimiento de patrones, aprendizaje automático, visualización de información y minería de datos.

3

Herramientas digitales para la promoción de servicios del sector hotelero en la ciudad de Tulcán

Jorge Miranda, Luis Patiño, Edison Caza
Universidad Politécnica Estatal del Carchi (UPEC)
jorge.miranda@upec.edu.ec, luis.patinio@upec.edu.ec,
edison.caza@upec.edu.ec

Resumen

La presente investigación se centró en el análisis de los sitios web de los principales hoteles de la ciudad de Tulcán; a través de encuestas y entrevistas a clientes y administradores, se identificaron los elementos más relevantes e inconvenientes con el uso de páginas web y herramientas digitales para publicitar sus servicios; se pudo concluir, que dos cuentan con páginas web para su promoción, mismas que no mantienen actualizados sus datos; esto dio una idea clara de que el entorno hotelero de la ciudad no está acorde a los avances de la tecnología y realidad actual; es por esto, que el presente proyecto se encaminó a verificar mediante una metodología desarrollada, la calidad de información con que los hoteles de la ciudad de Tulcán realizan su marketing y publicidad, que permita plantear soluciones digitales para mejorar el número de visitas a los mismos.

Palabras Claves:
Herramientas digitales, página web

Abstract

This research focused on the analysis of the websites of the major hotels in the city of Tulcan , through

comercial la cual esté disponible con datos exactos y relevantes a los visitantes nacionales y extranjeros, de esta manera se necesita dar al turista toda la información de la misma ya sea a través de folletos, trípticos, páginas web y herramientas digitales para facilitar su estancia, facilidades relacionadas con disponibilidad de habitaciones, precio, tipos, ubicación de hoteles, lugares donde alimentarse, menús que ofrecen los restaurantes y sitios específicos que visitar dentro de la ciudad. Otros países de Latinoamérica como es el caso de Argentina han desarrollado aplicaciones web donde se concentra la información de relevancia del sector hotelero facilitando a sus visitantes la selección de un hotel para su estancia en ese país.

El presente estudio pretende ser un primer acercamiento a la presencia del sector hotelero de la ciudad de Tulcán en Internet y a su capacidad competitiva en la Red.

2. Materiales y Métodos

Para la presente investigación se realizaron cuestionarios y se aplicaron a administradores, empleados y clientes de los hoteles de la ciudad y luego de un proceso estadístico, se obtuvieron los resultados para realizar el respectivo análisis.

3. Resultados y la discusión

Población

La población de estudio comprende:

Empleados	24
Clientes	2345
Gerentes de Hoteles	4
Población	2373

El muestreo se aplicó clientes de los hoteles dada su cantidad, se decidió realizar encuestas a la totalidad de

empleados, entrevistas a los gerentes ya que su número no era considerable.

Población y muestra

La muestra es de tipo probabilística aleatoria, su cálculo se realizó en base a la siguiente fórmula:

$$\mathbf{n = \frac{N.\delta^2.z^2}{(N-1).E^2 + \delta^2.z^2}}$$

En donde:

- n = muestra
  N = población
  δ= 0,05
  z = 1,96
  E = margen de error entre 1% y 9%.

Siendo:

E = 5%
n = 2345

Se obtiene:

Clientes = 71
Empleados = 41
Gerentes = 4

Tabla 1: Muestra

HOTEL	Muestreo Clientes
CONFORT	16
TORRES DE ORO	19
LUMAR	17
Sara Espíndola	19
Total	**71**

Autor: Investigadores

A continuación se presenta una metodología que sirvió para el análisis de las páginas web del sector hotelero.

4. Metodología aplicada al diseño de páginas web

La metodología para evaluar la calidad de páginas web del sector Hotelero de la ciudad de Tulcán, se encuentra divida en:

- Comunicación
- Tecnología
- Diseño y Desarrollo
- Promoción
- Comercialización.

4.1 Comunicación

Se toma en cuenta dentro de comunicación:

- Logotipo – Marca: El producto se vende por la marca y si impacta será identificada solo con verla.
- Idioma: Mínimo dos Idiomas, en el mundo globalizado es importante.
- Categoría: Si es 3,4 o 5 estrellas.
- Características del Establecimiento: Información que presenta, servicios que ofrece.
- Información textual: Legible y Clara.
- Fotografía:Imágenes de Alta Calidad.
- Diseño Web: Qué generación pertenece a la Web 1.0, Web 2.0
- Vínculos de Interés: Lo que el visitante le gustaría saber a través de la página relacionado al turismo y hotelería.
- Marketing Relacional: Que exista boletín de noticias sobre las actividades que se lleva a cabo en el hotel, informativos que lleguen del hotel al correo de cada cliente.

4.2. Tecnología

- Ventanas Alternativas: "windows pop-up". Elementos emergentes que permitan acceder a información primordial de la página en forma directa.
- Efectos para realzar la página: Estos pueden ser diseños flash que sirven para mejorar la presentación y atraer visitas.
- Videos y Sonido: Aquí presentamos información visual del Hotel, sitios de interés para visitar entre otras, dando así una aplicación con características Web 2.0.
- Panorámicas VR Fotografía Inversiva: Son fotos que se toman de forma seguida en un entorno de 360 grados, a continuación por medio de un programa se une las fotos y se puede tener una panorámica de todo el sector.
- Animaciones Flash: Normalmente presentados al iniciar la página que permite impactar por sus características y diseño profesional.
- Página desarrollada en: Interesa saber en qué programa se lo hizo, puede ser desarrollado en: Html, Php, utilizar administradores como joomla, drupal wordpress, entre otros.

4.3 Diseño y desarrollo

- Fondo: Imágenes diseñadas para mejorar el atractivo de la página.
- Tipografía: Tipo de letra acorde a la página utilizando tamaño, espacio, color, inclinación.
- Tablas: Su adecuada utilización organiza imágenes, grupos de objetos o información clasificada.
- Animaciones: Pueden ser en recuadros pequeños realizados en flash, gifs.
- Contador de visitas: Esto permite saber la cantidad de personas que han ingresado a una página, este tipo de

contadores no suma si la persona ingresa varias veces en un mismo día, solo lo realiza el conteo una vez.

- Diseño: Es la parte fundamental en la publicidad del hotel, la presentación en general, ubicación de las opciones, colores, tipos de letra; un cliente se siente atraído por lo que visualiza en su contexto, después se dirige por su contenido.
- Arquitectura de la Web: Cuando su diseño al iniciar presenta un punto focal el cual es aprovechado por el diseñador para presentar las fortalezas y oportunidades que tiene el hotel sobre sus competidores.

4.4 Promoción

- Dirección Web: Si es propio, gratuito o simplemente una noticia dentro de agencias de publicidad hotelera.
- Etiquetas de Posicionamiento en los buscadores: Palabras claves para localizar al sitio en buscadores.
- Descripción de la Etiqueta en el buscador: Al posicionar la página o describir la información dentro del sitio hay que mencionar la ventaja competitiva del hotel.

4.5. Comercialización

- Formulario/e-mail, Fax, Teléfono
- Tiempo real a través de Internet o una Central de Reservas

4.6 Valoración

Se valora cada grupo en la siguiente escala:

Excelente:	4 puntos
Muy Bueno:	3 puntos
Bueno:	2 puntos
Malo:	1 puntos

Grupos:

- Comunicación, Tecnología, Diseño y Desarrollo, Promoción, Comercialización.

Dentro de cada grupo sus ítems podrán ser valorados también con la misma escala, pero al final se sumara cada ítem y se promediará para el grupo.

A continuación se presenta los grupos y escala de valoración, ítems sobre 4 excepto comercialización que se valorará sobre 1 cada ítem y se sumará sin promediar.

Escala de valoración:

Tabla 2: **Escala de valoración**

Excelente	Muy Bueno	Bueno	Malo
4	3	2	1

Fuente: Propuesta investigadores
Autor: Investigadores

Puntuación Máxima: 20
Página Aceptada por los clientes: Entre 16 y 20 puntos
Página poco vista: Entre 10 y 15 puntos
Página que necesita ser cambiada: Entre 0 y 9 puntos

5. Conclusiones

- ✓ La falta de conocimiento del potencial de publicitarse por Internet por parte de los gerentes y administradores hoteleros, no ha permitido desarrollar la industria utilizando este medio tecnológico.
- ✓ Los clientes no visitan la página web de forma seguida, porque saben que encontraran la misma

información que existía hace varias semanas o meses atrás.

- ✓ Varios hoteles de la ciudad no se han preocupado de crear su página web y solo se han publicitado por medio de páginas hoteleras como anuncios.
- ✓ Los resultados obtenidos en el análisis de cada una de las páginas, confirma el mal uso del Internet por parte del sector hotelero de la ciudad de Tulcán, existiendo graves problemas de desequilibrio entre la imagen real de los establecimientos y la imagen virtual percibida por el internauta.
- ✓ El Internet actualmente es un nuevo canal de promoción, comercialización y distribución de productos y servicios hoteleros de bajo costo y de un resultado positivo inmediato.
- ✓ El marketing turístico y hotelero va a sufrir un cambio radical en los próximos años provocado por la universalización del uso de Internet en la industria turística, caracterizada por el uso intensivo de la información que emplea todos los medios de comunicación a su alcance para llegar al potencial visitante y que obligará a redefinir los modelos promocionales y de comercialización actuales de acuerdo a los nuevos hábitos de contratación de la demanda turística.

6. Recomendaciones

- ✓ Realizar cursos dirigidos a gerentes y administradores sobre marketing web enfocados al sector hotelero.
- ✓ Realizar cambios en casi la totalidad de las páginas enfocando a un entorno Multimedia e interactividad (web 2.0), esto permitirá que sea un vínculo más cercano entre los clientes y sus futuros lugares de

desplazamiento para pasar vacaciones o sirva de estadía cómoda para cualquier visitante.

- ✓ Desarrollar una industria hotelera consolidada, creando una organización de marketing web, que permita atraer nuevos mercados tanto nacionales como extranjeros.
- ✓ Tener suscripción a redes sociales como Facebook, twiter, entre otros, que permitirá conocer los gustos de sus clientes y poder ser más competitivos.
- ✓ Publicitar en las páginas Web no solo los servicios que ofrece el hotel, sino los atractivos turísticos y seguridades del sector.

Referencias bibliográficas

1. POSSO, Miguel. (2009): Metodología Para El Trabajo de Grado, Nina Comunicaciones, Quito, Ecuador
2. ACKOFF, Russel L. (2000). Planificación de la Empresa del Futuro, Editorial Limusa, México
3. ACKOFF, Russell L. (1994). Un Concepto de Planificación de Empresas, Editorial Limusa, México
4. ARGENTI, John (1970). Planificación de la empresa, Oikos - tau Ediciones, España.
5. BARRANCO, Francisco J. (1993). Planificación Estratégica de Recursos Humanos: Del Marketing Interno a la Planificación, Ediciones Pirámide, España
6. BROOKE, Michael Z. y MILLS, Williams (2000). El Ejecutivo Visionario: Planeación Estratégica para los Líderes de los Nuevos Negocios, Editorial McGrawHill, España

7. CORREDOR, Julio (2001). La Planificación Estratégica: Bases Teóricas para su Aplicación, Vadell Hermanos Editores, Venezuela.

8. LARIS, F. (1999). Estrategias para la Planeación y el Control. Editorial Trillas.

9. MIRANDA, J. CAZA, E. PATIÑO, L. (2013). Gestión Hotelera en la Comercialización de las ofertas y servicios empleando Internet Web 2.0 en la ciudad de Tulcán. Tulcán.

10. PINTO, Roberto (2000). Planeación Estratégica de Capacitación Empresarial, Editorial McGrawHill, México

11. RODRÍGUEZ, J. (2001). Como Aplicar la Planeación Estratégica a la Pequeña y Mediana Empresa, México.

12. STEINER, George A. (2000). Planeación Estratégica: Lo que Todo Director Debe Saber, CECSA, México

13. http://www.planning.com.co

14. http://www.hotelesecuador.com/

15. http://neuromarca.com/neuromarketing/

16. http://www.redessociales.es/que-son-las-redes-sociales/

17. http://www.maestrosdelweb.com/editorial/queeswiki/

18. http://www.soloturismo.info/?p=28

Biografía del autor

JORGE MIRANDA REALPE es Ingeniero en Sistemas Computacionales por la Universidad Técnica del Norte, Ibarra-Ecuador. Magister en Desarrollo de la Inteligencia y

Educación por la Universidad Católica del Ecuador, Ibarra-Ecuador. Master en Desarrollo Integral en destinos turísticos por la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, España. Diplomatura en Emprendimiento EAFIT –Colombia. Certificado Internacional como Experto en Procesos Elearning, Certificado Internacional en el Manejo de Medios Digitales. Miembro activo de Fundación para la Actualización de Tecnologías en Latinoamérica (FATLA). Miembro de la Asociación Mundial de Tutores. Docente Universitario desde hace 15 años en diferentes Universidades del País. Ex - Director del Centro de TICs-UPEC. Docente Titular Auxiliar TC en la Carrera de Administración de Empresas y Marketing de la UPEC desde 2011.

4

Diseño e implantación de una herramienta virtual para formular, desarrollar y evaluar trabajos de lenguajes de programación para la Escuela de Ingeniería de la PUCE-SI

Juan Carlos Armas Cárdenas
Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra
Carrera de Ingeniería en Sistemas
jcarmas@pucesi.edu.ec / jcarmas1972@gmail.com

Resumen

Para apoyar el proceso de enseñanza aprendizaje desarrollando competencias, habilidades y buenas prácticas es necesario un instrumento didáctico que permita formular, validar y evaluar tareas, trabajos y deberes de lenguajes de programación. El instrumento propuesto está estructurado aplicando la plantilla de Caso de Uso para especificación (LHARMAN, 2003), Casos de Prueba Unitaria (SOMMERVILLE, 2005) para la validación y la evaluación a través de una Rúbrica académica (ALSINA Masmitja, 2013) que refleje el modelo de calidad de software ISO 9126 (ABUD Figueroa, 2014). La herramienta virtual está desarrollada en Lenguaje PHP v5.5.12, respaldada en un diseño de datos sobre MySQL v5.6.17 y servida desde Apache v2.4.9. Puede ser instalada en un ambiente x64, las pruebas de implantación se realizaron en un escenario Ethernet 10/100/1000, Svr. WinServer 2008, Mozilla Firefox v42.0, siendo todas exitosas.

En la plataforma el docente puede especificar de forma detallada, estricta y técnica una tarea a sus estudiantes

completando un formato de Caso de Uso, luego define los casos de prueba unitaria y asocia esa tarea con una rúbrica académica diseñada en función de las características de la Norma ISO 9126.

El estudiante en cambio puede leer, conocer la especificación exacta de una tarea revisando en su cuenta y tomar una copia de la rúbrica asociada para ser evaluado posteriormente. Es capaz de agregar documentación técnica relacionada. El docente es quien evalúa la tarea del estudiante en su copia de rúbrica.

Palabras claves: Caso de uso, prueba unitaria, didáctica, programación, calidad de software, ISO 9126, rúbrica, evaluación de software, validación de software.

Abstract

To support the teaching-learning process to develop competencies, skills and best practices an educational tool that allows formulate, validate and evaluate tasks, jobs and duties of programming languages is required. The proposed instrument is structured to apply the use case template specification (LHARMAN, 2003), unit test cases (SOMMERVILLE, 2005) for validation and evaluation through an academic rubric (ALSINA Masmitja, 2013) to reflect the software quality model ISO 9126 (ABUD Figueroa, 2014). The virtual tool is developed in PHP language v5.5.12, over a design data MySQL v5.6.17 and served from Apache v2.4.9. It can be installed in an environment x64, implantation tests were performed on a 10/100/1000 Ethernet, Svr stage. WinServer 2008, Mozilla Firefox v42.0, all being successful.

On the platform the teacher can specify in detail, strict and technical task to students completing a use case format, then define the unit test cases and the academic rubric associated with the task designed according to the characteristics of the ISO 9126.

Instead the student can read the exact specification of a task reviewing your account and make a copy of the associated rubric to be evaluated later. It is able to add technical documentation related. The teacher is the one who evaluates the work of the student in your academic rubric copy.

Keywords: Use Case, unit test, didactic, programming, software quality, ISO 9126, academic rubric, software evaluation, software validation.

I. Introducción

Uno de los ejes transversales de la profesión de ingeniero de sistemas es la programación en lenguajes de computador. Esta competencia se desarrolla a través de todo el periodo que el estudiante cursa en las aulas universitarias, siendo en los primeros niveles donde se inicia su desarrollo mediante tareas, deberes, trabajos, micro-proyectos o talleres, pero en varios casos se ha buscado que el estudiante aplique el razonamiento lógico sin tomar en cuenta otros aspectos inherentes tales como: la especificación técnica del artefacto, la validación y su evaluación como elemento pedagógico.

Podría mencionarse algunas implicaciones que se presentan cuando el estudiante interpreta el requerimiento de tarea del docente, por ejemplo: la exactitud de funcionalidad del artefacto, el alcance y dominio de su validación funcional, sus características no funcionales y, cuáles son los parámetros

de su evaluación académica. Esto no contribuye al desarrollo integral de la competencia de programación en lenguajes de computador, inclusive puede generar un estado de stress en el estudiante.

Por otra parte, el docente que formula una tarea de lenguajes de programación debe plantearse un objetivo pedagógico que integre todas las habilidades, prácticas y procedimientos que ella puede cubrir, por ejemplo: la especificación del requisito en un formato estandarizado, la generación de casos de prueba que permita validar el producto a su entrega o sustentación y una rúbrica académica de evaluación orientada a productos de software.

La Figura 1 puede esquematizar de cierta forma el problema de la interpretación de requerimiento de producto de software, por consecuencia, su validación y, en el ámbito académico, la dificultad que esto genera para evaluar un producto que no responde a lo solicitado.

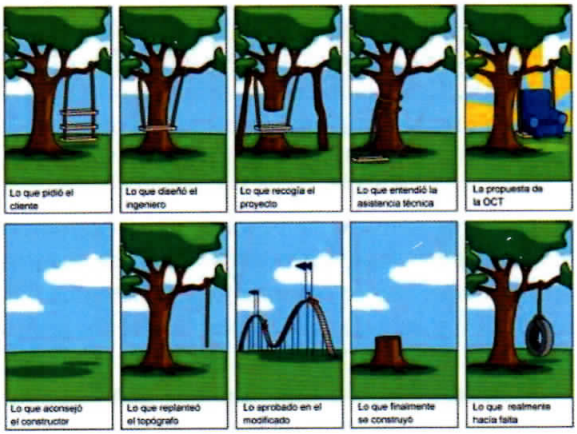


Figura 1: Visión de software
Fuente: LETELIER, Patricio (14 de diciembre de 2011) , agilismoatwork.blogspot.com, recuperado el de diciembre de 2015, de http://agilismoatwork.blogspot.com/2011/12/gestion-de-requisitos-agil.html

Lo expuesto puede conllevar algunos aspectos no favorables en las habilidades, costumbres y definitivamente puede afectar las competencias técnicas del futuro profesional en vista que solo desarrolla el razonamiento lógico, el conocimiento del lenguaje y la herramienta de desarrollo pero se deja de lado algunos requerimientos de la demanda laboral como la documentación, el apego a normativas estandarizadas, el ciclo de vida de software, la validación de las funcionalidades del software y la implicación de los requisitos no funcionales. Esto sin mencionar que los docentes de niveles superiores deben re enseñar el procedimiento de creación de artefactos de software desde la perspectiva de producto de ingeniería.

El objetivo central de esta investigación es diseñar e implantar una herramienta virtual para formular, desarrollar y evaluar trabajos de lenguajes de programación para la Escuela de Ingeniería de la PUCE-SI que permita apoyar competencias profesionales del área, formalizar su evaluación y garantizar la calidad de los productos de software creados por los estudiantes.

II. Materiales y Métodos

La investigación realizada se clasifica como descriptiva, aplicada y tecnológica; la construcción de la plataforma virtual obedece al ciclo de vida de desarrollo de software fundamentada en la descripción de la base teórica que soporta el producto final. Al ser un producto orientado a la Escuela Ingeniería de la PUCE-SI, la población se describe en la Tabla 1.

Tabla 1. Población Escuela de Ingeniería de la PUCE-SI

DESCRIPCION	CANTIDAD
Docentes de materas de Programación	6
Estudiantes en el periodo Marzo – Agosto 2015	94
Total	100

Fuente: Distributivo de docentes y Registro de Estudiantes matriculados de la Escuela de Ingeniería de la PUCE-SI
Autor: Juan Carlos Armas Cárdenas

Debido al tamaño de la población no se determina la muestra ya que los instrumentos de recopilación de datos se aplicó a toda la población, siendo estos: la entrevista, la encuesta y la lectura comprensiva de la documentación académica reglamentaria de la Escuela de Ingeniería de la PUCE-SI. En este sentido, se aplicó la técnica de la entrevista, la encuesta y la lectura comprensiva. El proceso de recolección de información se realizó en el periodo mayo a julio de 2015

La Tabla 2 describe los elementos que se utilizaron en el desarrollo de la plataforma virtual:

Tabla 2. Listado de elementos utilizados en el desarrollo de la plataforma virtual

HERRAMIENTAS	MATERIALES	INSUMOS
Computador	Esferográficos, lápices.	1500 hojas papel bond A4.
Impresora de inyección		1 bote recarga de tinta color negro.
Servidor de datos: MySQL v5.6.17.		Servicio de internet

Lenguaje de Negocios: PHP v5.5.12.		
Web server: Apache v2.4.9.		
Framework desarrollo: PHPRunner Enterprise v6.2 Build 14199.		
Suite Diseño BDD / Documentación: Sybase Power Designer Shell v16 x32, Bizagi Modeler v2.5.11 x32 June/14/2013.		
Suite Gestión BDD: SQLYog Ultimate MySQL GUI v9.63 2012.		

Fuente: Elaboración del autor.
Autor: Juan Carlos Armas Cárdenas

III. Resultados y Discusión

Se ha construido el marco teórico de la investigación sustentada en una serie de estándares de la industria del software, bibliografía seleccionada de autores reconocidos en dicha industria junto con el análisis y la perspectiva del autor.

Se realizó el diagnóstico en la población buscando determinar el problema y su pertinencia para que sirvan de guía en la elaboración de la propuesta de la solución de software.

En función del problema se inicia el ciclo de vida de desarrollo de software, se obtiene la Historia de Usuario que determina la Especificación de requisitos, tanto de sistemas como de software, ambos bajo las normativas IEEE 1362 e IEEE 830. En lo referente al Diseño, se detalla el proceso con notación BPMN se aplica el Modelo de Krutchen para definir las vistas del producto en notación UML, el modelo de datos es relacional en 3NF y el detalle de las funcionalidades en

formularios basados en la plantilla de Caso de Uso de Craig Lharman. El producto se implementa aplicando prácticas de Programación Extrema y Pruebas Unitarias y Modulares.

Se elabora una Referencia Operativa como guía para el usuario Administrador, Docente y Estudiante, cabe mencionar que la guía es intuitiva en vista que la arquitectura de la plataforma virtual obedece al Modelo Vista Controlador, es decir, guiada por los roles de cada usuario en este caso.

Se realiza el Análisis Prospectivo de Impactos en función de los proyectados en el Plan de Trabajo de Grado, el resultado se muestra en la Tabla 3.

Tabla 3. Resumen del Análisis de Impactos del proyecto

IMPACTO	VALORACION	CALIFICACION
Educativo	2.83	ALTO POSITIVO
Tecnológico	2.60	ALTO POSITIVO
Social	2.67	ALTO POSITIVO
General	3.00	ALTO POSITIVO

Fuente: Elaboración del autor.

Autor: Juan Carlos Armas Cárdenas

5

Caracterización de prácticas de software CMMI – DEV y su representación mediante la iniciativa SEMAT en el programa de Ingeniería de Sistemas en la Universidad de Nariño

Sandra Marleni Vallejo Ch. Manuel Ernesto Bolaños G.
Alexander Barón S.
Departamento de Sistemas, Universidad de Nariño, Pasto, Nariño, Colombia
sandravallejo@udenar.edu.co,
mbolanos@udenar.edu.co, abaron_98@udenar.edu.co

Resumen

El proyecto propone describir las prácticas de software haciendo uso del modelo CMMI-Dev y representarlas a través de la iniciativa Semat. El contexto de trabajo es el área de Ingeniería de Software del programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad de Nariño. Primero se identifican criterios de selección de una práctica y son: Incorporar conocimiento, analizar tendencias de la actividad, reconocer la importancia del proceso de calidad, alcanzar objetivos del negocio y satisfacer los objetivos de negocio. Los criterios aplicados demuestran que la práctica de software con relevancia significativa en el modelo CMMI-Dev es el Desarrollo de Requisitos. Al reconocer la práctica a trabajar se conformó el equipo de desarrollo, quienes abordaron una necesidad real planteada por los interesados y se inició con el trabajo de reconocimiento y desarrollo de requisitos haciendo uso de instrumentos de documentación y manejo de alfas que presenta Semat. Los resultados de este proyecto son valiosos tanto para el entorno académico, porque establece una técnica

para la identificación de prácticas, como para el entorno empresarial ya que las soluciones que se generan en la academia repercuten positivamente en el sector organizacional incrementando niveles de calidad y procesos de mejoramiento haciendo uso de estrategias y técnicas validadas al interior de la misma.

Palabras clave: *CMMI-Dev, Semat, práctica de software, requisito*

Abstract

The project proposes to describe the practices of software making use of CMMI-Dev and represent through the Semat initiative. Working context is the Engineering of Software at Systems Engineering Program at the University of Nariño. First, it is important to identify the selection of criteria in a practice: integrate knowledge, analyze activity trends, recognize the importance of process quality, while meeting business goals and business objectives. The applied criteria which demonstrate the practical software with significant relevance in the CMMI-Dev is the Requirements Development. Recognizing work practice development team, who addressed a need for stakeholders and raised real necessity and began with the work of recognition and development of requirements using instruments documentation management and tool alphas presenting in Semat. Results of the project are valuable for both academia and business environmental, because it provides a technique for practices identification, and for the business environment because solutions generated in academia have a positive impact on organizational sector by increasing levels of quality and improvement processes using validated strategies and techniques within it.

Keywords: *CMMI-Dev, Semat, practice software requirement*

1. Introducción

La importancia de identificar prácticas de software a partir de criterios técnicos permite que la aplicación de las mismas en un entorno real a través de proyectos de desarrollo de software, tenga una base sólida de conocimiento científico e ingenieril, al permitir el establecimiento de buenas prácticas en contextos empresariales y contar con instrumentos que permitan evidenciar la calidad en las organizaciones.

Alrededor del mundo se tienen cantidad de estrategias, técnicas y herramientas para construir y desarrollar software con características de calidad, sin embargo se ha considerado la idea de redefinir dichos procesos con el fin de tomar un solo camino a través del establecimiento de la iniciativa Semat, la cual orienta una serie de elementos al proceso de construcción de software, teniendo como aspectos clave el manejo de alfas y sus estados.

Los anteriores elementos permiten establecer que: el contar con criterios de selección para identificar prácticas de software, tener un modelo de referencia que oriente las actividades del desarrollo de software y seguir una iniciativa de orden mundial basada en métodos y teorías unificados, hacen que en conjunto se puedan caracterizar prácticas de software en cualquier contexto organizacional y también como espacio de aprendizaje al interior de las universidades, en donde los estudiantes brindan soluciones a entornos y necesidades reales en pro de la generación de profesionales conscientes de una realidad que es el evidenciar calidad en todos y cada uno de los procesos que se generan al interior de

organizaciones, sobre todo en aquellas dedicadas al proceso de construcción de desarrollo de software.

2. Materiales y métodos

Se ha dividido el estudio en 3 fases y cada una de ellas tiene una serie de actividades relacionadas.

FASE1: Obtener un listado de criterios que permitan la selección de prácticas del modelo CMMI – DEV

FASE2: Seleccionar las prácticas que conjugan con los criterios establecidos para la elaboración de esta investigación

FASE 3: Constituir la representación de la práctica que cumple con los criterios propuestos y representarlos a través de la iniciativa SEMAT.

En cuanto a los instrumentos que se diseñaron en este estudio se revisaron diferentes fuentes de información, teniendo así que la técnica de recolección de información que se propone para la presente investigación será la encuesta, mediante la cual se recolectará los datos necesarios para las variables de estudio descritas anteriormente. Las fuentes de información se obtienen de la documentación relacionada específicamente con el modelo CMMI–Dev, el reporte técnico denominado CMMI® para Desarrollo, Versión 1.3, Mejora de los procesos para el desarrollo de mejores productos y servicios.

La población que beneficia este estudio se encuentra dentro del contexto académico y de tipo organizacional, toda aquella Institución educativa de carácter formal donde se brinde la cátedra de Ingeniería de Software pertenece al mundo de este estudio. Como muestra, se tiene al 9° semestre del programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad de

Nariño, grupo de estudiantes que cursan la asignatura de Ingeniería de Software Aplicada en el semestre A de 2015.

3. Resultados y discusión

De acuerdo a la metodología en cada una de las fases del proyecto se tiene un resultado evidenciable:

La fase 1 posibilita el obtener un listado de criterios que permitan la selección de prácticas del modelo CMMI – DEV, entre estos se tienen: Incorporar conocimiento, analizar las tendencias de la actividad, reconocer la importancia del proceso de calidad, alcanzar los objetivos del negocio, satisfacer los objetivos de negocio de la organización.

La fase 2 nos lleva a la identificación de prácticas que conjugan con los criterios establecidos, como resultado se obtuvo el Desarrollo de Requisitos, a partir de la siguiente lista de gráficas:

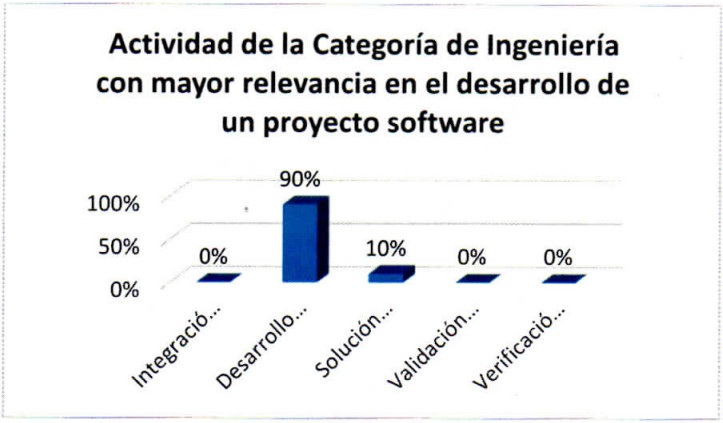


Ilustración 1 Actividad de la Categoría de Ingeniería con mayor relevancia en el desarrollo de un proyecto software.

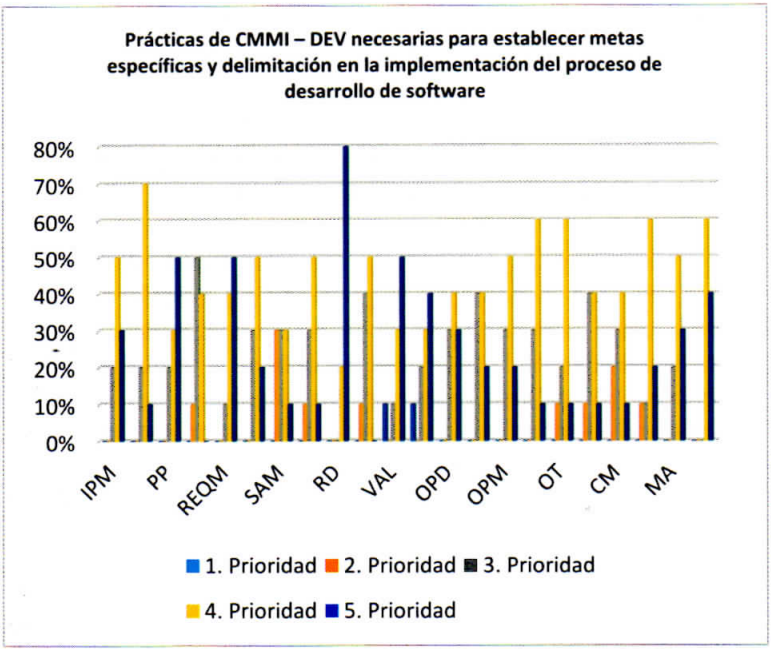


Ilustración 2 Constituir la representación de la práctica que cumple con los criterios propuestos y representarlos a través de Semat.

La fase 3 permite reconocer que la fase de requisitos es una de las prácticas en las que el equipo de desarrollo debe poner gran énfasis teniendo en cuenta el modelo utilizado que es CMMI - DEV, dado que permite interactuar con el cliente y a la vez éste da a conocer los requerimientos funcionales, no funcionales y de información propios del producto a construir, el cual brindará la solución necesaria y ajustada a la organización.

Otro aspecto importante que existe es la documentación de metodologías pesadas tales como Rational Unified Process que brindan instrumentos estandarizados para evidenciar el cumplimiento y seguimiento de las diferentes fases que se siguen en la construcción de un

proyecto orientado al desarrollo de software, siendo así, se decide tomar como base el instrumento "Modelo de requisitos", el cual permite establecer elementos esenciales para el manejo de la práctica de gestión de requisitos en el modelo CMMI – Dev, en este documento se plasma como parte inicial la identificación empresarial, importante para establecer un reconocimiento del equipo de desarrollo y sus datos de contacto. Se complementa el documento con los siguientes elementos: Introducción, definición de objetivos, historial de revisiones, detalle de requerimientos funcionales, no funcionales y de información, detalle de reglas de negocio y detalle de controles. El instrumento utilizado entonces orienta de buena forma la documentación de los requisitos para claridad tanto de los interesados como de los integrantes del equipo de desarrollo al ser de gran aceptación por parte del estudiantado.

Al hacer referencia a Semat, se tiene que la herramienta que brinda la iniciativa es Esswork, la cual entre las variadas funciones que presenta, cuenta con el manejo de las tarjetas de estados que tienen cada uno de los alfas en las que se centra Semat, siendo así se tiene que este ha sido uno de los elementos que más influye en la aceptación de la iniciativa, dado que de forma gráfica y lúdica el manejo de los estados se torna como una actividad en donde el equipo de desarrollo evalúa y establece su nivel de avance en los diferentes aspectos que tiene el proyecto, en este caso y aunque los alfas tienen cierto grado de interrelación, el alfa que más interesa es el que se orienta a la gestión de los requisitos.

3.1 Impacto

El impacto social del estudio tiene diferentes perspectivas, la primera de ellas tiene que ver con el aporte que brindan el modelo CMMI - DEV y la iniciativa Semat a los diferentes procesos que hacen parte del correcto

funcionamiento al interior de las empresas de desarrollo de software, dado que los alfas orientan al equipo de desarrollo en aspectos tales como: Oportunidad, Interesados, Requisitos, Sistema de Software, Forma de Trabajo, Equipo y Trabajo. Como segunda instancia, se tiene la condición que para generar un impacto positivo las empresas de desarrollo de software consideren verdaderamente el valor que tiene el aplicar una fase de requisitos con parámetros de calidad al seguir estrategias y técnicas estandarizadas, esto justificaría de primera mano el contar con equipos de desarrollo de software fuertemente preparados y con solvencia en el manejo de herramientas que faciliten técnicas de rastreabilidad y trazabilidad, no solo en las fases del proyecto sino también internamente en las diferentes actividades del equipo de desarrollo, esto es lo que verdaderamente permite la iniciativa Semat a través de sus alfas. En tercer lugar, la importancia de la práctica de requerimientos radica principalmente en que sirve como parámetro de evaluación en la fase de pruebas de desarrollo de software, de ahí que los expertos sugieren que "la calidad de los requerimientos tiene una influencia enorme sobre el éxito o fracaso del proyecto, puesto que de ellos dependen los documentos claves del desarrollo. En consecuencia, cuanta mayor calidad tengan los requerimientos mayores son las posibilidades de que el proyecto sea un éxito. De esta observación podrá concluirse que cuanto más tiempo y recursos se dediquen a esta etapa, mejor será para el proyecto" (CRISTIÁ, 2015).

Para la región y para el país es importante que desde la academia se generen este tipo de aplicación de conocimientos que permitan estructurar dinámicas que posibiliten el aumentar los niveles de calidad en los diferentes procesos sistematizados de las organizaciones, dado que la mayoría de la información generada al interior de las empresas es de carácter netamente digital y son los futuros

profesionales los llamados a apoyar dichos procesos a través del uso de técnicas (conocimientos teórico - prácticos) y herramientas (construcción o adquisición de aplicaciones).

4. Conclusiones

Al ser Semat una iniciativa que apoya el proceso para redefinir la Ingeniería de Software con base en principios probados y mejores prácticas se definieron criterios que permiten identificar una serie de prácticas independientemente del modelo que se implemente.

Incorporar conocimiento, analizar las tendencias de la actividad, reconocer la importancia del proceso de calidad, alcanzar los objetivos del negocio, satisfacer los objetivos de negocio de la organización, son los criterios que se emplearon para identificar la práctica con mayor prioridad en el modelo utilizado que es CMMI-DEV.

El modelo CMMI – DEV consta de 22 prácticas agrupadas en 4 categorías, de las cuales la práctica con mayor relevancia en el modelo se encuentra dentro de la categoría Ingeniería y es el Desarrollo de Requisitos (RD).

En la actualidad, implementar procesos de calidad y la calidad como tal no están en discusión, todas las organizaciones independientemente del producto o servicio que ofrezcan deben garantizar esta característica, no obstante para lograr evidenciarla es fundamental hacer uso de los conocimientos que propone la Ingeniería de Software tales como son los modelos de desarrollo que en este caso es CMMI – Dev e iniciativas de carácter mundial como lo es Semat.

Para implementar la práctica de Desarrollo de Requisitos haciendo uso de técnicas de calidad, el equipo de desarrollo evidencia su progreso a través del establecimiento de actas que permiten el avance, la verificación y la validación

del proyecto a realizar. De igual forma, se tiene en cuenta la iniciativa Semat con el uso de las tarjetas de estado de los alfas y el avance en dichos estados.

El manejo de los Alfas y sus respectivos estados permite el establecimiento de rutas claras para el desarrollo del producto y el desempeño del equipo de trabajo. Esta es una iniciativa altamente aceptada, ya que según este estudio, se establece que es fácil de entender y de manejar, independientemente de la metodología que se adopte para el desarrollo del proyecto.

Para la documentación de buenas prácticas se ha hecho uso de instrumentos validados en metodologías como RUP que es una de las más robustas en el ámbito de la Ingeniería de Software. Además de actas que comprueban los adelantos que se realizan en cuanto a actividades del proceso de desarrollo como en el avance de estado de los alfas.

Se recomienda construir proyectos donde la interacción entre academia y empresa sea conjunta, lo anterior para garantizar que los estudiantes – futuros profesionales de dichas organizaciones, puedan desempeñar un buen papel en las mismas, siendo conscientes que una característica de los Ingenieros de sistemas, y sobre todo aquellos que se especializan en el desarrollo de software, es el autoaprendizaje y aplicar procesos de mejora continua para sí mismos.

Este estudio presenta un gran valor académico ya que al identificarse una serie de criterios para la selección de prácticas, permite construir un marco genérico de referencia para cualquier práctica a implementar en detalle en proyectos orientados al desarrollo de productos software.

A pesar de los incesantes esfuerzos de las universidades por aportar en el avance de la generación de

estrategias que permitan a los diferentes sectores de la sociedad, en este caso al sector empresarial orientado al desarrollo de software, mejorar la calidad de sus procesos con técnicas y aplicación de herramientas sistematizadas construidas a la medida, las empresas desconocen la existencia de dicho conocimiento y por lo tanto se dedican a adquirir software comercial que muchas veces no se adecúa a sus necesidades, olvidando el potencial que genera la aplicación de conocimiento científico a través de los profesionales de la región.

Agradecimientos

Al alma mater, como contexto de productividad académica y al grupo de investigación Galeras.Net del Departamento de Sistemas de la Universidad de Nariño.

Referencias bibliográficas

CMMI Institute - Carnegie Mellon. (2013). *CMMI Para Servicios, Versión 1.3.* Masachussets: Carnegie Mellon.

CRISTIÁ, M. (25 de Julio de 2015). *Introducción a la Ingeniería de Requerimientos.* Obtenido de Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura: http://www.fceia.unr.edu.ar/~mcristia/publicaciones/ingreq-a.pdf

Forradelas, P., & Pantaleo, G. &. (s.f.). *IT - MENTOR.* Recuperado el 18 de AGOSTO de 2014, de http://www.it-mentor.com.ar/pdf/CMMCulturaOrg.pdf

IBM - International Business Machines Corporation. (2003). *IBM - Developer Woks.* Recuperado el 22 de Agosto de 2014, de http://www.ibm.com/developerworks/websphere/library/techarticles/0306_perks/perks2.html

Mitra, S. (25 de Agosto de 2014). *University of Texas.* Recuperado el 28 de Agosto de 2014, de Department

of Computer Science: https://www.cs.utexas.edu/~mitra/csSummer2014/cs312/lectures/bestPractices.html

Velazquez, A. D. (Agosto de 2012). Revista Mejores Prácticas para el Desarrollo de Software. *SG Software Guru*(37). Obtenido de http://sg.com.mx/revista/mejores-pr%C3%A1cticas-para-el-desarrollo-software#.VA6G3Pl5OWU

Zapata, C. M. (2014). *Mejoramiento de la consistencia entre la sintaxis textual y gráfica del lenguaje SEMAT.* Recuperado el 28 de Agosto de 2014, de http://polibits.gelbukh.com/2014_49/Mejoramiento%20de%20la%20consistencia%20entre%20la%20sintaxis%20textual%20y%20grafica%20del%20lenguaje%20de%20Semat.pdf

Biografía del autor

Ingeniera Sandra Marleni Vallejo Chamorro, Magister en Gestión de la Tecnología Educativa. Especialista en Docencia Universitaria. Actualmente es Directora del Grupo de Investigación del Grupo Galeras.Net. También se desempeña como docente Tiempo completo Ocasional del Departamento de Sistemas de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Nariño y Docente de la Facultad de Ingeniería de la I.U. Cesmag.

Ingeniero Manuel Bolaños, DEA doctorado en Informática. Magister en Ciencias de la Información y las Comunicaciones. Especialista en auditoría de Sistemas y en Docencia Universitaria. Docente Tiempo Completo de la Universidad de Nariño. Director del Departamento de Sistemas de la misma Institución.

Ingeniero Alexander Barón, Magister en Ingeniería Informática. Especialista en Ingeniería de Software y en Docencia Universitaria. Docente Tiempo Completo de la Universidad de Nariño.

6

MASHUPS DE LINKED-DATA TURÍSTICOS CON OPEN DATA

Jeffery Alex Naranjo Cedeño
Universidad Politécnica Estatal del Carchi (UPEC)
Tulcán, Ecuador
jeffery.naranjo@upec.edu.ec

Resumen

La Web 2.0 ha dado un nuevo significado a los servicios de aplicaciones web enfocadas en los usuarios, en un mundo virtualizado que se expande día a día hacia aplicaciones compuestas y fáciles de usar, estos pueden centralizar en un solo lugar una gran cantidad de información dispersa, permitiendo la reutilización de una variada y enorme cantidad de datos publicados en distintos lugares. Gracias al poder y flexibilidad de los mashups o aplicaciones hibridas, se puede brindar a los usuarios una aplicación de valor agregado, reciclando aplicaciones web que se han desarrollado previamente para integrarlos en nuevas iniciativas que enriquecerán la experiencia del usuario.

En este artículo se presenta conceptos de mashups, los principales tipos que existen, centra su atención en los beneficios que reportan, describen y explican parte de su funcionamiento. El caso de estudio se centra en una aplicación de gestión de rutas, sobre los resultados registrados se examinan las herramientas más usadas para su desarrollo y se describe un escenario donde se combinan varias fuentes de datos. Se evidencia con los resultados de investigación que las tecnologías en el entorno de la Web 2.0 y sus dinámicas de funcionamiento constituye un área de gran futuro para el

desarrollo de aplicaciones web y, particularmente, en la investigación en el campo económico, académico y de empresas dentro del marco del cambio de la matriz productiva del Ecuador.
Palabras, claves: Mashup, Open data, Linked data

Abstract

Web 2.0 has given a new meaning to all of the user focused web application services, in a virtualized world vastly expanding day after day towards compound apps that are easy to use, these can centralize in one determined place, a great amount of disperse information, allowing the re-utilization of a varied and enormous quantity of published data in different places. Thanks to the power and flexibility of the mashups or hybrid applications, users can be offered to an added value application, recycling web apps that have been previously developed in order to integrate them in new initiatives that will enrich the user's experience.

In this article, different mashup concepts are presented, such as the main types, focusing the attention to all of the benefits that they report. Plus, all of the parts of its functioning will be also described and explained. The case of study is aimed to a route management application. The most used tools for its development are going to be examined over all of the registered results, and a scenario in which various data sources are combined is being described. All of the research results have proved that all of the Web 2.0 technologies and their functioning dynamics constitute an area of great future for the developing of Web applications and, particularly, on the economic, academic and Corporative research field under the Ecuadorian productive matrix change framework.
Keywords: Mashup, Open data, Linked data

1. Introducción

Con la evolución que han experimentado los servicios web se ha pasado de los contenidos estáticos (Web 1.0), a páginas web dinámicas y ricas en contenidos multimedia todo ello debido al desarrollo de la Web 2.0 que brinda a los usuarios la oportunidad de aportar contenido, gracias a esto, la información se actualiza constantemente. Por otra parte la masificación del acceso a internet y la posibilidad de contar con teléfonos inteligentes sumado esto a la gran variedad de App´s disponibles ha generado que los usuarios tengan en una misma mano una gran variedad de servicios y opciones para acceder y manipular la información.

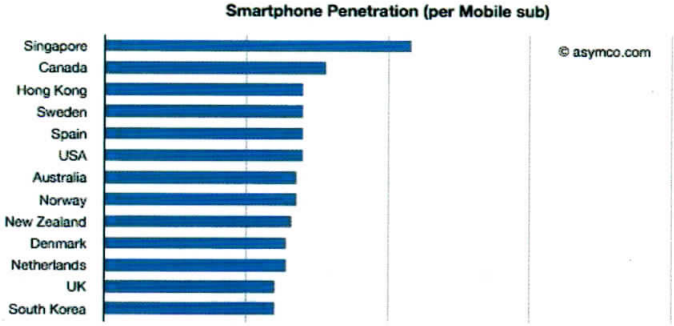


Figura 1. Smartphone penetration
Fuente:www.asymco.com

Por otra parte la segmentación por edad que hacen uso de sus teléfonos inteligentes y que confían en ellos para tener acceso a información veraz y actualizada como se puede ver en la Figura 2. Indica el potencial del mercado para las aplicaciones hibridas, como servicios web que integren información dispersa y le otorguen el valor agregado que busca el usuario.

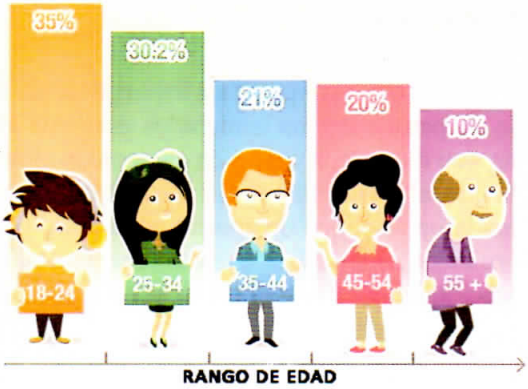


Figura 2. Rango de Edad
Fuente: www.ohp.parks.ca.gov www.timetoast.com www.huffingtonpost.co.uk

"Las herramientas colaborativas en la Web 2.0 se desarrollan para permitir un significante aprendizaje, donde se precisa utilizar la información catalogada y con ética, motivando a concientizarnos en por el uso de la información de forma eficiente." (Estrada, 2012, pp. 43-48).

A lo largo de su vida la Web ha experimentado varios e importantes cambios gracias a la Web 2.0. Lo que ha provocado un uso generalizado de las herramientas de generación de información permitiendo que los usuarios compartan información a una escala global. Las tecnologías de la Web 2.0 y sus funcionalidades permiten a los desarrolladores crear plataformas de gran futuro en los campos de la investigación en las áreas económico, académico y de empresas.

Tim O'Reilly, ¿Que es la Web 2.0? Intuía ya la gran revolución de los negocios en la industria de la computación

causada al tratar a Internet como una plataforma (Governor, Hinchcliffe, & Nickull, 2009).

> Su éxito esta conducido por la flexibilidad y la democratización de la creación y manipulación de contenido mediante los fenómenos como las redes sociales, los blogs, Wikipedia, el etiquetado colaborativo y uno casi indispensable para las organizaciones que tienen presencia en la Web: los mashups (Young, 2009).

2. Materiales y métodos

Como metodología se utilizó el análisis documental junto al método analítico-sintético, para descomponer el problema en elementos separados y posteriormente profundizar en el estudio de cada uno de ellos. Se realizó un análisis de Euskadi para obtener los problemas presentes en el uso de Apis, Linked Data y Open Data con relación al desarrollo de aplicaciones y el uso de mashups, así como los conocimientos necesarios para el desarrollo de aplicaciones híbridas.

A través del método experimental se comprobó los beneficios del uso de Mashups en un caso práctico, se pudo evaluar el estado en que se encuentra la utilización y conocimiento de la tecnología relacionada con el desarrollo de aplicaciones compuestas, y dentro de estas, los mashups, examinando la interoperabilidad que existe entre estos recursos y los medios que los consumen.

3. Resultados y discusión

Debido a la creciente necesidad de aplicaciones todo en uno para prestar servicio al usuario, ha generado la

implementación de aplicaciones que cuentan con un desarrollo rápido y fácil. Basados en el principio de la reusabilidad de aplicaciones que ya han sido construidas y probadas que ayudan de una forma rápida y económica a conseguir este objetivo. Si se observa la programación estructurada, la programación orientada a objetos, las plantillas, los servicios Web estos han usado material existente antes que construirlo desde cero (Daigneau, 2011).

Tim Berners-Lee ya intuyo la reusabilidad de una gran cantidad de información que actualmente se publica en la Web, por eso se puede decir que quien ofrece una solución en la llamada «Web Semántica», la cual detalla una plataforma para el intercambio de datos, conocimiento y significado de la información, precisamente son los mashups los llamados a cumplir parte de esta visión (Segaran, Evans & Taylor, 2009).

Conceptualmente los mashups consisten en una aplicación web que utiliza recursos de más de una fuente para crear un servicio completo, por lo que se podría decir que son los pilares de la Web 2.0 (Figura 4), una web colaborativa y social donde los usuarios comparten información, facilitando la combinación de información de una manera sencilla, sus características más relevantes son: Combinación, visualización, agregación. Los mashups integran contenido que aumenta la experiencia de los usuarios a través de una rápida integración utilizando para ello los distintos APIs (Application Programming Interface) disponibles en la web (Figura 3), otra fuente de datos serían los feeds (contenido sindicado) y Web scraping (obtención de información directamente de páginas Web), con el finalidad de generar una aplicación superior al original.

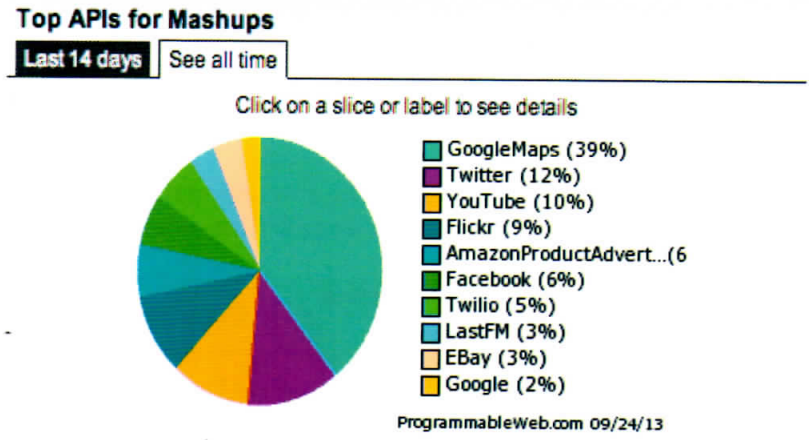


Figura 3. Top Apis for Mashups
Fuente: Http://www.programmableweb.com/apis

Dentro de los mashup se tiene tres tipos bien definidos, mashups de consumidores, datos y empresariales.

Los mashups de consumidores son aquellos combinan datos de distintas fuentes, presentándolos con una interfaz gráfica amigable, ejemplo de esto es WikiMapia o TaxiWiz que hacen uso de las API de Google maps para darle un valor agregado a los mapas con información propia, otro ejemplo es Flickvision que combina las API´s de Flickr´s y Google Maps para mostrar fotografías recientemente cargadas alrededor del mundo en tiempo real.

Los mashups de datos enlazan información de varias fuentes presentándolos con una nueva interfaz generalmente hacen uso de feeds de Yahoo, Google, Twitter, un ejemplo de ello es el mashup de Associated Press o el de US Presidential Primaries.

Los mashups empresariales son iguales a los mashup de datos pero además de la información externa usan información interna de la organización, dándole un valor agregado a sus datos un ejemplo de esto es el mashup de World Health Organization.

Por ultimo existe una categoría especial que serían los mashups monstro, que son mashup dentro de otro mashup.

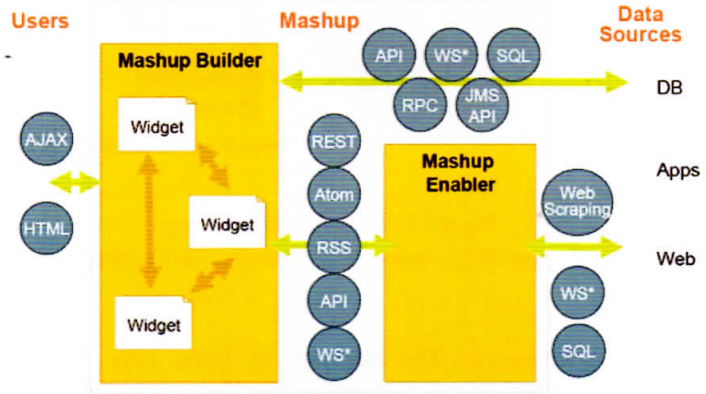


Figura 4. Funcionamiento de un mashup
Fuente: http://www.digitalistic.com

Con una difusión cada vez mayor de datos abiertos por entes gubernamentales y corporaciones comerciales (Figura 5), se observa que la reutilización de los distintos servicios y aplicaciones que provee la infraestructura SOA (Service Oriented Architecture), con el objetivo de crear nuevos contenidos o servicios, permite a los desarrolladores diseñar nuevas aplicaciones estimulando la creación de servicios basados en tecnologías como Ajax, Google Maps, Google Earth, redes P2P, entre otras, ha potenciado la versatilidad del entorno Web al poder usar sitios como:

Google Maps, Del.icio.us, Amazon web services, eBay, Flirk, Microsoft, Yahoo, Youtube, Twitter para la creación de nuevos servicios apoyándose en sus recursos para el diseño e implementación de los mashup.



Figura 5. Open Data en el mundo
Fuente: http://www.opendatainception.io

Para la creación de los mashup se cuenta con herramientas que ofrecen gran variedad de servicios para el rápido desarrollo de aplicaciones, entre las herramientas más usadas tenemos: Google Mashups, IBM mashup, Yahoo Pipes, Facebook mashup, WSO2 Mashup Server por Oxigen.

Caso de Estudio

Desarrollo de un sistema web de planificación de itinerarios turísticos, que haga uso de las API´s de Google maps, Facebook, Flirk, Panoramio, Clima, con el fin de que los visitantes puedan obtener y guardar rutas personalizadas en función de sus gustos y preferencias (puntos de interés, hotel, restaurantes, distancia recorrida, condiciones atmosféricas, etc.) el mashup deberá aprovechar los datos

públicos disponibles en: Open Data Euskadi u otros repositorios de open linked data disponibles.

Solución

Mashup combinará toda la información que ha obtenido de los proveedores, para mostrarle al usuario los sitios de interés como son: restaurantes, hostelería, transporte, arte y cultura, panoramio, datos meteorológicos, entre otros. Toda esta información le servirá al usuario para que pueda planificar su futuro viaje al conocer de antemano a situación del lugar que visitará.

El usuario al ingresar al área privada de la aplicación mediante su cuenta de Facebook, podrá diseñar rutas personalizadas entre los puntos de su interés, la aplicación calculará la ruta más idónea entre esos puntos, el usuario podrá introducir información completa de sus rutas como: título de ruta, descripción, nombre de marcadores, la aplicación colocará automáticamente la dirección del marcador colocado sobre el mapa por el usuario, nombre de ruta. Además podrá cambiar el estilo de la ruta así como de los marcadores utilizados para describir los puntos.



Figura 6. Captura de la aplicación

Además el usuario podrá guardar sus rutas dentro de la base de datos de la aplicación, para su posterior consulta, el Web Browser desplegará de manera visual los datos obtenidos del servicio web, el usuario también tendrá la opción de descargar sus rutas a sus dispositivos como Tablet o Smartphone para su posterior consulta.

El sistema tendrá la estructura planteada en la Figura 7.

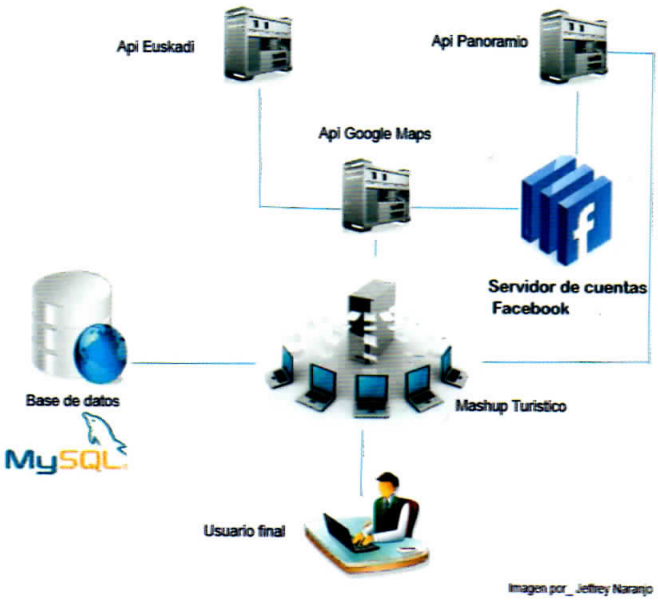


Figura 7, Estructura del Mashup

4. Conclusiones

Con la versatilidad de la Web 2.0 como una vasta red se servicios se ve un potencial enorme para el desarrollo de nuevas propuestas de aplicaciones Hibridas o Mashups y esta

tendencia se verá reflejada en nuevas propuestas de herramientas para su desarrollo que brinden facilidades para su desarrollo, llevándolas a extenderse fuera de los navegadores hacia otras plataformas móviles como iPhone o Android.

Se dieron a conocer las fuentes de datos más usadas así como algunas herramientas para su desarrollo y en el caso práctico de su aplicación en el turismo se demostró que la unión de varias fuentes de información enriquece la experiencia del usuario dentro de la aplicación, siendo este una guía para los nuevos desarrolladores de Mashups.

Se puede observar además que las tecnologías que se encuentran en la Web 2.0 contribuyen al nacimiento de nuevas iniciativas de desarrollo e investigación en los campos económicos, empresariales y académicos.

5. Recomendaciones

Debido a la posibilidad de integrar varios servicios dentro de una aplicación hibrida se debe realizar un estudio detallado sobre que utilidades o servicios integraremos dentro de nuestra aplicación, ya que gracias a la facilidad de utilizar los recursos de las fuentes originales se puede sobrecargar de información al usuario final de nuestro Mashups.

Otro factor importante a considerar es el API de acceso a la información, se debe conocer bien su funcionalidad para evitar problemas de sincronización de la información, a pesar de su sencillo uso y que general mente están bien documentados podemos tener errores al momento de enlazar los datos.

Por último la imaginación del usuario será el único límite, pudiendo conseguir resultados insospechados y muy novedosos sin tener que reinventar la rueda.

Referencias bibliográficas

Enterprise mashups meet SOA. (2007). Enterprise mashups meet SOA. Recuperado de: http://www.infoworld.com/t/applications/enterprise-mashups-meet-soa-337.

Euskadi. (2016). Open Data Euskadi. Recuperado de: http://opendata.euskadi.net/

Google App Engine Documentation. (2016). App Engine's environments. Recuperado de: https://appengine.google.com/

Google Developers. (Google, Producer, & Google), (2016). Recuperado de: https://developers.google.com/maps/documentation/javascript/?hl=es

Linked data. (2016). Linked Data - Connect Distributed Data across the Web. Recuperado de: http://linkeddata.org/

Monografias.com. Retrieved (2013). Recuperado de: http://www.monografias.com/trabajos94/diagnostico-herramientas-web-2-0-campus-virtuales-colombia/diagnostico-herramientas-web-2-0-campus-virtuales-colombia2.shtml

Pardo, H., & Cobo, C. (2007). Planeta Web 2.0. Inteligencia colectiva. Barcelona/México D.F.: UVIC/Flacso.

Programmableweb. (2016). Programmable web API Dashboard. Recuperado de: http://www.programmableweb.com/apis

Yee, R. (2008). Pro Web 2.0 Mashups: Remixing Data and WebServices: Apress. ISBN-13: 978-1590598580

Biografía de autor

Jeffery Naranjo en Ingeniero en Informática y Ciencias de la Computación por la Universidad Tecnológica Equinoccial, Master Universitario en productos y servicios en la sociedad de la información por la Universidad de Valencia, España. Actualmente es docente en la Universidad Politécnica Estatal del Carchi.

PROCESAMIENTO DE ALIMENTOS

7

Influencia de diferentes factores en el crecimiento de Ocratoxina A en cereales

Liliana Chamorro Hernández
Universidad Politécnica Estatal del Carchi
lilianam.chamorro@upec.edu.ec

Resumen

Las micotoxinas son sustancias producidas por determinados hongos presentes en alimentos destinados para la nutrición humana y animal. De las más de 300 micotoxinas conocidas hasta la actualidad, la Ocratoxina A (OTA) es una de las que provoca más riesgos para la salud humana, por su poder mutagénico y cancerígeno. La presencia natural de ocratoxina A en los cereales se debe al crecimiento de hongos de la especie *Penicillum verrucosum* y algunas especies de *Aspergillus*. En este trabajo se describe el crecimiento de OTA en cereales durante la cosecha del grano, el proceso de secado y de manera explícita el efecto de las condiciones de almacenamiento. También se analiza los efectos de interacciones entre temperatura, actividad de agua y composición del gas para producción de OTA. Se analiza la producción de OTA en productos derivados del trigo como la harina considerada el producto más seguro debido a la baja actividad de agua (a_w), el pan que es una de las más importantes fuentes de hidratos de carbono y varios estudios lo han señalado como una fuente de ingesta diaria de OTA.

Palabras claves: Ocratoxina A, cereales, trigo, almacenamiento, interacción de factores.

Abstract

Mycotoxins are substances produced by certain fungi in food intended for human and animal nutrition. Of the more than 300 mycotoxins known until today, Ochratoxin A (OTA) is one that causes more risks to human health, for their mutagenic and carcinogenic. The natural presence of ochratoxin A in cereals is due to the growth of fungus *Penicillium verrucosum* species and some species of *Aspergillus*. In this work the growth of OTA described in cereal grain during harvest, the drying process and specifically the effect on the storage process. the effects of interactions between temperature, water activity and gas composition for production of OTA is also analyzed. OTA production of products derived from cereals such as flour considered the safest product due to low water activity (aw), the bread that is one of the most important sources of carbohydrates and several studies analyze what they have been identified as a source of daily intake of OTA.

Keywords: Ochratoxin A, cereals, wheat, storage, interaction of factors.

1. INTRODUCCIÓN

Los cereales aportan cerca del 50% de hidratos de carbono y de la energía necesaria para la dieta humana, de ahí la importancia del cultivo de trigo que se ha clasificado como el segundo cereal más importante del mundo; por ejemplo en Canadá la producción de trigo es de 6 millones de toneladas anuales de los cuales el 57% se exporta y el 28% de la cosecha se almacena por lo menos un año (*1*). Su interés va desde los aspectos históricos, mitológicos, culturales, religiosos y económicos que aún hoy subsisten (*2*). Debido al consumo mundial de trigo, éste constituye una de las principales fuentes de exposición a ser invadido por hongos

y en ciertas condiciones climáticas a la producción de micotoxinas.

Entre las micotoxinas conocidas, la OTA es el miembro más tóxico del grupo de ocratoxinas y fue descrito como uno de los del primer grupo de metabolitos fúngicos que son tóxicos para los animales. La OTA, cuya fórmula es $C_{20}H_{18}ClNO_6$, está formada por un anillo de 3 – 4 dihidrometil isocumarina unido por medio de su grupo carboxilo y a través de un enlace tipo amida a una molécula de fenilalanina (**Figura 1**). Es muy estable, incolora, soluble en disolventes orgánicos polares, poco soluble en agua, con características de ácido débil y capaz de emitir fluorescencia al ser excitada con luz ultravioleta (*2*).

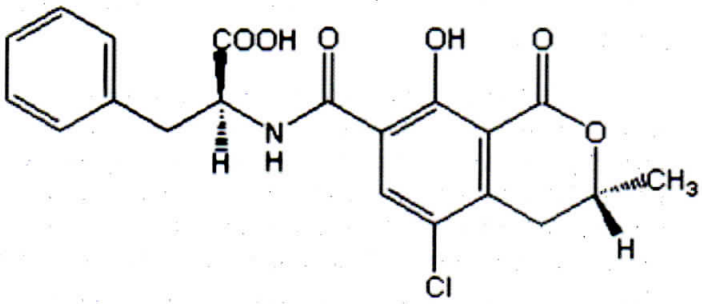


Figura 1. Estructura química de la OTA

La OTA es una micotoxina producida por diversos hongos del género *Aspergillus* y *Penicillum* (*3*), es el miembro más tóxico del grupo de ocratoxinas y aparece de forma natural en una amplia gama de productos agrícolas, en el campo en el almacenamiento y durante la elaboración de productos derivados.

Las prácticas agrícolas, la composición nutricional del grano y la interacción de varios factores durante el almacenamiento como humedad, temperatura, tiempo, actividad de agua, niveles de oxígeno, afectan de forma directa a la contaminación de OTA (*2*). La comprensión de estas interacciones facilitaría la predicción y la prevención del desarrollo de micotoxinas.

La ingestión de OTA se realiza a través de vía oral o inhalación (*1*). El 25% de los cereales que se consumen en el mundo están contaminados por micotoxinas y pueden causar intoxicación aguda o crónica y daños a los seres humanos y animales después de la ingestión de alimentos y piensos contaminados (**4**). La OTA es nefrotóxica, carcinógena, hepatotóxica, teratogénica e inmonosupresora y ha sido clasificada por la Agencia Internacional de Investigación contra el Cáncer (IARC) como un posible carcinógeno renal humano del grupo 2B.

De acuerdo con recientes investigaciones, 77 países tienen regulaciones definitivas para micotoxinas, mientras que 13 países se sabe que no tienen ninguna regularización y no hay datos disponibles de 50 países, la mayoría de los cuales están en África (*5*). Por estas razones la UE estableció el reglamento CE 1881/2006 que fijaba los límites máximos de OTA en 5ug kg^{-1} para cereales y 3ug kg^{-1} para todos los productos derivados de cereales (*3*). Sin embargo según una evaluación en el año 2009 de ingesta de OTA por los consumidores europeos y en las primeras investigaciones, se ha comprobado que la mayor ingesta de OTA procede de los cereales y sus derivados. En otros países la ingesta de OTA por medio de los cereales es igual de notable que en Europa.

Este trabajo tiene como objetivo conocer los factores que causan la producción de ocratoxina A en cereales y el efecto de las interacciones entre actividad de agua,

temperatura y la composición del gas para la producción de OTA durante el almacenamiento del trigo.

2. HONGOS PRODUCTORES DE OTA

La OTA se produce frecuentemente por una sola especie de *Penicillum verrucosum (P. verrucosum)* y varias especies de *Aspergillus*. Cada especie productora muestra distintos comportamientos en lo que respecta a nichos ecológicos, productos afectados y tasa de crecimiento en diferentes regiones geográficas *(5)*.

Penicillum verrucosum crece de manera óptima por debajo de los 30 ^{0}C y con una actividad de agua (a_w) de 0.80, por lo tanto generalmente se encuentra en regiones templadas frías del norte de Europa y Canadá. Sin embargo alguna vez se ha encontrado en localidades del mar Mediterráneo con climas templados como Italia, España, Francia y Portugal. No se conoce su presencia en climas cálidos ni en otros tipos de alimentos que no sean cereales o sus derivados **(*2*).** Al producirse en condiciones frías húmedas hay que tener especial cuidado durante el proceso de secado del trigo para evitar los focos de crecimiento y producción de micotoxinas durante el almacenamiento ya que más del 7% de presencia de *P. verrucosum* indica contaminación de OTA.

Existen varias especies de *Aspergillus* productoras de OTA, entre las que tenemos *A. ochraceus, A. carbonarius* y *A. Níger*. El valor mínimo de actividad de agua para la producción de OTA está entre 0.83 y 0.87 y un valor óptimo

de crecimiento entre 0.95 y 0.99 a 24 ^{0}C; mientras que el rango de temperatura a la actividad de agua óptima está entre 12 y 37 ^{0}C. Se asocia a climas cálidos y tropicales, detectándose sobre todo en alimentos que se secan al sol como frutos secos, nueces, cacao y café. Algunos autores han indicado que la estrecha relación de especies *de A. carbonarius y A. Níger* es la fuente de producción de OTA en la uva (***2***).

3. OCRATOXINA A EN LOS CEREALES.

Los cereales constituyen la principal fuente de ingesta de OTA aportando alrededor del 50% del total de la ingesta. (**Tabla 1**). La contaminación de cereales por OTA depende de diversos factores por lo que es muy difícil establecer una relación directa entre un factor individual y el contenido de OTA, así como prever con certeza el contenido de OTA de cada tipo de cereal (***2***).

La contaminación de OTA en los cereales se atribuye principalmente al almacenamiento, no a los procesos de cultivo. Sin embargo un estudio reciente encontró que la mayoría de las muestras de grano cosechado contenían *P. verrucosum* antes del secado, lo que indica que gran parte del grano estaba contaminado antes de su almacenamiento (***2***).

Una vez establecida, esta especie de hongo competitivo durante la cosecha es capaz de dominar las condiciones en el proceso de secado y mantenerse durante el almacenamiento.

Tabla 1. Presencia de OTA en cereales no procesados

Cereales	País	Año	Tasa incidencia %	Rango contaminación (ug kg-1)	Media contaminación (ug kg-1)
Granos de cereales	UK	2000	16.25	0.3 - 231	*
Trigo			15.9	0.3 - 231	*
Cebada			18.9	0.3 - 117	*
Avena			0.0	n.d.	*
Producción granos convencional	Polonia	1997	3.6	0.30 - 2.50	1.11
Arroz			5.8	0.82 - 2.50	1.38
Trigo			n.d.	n.d.	*
Cebada			3.9	0.30	*
Producción granos ecológicos			18.9	0.21 - 57.0	5.70
Arroz			37.5	0.21 - 10	3.17
Trigo			7.7	0.48 - 1.20	0.83
Cebada			19.9	6.7 - 57.0	25.73
Producción granos convencional	Polonia	1998	20.9	0.60 - 1024	202.0
Arroz			10.8	4.73 - 8.80	6.75
Trigo			48.6	0.60 - 1024	267.0
Cebada			5.5	1.20 - 9.70	5.45
Producción granos ecológicos			15.5	0.80 - 35.3	7.92
Arroz			10.9	2.0 - 35.3	14.5
Trigo			23.5	0.8 - 1.60	1.17
Cebada			11.8	1.43 - 35.3	18.4
Cereales de trigo convencional	Dinamarca	1993 - 1999	53.6	n.d. - 32	0.3
Cereales de trigo orgánico			42.9	n.d. - 1.6	0.3
Cereales de arroz convencional			63.5	n.d. - 63	0.9
Cereales de arroz orgánico			82.4	n.d. - 45	3.9
Maíz	Italia	1999 - 2000	27.1	n.d. - 5.2	1.7
Trigo			8.6	n.d. - 1.4	1.47
Trigo, cebada y cereales	España	*	50.4	*	0.219
Cebada	Corea	2003	22.7	n.d. - 0.9	0.8
Maíz	Croacia	*	38.7	n.d. - 2.54	1.47
Cebada	Etiopía	1999	26.2	n.d. - 164	17.2
Sorgo			21.8	n.d. - 2106	174.8
Teff			27.3	n.d. - 80	32.7
Trigo			23.4	n.d. - 66	19.6
Maíz	Costa de Marfil	1998	100.	27 - 64	44.
Maíz	Costa de Marfil	2001	100.	3 - 1738	266.
Cereales	Marruecos	*	40.	n.d. - 7.22	1.08
Trigo			40.	n.d. - 1.73	0.42
Cebada			55.	0.04 - 0.80	0.17
Cereales orgánicos	España - Portugal	2005	31.7	n.d. - 27.1	1.64
Cereales no orgánicos			11.9	n.d. - 0.90	0.05
Arroz	Japón	2003 - 2004	90.	n.d. - 1.59	1.05
Trigo	Tunisia	*	38.	n.d. - 250	55.
Cebada			40.	n.d. - 940	96.
Sorgo			38.	8 - 950	117.

3.1 Factores de producción de OTA durante la cosecha

El tipo de prácticas agrícolas es un factor determinante en la producción de micotoxinas. Según un estudio realizado para determinar la producción de OTA en 400 muestras de cereales obtenidas de granjas convencionales y orgánicas o ecológicas, el contenido de OTA es sustancialmente mayor en los cereales cultivados en las granjas ecológicas que en las granjas convencionales. Por ejemplo la contaminación por OTA del centeno ecológico fue 6 veces superior que la existente en el cultivo convencional. En el caso del arroz, la contaminación por OTA fue superior en los productos procedentes de las granjas ecológicas (*2*). Este hecho atribuye a las prácticas de cultivo y el uso limitado de productos químicos como fertilizantes, fungicidas en el cultivo orgánico.

Las condiciones climáticas varían de un año a otro y esto puede afectar la cosecha de los cereales provocando la contaminación de OTA. Un estudio para determinar la contaminación por OTA realizado en Polonia durante la cosecha de cereales en los años 1997 y 1998 concluyó que los niveles de contaminación de OTA en 1998 fueron mayores que en 1997. Los autores justifican los resultados al nivel medio más alto de precipitaciones en el año 1998 (*2*).

3.2 Contaminación de OTA durante el secado

La presencia de OTA en los cereales se debe principalmente a las condiciones del grano en la cosecha, la realización de las diferentes operaciones de secado y a la calidad del almacenamiento (*6*). En los casos específicos del norte de Europa y Canadá los cereales tienen un mayor riesgo de contaminación de OTA porque el grano se cosecha con un alto contenido de humedad, a veces por encima del 20% por lo que la presencia de OTA en los cereales se atribuye a la falta de secado o de almacenamiento antes del proceso de

secado. Por ejemplo el arroz es una planta acuática y se cosecha con niveles muy altos de humedad entre el 35 y el 50% si no se presta cuidado en el proceso de secado antes del almacenamiento es segura la producción de OTA.

Aunque es imposible eliminar por completo todas las fuentes de infección de hongos, es posible disminuir o incluso evitar algunas condiciones particulares conductoras del crecimiento de micotoxinas. En términos generales los cereales se deben secar por debajo del 15% de humedad, una actividad de agua de 0.80 a una temperatura de 20 ^{0}C (*7*) y mantener estas condiciones durante el almacenamiento. Un retraso en el proceso de secado es un riesgo para el almacenamiento de los cereales (2).

3.3 Contaminación de OTA durante el almacenamiento.

Si la recolección del trigo se realiza en el momento adecuado, el almacenamiento debe hacerse en condiciones higiénicas para obtener productos seguros. El inadecuado almacenamiento de cereales puede conducir al rápido deterioro del grano y así provocar la producción de OTA. Por lo general el almacenamiento se realiza siempre bajo algunos riesgos de contaminación ambiental (polvo, insectos, aves y roedores). El polvo generado durante el almacenamiento de cereales de cosechas anteriores, puede ser colonizado por microorganismos como hongos toxigénicos que en condiciones ambientales producen micotoxinas (*8*). Las condiciones de humedad de filtraciones de techos en paredes no se toman en cuenta siendo fuentes de riesgo de contaminación de OTA en los graneros. Las interacciones de diferentes factores durante el almacenamiento también son fuentes de producción de OTA.

Hoy en día en Europa los cereales se almacenan en las propias granjas en graneros, áticos, silos que son más difíciles de limpiar minuciosamente en comparación con

instalaciones sofisticadas. Un estudio de laboratorio evaluó el impacto de la incorporación de granos de polvo como contaminante para la producción de OTA en trigo almacenado, se utilizaron 4 muestras de granos de polvo recolectados de almacenes de trigo y se analizó el contenido de OTA, encontrándose resultados positivos y superiores a la media permitida por la UE en todas las muestras. Se incorpora este polvo contaminado con OTA a trigo estéril y se analiza la presencia de OTA; los resultados son positivos, se concluye que el polvo actúa como un contaminante de micotoxinas (**8**) y se recomienda prestar la debida atención a la limpieza de los lugares en donde se almacena el trigo.

3.3.1 Interacción de factores durante el almacenamiento.

Las condiciones de almacenamiento de trigo son consideradas como seguras, si la humedad del grano es menor o igual al 14% a una temperatura de 20 ^{0}C, una humedad de equilibrio entre los granos y el aire del 65% (*7*) y una actividad de agua de entre 0.80 y 0.83 (***9***)**.** La producción de micotoxinas se ve afectada por numerosos parámetros abióticos y sus complejas interacciones, los parámetros más importantes a tomarse en cuenta son la temperatura, actividad de agua, humedad del grano y composición de CO_2.

a. Efecto de la interacción de temperatura y actividad de agua en la producción de OTA.

La a_w es el factor crítico en el crecimiento y producción de micotoxinas, juega un papel importante en el deterioro de los granos almacenados y puede aumentar como resultado de la absorción de agua de la atmósfera interna del grano con el fin de llegar a un equilibrio con la humedad relativa alta de la atmósfera de almacenamiento, particularmente durante los meses más lluviosos (**9**).

El segundo factor más significativo y capaz de estimular o inhibir la producción de OTA por hongos es la temperatura (*5*). En un estudio realizado para determinar la producción de OTA por *Penicillum Verrucosum* sobre granos de trigo se compara la producción de OTA a temperatura de 10 15 y 25 ^{0}C con un rango de a_w. Los niveles de temperatura se eligieron porque eran los más relevantes en relación con el almacenamiento de cereales en climas templados, todos los experimentos se realizaron durante 56 días y el rango de actividad de agua fue entre 0.75 a 0.995 (**Figura 2**). Se determinó que las condiciones óptimas para alcanzar el nivel máximo de producción de OTA fueron a 25 ^{0}C y 0.95. También se demuestra que después de 56 días no se produce OTA en 0.80 a_w. Sin embargo en > 0.85 a_w mayor es la producción de OTA independientemente de la temperatura. Este estudio ha demostrado que aproximadamente 0.80 – 0.83 a_w es el límite para cualquier potencial de crecimiento o producción de OTA en el grano de trigo, por lo tanto es esencial que el grano se seque a un menor contenido de a_w lo más rápido posible (0.70 a_w) (*9*).

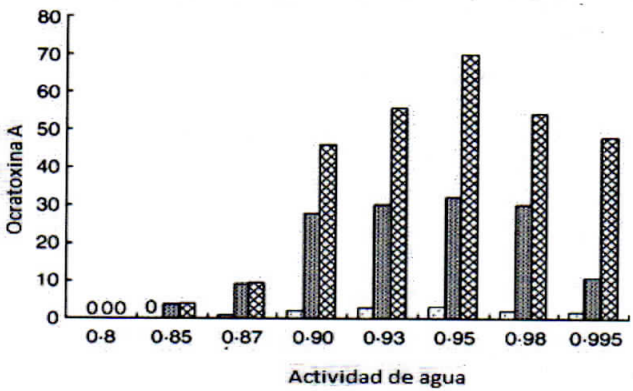


Figura 2. Tomada de la referencia (*9*). Efecto de la temperatura y actividad de agua en producción de OTA (ug kg^{-1}) por *penicillum verrucosum* en trigo almacenado durante 56 días. 10^{0}C 15^{0}C 25^{0}C.

b. Efecto de la interacción de temperatura y humedad en la producción de OTA.

En un estudio realizado para determinar la eficacia de temperatura y humedad como indicadores de la formación de micotoxinas en el almacenamiento de trigo en climas cálidos, se tomó como referencia 16% y 20% de humedad a temperatura ambiente durante 20 semanas. Se determinó que las muestras de trigo con un 20% de humedad alcanzaron temperaturas de hasta 5 ^{0}C más altas que las muestras de trigo con 16% de humedad durante 20 semanas y 7 ^{0}C por encima de la temperatura media. La mayor humedad favoreció la multiplicación de *P.verrucosum* en el 20% de humedad inicial, explicando así la aparición temprana de OTA después de sólo cuatro semana (**Figura 3**). Después de las 20 semanas la OTA alcanzó su nivel máximo de 6.5 ug kg^{-1} superando el nivel permitido por la UE (*1*). En otro estudio similar de almacenamiento de trigo con 19% de humedad durante 60 semanas el aumento de temperatura fue de 7 ^{0}C por encima de la temperatura media durante la semana 4-12, lo que indica una similitud en el grado de calentamiento a 19 y 20% de humedad.

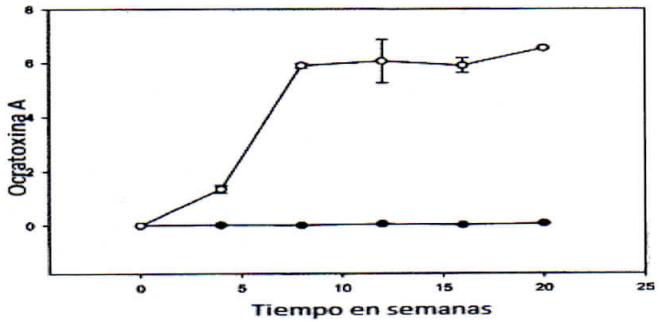


Figura 3. Tomada de la referencia (*1*). Concentración media de OTA (ug kg^{-1}) en trigo almacenado durante 20 semanas a 16% —●— y 20% —○— de humedad.

c. Efecto de la composición de gas en la producción de OTA.

El efecto de la composición del gas para la producción de OTA en el grano de trigo se estudió durante 28 días a 25 °C, con diferentes niveles de a_w de entre 0.90 y 0.995 estos niveles fueron elegidos porque eran pertinentes para el almacenamiento de grano húmedo. Un sistema de gas licuado fue utilizado para proporcionar tres tratamientos de gas, siendo el primero el aire, el segundo 25% de CO_2 y el tercero 50% las mediciones se realizaron cada 7 días. Se determinó que existe una interacción entre a_w y concentración de CO_2 para producir OTA. La producción de OTA fue más alta en el aire, seguida de 25% y 50% de CO_2 independientemente del nivel de a_w. El nivel más alto de producción de OTA es a 0.95 a_w en los tres niveles de CO_2. Sin embargo en el 0.90 y 0.995 con el 50% de CO_2 se reduce la producción de OTA (*9*).

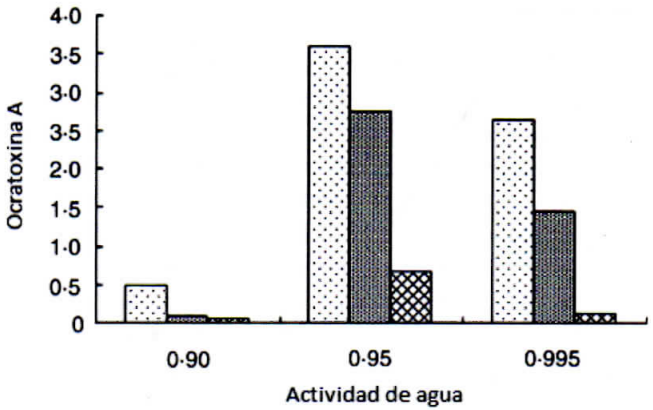


Figura 4. Tomada de la referencia (*9*). Efecto de actividad de agua (0.90- 0.95a_w) y concentración de dióxido de carbono (0.03, 25 y 50%) en la producción de OTA por *P. verrucosum* en trigo a 25°C almacenado durante 28 días. Aire, 25% CO_2, 50% CO_2.

Los cereales que han sido almacenados con hongos de OTA reducen su poder germinativo, el contenido de carbohidratos, proteínas, contenido total de aceite y aumenta la humedad y el contenido de ácidos grasos (*2*).

3.4 Otros factores

Las diferencias en la composición nutricional del grano es otro factor que influye en los niveles de contaminación de OTA. Un estudio del metabolismo del ácido glutámico en la producción de OTA determinó que parte de este ácido se incorporó a la micotoxina, indicando así que un alto contenido de ácido glutámico en los cereales puede ser un cofactor para la presencia de OTA (*2*). Los niveles más bajos de OTA se observan en productos sin gluten debido a la asociación existente de la OTA a la fracción proteica de los cereales y en el caso ce los cereales con gluten el valor de la OTA se incrementa 5.5 veces más que la concentración existente en cereales sin gluten (*7*).

La falta de programas de regularización o control de presencia de OTA a nivel nacional o regional contribuye a la contaminación de OTA en los cereales, teniendo mayor incidencia en los países en desarrollo. Según Riba los cereales son los productos más susceptibles a la contaminación de OTA en los países del norte de África de los cuales el trigo y sus derivados es el más importante en las regiones secas del Mediterráneo. En un estudio realizado en algunos países de África para determinar la presencia de OTA en cereales se reportaron niveles máximos en comparación con datos obtenidos en Europa. Los autores concluyen que la baja calidad de almacenamiento y las condiciones climáticas son los factores determinantes para obtener niveles de OTA tan elevados. Por ejemplo en Turquía se detectó el 96% de las muestras de harina a base de cereales contaminadas con

OTA y el 100% de las muestras de algunos cereales como trigo, cebada, centeno, avena , arroz y soja recogidos al azar de algunos supermercados estaban contaminadas. En Argelia el 40% de las muestras examinadas contenían OTA (*2 4*).

4. OCRATOXINA A EN PRODUCTOS DERIVADOS DEL TRIGO.

La calidad del trigo y sus derivados pueden verse sériamente afectados por la infección de hongos que conducen a la contaminación con micotoxinas (*7*).

La presencia de OTA no se limita solamente a las materia primas, también se encuentra en sus derivados. La harina de trigo es uno de los alimentos más importantes en la cultura europea y americana. Es el producto más seguro y limpio del proceso de molienda debido a que la actividad de agua es baja. Si *P.verrucosum* está presente en el grano sobrevivirá varios años. Cambios de humedad de 1 a 2% es suficiente para promover su crecimiento y así la producción de OTA. De ahí la importancia del cuidado en el almacenamiento de la harina (*2*).

El pan es una de las más importantes fuentes de hidratos de carbono por lo que la presencia de OTA es un problema de seguridad alimentaria. Varios estudios han señalado el pan como una fuente de ingesta diaria de OTA. La contaminación en el pan proviene directamente de la harina de trigo utilizada en su fabricación debido a la presencia en el grano. Un estudio (*2*) realizado en la UE en 74 muestras de pan fabricado con harina de trigo de producción orgánica y producción convencional determino OTA en un 23% frente al 20% respectivamente, los autores señalan que se debe a la presión de los consumidores de reducir el uso de conservantes lo que puede estimular el crecimiento de

algunos hongos y en última instancia a la estimulación de la producción de micotoxinas. En otro estudio de muestras de pan para determinar la presencia de OTA los autores encontraron un mayor contenido de OTA en el pan blanco de trigo en comparación con muestras de pan de trigo entero, lo cual es contrario a los resultados de la mayoría de estudios y a la teoría de que las capas externas de granos de trigo entero contaminadas se eliminan durante el proceso de limpieza (*2*).

5. CONCLUSIONES

- La OTA es una micotoxina cancerígena, resultado de una exposición a largo plazo por el consumo de alimentos contaminados, aún con bajos niveles de concentración. Es muy estable y una vez presente en el grano permanece hasta la elaboración de productos derivados. Por lo que hay que enfatizar en el contenido mínimo de OTA permitido por la UE para los cereales de 5ug kg^{-1} y sus derivados de 3ug kg^{1}.
- Los cereales constituyen la principal fuente de ingesta de OTA aportando alrededor del 50% del total de la ingesta. La presencia de OTA en cereales se debe principalmente a las condiciones del grano durante la cosecha, el secado del grano y en especial a las condiciones de almacenamiento de los cereales.
- Para evitar el crecimiento de OTA antes de la cosecha se debe dejar secar lo más posible el grano de acuerdo con las condiciones ambientales. Si esto no se puede, se debe secar lo más rápido posible con aire caliente a 20 ^{0}C hasta obtener un contenido de humedad correspondiente a una actividad de agua de 0.70 (15% de humedad) resultados que deben mantenerse durante el almacenamiento.
- Durante el almacenamiento, para evitar la contaminación de OTA lo primero es adoptar buenos procedimientos de limpieza y establecer las

condiciones óptimas de almacenamiento temperatura, actividad de agua, humedad.

- La principal arma para combatir la OTA es la difusión objetiva de la información a todas las personas involucradas en la cadena productiva de alimentos y las consecuentes medidas de prevención y control que se puedan aplicar a lo largo de la misma.

6. BIBLIOGRAFÍA

- Abramson, D.; Hulasare, R.; York, R. K.; White, N. D. G.; Jayas, D. S., Mycotoxins, ergosterol, and odor volatiles in durum wheat during granary storage at 16% and 20% moisture content. *Journal of Stored Products Research* **2005,** 41, (1), 67-76.
- Duarte, S. C.; Pena, A.; Lino, C. M., A review on ochratoxin A occurrence and effects of processing of cereal and cereal derived food products. *Food Microbiology* **2010,** 27, (2), 187-198.
- Imperato, R.; Campone, L.; Piccinelli, A. L.; Veneziano, A.; Rastrelli, L., Survey of aflatoxins and ochratoxin a contamination in food products imported in Italy. *Food Control* **2011,** 22, (12), 1905-1910.
- Riba, A.; Mokrane, S.; Mathieu, F.; Lebrihi, A.; Sabaou, N., Mycoflora and ochratoxin A producing strains of Aspergillus in Algerian wheat. *International Journal of Food Microbiology* **2008,** 122, (1-2), 85-92.
- Khalesi, M.; Khatib, N., The effects of different ecophysiological factors on ochratoxin A production. *Environmental Toxicology and Pharmacology* **2011,** 32, (2), 113-121.
- Ravelo, A.; Rubio, A.; Gutierrez, F. J.; Hardison, D. L.T., La Occratoxina A en alimentos de consume

humano. *Nutrición Hospitalaria* **2011,** 26, (6), 1215-1226.

- Prange, A.; Modrow, H.; Hormes, J.; Kramer, J.; Kohler, P., Influence of mycotoxin producing fungi (Fusarium, Aspergillus, Penicillium) on gluten proteins during suboptimal storage of wheat after harvest and competitive interactions between field and storage fungi. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* **2005,** 53, (17), 6930-6938.
- Tangni, E. K.; Pussemier, L., Ochratoxin A and citrinin loads in stored wheat grains: Impact of grain dust and possible prediction using ergosterol measurement. *Food Additives and Contaminants* **2006,** 23, (2), 181-189.
- Cairns-Fuller, V.; Aldred, D.; Magan, N., Water, temperature and gas composition interactions affect growth and ochratoxin A production by isolates of Penicillium verrucosum on wheat grain. *Journal of Applied Microbiology* **2005,** 99, (5), 1215-1221.

Biografía del autor

Ingeniera Agroindustrial graduada en la Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales de la Universidad Técnica del Norte (UTN). Magister en Tecnología y Calidad en las Industrias Agroalimentarias en la Universidad Pública de Navarra (UPNA) en Pamplona - España. Docente Ocasional de la Carrera de Ingeniería en Alimentos de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi (UPEC) desde 2015.

8

Análisis situacional de las tendencias del mercado ocupacional de los profesionales en el área de alimentos de la zona I del Ecuador

Marco Burbano Pulles, Jorge Mina
Universidad Politécnica Estatal del Carchi
ingmarcoburbanop@hotmail.com, jorge.mina@upec.edu.ec

Resumen

La oferta académica de cualquier Institución de Educación Superior debe tener un soporte laboral significativo para sus futuros egresados; profesiones que son saturadas o inadecuadas a un contexto específico corren el riesgo de desaparecer y con ello generar problemas a aquellas personas que decidieron incursionar en las mismas. Dadas estas razones se ha desarrollado la presente investigación con el objetivo de generar un panorama actualizado de carreras relacionadas al procesamiento de alimentos en la Zona I del territorio Ecuatoriano y su impacto en el mercado ocupacional respectivo a dicha área. Con el fin de contar con información real y reciente se han visitado empresas del sector público y privado de las provincias de Carchi, Imbabura, Sucumbios y Esmeraldas, tomando como fuentes de información primaria las opiniones tanto de administradores como de técnicos especializados en el área en mención.

Palabras claves: Mercado ocupacional, ingenierías, alimentos, Zona I

Abstract

The academic offerings of any institution of higher education should have a significant labor support for its

graduates; professions that are saturated or are inappropriate context-specific have the risk of disappearing and thus create problems for those who decided to venture into them. Given these reasons, this research has been developed in order to generate an updated panorama related to food processing in Zone I of the Ecuadorian territory and its impact on the respective job market outlook to that area. In order to have real and recent data, we have visited companies in the public and private sector in the provinces of Carchi, Imbabura, Sucumbios and Esmeraldas, using as a primary source of information the views of both managers and skilled technicians in that area.

Keywords: Occupational market, engineering, food, Zona I.

1. Introducción

Ingenierías como la Agroindustrial o en Alimentos, abarcan la parte de la actividad humana en que los conocimientos de las ciencias naturales, físicas y económicas se aplican de tal manera que a los productos provenientes de la actividad agropecuaria se les propicia una modificación en su composición, contenido energético o estado físico. Además estas ramas comprenden las distintas formas de concebir, calcular, diseñar, construir y hacer funcionar las instalaciones donde se lleva a cabo los procesos relativos a dichas transformaciones y generación de valor agregado. (Ibarz & Barbosa, 2011).

> Según PRO ECUADOR (2016), el sector de Agroindustria en Ecuador es bastante amplio, se destacan varios productos destinados principalmente a consumo interno como maíz, arroz y azúcar; mientras que entre los principales productos de agroindustria para exportación se destacan los cultivos de palma africana y brócoli. En total existen

> 1.46 millones de hectáreas utilizadas para cultivos permanentes y 0.91 millones para cultivos transitorios. (p. 6)

Ecuador tiene como elemento fundamental de su economía el sector agroindustrial y alimenticio; los autores de este artículo señalan que las exportaciones de productos agroindustriales representaron en el 2014 casi el 33% de las exportaciones totales no petroleras del país, con un alto impacto en la generación de empleo con más de 700.000 empleos directos y alrededor de 2.000.000 indirectos según las estimaciones oficiales citadas. (INTERACTÚA, 2015). De allí la importancia que reviste la Universidad y sus diferentes componentes y funciones en ofertar carreras acordes a las necesidades y requerimientos de un contexto social que busca en el conocimiento y la tecnología, los mejores aliados para procurar el bienestar de todos sus integrantes.

2. Metodología

Con el propósito de tener información actualizada y de primera mano, se ha procedido a visitar directamente a personal involucrado en diferentes empresas dedicadas al procesamiento de alimentos de la Zona I del territorio ecuatoriano, para lo cual se han considerado las opiniones vertidas tanto por profesionales de cada una de las empresas visitadas como de los Gerentes encargados de las mismas. La investigación fue desarrollada a inicios del 2015 con ayuda del personal docente de la Facultad de Industrias Agropecuarias y Ciencias Ambientales de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi. La información que a continuación se detalla está basada en un cuestionario diseñado y validado por un grupo de profesionales de la institución anteriormente mencionada.

3. Análisis e interpretación de la información

3.1 Número de Empresas y Provincia

Provincia	Frecuencia	Frecuencia Acumulada	Porcentaje (%)	Porcentaje acumulado (%)
Carchi	8	8	29,63	29,63
Imbabura	7	15	25,93	55,56
Esmeraldas	9	24	33,33	88,89
Sucumbios	3	27	11,11	100,00
Total	27		100,00	

Se han encuestado a 27 empresas públicas y privadas de la zona de planificación 1 que tienen en su nómina a profesionales en el área de Alimentos. El 29,63% pertenecen al Carchi, el 33,33% a Esmeraldas, 25,93% a Imbabura y 11,11% a Sucumbíos.

3.2 Tipo de Empresa

Tipo de Empresa	Frecuencia	Frecuencia Acumulada	Porcentaje (%)	Porcentaje acumulado (%)
Pública	6	6	22,22	22,22
Privada	18	24	66,67	88,89
Mixta	1	25	3,70	92,59
Propia	2	27	7,41	100,00
Total	27		100,00	

La mayoría de empresas encuestadas son de tipo privado (66.67%), seguido por las empresas públicas (22.22%) y las empresas propias (7.41%). Esto se debe a que la mayor parte de inversión direccionada al sector de los alimentos en el Ecuador lo realiza la empresa privada, muchas veces con inversión proveniente de otros países. Se observa también que existe una cantidad relativamente pequeña de empresas propias, por lo que es necesario propender al emprendimiento y a la innovación en el sector alimenticio.

3.3 Tipo de cargo que desempeña

Tipo de Cargo	Frecuencia	Frecuencia Acumulada	Porcentaje (%)	Porcentaje acumulado (%)
Dirección/Ejecutivo	18	18	66,67	66,67
Asesoría	0	18	0,00	66,67
Dirección/Jefatura	7	25	25,93	92,59
Operacional	2	27	7,41	100,00
Total	27		100,00	

La mayoría de los empleadores encuestados tienen un cargo a nivel de Dirección/Ejecutiva (66.67%), seguido por el nivel de Dirección/Jefatura (25.93%), Operacional (7.41%) y Asesoría que no tuvo representación. Esto se debe a que en la empresa, tanto la dirección ejecutiva como de jefatura, están al tanto de los problemas y objetivos institucionales, y a su vez son los responsables directos del desarrollo y aseguramiento de la misma.

3.4 Actividad económica de la Empresa

Actividad económica	Frecuencia	Frecuencia Acumulada	Porcentaje (%)	Porcentaje acumulado (%)
Servicios	5	5	18,52	18,52
Producción	14	19	51,85	70,37
Comercio/Distribución	8	27	29,63	100,00
Total	27		100,00	

La gran mayoría de las empresas encuestadas pertenecen a la actividad económica de Producción (51.85%), seguido por Comercio/Distribución (29.63%) y dedicadas a la prestación de servicios (18.52%). Las empresas en el sector alimenticio en su gran mayoría enfocan sus esfuerzos en la generación de productos.

3.5 TENDENCIAS DEL MERCADO OCUPACIONAL

3.5.1 Los futuros profesionales de en el área de alimentos serán:

Los profesionales serán:	Frecuencia	Frecuencia Acumulada	Porcentaje (%)	Porcentaje acumulado (%)
Muy necesarios	20	20	74,07	74,07
Necesarios	6	26	22,22	96,30
Poco necesarios	1	27	3,70	100,00
Total	27		100,00	

Para las empresas encuestadas, los profesionales en Ingeniería en Alimentos serán a futuro (5 años en adelante) considerados como; Muy necesarios (74.07), Necesarios (22.22%) y poco necesarios (3,70%) para el desarrollo del país. Por lo que la tendencia del mercado ocupacional para este tipo de profesionales es muy prometedora.

3.5.2 Los campos ocupacionales de estas carreras:

Los campos ocupacionales:	Frecuencia	Frecuencia Acumulada	Porcentaje (%)	Porcentaje acumulado (%)
Se ampliarán	17	17	62,96	62,96
Seguirán iguales	8	25	29,63	92,59
Se reducirán	2	27	7,41	100,00
Total	27		100,00	

Para las empresas, los profesionales en Ingeniería en Alimentos a futuro (5 años en adelante), en su gran mayoría consideran que se Ampliarán (62,96%), una menor proporción considera que se mantendrán igual (29.63%) y una minoría (7.41%) dicen que se reducirán. Se observa que la tendencia de ocupación para este tipo de profesionales es muy prometedora.

3.5.3 Los futuros profesionales de estas carreras a futuro tendrán oportunidades:

Oportunidades de empleo	Frecuencia	Frecuencia Acumulada	Porcentaje (%)	Porcentaje acumulado (%)
Mayores	14	14	51,85	51,85
Iguales	10	24	37,04	88,89
Menores	3	27	11,11	100,00
Total	27		100,00	

Para las empresas encuestadas, los profesionales en Alimentos a futuro (5 años en adelante), en su mayoría consideran que tendrán mayores oportunidades de empleo (51,85%) que actualmente, una menor proporción considera que se mantendrá igual (37.04%) y una minoría (11.11%) manifiestan que serán menores. Se observa en general que la tendencia de empleo para este tipo de profesionales es muy prometedora.

3.5.4 Las carreras en el proceso formativo requiere a futuro hacer cambios:

Cambios en la estructura curricular	Frecuencia	Frecuencia Acumulada	Porcentaje (%)	Porcentaje acumulado (%)
Drásticos	17	17	62,96	62,96
Moderados	9	26	33,33	96,30
Sin cambios	1	27	3,70	100,00
Total	27		100,00	

Para las empresas se considera que a futuro (5 años en adelante) en este tipo de carreras en el proceso formativo se requiere hacer cambios drásticos (62.96%) un 33,33% de los encuestados manifiesta que se requieren hacer cambios moderados y sólo un pequeño porcentaje (3,70%) sostienen que debe mantenerse sin cambios. Se observa que es imperante hacer cambios en el proceso curricular para cumplir con las exigencias tecnológicas actuales y futuras de la sociedad y el mercado ocupacional del país.

3.5.5 Este tipo de carreras en función de la evolución de la sociedad de la información, requiere a futuro (5 años en adelante), utilizar en el proceso formativo:

Uso de TICS	Frecuencia	Frecuencia Acumulada	Porcentaje (%)	Porcentaje acumulado (%)
Alto	23	23	85,19	85,19
Moderado	4	27	14,81	100,00
Limitado	0	27	0,00	100,00
Total	27		100,00	

Las empresas indican que la carreras de especialización en alimentos requieren necesariamente un alto uso de las nuevas Tecnologías de la Información y Comunicación (TICs) (85,19%) y un moderado uso para un porcentaje relativamente bajo (14,81%). Nadie estima que el uso de las TIC´s deba ser limitado o nulo.

3.5.6 Este tipo de carreras en función de las nuevas demandas de la sociedad, requieren a futuro ser:

Competitividad	Frecuencia	Frecuencia Acumulada	Porcentaje (%)	Porcentaje acumulado (%)
Alta	24	24	88,89	88,89
Mediana	3	27	11,11	100,00
Baja	0	27	0,00	100,00
Total	27		100,00	

Las empresas indican que la profesionalización en Alimentos a futuro (5 años en adelante) requiere ser muy competitiva (88.89%) y medianamente competitiva (11.11%) en el proceso curricular para cumplir con las exigencias tecnológicas actuales y futuras de la sociedad y el mercado ocupacional del país.

La competitividad en este tipo de carreras se traduce en la oferta de un programa de grado de calidad, acreditada y reconocida a nivel nacional e internacional por su innovación y generación de conocimientos científicos y tecnológicos para la resolución de problemas del contexto, uso de metodologías y entornos de aprendizaje con tecnología de punta, docentes altamente especializados, adecuada infraestructura física y digital, práctica de valores éticos, entre otros.

3.6 DEMANDA OCUPACIONAL

3.6.1 ¿Cuántos profesionales de la carrera de Alimentos o afines trabajan en su empresa?

Número de profesionales	Frecuencia	Frecuencia Acumulada	Porcentaje (%)	Porcentaje acumulado (%)
Al menos 1	13	13	48,15	48,15
2 a 5	8	21	29,63	77,78
6 a 10	6	27	22,22	100,00
Más de 10	0	27	0,00	100,00
Total	27		100,00	

Se observa que la mayoría de empresas encuestadas poseen en su nómina al menos 1 profesional en el área de Alimentos (48.15%), seguido por entre 2 a 5 (29.63%). En menor proporción con un número entre 6 a 10 profesionales (22.26%).

3.6.2 ¿Cuántos profesionales en Alimentos requerirá su empresa en los próximos 5 años?

Número de profesionales requeridos	Frecuencia	Frecuencia Acumulada	Porcentaje (%)	Porcentaje acumulado (%)
Al menos 1	13	13	48,15	48,15
2 a 5	7	20	25,93	74,07
6 a 10	3	23	11,11	85,19
Más de 10	4	27	14,81	100,00
Total	27		100,00	

Según las empresas encuestadas la gran mayoría (48.15%) requerirá al menos un profesional que se desempeñen en los diferentes roles y funciones en el área de Ingeniería en Alimentos. El 25.93% indican que se requerirá

entre 2 a 3, el 11.11% entre 6 y 10 y el 14.81% más de 10 profesionales. Esto muestra la demanda ocupacional que tiene este tipo de profesionales para contribuir al cumplimiento de objetivos y quehacer de las instituciones de la zona de planificación 1 y del país.

3.6.3 ¿Cuán importante es la contribución de este tipo de profesional para su empresa?

Importancia del trabajador	Frecuencia	Frecuencia Acumulada	Porcentaje (%)	Porcentaje acumulado (%)
Imprescindible	13	13	48,15	48,15
Importante	10	23	37,04	85,19
Poco importante	3	26	11,11	96,30
Sin importancia	1	27	3,70	100,00
Total	27		100,00	

Las empresas manifiestan que los profesionales en Alimentos son Imprescindibles (48,15.94%) e Importantes (37.04%) para el cumplimiento de los objetivos estratégicos, generación de valor agregado y el quehacer mismo de las instituciones de la zona de planificación 1 y el país. Es decir que en su gran mayoría (85,19%) de las empresas consideran a este tipo de profesionales con un alto grado de importancia para la consecución de sus objetivos.

4. Conclusiones

- Se encuestó a 27 empresas públicas y privadas de la zona de planificación 1 (Carchi, Esmeraldas, Imbabura y Sucumbíos) que tienen en su nómina a profesionales en el área de Alimentos.
- La tendencia del mercado ocupacional para las carreras vinculadas al área de los alimentos a futuro

será muy prometedora debido a que este tipo de profesionales será muy necesarios, los campos ocupacionales se ampliarán y tendrán mayores oportunidades de empleo de acuerdo a la información recolectada.

- Las carreras relacionadas al sector alimenticio a futuro tendrán que hacer cambios y ser muy competitivas en el proceso curricular para cumplir con las exigencias tecnológicas actuales y futuras de la sociedad y el mercado ocupacional del país.
- La demanda ocupacional para los profesionales en Alimentos a futuro es prometedora. En general, el 48,15% de las empresas requerirán al menos uno, el 51.85% requerirán más de 2 profesionales en los diferentes roles y funciones, para contribuir al cumplimiento de objetivos establecidos por las mismas.

5. Referencias Bibliográficas

Calle Silva, J. B., & Campos Pacurucu, J. E. (2013). *Observatorio Laboral en las carreras de Administración de Empresas y Contabilidad y Auditoría en la Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca.* Cuenca: UPS.

- Ibarz, A., & Barbosa, G. (2011). *Operaciones Unitarias en la Ingeniería de Alimentos.* Madrid: Mundi - Prensa.
- INTERACTÚA. (2015). *Oportunidades para el Sector Agroindustrial para 2016.* Recuperado el 13 de 02 de 2016, de Club de Negocios Interactúa: http://www.interactuaclub.com/Blog/Post/oportunidades-para-el-sector-agroindustrial-para-2016-74
- PRO ECUADOR. (2016). *Perfil sectorial de Agroindustria.* Quito: PRO ECUADOR. Obtenido de http://www.proecuador.gob.ec/wp-content/uploads/2016/04/PERFIL-AGROINDUSTRIA.pdf

- Quevedo Ramírez, T. (2013). *Agroindustria y concentración de la propiedad de la tierra.* Quito: OBSERVATORIO DEL CAMBIO RURAL - OCARU.
- SASE CONSULTORES S.A.C. (2013). *Estudio de demanda laboral y de oferta de educación técnico productiva, superior tecnológica y superior universitaria en tres sectores económicos para ocho regiones del país.* Lima: Consejo Nacional de la Competitividad.

Biografía del autor

Marco Burbano es Magíster en Procesamiento de Alimentos por la Universidad Agraria del Ecuador, Ingeniero Agroindustrial por la Escuela Politécnica Nacional. Diplomado Superior en Investigación Socioeducativa por la Universidad Tecnológica América. Docente y Jefe del área de Matemática de la Universidad Tecnológica América de la ciudad de Tulcán (Marzo 2009 – Marzo 2011). Docente de la Facultad de Industrias Agropecuarias y Ciencias Ambientales de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi (Abril 2011 – Febrero 2016). Docente habilitado por el Sistema Nacional de Nivelación y Admisión (SNNA). Docente de la Facultad de Ciencias Administrativas y Económicas de la Universidad Técnica del Norte (Abril – Agosto 2016).

Jorge Mina es Magíster en Procesamiento de Alimentos por la Universidad Agraria del Ecuador. Magíster en Educación y Desarrollo Social por la Universidad Tecnológica Equinoccial. Diplomado Superior en Currículo por Competencias por la Universidad Técnica de Ambato. Ingeniero Agroindustrial por la Universidad Técnica del Norte. Decano y Docente Titular de la Facultad de Industrias Agropecuarias y Ciencias Ambientales de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi.

9

Evaluación de barras energéticas elaboradas a bases de chocho *(lupinus mutabilis)* y maiz *(zea mays)*.

Wilman Yambay, Andrea Delgado, Ruth Imbaquingo
Universidad Politécnica Estatal del Carchi
jyamby@yahoo.es, areitosdelgado@gmail.com, ruth-imbaquingo@hotmail.es

Resumen

En la presente investigación se elaboró una barra energética a base de chocho (Lupinus mutabilis y maíz (Zea mays), se aplicó un Diseño Completamente al Azar con cinco tratamientos, de los cuales T4 presentó mayor aceptabilidad por parte de los catadores dicho producto se elaboró con 10.91% maíz, 32.73% chocho, 14.54% avena, 10.91% higos, 10.91% glucosa, 1.82% mantequilla, 10.91% miel y 7.27% nuez, el producto englobó la preferencia de los puntajes promedios de los atributos sensoriales como color, olor, textura y sabor en uno solo como aceptabilidad, presentó un contenido de: carbohidratos totales 46.49%, proteína 21.89%, grasa 16.59%, cenizas 1.51%, materia seca 91.79%, humedad 8.21%, fibra 5.31%, energía 422.83 kcal/100g, valores comparables con los datos de productos elaborados en investigaciones similares. Nutricionalmente 20 gramos de barra energética aporta con 85 calorías, distribuidas en: 3 g de grasa (6% de la ingesta diaria), 9 g de carbohidratos (3% de la ingesta diaria) y 4 g de proteína (6 % de la ingesta diaria) dicho producto constituye una fuente nutricional apta para la alimentación de niños y jóvenes. Los valores que presenta el análisis microbiológico, indica que es un producto inocuo apto para el consumo humano.

Palabras Claves: Barra energética, maíz, chocho.

Abstract

The product of better treatment T4 (10.91% Corn + 32.73% doddering) presented containing: total carbohydrates 46.49%, protein 21.89%, fat 16.59%, ash 1.51%, dry matter 91.79%, moisture 8.21%, fiber 5.31% energy 422.83 kcal / 100g, comparable values with data products produced in similar research. Nutritionally 20 grams of energy bar provides 85 calories, distributed as follows: 3 g fat (6% of daily intake), 9 g carbohydrate (3% of the daily intake) and 4 g of protein (6% of intake daily) concluding that the product is a suitable for feeding young children and nutritional source. The values presented microbiological analysis (Total mesophilic aerobic bacteria count <10 cfu / g, E. coli / Coliforms <10 cfu / g Yeasts / molds <10 cfu / g), states that are within the requirements current regulations NTE INEN 2595: 2011 "Granola - Requirements", being a safe product suitable for human consumption.

Keywords: Energy bar, corn, "choco".

1. Introducción

Las **barras energéticas** constituyen un complemento calórico y nutricional, fáciles de transportar, conservar y tomar, son muy útiles cuando se requiere incrementar la energía o nutrientes que aporta una dieta.

En la actualidad dichos productos se comercializan bajo diferentes marcas, son productos que aportan una gran energía en el poco volumen y peso que tienen entre los 25 y 70 gramos, por ello su uso se está generalizando en muchos ámbitos como el deportivo y educativo.

Es un producto alimenticio en el cual se pueden utilizar una gran variedad de productos con diferentes características generando tipos y marcas de barritas diferentes, cuyas texturas y sabores son objeto de estudio y

mejora constante. Estos productos no deben ser considerados como sustitutos de una dieta equilibrada ya que por sí solas no son capaces de aportar los nutrientes que el organismo requiere.

Se recomienda el consumo de barras energéticas en situaciones de una demanda alta de necesidades energéticas como en las etapas de crecimiento, desarrollo y maduración, que por diferentes situaciones los requerimientos energéticos no queden cubiertos con una alimentación completa y equilibrada, en prácticas deportivas intensas o mantenidas, en las cuales sea necesario el aporte energético para no perder o bajar el ritmo y obtener un rendimiento satisfactorio.

La presente investigación tiene como objetivo la evaluación de barras energéticas elaboradas a base de Chocho (Lupinus mutabilis) y maíz (Zea mays), destinada a la alimentación de niños y jóvenes, y que presenten buenas características organolépticas y excelentes condiciones nutricionales.

2. Materiales y métodos

Insumos

- ✓ Maíz *(Lupinus mutabilis)*
- ✓ Chocho *(Zea mays)*
- ✓ Avena
- ✓ Glucosa
- ✓ Higos
- ✓ Mantequilla
- ✓ Miel
- ✓ Nuez

Equipos

- ✓ Balanza gramera marca BOECO, modelo BBL54, precisión 0,01g , cap. 500g

- ✓ Cuchillos
- ✓ Empacadora al vacío
- ✓ Fundas plásticas para empaque al vacío
- ✓ Horno eléctrico marca IVANNA
- ✓ Moldes en acero inoxidable de (10 x 5 x 5)cm
- ✓ Molino
- ✓ Sartén de teflón
- ✓ Espátula

Métodos

Localización del Experimento

La presente investigación fue desarrollada en los laboratorios de la Universidad Politécnica estatal del Carchi, Provincia del Carchi.

Recepción de la Materia Prima

La materia prima fue seleccionada considerando el cumplimiento de la normativa nacional vigente (Normas INEN), de cada uno de los insumos requeridos en la elaboración de las barras energéticas.

Proceso de elaboración

Cumplir con las Buenas Prácticas de Manufactura fue uno de los principios fundamentales dentro del proceso de elaboración de las barras energéticas. Cada uno de los ingredientes se dosificó de acuerdo a lo establecido en las formulaciones de los respectivos tratamientos.

Preparación del Maíz

Para preparar el maíz se procedió a tostarlo en aceite hasta que adquiera un color amarillento característico del

maíz tostado, una vez frío y con la ayuda de un molino se procedió a triturarlo, para ello se ajustó el molino para que el maíz triturado tuviera una medida de 2mm a 5mm en promedio.

Preparación del Chocho

Se lavó el chocho en agua potable corriente y se procedió a sumergirlo en una solución de hipoclorito de sodio a 150ppm durante 5 minutos para desinfectarlo, se lo escurrió y se procedió a pelarlo, tanto la cascará como su parte comestible y por separado fueron deshidratados en un horno eléctrico a 100°C, se debe remover cada 20 minutos para que el secado sea homogéneo. Con la ayuda de un molino se procedió a triturar la cáscara (0.5mm a 1mm en promedio).

De igual manera se trituro el chocho (2mm a 5mm en promedio).

Preparación de la avena

En un sartén de teflón se colocó la avena y se la tostó a 70°C por 10 minutos.

Preparación del higo y la nuez

Tanto el higo como la nuez fueron picadas con la ayuda de un cuchillo, hasta un tamaño de 5mm a 8mm en promedio.

Dosificación y Pesaje de los insumos

Seleccionada y preparada la materia prima se procede a establecer la dosificación para las formulaciones de cinco tratamientos, según se indica en la Tabla N°1.

Tabla N° 1: FORMULACIONES DE LOS TRATAMIENTOS DE LAS BARRAS ENERGÉTICAS EN PORCENTAJE (%)

Ingredientes	T1	T2	T3	T4	T5
Maíz	43.64	32.73	23.32	10.91	0
Chocho	0	10.91	23.32	32.73	43.64
Avena	14.54	14.54	14.54	14.54	14.54
Higos	10.91	10.91	10.91	10.91	10.91
Glucosa	10.91	10.91	10.91	10.91	10.91
Mantequilla	1.82	1.82	1.82	1.82	1.82
Miel	10.91	10.91	10.91	10.91	10.91
Nuez	7.27	7.27	7.27	7.27	7.27

Por separado y según la cantidad a prepararse y en base a las formulaciones establecidas se procedió a pesar los ingredientes para luego proceder a la elaboración de las barras energéticas.

Mezclado

En un recipiente hondo se colocaron el chocho, maíz, avena, higos y nuez previamente pesados según las formulaciones establecidas y procedió a mezclarlas.

Se colocó un sartén de teflón sobre una hornilla y se lo calentó hasta 70°C, según se iba calentando se añadió la mantequilla, glucosa y miel, con la ayuda de una espátula se mezclaron hasta obtener una mezcla homogénea y evitar que se queme, una vez que dichos ingredientes formaron una sola mezcla se agregó de poco en poco y sin dejar de mecer los ingredientes sólidos hasta obtener una mezcla homogénea, se retiró del fuego y se la colocó sobre una superficie limpia y desinfectada para proceder al amasado.

Amasado y Moldeado

Se amasó la mezcla en caliente hasta obtener una pasta compacta la cual se la colocó en los respectivos moldes, los cuales fueron previamente engrasados. Una vez llenos los

moldes fueron llevados para prensarlos por una hora a 50kgf/cm^2.

Horneado

Se retiraron las barras de los moldes y se colocaron en las bandejas previamente engrasadas, y fueron horneadas a 120°C durante 40 minutos, luego se retiraron del horno y se dejaron enfriar a temperatura ambiente.

Empacado y Etiquetado

Las barras energéticas se empacaron al vacío para prevenir la contaminación y el enranciamiento. Luego se colocaron en cajas previamente etiquetadas según NTE INEN 1334-2 2011 Parte 2. Rotulado Nutricional Requisitos" y Acuerdo Ministerial 4522 Reglamento Sanitario de Etiquetado de Alimentos Procesados para el consumo Humano (sistema gráfico o semáforo nutricional).

Almacenado

El Producto Terminado debe ser almacenado a temperatura ambiente y en un lugar fresco y seco, considérese que las barras energéticas no deben tener contacto directo con la luz.

Estadística inferencial

Se estableció un Diseño Experimental Completamente al Azar (DCA), con cinco tratamientos y cuatro repeticiones, ninguno de los dos factores en estudio se consideró "exógeno" a los tratamientos (Saltos H. , 1993). En la Tabla N° 2 se detallan los tratamientos que fueron aplicados experimentalmente.

Tabla N° 2: TRATAMIENTOS CONSIDERADOS PARA LA ELABORACIÓN DE LAS BARRAS ENERGÉTICAS

Tratamientos	Descripción
T 1	43.64% maíz y 0.00% chocho, en relación al peso.
T 2	32.73% maíz y 10.91% chocho, en relación al peso.
T 3	23.32% maíz y 23.32% chocho, en relación al peso.
T 4	10.91% maíz y 32.73% chocho, en relación al peso.
T 5	0.00% maíz y 43.64% chocho, en relación al peso.

Para la evaluación sensorial se aplicó el análisis de varianza mediante el cual se estableció las diferencias estadísticas entre las formulaciones. Cada tratamiento fue evaluado mediante un grupo sensorial interno compuesto de 30 personas, el esquema del análisis de varianza utilizada en la prueba sensorial, se detalla en la Tabla N°3.

Tabla N° 3: ESQUEMA DEL ANÁLISIS ESTADÍSTICO PARA LA EVALUACIÓN SENSORIAL

Fuentes de Variación (FV)	Grados de Libertad (GL)
Tratamientos	4
Error experimental	29
Total	**33**

En la comparación de los promedios se empleó la prueba no paramétrica de FRIEDMAN.

Población y Muestra

La población considerada en la presente investigación estuvo conformada por las 20 unidades experimentales correspondientes a cada uno de los tratamientos formulados. Una vez determinado mediante el análisis sensorial el mejor tratamiento el producto fue sometido a una evaluación bromatológica y microbiológica.

3. Resultados y discusión

Las barras energéticas fueron evaluadas de acuerdo a los cinco tratamientos planteados los cuales tuvieron como variable central para la investigación los porcentajes de maíz y chocho empleados como ingredientes y su efecto directo en los parámetros de calidad sensorial, bromatológica y microbiológica.

Una vez elaboradas las barras energéticas de los diferentes tratamientos fueron sometidas al análisis microbiológico para determinar su inocuidad y poder realizar la degustación de las mismas. Los resultados del análisis microbiológico se detallan en la Tabla N°4.

Tabla N° 4: RESULTADOS DEL ANÁLISIS MICROBOLÓGICO DE LOS PRODUCTOS ELABORADOS EN LOS TRATAMIENTOS

Tratamiento	Unidad	Resultado		
		Recuento Total de Aerobios Mesófilos	E. coli /Coliformes	Levaduras y Mohos
Norma NTE INEN 2595:2011	*ufc/g*	10^4	10	10^2
T1	*ufc/g*	<10	<10	<10
T2	*ufc/g*	<10	<10	<10
T3	*ufc/g*	<10	<10	<10
T4	*ufc/g*	<10	<10	<10
T5	*ufc/g*	<10	<10	<10

Según los resultados reportados en la Tabla N° 4 los productos analizados cumplen con la norma de referencia NTE INEN 2595 : 2011 "Granola – Requisitos".

La evaluación sensorial se realizó en base a los atributos de: apariencia, color, olor, sabor, textura y del producto en general, para lo cual se usó una escala hedónica de cinco puntos donde: 1=muy desagradable, 2=desagradable, 3=ni agradable ni desagradable, 4=agradable, 5=muy agradable, dichas características organolépticas fueron evaluadas por un panel constituido por 30 catadores seleccionados pertenecientes a la Escuela de Ingeniería de Alimentos de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi.

Apariencia.

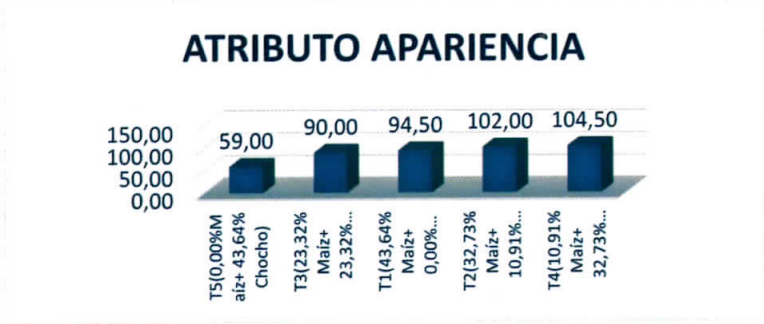


Figura N° 1: PRUEBA DE FRIEDMAN PARA EL ATRIBUTO APARIENCIA

Según la Figura N°1 se determina que T5 se encuentra en el rango A, T3, T1, T2 y T4 se encuentran en el rango B no siendo estadísticamente diferentes dichos tratamientos. El tratamiento de mayor aceptación en cuanto al atributo apariencia es el producto de T4 con una calificación de 104,5 puntos, la percepción de los catadores en promedio fue de 3.48 puntos. La apariencia de un producto es un factor inicial determinante al momento de la elección de un producto.

Color

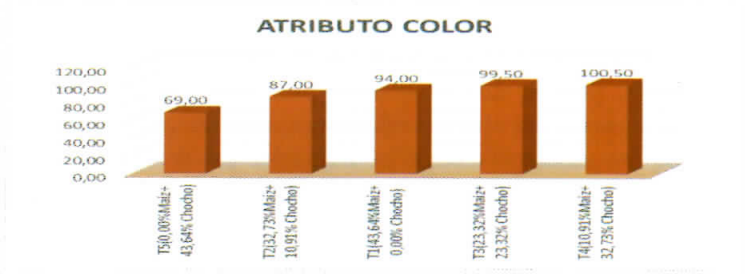


Figura N° 2: PRUEBA DE FRIEDMAN PARA EL ATRIBUTO COLOR

De acuerdo a los valores representados en la Figura N°2 se establece que tratamientos no presentan diferencia estadística, el producto de mayor aceptación en cuanto al atributo color es T4 con una calificación de 100,50 puntos, la percepción de los catadores en promedio fue de 3.35 puntos. El color es un atributo de los alimentos que tiene relación directa con su composición.

Olor

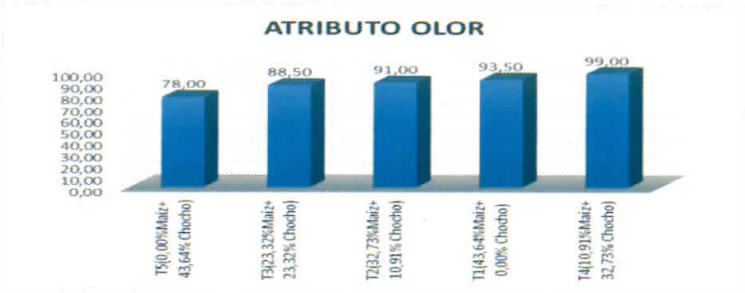


Figura N° 3: PRUEBA DE FRIEDMAN PARA EL ATRIBUTO OLOR

Según la Figura N°3 se determina que los productos de los diferentes tratamientos no son estadísticamente diferentes sus promedios se encuentran en los mismos rangos, el producto de mayor aceptación es T4 con una calificación de 99.00 puntos, una evaluación promedio de 3.30 puntos, la evaluación del olor se realiza por medio de la nariz, en función de las sustancias volátiles liberadas por los alimentos, esta percepción ayuda a determinar el estado de un alimento su frescura y aceptación del mismo.

Sabor

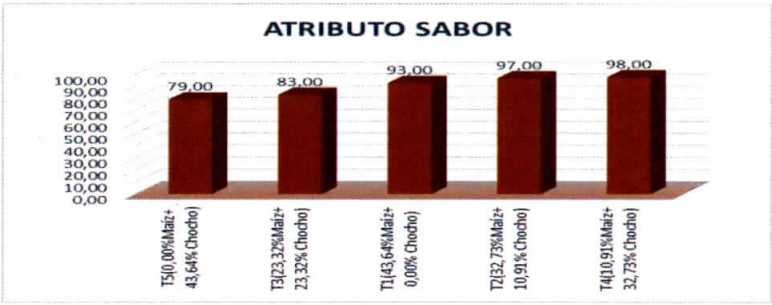


Figura N° 4: PRUEBA DE FRIEDMAN PARA EL ATRIBUTO SABOR

De acuerdo a la Figura N°4 se determina que los productos de los diferentes tratamientos no presentan diferencia estadística los valores se encuentran en un mismo rango, el producto de mayor aceptación en cuanto al atributo sabor es T4 con una calificación de 98.00 puntos, los catadores evaluaron en promedio con de 3.27 puntos.

Textura

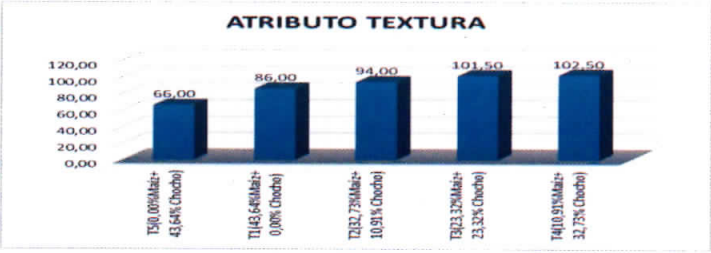


Figura N° 5: PRUEBA DE FRIEDMAN PARA EL ATRIBUTO TEXTURA

Según la Figura N°5 los valores designados por los catadores a los diferentes tratamientos no presentan diferencia estadística encontrándose en el mismo rango, el producto de mayor aceptación en cuanto al atributo apariencia es el producto de T4 con una calificación de 102,5 puntos, la percepción de los catadores en promedio fue de 3.42 puntos. La textura de un producto deriva de los ingredientes de un producto.

Producto en General

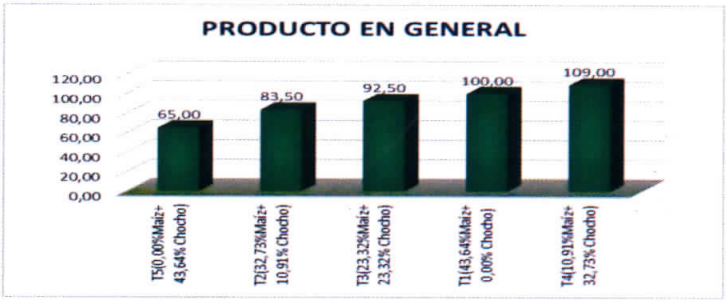


Figura N° 6: PRUEBA DE FRIEDMAN PARA EL PRODUCTO EN GENERAL

De acuerdo a los datos de la Figura N° 6 se establece que las cinco muestras evaluadas no son estadísticamente diferentes. Con el puntaje más alto 109.00 se encuentra el producto de T4 con una media de 3.63 puntos. La valoración del producto en general reúne los atributos de apariencia, color, olor textura y sabor en uno solo como aceptabilidad del producto como tal, el consumidor realiza esta valoración ya que atiende a su propia escala interna de apreciación del producto.

Análisis físico-químico

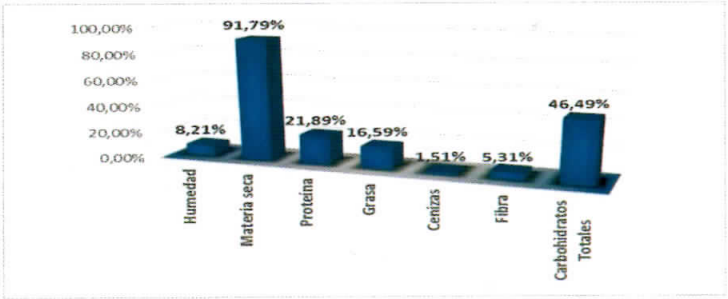


Figura N° 7: PRUEBA DE FRIEDMAN PARA EL PRODUCTO EN GENERAL

Una vez que se estableció el mejor tratamiento T4, dicho producto fue analizado, obteniéndose los resultados que se indican en la figura N°6, valores que se encuentran dentro de los parámetros establecidos para barras energéticas.

INFORMACIÓN NUTRICIONAL

Del mejor tratamiento T4 se determinó la información nutricional de acuerdo a lo establecido en la norma (NTE

INEN 1334-2, 2011) y Acuerdo Ministerial 4522 Reglamento Sanitario de Etiquetado de Alimentos Procesados para el consumo Humano (sistema gráfico o semáforo nutricional).

Tabla Nutricional

Información Nutricional	
Tamaño por porción: 20g Tamaño por envase: 3	
Cantidad por porción	
Energía (Calorías):	293kJ (85 kcal)
Calorías de Grasa (Cal. Calorías)	59kJ (30 kcal)
	* % Valor Diario
Grasa Total 3g	6%
Carbohidratos Totales 9g	3%
Fibra dietética 1g	
Proteína 4g	6%
*Porcentajes de Valores Diarios basados en una dieta de 8380 kJ (2000 calorías).	

Semáforo Nutricional



Figura N° 8: TABLA Y SEMÁFORO NUTRICIONAL

4. Conclusiones

- De la evaluación sensorial de las barras energéticas elaboradas a base de chocho *(Lupinus mutabilis)* y maíz (*Zea Mays),* de las cinco formulaciones se concluye que la que presentó mayor aceptabilidad por parte de los catadores fue la del tratamiento T4, la cual se elaboró con 10.91% maíz, 32.73% chocho, 14.54% avena, 10.91% higos, 10.91% glucosa, 1.82% mantequilla, 10.91% miel y 7.27% nuez.
- El producto del tratamiento T4 englobó la preferencia de los puntajes promedios de los atributos sensoriales como: color, olor, textura y sabor en uno solo como aceptabilidad del producto, influyendo en el deseo de una persona para adquirir y consumir el producto.
- El producto del mejor tratamiento T4 (10.91% Maíz + 32.73% chocho) presentó un contenido de: carbohidratos totales 46.49%, proteína 21.89%, grasa 16.59%, cenizas 1.51%, materia seca 91.79%, humedad 8.21%, fibra 5.31%, energía 422.83 kcal/100g, valores comparables con los datos de productos elaborados en investigaciones similares.
- Nutricionalmente 20 gramos de barra energética aporta con 85 calorías, distribuidas en: 3 g de grasa (6% de la ingesta diaria), 9 g de carbohidratos (3% de la ingesta diaria) y 4 g de proteína (6 % de la ingesta diaria) concluyendo que dicho producto constituye una fuente nutricional apta para la alimentación de niños y jóvenes.
- Los valores que presenta el análisis microbiológico (*Recuento Total de Bacterias Aerobias Mesófilas* <10 ufc/g, *E. coli / Coliformes* < 10 ufc/g y *Levaduras/ Mohos* < 10 ufc/g), indica que se encuentran dentro de los requisitos establecidos en la normativa vigente

NTE INEN 2595:2011 "Granola – Requisitos", siendo un producto inocuo apto para el consumo humano.

Referencias bibliográficas

- 3M Minnesota Mining and Manufacturing Company. (2009). *Guías de Interpretación 3M Petriflm.* Madrid: 3M Seguridad Alimentaria.
- Badui, S. (2006). *Química de los alimentos.* México: Pearson Educación.
- Báez P., L. L., & Borja A., A. K. (2013). *Elaboración de una barra energética a base de Sacha Inchi (Plukenetia volubilis) como fuente de Omega 3 y 6.* Tesis Profesionalización, Quito.
- Bender, D. (2010). *Diccionario de los Bender de nutrición y tecnología de los alimentos.* Zaragoza: ACRIBIA, S.A.
- Brennan, J. (2008). *Manual del procesado de los alimentos.* Zaragoza: Acribia, S.A.
- Carrasco, E. (2010). *Elaboración de barras energéticas a base de trigo rellenas con borojó.* Tesis Ingeniero Agroindustrial y de Alimentos, Quito.
- De la Paz, V. (2012). *"Elaboración de Barras Energéticas para Escolares a partir de.* Tesis Ingeniera en Alimentos, Guayaquil.

- Inarritu , M., & Vega, L. (2001). Las barras de cereales como alimento funcional en los niños. *Revista mexicana de Pediatría*, 8-9.

- INIAP. (2011). Seguridad y soberanía alimentaria basada en la producción sana de alimentos. Quito.

- INTI. (2011). *Programa Pruebas de Desempeño de Productos (Barritas de cereal).* Trabajo de investigación, Minsterio de Industria Secretaria de Industria y Comercio, Argentina.

- Lascano, A. (2013). *Aprovechamiento de los residuos industriales de uvilla (Physalis peruviana) para la elaboración de barras energéticas en la asociación artesanal tierra productiva.* Tesis Doctoral, Ambato.

- Lees, R. (2010). *Análisis de los alimentos. Métodos analíticos y de control de calidad.* Zaragoza: Acribia.

- Mendoza, E., & Calvo, C. (2010). *Bromatología composición y propiedades de los alimentos.* México: Mc Graw Hill.

- Nielsen, S. (2009). *Análisis de los alimentos.* Zaragoza: ACRIBIA.

- NTE INEN 1334-2. (2011). *Rotulado de Productos Alimenticios para Consumo Humano. Parte 2. Rotulado Nutricional.*

Requisitos. Norma INEN, Instituto Ecuatoriano dee Normalización, Quito.

- NTE INEN 2595:2011, & NTE INEN 2595. (2011). *Granolas. Requisitos.* Norma INEN, Instituto Ecuatoriano de Normalización, Quito.

- Ochoa, C. (2012). *Formulación, elaboración y control de calidad de barras energéticas a base de miel y avena para la Empresa Apicare.* Tesis Bioquímico Farmaceútico, Riobamba.

- Saltos, H. (1993). *Diseño Experimental.* Ambato: Universidad Técnica de Ambato.

- Saltos, H., & Bayas, A. (Noviembre de 2010). Aplicación de un Diseño Experimental de Mezclas en el Desarrollo de una "Barra Energética" con base en el Salvado de Palmito de Pejibaye (Bactris gasipaes H.B.K). *Tecnológica ESPOL- RTE, 23*(2), 1-8.

- Yambay Vallejo, W. J. (2015). *Elaboración y evaluación de la barra energética enriquecida con guandul (Cajanus cajan) y amaranto (Amaranthus caudatus).* Tesis Maestría, Universidad Agraria del Ecuador, Guayaquil.

Biografía del autor

Wilman Jenny Yambay Vallejo.- Magíster en Procesamiento de Alimentos por la Universidad Agraria del Ecuador. Magíster en Ciencias de la Educación mención Gestión Educativa y Desarrollo Social por Universidad Técnica de Ambato. Doctora en Química por la Escuela Superior Politécnica del Chimborazo. Perito Químico Acreditado por el Consejo de la Judicatura. Técnico en Seguridad y Salud por el Ministerio de Relaciones Laborales. Docente Ocasional de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi Marzo 2010 - Agosto 2015.

Andrea Verónica Delgado Ramos.- Universidad Agraria del Ecuador Maestría en Procesamiento de Alimentos. Universidad Técnica de Ambato. Diplomado en Auditoría y Control de Calidad del Sector Alimenticio. Universidad Técnica de Ambato Ingeniero en Alimentos.

Ruth Tayana Imbaquingo Paspuel.- Estudiante de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi carrera de Ingeniería en Alimentos tercer semestre.

10

Estudio del cultivo de la trucha arcoiris (*Oncorhynchus mykiss*)

Andrea Delgado
Universidad Politécnica Estatal del Carchi
areitosdelgado@gmail.com

Resumen

El desarrollo de producción de trucha en Ecuador ha sido poco explorado e investigado, sin embargo, es una actividad productiva que ha favorecido la diversificación de las actividades económicas en comunidades principalmente rurales proporcionando una alternativa para mejorar las condiciones de vida de los productores. Por lo que se requieren acciones específicas que permitan elevar la competitividad y establecer una actividad productiva en su máximo potencial, mediante transferencia de tecnología a las zonas dedicadas a esta actividad. La trucha *Oncorhychus mykiss* es una especie originaria de las costas del Pacífico de América del Norte, perteneciente a la familia Salmonidae, debida a su fácil adaptación al cautiverio, su crianza ha sido ampliamente difundida en la Sierra Ecuatoriana. En el presente estudio se ha hecho una recopilación bibliográfica sobre la crianza y cultivo de trucha. Investigando desde la taxonomía y biología de la trucha; aspectos ecológicos; ciclo biológico, tipo de crianza y parámetros del cultivo, tipo de alimentación y enfermedades que se presentan, por último se analiza hasta las características físico – químicas de la trucha.

Palabras clave: trucha, *Oncorhychus mykiss*, cultivo de trucha.

Abstract

The development of trout production in Ecuador has been little explored and researched, however, it is a productive activity that has favored the diversification of economic activities in mainly rural communities by providing an alternative to improve the living conditions of the producers. For what specific actions to increase competitiveness and establish a productive activity to its full potential, through technology transfer to areas dedicated to this activity are required. The trout (*Oncorhychus mykiss*) is a species of the Pacific coast of North America, belonging to the family Salmonidae, due to its easy adaptation to captivity, his upbringing has been widely disseminated in the Ecuadorian Sierra. In these study it has made a bibliography on parenting and trout farming. Inquiring from the taxonomy and biology of trout; ecological aspects; biological, type of upbringing and culture parameters, type of food and diseases that occur, finally cycle analyzes to the physical - chemical characteristics of the trout.

Keywords: trout, *Oncorhychus mykiss*, trout farming.

1. Introducción

La trucha "arcoíris" (*Oncorhynchus mykiss*), es una especie endémica perteneciente a la familia Salmonidae, originaria de las costas del Pacífico de América del Norte, que debido a su fácil adaptación al cautiverio, su crianza ha sido ampliamente difundida casi en todo el mundo. En América del Sur, se encuentra distribuida en Argentina, Brasil, Bolivia, Chile, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela. (Imaki, 2003)

En Ecuador la trucha arcoíris se explota en mayor cantidad en la sierra, el cultivo de este pez es un medio de

sustento de muchos sectores de la provincia del Carchi, debido a que los productores se asocian para implementar proyectos piscicultores que les permita comercializar el producto dentro de la provincia y principalmente para el Departamento de Nariño - Colombia. La mayoría opta por una crianza artesanal, su forma de expendio es en fresco sin ningún valor agregado generalmente en canales (eviscerada).

La composición rica en proteína y ácidos grasos de la trucha y los factores que influyen en el cultivo lo convierte en un producto altamente perecible que genera escasa rentabilidad y no tiene prolongada vida útil.

Esta investigación es una recopilación bibliográfica sobre la crianza y cultivo de trucha. Se ha hecho un estudia acerca de: taxonomía y biología de la trucha; aspectos ecológicos; ciclo biológico, tipo de crianza y parámetros del cultivo, tipo de alimentación y enfermedades que se presentan, por último se analizan las características físico – químicas de la trucha.

2. Estado del Arte

El cultivo de la trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) en Ecuador

La trucha arcoíris no es endémica del Ecuador, sin embargo, ha sido introducida para crianza en cautiverio en épocas recientes, se ha investigado una breve cronología del desarrollo de la producción de trucha en nuestro país:

> La trucha fue introducida al Ecuador por los padres Jesuitas quienes veían a este pez como una excelente alternativa para mejorar la nutrición de los campesinos, su introducción consistió en poblar los ríos de la sierra que a la larga ha causado una variación en el ecosistema por lo tanto un daño ya que la trucha se caracteriza por ser muy agresiva y

carnívora esto provocó que las especies autóctonas sean destruidas y desplazadas. (Imaki, Manual de Manejo y Crianza de Trucha Arco Iris, 2003)

Los iniciadores de la producción de trucha en Ecuador es el Ex Presidente de la República Galo Plaza Laso en la hacienda Zuleta ubicada en la provincia de Imbabura, y el Sr. Juan Ugalde en la región austral, estos proyectos contaron con la colaboración de personas extranjeras quienes desarrollarían la crianza en estanques de tierra que con el tiempo y por calidad se han ido trasformando en piscinas de concreto o en sistemas de jaulas flotantes, los dos métodos han dado producciones considerables, debemos resaltar también que se produce alevín propio proveniente de sus reproductores. (Dávila y Moya 2005)

En el 2006, el CENIAC Centro de Investigaciones Acuícolas realizó el Primer Censo Piscícola de Producción de Trucha en las Zonas Norte, Centro y Sur de la Región Interandina donde se establece que en la provincia del Carchi existen 10 criaderos de trucha arcoíris con una producción de 35,7 toneladas anuales que representa aproximadamente el 4% de la producción nacional y que no cuentan con asistencia técnica para el aprovechamiento agroindustrial de esta materia prima. (Muñoz, 2008)

Según la FAO en Ecuador en el 2010 el sector pesquero representó aproximadamente el 6,3% del PIB, se estima que la producción de trucha (*Oncorhynchus mykiss*) en nuestro país es de 50 toneladas anuales pero la demanda supera esta producción, por lo resulta imprescindible mejorar la calidad de vida útil de estos productos tanto para mercado nacional como internacional (Rea, 2011).

2.1. Clasificación taxonómica de la trucha arcoíris

La clasificación taxonómica de la trucha arcoíris se indica en la tabla N° 1.

TABLA N. 1: Taxonomía de la Trucha Arcoíris

Reino	Animal
Phylum	Chordata
Subphylum	Vertebrata
Superclase	Pisces
Clase	Osteichthyes
Subclase	Actinoptery gii
Orden	Salmoniformes
Familia	Salmonidae
Género	Oncorhynchus
Especie	Mykiss
Nombre Científico	*Oncorhynchus mykiss*
Nombre Común	Trucha arcoíris

Fuente: (Camacho & col. 2000)

Biología de la trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*)

Según la Municipalidad de Ragash en Perú (2009) y tal como se muestra en el Gráfico N°. 1 la trucha arcoíris presenta una apariencia caracterizada por:

- ✓ Tener el cuerpo recubierto con finas escamas.
- ✓ Forma fusiforme.
- ✓ El color de esta especie es plomo en el lomo, verde oliva en la parte superior luego una franja rojiza para finalizar con el abdomen blanco, sin embargo, la tonalidad varía de acuerdo a diferentes factores como: edad, estado de maduración sexual o ambiente en que vive (en lugares sombreados es de color plomo oscuro

mientras que si está expuesta al sol ofrece una tonalidad mucho más clara).

- ✓ La denominación de trucha arcoíris se debe precisamente a la presencia de una franja de colores de diferentes tonalidades, con predominio de una franja rojiza sobre la línea lateral en ambos lados del cuerpo.
- ✓ Posee gran número de lunares negros en la piel.

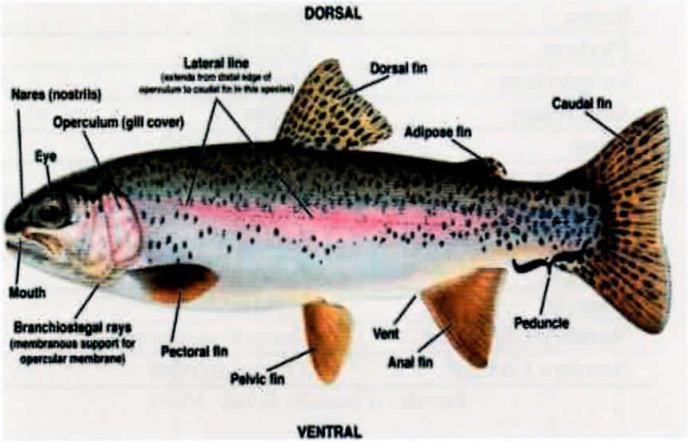


GRÁFICO N. 1. Biología de la trucha
Fuente: www.pescataminuta.es

2.2. Aspectos ecológicos para la crianza de trucha (*Oncorhynchus mykiss)*

Según la Municipalidad de Ragash en Perú (2009) plantea los siguientes aspectos ecológicos dentro de la crianza de trucha:

a. **Hábitat**: Ríos, lagos y lagunas de aguas frías, limpias y cristalinas. Prefiere las corrientes moderadas y ocupa generalmente los tramos medios de fondos pedregosos con moderada vegetación. El grado de tolerancia a la temperatura es amplio, pudiendo subsistir a temperaturas

de 25°C durante varios días y a límites inferiores cercanos a la congelación.

b. **Distribución**: Se distribuye en casi todos los ambientes dulces acuícolas, generalmente en las zonas altas andinas. Su distribución en los ríos se halla continuamente alterada por su gran movilidad, pues migran de una zona a otra, dependiendo de la estación del año, estadio biológico, de las horas del día, del tipo de alimento, épocas de reproducción, etc

c. **Predadores**: En sus primeros estados (ovas, larvas y alevines), tienen como predadores a otros peces de mayor tamaño, las aves, como la gaviota y la garza gris. En estado adulto, es capturada por el hombre.

d. **Alimentación**: Pez de hábito carnívoro, se alimenta en la naturaleza de presas vivas, como insectos en estado larvario, moluscos, crustáceos, gusanos, renacuajos y peces pequeños.

e. **Competidores:** Son los peces nativos, aunque como predador es territorial, ocupa un sitio determinado en posición contraria a la corriente el que solo abandonará cuando pase un organismo vivo que le sirva de alimento o cuando quiera expulsar a otro congénere, a medida que va creciendo tiene mayor agresividad y trata de expandir su territorio obligando a otros a emigrar.

2.3. Ciclo biológico de la trucha arcoíris (*Oncorhychus mykiss*)

El desarrollo o ciclo biológico de la trucha comprende 5 etapas:

a. **Ova**: En general son los huevos fecundados que después de un promedio aproximado de 30 días de incubación, eclosionan para convertirse en larva.

Según Maiz y Valero (2010) las ovas pueden ser de tres tipos, siendo las dos primeras de incubación y la última infértil:

- **Ovas verdes**: La ova recibe este nombre, desde que comienza la incubación hasta que los ojos del embrión se hacen visible, en esta etapa se cumple el proceso de formación embrionario, los huevos son muy sensibles a choques mecánicos por lo que se deben mover o manipular lo menos posible. A partir de los ocho días de incubación se debe comenzar un proceso de limpieza de forma periódica, que consiste en la eliminación de ovas muertas, ovas dañadas por hongos y limpieza de sedimento acumulado.

- **Ovas embrionadas**: Se denomina así a la ova desde el momento de la aparición del ojo del embrión (fase de ojo), hasta la eclosión. En esta etapa la ova se torna de una coloración rosada y la duración de esta fase es aproximadamente igual que la anterior.

- **Ovas transparentes**: Estas ovas están presentes desde el inicio de la incubación, son ovas que no fueron fertilizadas y aparecen transparentes sin un color definido

b. **Larva**: Una vez que el embrión se ha desarrollado completamente, las ovas embrionadas eclosionan y emerge la larva, la misma que posee un saco vitelino con sustancia de reserva, debido a que en esta etapa la larva no

necesita de una fuente externa de alimento, sino que se nutre de esta vesícula vitelina durante los primeros días como se observa en el Gráfico N. 2.



GRÁFICO N. 2: Larvas de Trucha
Fuente: www.criarpeces.com.ar

Este saco obliga a la larva a permanecer en el fondo echada de costado hasta que el mismo se reduzca por reabsorción, esto va a depender de la temperatura y el tiempo (11 – 12 °C por 10 – 15 días o 9 – 10°C por 18 – 20 días), los movimientos van progresando hasta normalizarse por completo, y es recién ahí donde la larva da origen al alevín donde debe iniciarse la alimentación artificial. Al comenzar a suministrarse el alimento, los alevines deben mantenerse en penumbra pero con suficiente luz para que puedan ver o atrapar el alimento (Maiz & Valero, 2010)

c. **Alevín**: Se considera como alevinaje, la etapa que transcurre desde la reabsorción de la vesícula vitelina hasta que los alevines tengan una longitud de 5 cm. Una vez que esta etapa comienza, se trasladan a piscinas o cestas donde atraviesan varias sub etapas de crecimiento.
Los alevines comienzan a alimentarse de forma instintiva, lo que permite, el crecimiento rápido hasta 1 g de peso total (PT) y 1 cm de longitud total (LT), y en la parte final de esta fase, comienzan a desaparecer las marcas de alevín

(rayas laterales a lo ancho de los flancos). El periodo de alevinaje puede tardar entre 2 y 3 meses dependiendo de los factores ambientales y en este momento comienzan a darse una serie de cambios propios de la etapa juvenil como se ve en el Gráfico N. 3.



GRÁFICO N. 3: Alevines de Trucha
Fuente: El Paraíso del Pescador II.

Se deben seleccionar los peces por tamaño con el fin de evitar el canibalismo. La manipulación de los alevines debe realizarse antes de alimentarlos y evitando, en lo posible, la radiación solar fuerte. El alimento suministrado en esta etapa, preferiblemente, debe contener 50 % de proteínas y ser racionado en varias proporciones repartidas en 12 comidas por día. El crecimiento depende de la temperatura y de la calidad del agua como se muestra en la Tabla N. 2. (Maiz y Valero 2010).

TABLA N. 2: Crecimiento del Alevín en Función de la Temperatura del Agua

Temperatura (°C)	Tiempo que los alevines tardan en alcanzar 5 cm
5	Más de 4 meses
10	3 meses
15	2 meses

Fuente: (Maiz y Valero 2010)

d. **Juveniles**: Es la etapa de mayor crecimiento e incremento de biomasa, dura entre unos 3 a 5 meses dependiendo de las condiciones ambientales, en esta etapa se comienzan a manifestar componentes del desarrollo sexual en los machos, y aparecen, en su totalidad, caracteres de adultos tales como las moteaduras de la piel (en caso de haberlas) como se muestra en el Gráfico N. 4.



GRÁFICO N. 4: Truchas Juveniles
Fuente: El Paraíso del Pescador II.

En esta etapa, el rápido crecimiento de los peces comienza a demandar más espacio, por lo que estos se colocan en estanques más grandes. Además, este lapso también representa una alta tasa de actividad metabólica y por consiguiente un gran consumo de alimento. En piscicultura, la cantidad de alimento que consumen los peces se expresa como porcentaje del peso corporal y la ración diaria puede variar con el tamaño de los mismos, los ejemplares pequeños tiene metabolismo más elevado y requieren un mayor porcentaje de su peso corporal en alimento que los más grande como se muestra en la Tabla N. 3. (Maiz & Valero, 2010)

TABLA N. 3: Ración Alimentaria Diaria en función del Peso Promedio de la Trucha a Temperatura de 12 °C

Peso promedio (g)	Ración alimentaria diaria (% de peso corporal)
0,184	11
30,60	4
184	2

Fuente: (Maiz y Valero 2010)



GRÁFICO N. 5: Estanques de Engorde
Fuente: El Paraíso del Pescador II.

e. **Engorde**: En realidad esta etapa inicia cuando los alevines han alcanzado una longitud de 7 – 9 cm y finaliza cuando los peces alcanzan una talla comercial con pesos entre los 200 – 500 g. Esta etapa puede tener una duración de 7 – 15 meses dependiendo de factores como la temperatura del agua, la densidad de peces por m^3, la alimentación, tipo y calidad del alimento, y las características genética de la semilla. Esta fase puede realizarse en estanques (rectangulares o circulares) o en jaulas si es el caso de criaderos en lagunas, lagos y embalses con buena calidad de agua y profundidades de 3 – 4 metros. Los estanques construidos en concreto (véase Gráfico N. 5) son más costosos que los de tierra, pero ofrecen mayores ventajas como son: una vida útil larga, facilidad de mantenimiento,

mejores condiciones sanitarias y resistencia a los grandes flujos de agua (Maiz & Valero, 2010)

Podemos resumir las etapas del ciclo biológico de la trucha en el diagrama citado en el Gráfico N. 6.

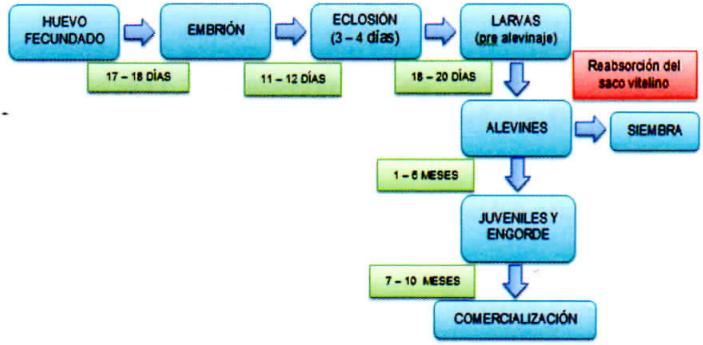


GRÁFICO N. 6: Ciclo Biológico de la Trucha
Fuente: (FAO., Departamento de Pesca y Acuicultura. 2005)

2.4. **Tipos de crianza de trucha arcoíris** (*Oncorhychus mykiss)*

Según el Manual de crianza de Trucha (*Oncorhynchus mykiss*) diseñado por la Municipalidad Distrital de Ragash en Perú en el 2009, se consideran los siguientes tipos de cultivo:

- **Extensiva**: Siembra o resiembra en un cuerpo de agua, cuya alimentación se sustenta en la productividad natural del ambiente, pudiendo existir algún tipo de acondicionamiento.

- **Semi intensiva**: Cultivo en ambientes naturales o artificiales, se utiliza alimentación suplementaria

además de la alimentación natural, existe un mayor nivel de manejo y acondicionamiento del medio.

- **Intensiva**: Se utiliza avanzada tecnología y un mayor nivel de manejo y control que permita obtener elevado rendimiento por unidad de área, empleando además como alimentación principal dietas balanceadas.

2.5. Parámetros que deben tomarse en cuenta para el desarrollo de la crianza de Trucha Arcoíris (*Oncorhychus mykiss*)

El éxito del cultivo de trucha depende de varios factores como son:

2.5.1. Cantidad y calidad del agua: Considerado los factores más importantes a tener en cuenta para el cultivo de la trucha, debe cumplirse con parámetros adecuados como se citan en la Tabla N. 4.

TABLA N. 4: Parámetros Físico Químicos Óptimos para el Agua usada en Crianza de Trucha

Parámetro	Rango óptimo
Temperatura	10 – 16 °C
Oxígeno Disuelto	6,5 – 9 ppm
PH	6,5 – 8,5
CO_2	< 7ppm
Alcalinidad	20 – 200 $^{mg}/_{L}$ $CaCO_3$
Dureza	60 – 300 $^{mg}/_{L}$ $CaCO_3$
NH_3	≤ 0,02 $^{mg}/_{L}$
H_2S	≤0,002 $^{mg}/_{L}$
Nitratos	≤ 100 $^{mg}/_{L}$

Parámetro	Rango óptimo
Nitritos	$\leq 0{,}055\ ^{mg}/_{L}$
Nitrógeno amoniacal	$\leq 0{,}012\ ^{mg}/_{L}$
Fosfatos	$> 500\ ^{mg}/_{L}$
Sulfatos	$> 45\ ^{mg}/_{L}$
Hierro	$< 0{,}1\ ^{mg}/_{L}$
Cobre	$< 0.05\ ^{mg}/_{L}$
Plomo	$0{,}03\ ^{mg}/_{L}$
Mercurio	$0{,}05\ ^{mg}/_{L}$

Fuente: (MUNICIPALIDAD DE RAGASH - PERÚ 2009)

2.5.2. Tipo de estanque: Para el cultivo se pueden utilizar estanques en tierra, piedra o concreto, y también en jaulas. Es conveniente tener estanques de dos tamaños, pequeños para la etapa de alevinaje y más grandes para el engorde.



GRÁFICO N. 7: Estanques
Fuente: El Paraíso del Pescador II

2.5.3. Manejo del cultivo: Aparte de los estanques es necesario contar con la infraestructura básica como la captación del agua o bocatoma, el sedimentador, el sistema de filtración, especialmente para ovas, larvas y alevines, canales de conducción, cajas y canales de reparto para que el agua llegue de manera

uniforme y controlada a los estanques. El suministro de agua se hace preferiblemente por canal abierto, o en su defecto, por tuberías o mangueras, contando con un registro para el control del caudal. Se recomienda realizar estructuras que ayuden al desagüe.

2.5.4. Manejo del cultivo: El número de animales a tener en los tanques depende de su tamaño. En la Tabla N. 5, se muestra la densidad de animales por m3 para el engorde.

TABLA N. 5: Densidades de Siembra

Tamaño de las truchas		**Densidad de siembra**	
Longitud (cm)	**Peso (g)**	**# De ejemplares /m³**	Kg/m^3
3	0.4	10.0000	4.0
4	0.9	4.400	4.0
5	1.5	3.000	4.5
6	2.9	2.600	7.5
8	5.1	2.000	10.2
10	12	1.500	18.0
12	22	1.200	26.4
14	33	900	29.9

Fuente: (Maiz y Valero 2010)

2.6. Alimentación de la Trucha Arcoíris (*Oncorhychus mykiss*)

En el 2003 Akiri Imaki en el Manual de Manejo y Crianza de Trucha, realizado para Centro de Investigaciones Acuícolas y el Ministerio de Comercio Exterior,

Industrialización, Pesca y Competitividad, establece que existen cinco componentes básicos que son necesarios para su alimentación, estos son:

2.6.1. Proteínas: Constituyen los componentes principales para la formación de los diferentes órganos del cuerpo, y son los nutrientes más importantes para el crecimiento y la protección de la vida. La trucha por ser carnívora requiere mayor cantidad de proteínas de origen animal en comparación a los peces omnívoros o herbívoros como la carpa y la tilapia. La proporción adecuada de las proteínas en el alimento es de 45 a 55%. Según la edad, las proporciones de proteína administrada en el alimento para trucha es:

- ✓ Alevines: 45 – 55 %
- ✓ Juveniles: 40 – 50 %
- ✓ Engorde: 37 – 45 %

2.6.2. Hidratos de Carbono: Son necesarios como fuente de energía. La trucha absorbe sólo el 40% del almidón crudo, y 60% si es cocido. El suministro exagerado de carbohidratos puede causar la muerte del pez, observándose en la disección el hígado hinchado y pálido por el exceso de glucógeno. La trucha como otros animales carnívoros es parcialmente diabética. La proporción adecuada de carbohidratos en los alimentos balanceados es de 9 – 12%. Es necesario balancear la cantidad de carbohidratos con relación a la de vitaminas y minerales para evitar el daño por exceso.

2.6.3. Grasas: Son componentes infaltables como fuentes de energía, así como también la fuente de suministro de los ácidos grasos indispensables y vitaminas liposolubles. La grasa en la dieta de la trucha debe

ser digestible, con un punto de fusión bajo y poseer ácidos grasos poliinsaturados como: linolénico y aranquidónico. La cantidad adecuada del agregado de aceite es de 8 – 12%. La oxidación del aceite causa enfermedades viscerales e impide el crecimiento, por lo que es necesario añadir en la dieta antioxidantes.

2.6.4. Vitaminas: La cantidad de vitaminas requeridas por la trucha es muy pequeña, pero su carencia causa un retardo en el crecimiento, y la vuelve vulnerable para contraer fácilmente enfermedades. Existen 11 vitaminas hidrosolubles: tiamina, riboflavina, piridoxina, ácido pantoténico, niacina, biotina, ácido fólico, vitamina B12, ácido ascórbico, inositol y colina.Las vitaminas liposolubles son: A, D, E y K.

2.6.5. Minerales: Son importants en la formación de huesos, dientes y sangre. El requerimiento de minerales es muy reducido y son asimilados del alimento y del agua. Los macrominerales como el C, Na, Ca, P, Mg, K y S, deben estar presentes entre el 0,1 – 2% del peso seco de la dieta. Los microminerales que se encuentran en cantidades mínimas son: Fe, I, Co, F, Mn, Mo, Se, Zn, etc.

La tabla de Leitritz muestra la alimentación diaria que debe tener la trucha según la temperatura del agua y el peso de los peso como se muestra en la Tabla N. 6.

TABLA N. 6: Tabla de Alimentación para Truchas de Diferentes Tallas Mantenidas en Diferentes Temperaturas

(Kg de alimento por 100 kg de peces/día)

Longitud de pez (cm)	TALLA	TEMPERATURA DEL AGUA (°C)																		
	T°	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
	3,00	1,14	2,16	3,19	4,23	5,26	6,33	7,39	8,45	9,52	10,6	11,7	12,8	12	11	11	10,2	8,52	6,9	5,31
	4,00	0,85	1,62	2,39	3,16	3,94	4,72	5,51	6,30	7,09	7,89	8,69	9,49	9	8,5	8	7,55	6,35	5,2	3,96
	5,00	0,68	1,29	1,91	2,52	3,14	3,77	4,39	5,02	5,65	6,28	6,91	7,55	7,2	6,8	6,4	6,01	5,05	4,1	3,16
	6,00	0,56	1,07	1,59	2,10	2,61	3,13	3,65	4,17	4,69	5,21	5,74	6,27	6	5,6	5,3	4,99	4,2	3,4	2,63
	7,00	0,50	0,95	1,40	1,85	2,30	2,78	3,21	3,67	4,12	4,58	5,04	5,5	5,2	4,9	4,7	4,39	3,69	3	2,31
	8,00	0,43	0,83	1,22	1,61	2,01	2,41	2,80	3,20	3,60	4	4,4	4,8	4,6	4,3	4,1	3,83	3,23	2,6	2,02
	9,00	0,39	0,73	1,06	1,43	1,78	2,14	2,49	2,84	3,20	3,55	3,91	4,26	4,1	3,8	3,6	3,4	2,86	2,3	1,8
	10,00	0,35	0,66	0,97	1,29	1,60	1,92	2,24	2,56	2,87	3,19	3,51	3,83	3,6	3,4	3,3	3,06	2,57	2,1	1,61
	11,00	0,31	0,60	0,89	1,17	1,46	1,75	2,03	2,32	2,61	2,9	3,19	3,48	3,3	3,1	3	2,78	2,34	1,9	1,47
	12,00	0,29	0,55	0,81	1,07	1,34	1,60	1,86	2,13	2,39	2,66	2,92	3,19	3,2	2,9	2,7	2,54	2,14	1,7	1,34
	13,00	0,26	0,54	0,79	1,05	1,30	2,57	1,82	2,08	2,33	2,59	2,85	3,11	3	2,8	2,6	2,46	2,09	1,7	1,31
	14,00	0,27	0,52	0,77	1,02	1,27	1,52	1,77	2,02	2,27	2,52	2,77	3,02	2,9	2,7	2,6	2,41	2,03	1,7	1,28
	15,00	0,25	0,49	0,72	0,95	1,18	1,42	1,65	1,88	2,12	2,35	2,58	2,82	2,7	2,5	2,4	2,25	1,9	1,6	1,19
	16,00	0,24	0,46	0,67	0,89	1,11	1,33	1,54	1,76	1,98	2,2	2,42	2,64	2,5	2,4	2,2	2,11	1,78	1,5	1,11
	17,00	0,22	0,43	0,63	0,84	1,04	1,25	1,45	1,66	1,86	2,07	2,28	2,48	2,4	2,2	2,1	1,98	1,67	1,4	1,05
	18,00	0,21	0,40	0,60	0,79	0,98	1,18	1,37	1,57	1,76	1,95	2,15	2,34	2,2	2,1	2	1,87	1,58	1,3	0,99
	19,00	0,20	0,38	0,57	0,75	0,93	1,12	1,30	1,48	1,67	1,85	2,04	2,22	2,1	2	1,9	1,77	1,49	1,2	0,94
	20,00	0,19	0,36	0,54	0,71	0,88	1,06	1,23	1,41	1,58	1,76	1,93	2,11	2	1,9	1,8	1,68	1,42	1,2	0,89
	21,00	0,18	0,35	0,51	0,68	0,84	1,01	1,17	1,34	1,51	1,67	1,84	2,01	1,9	1,8	1,7	1,6	1,35	1,1	0,85
	22,00	0,17	0,33	0,49	0,65	0,80	0,96	1,12	1,28	1,44	1,6	1,76	1,92	1,8	1,7	1,6	1,53	1,29	1,1	0,81
	23,00	0,16	0,32	0,47	0,62	0,77	0,92	1,07	1,22	1,38	1,53	1,68	1,83	1,7	1,7	1,6	1,46	1,23	1	0,77
	24,00	0,16	0,30	0,45	0,59	0,74	0,88	1,03	1,17	1,32	1,46	1,61	1,75	1,7	1,6	1,5	1,4	1,18	96	0,74
	25,00	0,15	0,29	0,46	0,57	0,71	0,85	0,99	1,12	1,26	1,4	1,54	1,68	1,6	1,5	1,4	1,34	1,13	92	0,71
	26,00	0,14	0,28	0,41	0,55	0,68	0,81	0,95	1,08	1,22	1,35	1,48	1,62	1,5	1,5	1,4	1,29	1,09	89	0,68
	27,00	0,14	0,27	0,40	0,52	0,65	0,78	0,91	1,04	1,17	1,3	1,43	1,56	1,5	1,4	1,3	1,24	1,05	85	0,65
	28,00	0,13	0,26	0,38	0,51	0,63	0,75	0,88	1,00	1,13	1,25	1,38	1,5	1,4	1,4	1,3	1,2	1,01	82	0,63
	29,00	0,12	0,25	0,37	0,49	0,61	0,73	0,85	0,97	1,09	1,21	1,33	1,45	1,4	1,3	1,2	1,16	98	79	0,61
	30,00	0,12	0,24	0,36	0,47	0,59	0,70	0,82	0,94	1,05	1,17	1,28	1,4	1,3	1,3	1,2	1,12	1,12	94	0,77
	31,00	0,12	0,23	0,34	0,46	0,57	0,68	0,79	0,91	1,02	1,13	1,24	1,36	1,3	1,2	1,2	1,08	91	74	0,57
	32,00	0,12	0,22	0,33	0,44	0,55	0,66	0,77	0,88	0,99	1,09	1,2	1,31	1,3	1,2	1,1	1,05	88	72	0,55

Fuente: Leitritz, 1960.

2.7. Enfermedades en la Trucha Arcoíris (*Oncorhychus mykiss*)

Hasta el año 2.001 en Ecuador solo se conocía la presencia del hongo que causa la *Saprolegnia* en la trucha. En la actualidad, se observan enfermedades producidas por bacterias que se encuentran en el agua o virus adquiridos en

ovas embrionadas importadas, este tipo de enfermedades, afectan la calidad y cantidad de la producción de la trucha.

El Programa de información de especies acuáticas de la FAO establece las enfermedades para *Oncorhynchus mykiss*, estas se encuentran citadas en la Tabla N. 7.

TABLA N. 7: Enfermedades y Medidas de Control

ENFERMEDAD	AGENTE	TIPO	SINDROME	MEDIDAS
Furunculosis	*Aeromonas salmonicida*	Bacteria	Inflamación del intestino; enrojecimiento de las aletas; furúnculos sobre el cuerpo; aletas pectorales infectadas; muerte de tejidos.	Antibiótico mezclado con alimento. Ej. oxitetraciclina.
Enfermedad similar a la furunculosis	*Aeromonas liquefaciens*	Bacteria	Lesiones más pequeñas sobre el cuerpo que se convierten en llagas abiertas; las aletas se enrojecen y los tejidos se rompen.	Mismo tratamiento que la furunculosis.
Vibriosis	*Vibrio anguillarum*	Bacteria	Pérdida de apetito; enrojecimiento de las aletas y áreas alrededor de orificios respiratorios y boca; a veces pérdida de sangre alrededor de la boca y agallas; alta mortalidad potencial.	Mismo que la furunculosis, más vacuna para mayor protección.

ENFERMEDAD	AGENTE	TIPO	SINDROME	MEDIDAS
BKD (Enfermedad Bacterial del Riñón)	*Corynebacterium*	Bacteria	Lesiones blanquecinas en el riñón; pérdida de sangre desde los riñones e hígado; algunos peces pueden perder el apetito y nadar cerca de la superficie; apariencia de color oscuro.	Mismo tratamiento que la furunculosis.
Enfermedad bacterial de las agallas	*Myxobacterium*	Bacteria	Pérdida de apetito; hinchazón y enrojecimiento de las agallas; eventualmente los filamentos de las agallas forman una masa juntos y se ponen más pálidos con una secreción que bloquea la función de las agallas en etapas posteriores	Baños en bactericida y filtrado regular del suministro de agua para remover partículas en el agua.
IPN (Necrosis Pancreática Infecciosa)	*Birnavirus (IPNV)*	Virus	Natación errática, eventualmente hasta el fondo del tanque donde ocurre la muerte.	No tratamiento disponible; erradicar la enfermedad removiendo los peces infectados.
IHN (Necrosis Hematopoyética Infecciosa)	*Rhabdovirus (IHNV)*	Virus	Natación errática eventualmente flotando al revés mientras respiran	No tratamiento disponible; erradicar la enfermedad removiendo

ENFERMEDAD	AGENTE	TIPO	SINDROME	MEDIDAS
			rápidamente después de lo cual ocurre la muerte; ojos hinchados; pérdida de sangre desde la base de las aletas pectorales, aleta dorsal y orificios respiratorios.	los peces infectados.
VHS (Septicemia Hemorrágica Viral)	*Rhabdovirus (VHSV)*	Virus	Ojos hinchados, en algunos casos, ojos sangrantes; agallas pálidas; abdomen hinchado; letargo.	No tratamiento disponible; erradicar la enfermedad removiendo los peces infectados.
Punto blanco	*Ichthyophthirius multifilis*	Protozoo	Parches o manchas blancas sobre el cuerpo; los peces se ponen letárgicos; intentan remover los parásitos frotándose contra los costados del tanque.	Baños de formalina para los parásitos superficiales; sulfato de cobre para los parásitos bajo la superficie; se previene con flujo rápido del agua.
Enfermedad del torneo (Myxosomiasis)	*Myxosoma cerebralis*	Protozoo	Oscurecimiento de la piel; natación de manera giratoria; deformaciones alrededor de las agallas y aleta de la cola; la muerte ocurre eventualmente.	No tratamiento; mantener los peces alejados del agua infectada; tratar el agua con cianamida de calcio.

ENFERMEDAD	AGENTE	TIPO	SINDROME	MEDIDAS
Hexamitaisis Octomitis	*Hexamita truttae*	Protozoo	Peces letárgicos, se hunden hasta el fondo del tanque donde ocurre la muerte; algunos peces hacen movimientos repentinos al azar.	Proporcionar calomel con el alimento.
Costiasis	*Costia necatrix*	Protozoo	Mucosidad gris-azulosa sobre la piel que contiene los parásitos.	Baño de formalina.
Girodactilosis gusanos planos	*Gyrodactylus sp.*	Trematodo	Parásitos fijados a las aletas caudal y anal; erosiones en el cuerpo y aletas, dejando lesiones que son atacada por Saprolegnia.	Baño de formalina.
Parásito Trematodo	*Diplostomum spathaceum*	Trematodo	Cristalinos nublados; pérdida de condición.	No tratamiento disponible. Mantener el suministro de agua libre de caracoles anfitriones

Fuente: (FAO., Departamento de Pesca y Acuicultura. 2005)

2.8. Características Físico Químicas de la Carne de Trucha (*Oncorhynchus mykiss*).

Varios autores han investigado el valor nutricional de la carne de trucha sin ningún proceso, ni tratamiento alguno, llegando conclusiones similares en algunos casos y en otros

muy diferenciados, lo que se puede observar en las Tablas N. 8, 9 y 10.

TABLA N. 8: Características Químicas de la Trucha

AUTORES	HUMEDAD (%)	PROTEINA (%)	GRASA (%)	CENIZA (%)
ITP[1] (1996)	75,80	19,50	3,10	1,20
Izquierdo[2] (1999)	76,4 – 77,3	18,72 – 20,66	1,7 – 3,2	1,33 - 1,69
MPP[3] (1999)	75	18,5 - 20	1	3
García[4] (2004)	75,24 – 75,91	19,88 – 20,88	2,41 – 2,70	1,22 – 1,25
Perea[5] (2008)	69,8 – 75,9	17,8 – 20,4	4,1 – 8,1	1,0 – 1,2

Fuente: [1] Intituto Tecnológico de Producción (Perú). [2] (Izquiedo, y otros 1999). [3]Minsterio de Pesca (Perú). [4] (García, y otros 2004). [5] (Perea, y otros 2008)
Elaborado: Delgado Andrea 2016

TABLA N. 9: Composición de Ácidos Grasos presentes en la Trucha

(% en peso de esteres métilados)

ÁCIDO GRASO	Izquierdo[1] (1999)	MPP[2] (1999)	Perea[3] (2008)
Mirístico	3,2 – 4,5	6,4	1,75
Palmítico	27 – 28,8	20,89	22,05 – 22,08
Esteárico	6,4 – 7,5	3,0	6,91 – 7,68
Oleico	32 – 33	25,6	29,91 – 30,16
α Linolénico	0,32 – 0,45	1,6	12,5 – 12,61
EPA	0,32 – 0,45	6,2	1,69
DHA	7,2 – 7,68	10,4	11,89 – 13,1

Fuente: [1] (Izquiedo, y otros 1999). [2]Minsterio de Pesca (Perú). [3] (Perea, y otros 2008)
Elaborado: Delgado Andrea 2016

TABLA N. 10: Componentes Minerales

Macroelementos (mg/100g)	Mpp[1] (1999)	Perea[2] (2008)	Microelementos (ppm)	Mpp[1] (1999)	Perea[2] (2008)
Fósforo		217 – 331	Hierro	2,2	3
Sodio	155,5		Cobre	0,2	
Potasio	396,7		Cadmio	0,0	
Calcio	18,8	16 – 43	Plomo	0,6	
Magnesio	72,9				

Fuente: [1]Minsterio de Pesca (Perú). [2] (Perea, y otros 2008)
Elaborado: Delgado Andrea 2016

El rendimiento de la trucha se puede analizar de acuerdo a la composición física de la misma, detallada en la Tabla N. 11.

TABLA N. 11: Composición Física de la Trucha

COMPONENTE	MPP[1] (1999)	García[2] (2004)
Cabeza y agallas (%)	15,2	11,41 – 11,95
Vísceras (%)	13,8	11,47 – 14,51
Hueso (%)	8,1	5,47 – 5,78
Piel (%)	5,4	5,81 – 6,41
Aletas y cola (%)	4,2	5,76 – 6,98
Filetes (%)	50,6	53,14 – 55,25
Rendimiento en canal (%)	83 - 89	85,49 – 88,22

Fuente: [1]Minsterio de Pesca (Perú). [2] (García, y otros 2004)
Elaborado: Delgado Andrea 2014

3. Discusión

De acuerdo a la investigación bibliográfica que se ha hecho en Ecuador el estudio de este cultivo es muy limitado, sin embargo, es producido en varias regiones del país, la participación de las instituciones encargadas de desarrollar investigación relacionadas con la producción de trucha a nivel nacional es escasa. No obstante, existen investigaciones en los países de la región que han hecho valiosos aportes en este tema.

La trucha pertenece a la familia de los Salmonidios es una especie que ha sido introducida en el Ecuador, no es endémica del país, sin embargo se ha expandido por toda la Sierra del Ecuador.

El ciclo biológico de la trucha comprende cinco etapas: ova, larva, alevín, juveniles y engorde. Este proceso se lleva a cabo entre 9 a 12 meses, dependiendo del manejo y la calidad de agua donde se va a manejar el cultivo. Dentro del cultivo de esta especie se consideran una crianza extensiva (productividad natural del ambiente), semi intensiva (alimentación suplementaria y natural) e intensiva (con tecnología y manejo adecuado).

Se ha estudiado la crianza de la trucha en varias regiones del mundo y en ellas se ha establecido que el éxito de la producción de trucha se basa en la presencia de un ambiente favorable para su cultivo son: la cantidad y calidad de agua, el tipo de estanque, el manejo del cultivo en cuanto a infraestructura, y la densidad de siembra.

La alimentación de la trucha está basada en proteína puesto que es una especie carnívora, además deben tener hidratos de carbono y grasas importantes como fuente principal de energía, las vitaminas y los minerales ayudan en el crecimiento y la formación de estructuras óseas.

La alimentación dependerá de la clase de alimento, la temperatura de agua, la calidad de agua, el estado y el tamaño de los peces. Cuando son pequeños consumen bastante en relación a su tamaño, en contraste, cuando son grandes la cantidad es pequeña en comparación a su cuerpo. Si se les administra la cantidad requerida por los peces, el crecimiento es rápido, pero por otra parte la pérdida es mayor y la acumulación de las sobras puede ser una de las causas de las enfermedades.

Existen diferentes enfermedades que atacan en diferentes etapas de crecimiento de la trucha, la más común y más conocida es causada por el hongo *Saprolegnia.* Sin embargo, también existen virus y bacterias importantes de controlar en el proceso de producción de trucha.

Se ha hecho una comparación de diferentes autores que referencias las características físico – químicas de la trucha, pudiendo observar que todos coinciden en establecer que la trucha es alimento rico en nutrientes importantes en la dieta humana, tales como: proteína (17,5 – 20,8 %), ácidos grasos esenciales (palmítico, oleico y docosahexaenoico) y minerales (fósforo y potasio). En cuanto a la composición física de la trucha es importante notar el filete representa aproximadamente del 50 – 55% del peso de la canal, siendo rentable obtener subproductos de la trucha.

4. Conclusiones

- El desarrollo de producción de trucha en Ecuador ha sido poco explorado e investigado, sin embargo, es una actividad productiva que ha favorecido la diversificación de las actividades económicas en comunidades principalmente rurales proporcionando una alternativa para mejorar las condiciones de vida

de los productores. Por lo que se requieren acciones específicas que permitan elevar la competitividad y establecer una actividad productiva en su máximo potencial, mediante transferencia de tecnología a las zonas dedicadas a esta actividad.

- La trucha *Oncorhychus mykiss* es una especie originaria de las costas del Pacífico de América del Norte, perteneciente a la familia Salmonidae, debida a su fácil adaptación al cautiverio, su crianza ha sido ampliamente difundida en la Sierra Ecuatoriana. Se caracteriza por tener el cuerpo cubierto de finas escamas y en forma de huso, su color es plomo oscuro con una franja rojiza, abdomen blanco y máculas negras en la piel a manera de lunares.
- En el presente estudio se ha hecho una recopilación bibliográfica sobre la crianza y cultivo de trucha. Investigando desde la taxonomía y biología de la trucha; aspectos ecológicos; ciclo biológico, tipo de crianza y parámetros del cultivo, tipo de alimentación y enfermedades que se presentan, por último se analiza hasta las características físico – químicas de la trucha. Pudiendo concluir que es importante el manejo adecuado del cultivo, puesto que de ello depende el éxito o fracaso de la producción.

Referencias bibliográficas

- Camacho, B., Moreno, R., Rodríguez, G., Luna, C., & Vásquez, M. (2000). *Guía para el Cultivo de Truchas.* México D. F.: Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales.
- Dávalos, S., Zamora, D., Natividad, B., Tercero, J., Vázquez, C., & Quiñones, E. (2005). Alimentos

Marinos: Tipificación y Proceso de Almacenamiento. *Revista Digital Universitaria - Universidad Autónoma de México.*, 2 -14.

- Dávila, Y., & Moya, H. (2005). *Exportación y Comercialización de Trucha.* Quito : Escuela Poltécnica del Ejercito.
- FAO., Departamento de Pesca y Acuicultura. (2005). *Programa de información de Especies Acuáticas. Oncorrhynchus mykiss.* Roma: FAO.
- García, J., Nuñez, F., Chacón, O., Alfaro, R., & Espinosa, M. (2004). Calidad de canal y carne de trucha arco iris, Onhorhychus mykiss Richardson, producida en el noroeste del Estado de Chihuahua. *Hidrobiológica*, 19 - 26.
- Imaki, A. (2003). *Manual de Manejo y Crianza de Trucha Arco Iris.* Quito: Ministerio de Comercio Exterior, Industrialización, Pesca y Competitividad.
- Izquiedo, P., Torres, G., Gónzalez, E., Barboza, Y., & Enrique, M. (1999). Caracterísitcas físico químicas de la carne de trucha (Oncorhychus mykiss). *Revista Científica Facultad de Ciencias Veterinarias - Universidad del Zulia. Venezuela.*, 27 - 32.
- Maiz, A., & Valero, L. B. (2010). Elementos Prácticos para la cría de trucha en Venezuela. *Mundo Pecuario, VI, N° 2.*, 157 - 168.
- MUNICIPALIDAD DE RAGASH - PERÚ. (2009). *Manual de crianza de Trucha Oncorhynchus mykiss.* Recuperado el 25 de Abril de 2014, de http://www.gbcbiotech.com/genomicaypesca/docum

entos/peces/trucha/Manual%20de%20crianza%20truchas.pdf

- Muñoz, D. (2008). *Inducción de tripoloidía mediante la estandarización del choque térmico en trucha arco iris (Oncorhynchus Mykiss) en el Centro de Investigaciones Acuicolas Ceniac, provincia de Napo.* Sangolquí - Ecuador: ESPE.
- Perea, A., Gómez, E., Mayorga, Y., & Triana, Y. (2008). Caracterización nutricional de pescados de produccion y consumo regional en Bucaramanga, Colombia. *ALAN*, 91 - 97.
- Rea, V. (2011). *Evaluación de la actividad antimicrobiana del aceite esencial de comino (Cuminum cyminum) como potencial bioconservador en la carne de trucha.* Riobamba - Ecuador: Escuela Politécnica del Chimborazo.

Biografía del autor

Universidad Agraria del Ecuador Maestría en Procesamiento de Alimentos. Universidad Técnica de Ambato Diplomado en Auditoría y Control de Calidad del Sector Alimenticio. Universidad Técnica de Ambato Ingeniero en Alimentos. Docente Ocasional UPEC desde octubre 2009 – febrero 2015.

11

Efecto del aceite esencial de orégano (*Oraginum vulgare*) en la conservación de brócoli (*Brassica oleracea l.*) y coliflor (*Brassica oleracea var*)

Carlos Alberto Rivas Rosero
Universidad Politécnica Estatal del Carchi
carlos.rivas@upec.edu.ec

Resumen

El objetivo de esta investigación fue evaluar el aceite de orégano como agente antimicrobiano en brócoli y coliflor mínimamente procesado y alargar la vida útil de anaquel, se utilizó concentraciones de 0.5 mg/ml y 1 mg/ml a temperaturas de 0°C, 5°C y 10°C, dando como resultados en los parámetros físico-químicos que los mejores tratamientos que mostraron eficiencia en acidez fueron T3 en coliflor sometido a 1mg/ml y T2 a 0,5 mg/ml, en brócoli el T12 a 1 mg/ml todos a 0°C, en lo referente a pH los que generaron mejor estabilidad son en coliflor T3 a 1 mg/ml a 0°C, T6 a 1 mg/ml y T5 a 0.5 mg/ml ambos a 5°C. En Aerobios Totales, Mohos y Levaduras la mejor concentración de aceite fue 1 mg/ml a 0°C tanto en brócoli como en coliflor. De acuerdo a las características de calidad sensorial, ambas especies vegetales presentaron una estabilidad en cuanto a color, olor y textura hasta los 12 días del ensayo, que posteriormente empezaron a degradarse y cambiar totalmente sus aspectos organolépticos.

Palabras clave: Patatas, aceite de orégano, vida, mínimamente procesados

Abstract

The objective of this research was to evaluate the oil of oregano as an antimicrobial agent in broccoli and minimally processed cauliflower and extend the useful shelf life, concentrations of 0.5 mg / ml was used and 1 mg / ml at temperatures of 0 ° C, 5 ° C and 10 ° C, leading to results in the physical and chemical treatments that showed the best efficiency in acidity T3 cauliflower were subjected to 1 mg / ml and T2 to 0.5 mg / ml, in broccoli T12 parameters 1 mg / ml all at 0 ° C, in relation to better pH stability which are generated in T3 cauliflower 1 mg / ml to 0 ° C, T6 to 1 mg / ml and T5 to 0.5 mg / ml both 5 ° C . In total aerobic, molds and yeasts best oil concentration was 1 mg / ml at 0 ° C in both broccoli and cauliflower. According to the characteristics of sensory quality, both plants showed stability in terms of color, odor and texture to the 12-day trial, which then began to degrade and totally change their organoleptic aspects.

Keywords: potatoes, oregano oil , life , minimally processed.

1. Introducción

El sector productor de brócoli en Ecuador ha tenido un crecimiento constante y sostenido. Un estudio realizado por la Unidad Sectorial de productos no tradicionales de la CORPEI; señala que actualmente el sector representa el 1.24% de este rubro, el 9.18% de las exportaciones de productos hortofrutícolas y el 65% de vegetales frescos y congelados exportados. El principal destino para las

exportaciones ecuatorianas es Europa, con un 92% de las ventas.

En 1997 Ecuador abasteció el 4.32% (valor en TM) de la demanda mundial y el 17% (en valor ECU's) de la demanda de brócoli en la Unión Europea, posicionándose como el tercer proveedor a este bloque precedido por Estados Unidos y Bulgaria, en primer y segundo lugar respectivamente.

De acuerdo a la información obtenida en el III Censo Nacional Agropecuaria, llevado a cabo en el año 2000, en Ecuador se cultivan 900 hectáreas de coliflor con una producción de 11637 toneladas al año (t/año) lo cual significa un rendimiento a nivel nacional de 12,93 toneladas por hectárea (t/hectárea).

2. Materiales y métodos

Materiales y Equipos

- ✓ Brócoli y Coliflor.
- ✓ Gavetas de plástico
- ✓ Refrigerador
- ✓ Cuchillos
- ✓ Balanza gramera
- ✓ Estufa
- ✓ Cámara de flujo laminar
- ✓ Vasos de precipitación 50ml, 1000 ml
- ✓ Pipetas de 10 cm3
- ✓ Varillas de agitación
- ✓ Envolturas plásticas.
- ✓ Soporte universal
- ✓ Embudos de vidrio
- ✓ Papel filtro
- ✓ Cedazo de acero inoxidable
- ✓ Marmita de 200 ml

Reactivos y Medios de Cultivo

- Aceite esencial de orégano
- PDA
- Agua destilada
- Placas petrifilm (Aerobios totales, hongos y levaduras)

5. Métodos

Localización del experimento

La presente investigación se desarrolló en los laboratorios de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi, Provincia del Carchi, Cantón Tulcán.

Recolección de la materia prima.

La materia prima se recolecta cuando se alcanzan las condiciones óptimas de su madurez. La recolección y selección de la materia prima es un paso muy importante para obtener un producto atractivo y de alta calidad para su distribución en el mercado.Se requiere para la obtención de productos de altas calidad cultivar variedades más específicas con unos controles y condiciones de cultivo determinadas.

La recolección puede ser mecánica o manual. En ambos casos se debe tener cuidado el no dañar los productos mediante el proceso. La selección de cada producto es determinada para cada uno de ellos.

Cuando la recolección es mecánica, las variedades plantadas deben ser resistentes a este tipo de recolección porque trae consigo problemas importantes de lesiones del

Desinfección

Para la desinfección se utilizará el aceite esencial de orégano en las concentraciones establecidas (0.5 mg/ml y 1mg/ml). Durante el proceso de secado de productos "cuarta gama", se elimina el exceso de humedad producido por el lavado para así evitar la aparición de microorganismos que suelen aparecer cuando los productos no han estado sometidos a un secado correcto. Si sometemos el producto a un secado con excesiva rapidez también se podría dañar el material a secar, por lo que debe realizarse de forma controlada.

Escurrido

La finalidad del escurrido es eliminar el agua que queda después del lavado y desinfección, con esto se evita un exceso de humedad que pueda afectar en el almacenamiento de brócoli y coliflor.

Empacado

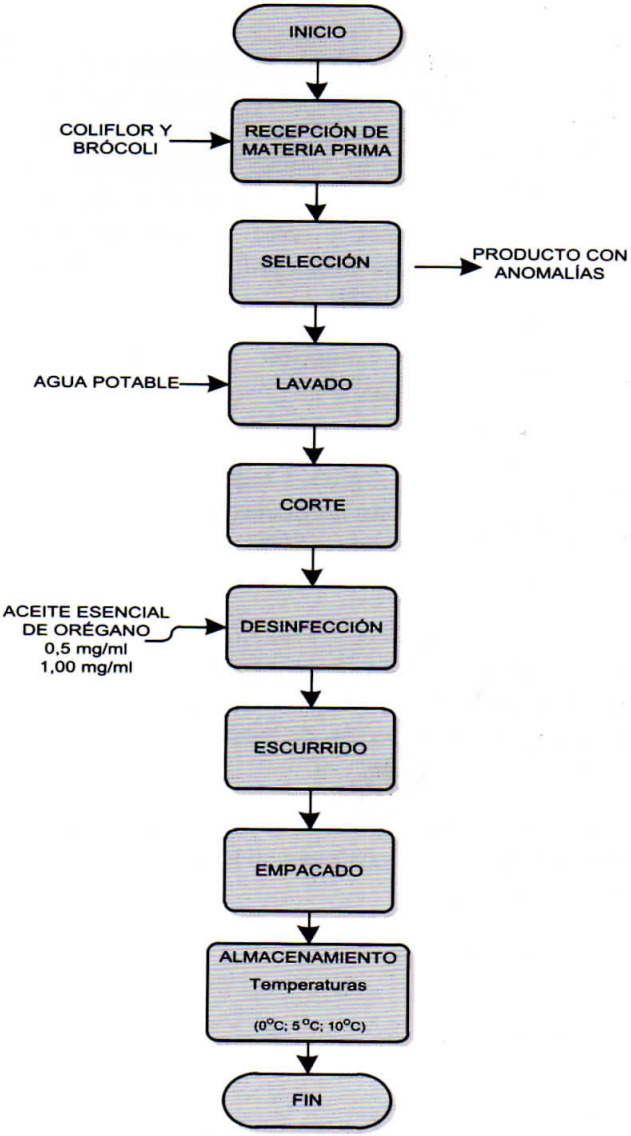
El empacado o envasado permite reducir la velocidad de respiración y la pérdida de humedad por la transpiración. Para aumentar la vida del producto fresco procesado se disminuye la temperatura.

Todos los tipos de envases ya sean bolsas de plástico o bandejas evitan pérdidas de humedad, vitaminas y minerales, las bolsas es el envase que más se utiliza por su reducido costo y presentación.

Almacenamiento

El almacenamiento del brócoli y coliflor mínimamente procesados se lo realiza en condiciones de refrigeración adecuándose la temperatura a las exigencias de cada producto.

Flujograma de Proceso



Estadística Inferencial

Se estableció un diseño experimental completamente al azar con arreglo factorial axbxc, ya que es el diseño más simple y usado cuando las unidades experimentales son homogéneas. Este diseño es muy empleado en el caso de experimentación a nivel de laboratorio, en donde las condiciones ambientales y resto de variables pueden ser controladas. Este diseño es una prueba con un solo criterio de clasificación (Padrón 2009).

Para esta investigación se tomó en cuenta las siguientes características:

- Factor A: Concentración de aceite esencial de orégano (0 mg/ml, 0.5 mg/ml, 1 mg/ml)
- Factor B: Especies hortícolas (brócoli, coliflor)
- Factor C: Temperatura (0°C, 5°C, 10°C)
- Número de replicaciones (r): 4

Las muestras se almacenaron por el lapso de 20 días, a temperaturas de 0°C, 5°C y 10°C, tipo de envase fundas de polietileno y la obtención de las respuestas experimentales se realizaron cada 3 días

En esta investigación los tratamientos aplicados a nivel experimental se observan en la Tabla 1.

TABLA N 1: TRATAMIENTOS DEL DISEÑO EXPERIMENTAL

TRATAMIENTOS	DESCRIPCIÓN
T1	COLIFLOR a 0°C – 0 mg/ml de aceite
T2	COLIFLOR a 0°C – 0,5 mg/ml de aceite
T3	COLIFLOR a 0°C – 1 mg/ml de aceite
T4	COLOFLOR a 5°C – 0 mg/ml de aceite
T5	COLIFLOR a 5°C – 0,5 mg/ml de aceite
T6	COLIFLOR a 5°C – 1 mg/ml de aceite
T7	COLIFLOR a 10°C – 0mg/ml de aceite
T8	COLIFLOR a 10°C – 0,5 mg/ml de aceite
T9	COLIFLOR a 10°C – 1 mg/ml de aceite
T10	BROCOLI a 0°C – 0 mg/ml de aceite
T11	BROCOLI a 0°C – 0,5 mg/ml de aceite
T12	BROCOLI a 0°C -1 mg/ml de aceite
T13	BROCOLI a 5°C – 0 mg/ml de aceite
T14	BROCOLI a 5°C – 0,5 mg/ml de aceite
T15	BROCOLI a 5°C – 1 mg/ml de aceite
T16	BROCOLI a 10°C – 0 mg/ml de aceite
T17	BROCOLI a 10°C – 0,5 mg/ml de aceite
T18	BROCOLI a 10°C – 1 mg/ml de aceite

Elaborado por: Rivas Carlos, 2014

Otras características del ensayo son:

- Número de repeticiones por tratamiento: 4
- Número de tratamientos: 18
- Número de unidades experimentales: 72 (cada una de 200 gr)

El esquema del análisis estadístico se puede apreciar en la tabla N. 2.

TABLA N.2: ESQUEMA DEL ANÁLISIS ESTADÍSTICO

FUENTES DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD
TOTAL	71
TRATAMIENTOS	17
FACTOR (A) ACEITE	2
FACTOR (B) VEGETAL	1
FACTOR (C) TEMPERATURA	2
A x B	2
A x C	4
B X C	2
A X B X C	4
ERROR EXPERIMENTAL	54

Elaborado por: Rivas Carlos, 2014

Para la comparación de los promedios se empleó la prueba de TUKEY al 5% de significancia.

3. Resultados y discusión

Calidad Sensorial

Los productos brócoli y coliflor mínimamente fueron sometidos sensorialmente según la apreciación del investigador como va cambiando el color, textura y olor,

durante el tiempo de almacenamiento en los diferentes tratamientos. El color característico de la coliflor fresca es un blanco crema, pero a medida que este entra en estado de descomposición se puede observar que el color se va degradando.

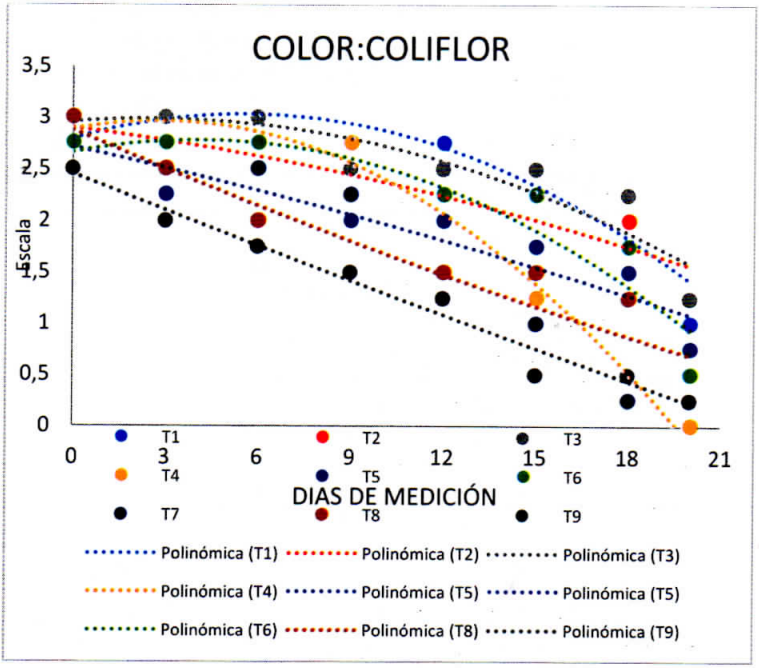


GRÁFICO Nº 1: ANÁLISIS DEL CAMBIO DE COLOR EN COLIFLOR PARA LOS TRATAMIENTOS
Elaborado por: Rivas Carlos, 2015

En el Gráfico N. 1, muestra el comportamiento sensorial de color en la coliflor en el tiempo de almacenamiento, en la curva que muestra el cambio del color en los diferentes tratamientos se observa una similitud entre los tratamientos pudiendo observarse que en el primer día todos reflejan un valor promedio de 2.5 - 3 (color blanco

crema con tonalidades pardas) y consecuentemente se observa un descenso hasta que se alcanza un valor de 0 (completamente negro) en el último día de análisis. De la ilustración podemos notar que quien conserva mejor este aspecto es el T3 (Coliflor sometida 1 mg/ml de Aceite y 0°C de Temperatura) y los tratamientos que degradan su color más fácilmente son T4 (Coliflor sometida a 0 mg/ml de Aceite y 5°C de Temperatura), T7 (Coliflor sometida 0 mg/ml de Aceite y 10°C de Temperatura) y T9 (Coliflor sometida 1 mg/ml de Aceite y 10°C de Temperatura). El olor característico de la coliflor el mismo que varía en función al tiempo en los productos mínimamente procesados.

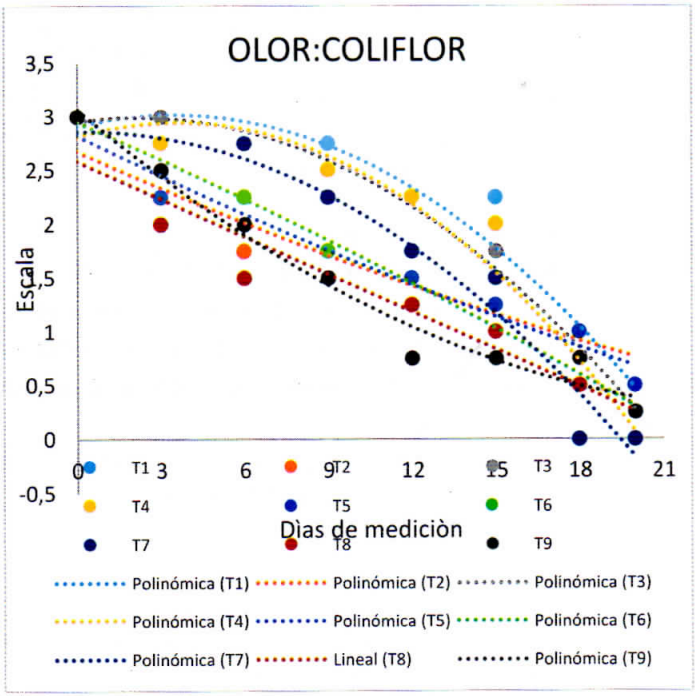


GRÁFICO Nº 2: ANÁLISIS DEL CAMBIO DE OLOR EN COLIFLOR PARA LOS TRATAMIENTOS
Elaborado por: Rivas Carlos, 2015

En el Gráfico N. 2, muestra el comportamiento sensorial de olor en la coliflor en el tiempo de almacenamiento, en la curva que muestra el cambio del olor en los diferentes tratamientos se observa una similitud entre los tratamientos al inicio del ensayo (olor característico) y consecuentemente se tiene un descenso hasta que alcanza un valor de 0 (olor totalmente desagradable) en el último día de análisis.

De la ilustración podemos observar que quien conserva mejor este aspecto es el T1 (Coliflor sometida 0 mg/ml de Aceite y 0°C de Temperatura), T3 (Coliflor sometida a 1 mg/ml a 0°C) y T4 (Coliflor sometida a 0 mg/ml a 5°C) y los tratamientos que degradan su olor más fácilmente son T9 (Coliflor sometida a 1 mg/ml de Aceite y 10°C de Temperatura), T7 (Coliflor sometida 0 ml de Aceite y 10°C de Temperatura)

La coliflor presenta una textura firme cuando está fresca, pero a medida que entra en un estado de descomposición se puede observar que se va perdiendo la firmeza y esta se vuelve ligeramente blando a totalmente blando.

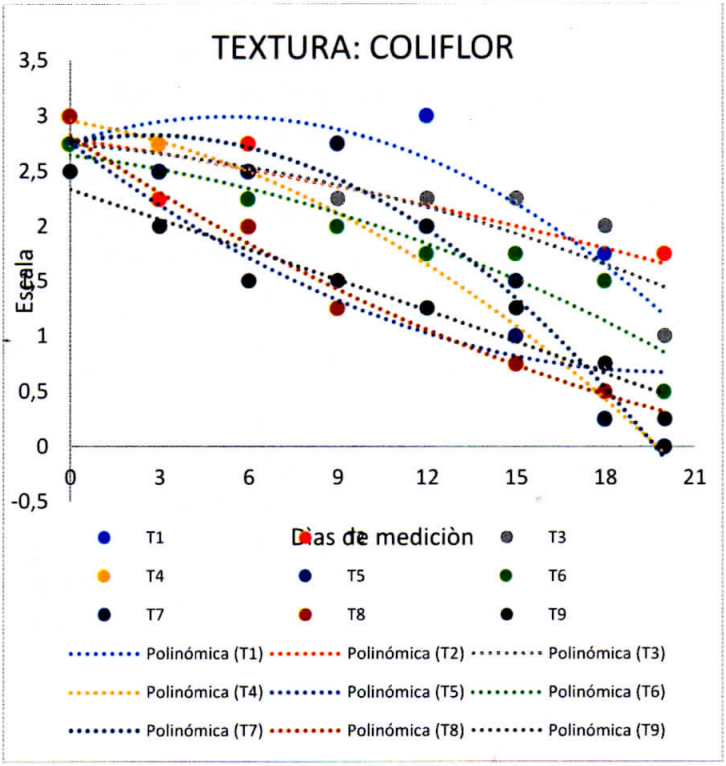


GRÁFICO Nº 3: ANÁLISIS DEL CAMBIO DE TEXTURA EN COLIFLOR PARA LOS TRATAMIENTOS
Elaborado por: Rivas Carlos, 2015

Se puede observar en el gráfico N. 3 que quien mantiene estable su textura en el análisis sensorial es T2 (Coliflor sometida a 0.5 mg/ml a 0ºC), seguido de T3 (Coliflor sometida a 1 mg/ml a 0ºC) y T1 (Coliflor sometida a 0 mg/ml a 0ºC), por consiguiente al pasar los días de conservación se observa un deterioro en su textura (totalmente blando) en especial a los tratamientos T7 (Coliflor sometida a 0 mg/ml a 10ºC) y T8 (Coliflor sometida a 0.5 mg/ml a 10ºC).

El color del brócoli es un verde característico en fresco, pero a medida que este entra en estado de descomposición se puede observar que este parámetro sensorial se va degradando hasta llegar a un color totalmente amarillo.

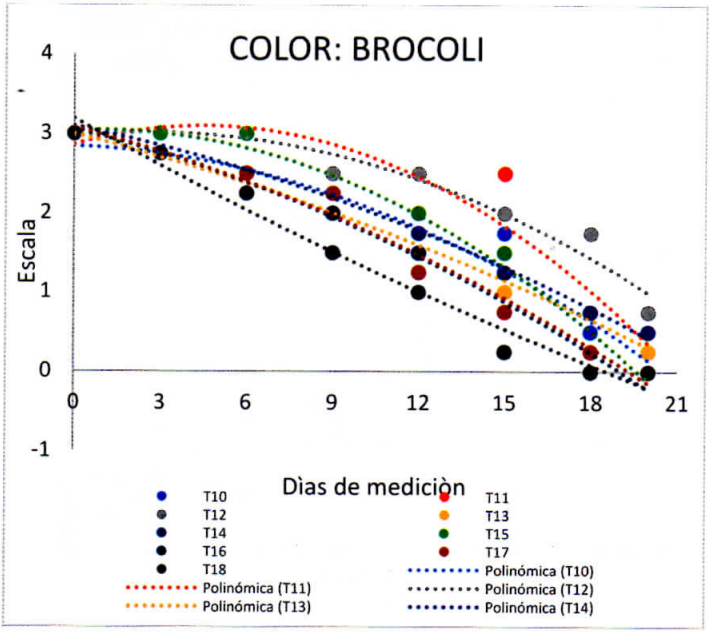


GRÁFICO N° 4: ANÁLISIS DEL CAMBIO DE COLOR EN BROCOLI PARA LOS TRATAMIENTOS

Elaborado por: Rivas Carlos, 2015

En el gráfico N. 4 se puede analizar en el parámetro sensorial de color en brócoli que todos los tratamientos mantienen su tonalidad verde los primeros días de conservación, pero se va degradando conforme pasa el tiempo de conservación. De esta manera se puede observar que los

tratamientos que mejor conservan el color verde son T11 (Brócoli sometido a 0.5 mg/ml a 0ºC) y T14 (Brócoli sometido a 0.5 mg/ml a 5ºC) y observamos que existe una decoloración muy rápida en especial en los tratamientos T18 y T17.

El brócoli posee un olor característico propio en estado fresco pero a medida que este entra en un estado de descomposición se puede notar que va adquiriendo un olor intenso desagradable al olfato, llegando a formar compuestos azufrados.

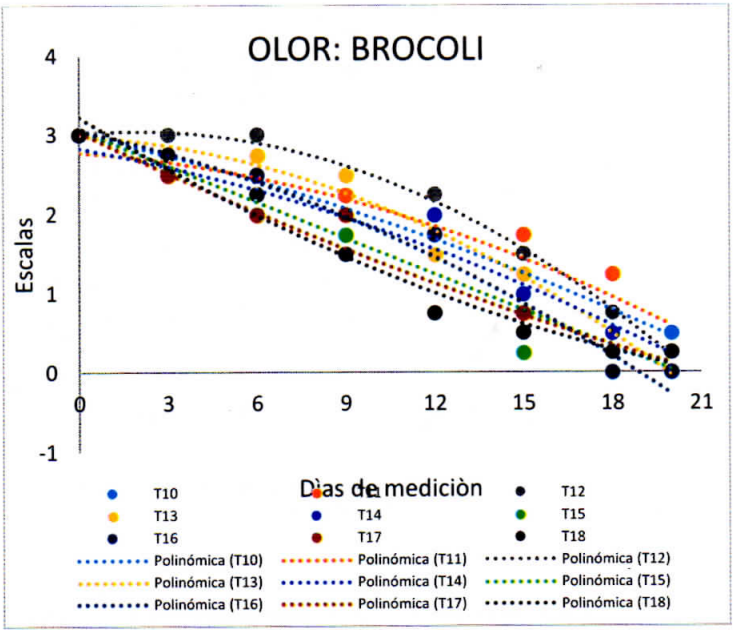


GRÁFICO N°5: ANÁLISIS DEL CAMBIO DE OLOR EN BROCOLI PARA LOS TRATAMIENTOS

Elaborado por: Rivas Carlos, 2015

En los datos obtenidos en el gráfico N. 5 podemos observar que el brócoli mantiene su olor característico en los primeros días de conservación y son los tratamientos T12 (Brócoli sometido a 1 mg/ml a 0°C), T11 (Brócoli sometido a 0.5 mg/ml a 0°C) y T13 (Brócoli sometido a 0 mg/ml a 5°C) los que se mantienen estables, al contrario los tratamientos que se degradan más rápido en el tiempo de conservación son T18, T15 y T16, llegando a causar olores totalmente desagradables.

- El brócoli tiene una textura firme característica en estado fresco, pero a medida que este entra en un estado de descomposición se puede observar que se va perdiendo su calidad este parámetro sensorial.

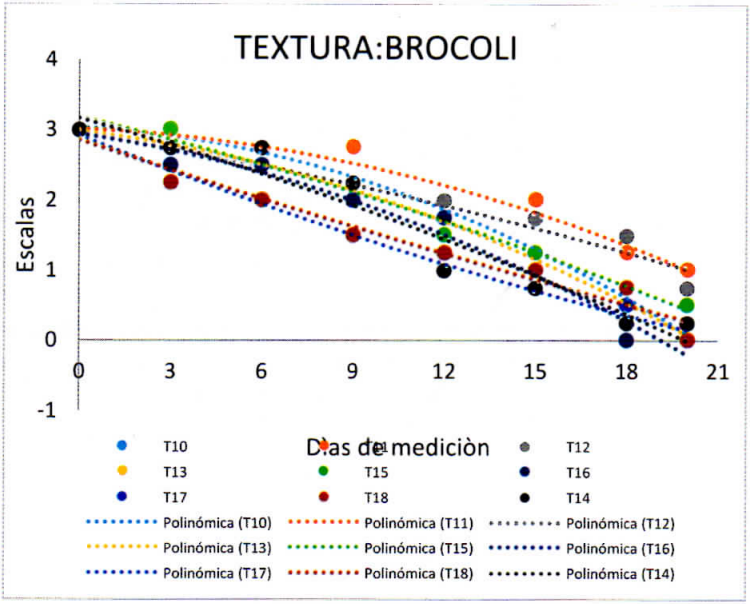


GRÁFICO Nº 6: ANÁLISIS DEL CAMBIO DE TEXTURA EN BROCOLI PARA LOS TRATAMIENTOS
Elaborado por: Rivas Carlos, 2015

En el gráfico N. 6 se ilustra el comportamiento de la textura del brócoli sometido a los diferentes tratamientos, se evidencia que T11 (Brócoli sometido a 0.5 mg/ml a 0°C) y T12 (Brócoli sometido a 1mg/ml a 0°C) presentaron una mejor respuesta frente a los tratamientos aplicados en los primeros días del ensayo, a partir de este tiempo empezaron a deteriorarse hasta llegar a degradar su textura totalmente. Igualmente se observa que los tratamientos T18 (Brócoli sometido a 1 mg/ml a 10°C) y el T16 (Brócoli sometido a 0 mg/ml a 10°C) son los que empezaron más pronto a cambiar su textura.

4. Conclusiones

- Se evaluó la calidad sensorial de los productos analizados, para el caso de la coliflor en los parámetros de color, olor y textura presentan una estabilidad a los 12 días del ensayo, en la cual los mejores tratamientos T3 (color), T1, T3, T4 (olor) y T2, T3, T1 (textura) presentan las mejores condiciones de estabilidad.
- Se observó en brócoli que su calidad sensorial en cuanto a color, olor y textura también son estables a los 12 días de conservación, reportando los mejores tratamientos en el parámetro de color a T11 y T14, en cuanto a la característica del olor quien mantiene estable son T12, T11, y T13, y los tratamientos T11 y T12 en textura.

Referencias bibliográficas

- Adrian, Jean, Jacques Potus, y Annie Poiffait. *Análisis nutricional de los alimentos.* Zaragoza: Acribia, 2000.
- AFNOR. *www.afnor.org.* Septiembre de 1998. (último acceso: septiembre de 2014).
- Aguilar, Jessica. *Mètodos de Conservaciòn de Alimentos.* Mèxico: Red Tercer Milenio, 2012.
- Alves, Geiza. «Combined application of essential oils from Origanum vulgare L. and Rosmarinus officinalis L. to inhibit bacteria and autochthonous microflora associated with minimally processed vegetables.» *Food Research International*, 2011: 8.
- Alzamora, Stella. *Alimentos Conservados por Factores Convinados.* Mèxico: Ed. Aguilera, 1997.
- Arias, Ciro. *Manual de manejo postcosecha de frutas tropicales.* 2007.
- Baltes, Werner. *Quìmica de los Alimentos.* Zaragoza: Acribia, 2007.
- Barreto, Juan. *Efectos antimicrobianos del diente de león (Taxacum officinale) y el gualanday (Jacaranda obtusifolia) sobre Staphylococcus aureus y Pseudomona aeuruginosa causantes de enfermedades de la piel.* Bogotà, 1997.
- Barrios, Bàrbara. *Caracterìsticas Generales de Bròcoli y Coliflor.* Santiago, Octubre de 2010.
- Benzi, Verònica. *Biological Activity of Essential Oils from Leaves and Fruits of Pepper Tree (Schinus molle L.) to Control Rice Weevil (Sitophilus oryzae L.).* Chillàn, Junio de 2009.

- Betancourth, Francisco. *Buenas Prácticas de Manufactura.* Nacaome, 2012.

- Bjokman, Marìa. *Phytochemicals of Brassicaceae in plant protection and human health--influences of climate, environment and agronomic practice.* Berlin, 14 de Enero de 2011.

Biografía del autor

Universidad Agraria del Ecuador Maestría en Procesamiento de Alimentos. Universidad Técnica del Norte Ingeniero Agroindustrial. Docente Carrera de Ingeniería en Alimentos de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi.

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI

(UPEC)

UNIVERSIDAD DE NARIÑO (UDENAR)

CERTIFICAN

Que el evento académico-científico denominado "**II Congreso Internacional de Ingenierías**" fue organizado conjuntamente entre las Carreras de Ingeniería en Informática y Alimentos de la UPEC y las Carreras de Ingeniería en Sistemas y Agroindustrias de UDENAR respectivamente, y se realizó los días 30-31 de Marzo y 01 de Abril de 2016 en las instalaciones de las instituciones organizadoras (Ipiales-Colombia y Tulcán-Ecuador).

Las memorias del evento son plasmadas en un libro que recoge los artículos científicos de las principales investigaciones realizadas en las diferentes Instituciones participantes de Ecuador y Colombia, fruto de una convocatoria abierta a la comunidad científica. Los artículos fueron sometidos a revisión y aprobación de un comité científico internacional altamente calificado.

Para constancia de lo actuado, firman las partes en la ciudad de Ipiales-Colombia a los 02 días de Abril de 2016.

Msc. Jorge Mina
DECANO DE LA FACA-UPEC

Dr. Gerardo Bravo
COORDINADOR UDENAR-IPIALES

En este libro se presentan las memorias del evento académico-científico denominado II Congreso Internacional de Ingenierías, producto de la cooperación institucional entre la Universidad Politécnica Estatal del Carchi (UPEC) - Ecuador y la Universidad de Nariño (UDENAR) – Colombia.

Está compuesto de 11 capítulos organizados temáticamente en dos secciones: Informática y Procesamiento de Alimentos. Estos capítulos fueron sometidos a la revisión y arbitraje de un comité científico internacional de alto nivel.
Este libro presenta un aporte valioso en las áreas mencionadas y puede ser utilizado por profesionales y estudiantes a nivel de grado y posgrado.

ISBN 978-9942-914-27-9

Universidad Politécnica Estatal del Carchi
Calle Antisana y Avenida Universitaria
Teléfono: (06) 2 224079 / (06) 2224080
E-mail: info@upec.edu.ec
publicacionesupec@gmail.com
www.upec.edu.ec