

ECIPERU

Encuentro Científico Internacional

Volumen 2

Julio-Diciembre 2005

Número 2



<http://www.cienciaperu.org>

Lima, Perú



ECIPERU

Revista del Encuentro Científico Internacional

Volumen 2 - Número 2
Julio - Diciembre 2005

ISSN: 1813 - 0194

Director

Carlos Cifuentes Magán

Editor

Raúl Ishiyama Cervantes

Comité editorial

Jorge Serquén Jiménez

Luís Romero Echevarría

Miguel Risco Castillo

Naldo Balarezo Gerstein

Diagramación

Miguel Risco Castillo

E-mail: revista@cienciaperu.org

Teléfono: 447-5713

Dirección: Lima, Perú

Depósito legal: 2004 5922

Arbitrada

Publicación semestral

Distribución Gratuita

REVISTA DE EDICIÓN VIRTUAL

<http://www.cienciaperu.org>



Portada: Motivo principal del IV Encuentro Científico Internacional de invierno, realizado del 2 al 5 de enero del 2006 en la ciudad de Lima. Las exposiciones se desarrollaron en el Gran Teatro de la UNI, Centro de Convenciones Internacionales del INICTEL, Colegio de Ingenieros del Perú - Consejo Departamental de Lima, Academia Superior de Guerra de la FAP, Colegio Médico del Perú.

CONTENIDO

56 EDITORIAL

TEMAS ORIGINALES

57 SINTOMATOLOGIA PREVALENTE EN ESTUDIANTES DE MEDICINA DEL PREGRADO, PUNO / SYMPTOMATIC PREVAILING IN STUDENTS OF MEDICINE, PUNO. Lita Licia Hallasi Roselló, Dilma Diany Hallasi Roselló.

60 ESTIMACIÓN DE DOSIS DE RAYOS X EN PACIENTES SOMETIDAS A EXÁMENES DE MAMA: ESTUDIO PRELIMINAR / ESTIMATION OF DOSE THE X RAY IN PATIENTS SUBJECTED MAMA EXAMS: PRELIMINARY STUDIES. Edward Meca Castro, Raúl Palomino Camones, Yazmyn Paraguay Villa, John Añasco Silva.

63 LA ÉTICA Y LA MEDICINA LEGAL EN LAS INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS EN SALUD / THE ETHICS AND THE LEGAL MEDICINE IN THE SCIENTIFIC RESEARCHES IN HEALTH. José Luis Pacheco De La Cruz.

66 EVALUACIÓN DEL USO DE MERCURIO EN LOS PROCESOS DE AMALGAMACIÓN DE ORO EN QUIMBALETES Y MOLINOS EN LA RINCONADA – PUNO / EVALUATION OF MERCURY USE IN THE AMALGAMATION OF GOLD WITH QUIMBALETES AND MILLS IN LA RINCONADA – PUNO. Mario Cuentas Alvarado, Jhon Velarde Ochoa.

70 ANÁLISIS DE VIABILIDAD DE UN SISTEMA HÍBRIDO PARA LA PRODUCCIÓN DE VECTORES ENERGÉTICOS SOSTENIBLES / VIABILITY ANALYSIS FROM A HYBRID SYSTEM FOR THE SUSTAINABLE ENERGY VECTOR PRODUCTION. Maximiliano Arroyo Ulloa, Pedro Mendoza Guerrero, Wilson Jiménez Zuloeta, Willam Ruiz Coronado.

74 CAMBIOS EN LAS INSTITUCIONES FORMADORAS DE INVESTIGADORES / CHANGES IN THE UP-BRINGING INVESTIGATORS INSTITUTES. Raúl Ishiyama Cervantes, Julio Ishiyama Nakathara

77 HERRAMIENTAS COMPUTACIONALES PARA EL CÁLCULO DE LOS NIVELES RSSI EN BTS DE TELEFONÍA CELULAR / COMPUTACIONAL TOOLS FOR CALCULATING LEVELS RSSI IN BTS OF CELLULAR TELEPHONY. José Díaz Zegarra, Guillermo Kemper Vásquez y José Muñoz Meza.

81 EL CAPITAL HUMANO EN LOS PROCESOS PRODUCTIVOS DE LAS PYMES: EL CASO DEL SECTOR CONFECCIÓN / THE HUMAN CAPITAL IN THE PRODUCTIVE PROCESSES OF THE SMALL AND MEDIUM ENTERPRISES: THE CASE OF THE CONFECTION SECTOR. Isabel Cristina Montes Gutiérrez, Juan José Vásquez Maya

84 FACTORES DETERMINANTES EN LA CAPACIDAD DE GESTIÓN DE LOS MUNICIPIOS DEL PERÚ / MAIN FACTORS IN THE CAPACITY OF MUNICIPAL MANAGEMENT OF PERU. María Estela Ponce Aruneri.

87 OPTIMIZACIÓN DEL SECADO DE PAPA (*Solanum tuberosum*) VARIEDAD CANCHÁN UTILIZANDO UN SECADOR QUE OPERA CON BRIQUETAS DE CARBÓN ANTRACITA / OPTIMIZATION OF THE DRYING OF POTATO (*Solanum tuberosum*) CANCHÁN VARIETY USING A DRYER THAT OPERATES WITH ANTHRACITE COAL BRIQUETS. Raúl Benito Siche Jara, Héctor Segundo Rodríguez Galarreta, Hubert Luzdemio Arteaga Miñano.

91 EFECTO DE PELÍCULAS DE QUITOSANO EN LA VIDA ÚTIL DE MANGO (*Mangifera indica*) MÍNIMAMENTE PROCESADO / EFFECT OF CHITOSAN FILMS IN SHELF LIFE OF MINIMALLY PROCESSED MANGO (*Mangifera indica*) Williams E. Castillo Martínez, Lourdes J. Esquivel Paredes, Elza Aguirre Vargas, Wilson D. Símpalo Lopez.

95 INSTITUCIONES ORGANIZADORAS

96 INSTRUCCIÓN PARA LOS AUTORES

La revista no se solidariza con las opiniones de los autores. Prohíbe la reproducción total o parcial sin la autorización del editor

CULMINACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

La investigación científica y la publicación están íntimamente vinculadas. Algunos piensan que la investigación termina cuando se obtiene los resultados o cuando se entrega el informe o cuando se presenta en algún evento científico en forma oral.

La investigación culmina con su publicación en una revista científica para su difusión, solo entonces la contribución podrá ser aplicada en otros lugares

Algunos científicos van más lejos al sugerir que la investigación termina cuando el lector entiende el artículo, no es suficiente publicar el trabajo, es necesario que sea entendido.

Los investigadores calificados consideran que los resúmenes publicados en las actas o en los libros de resúmenes son solo información general. Los resúmenes son eso, resúmenes, no tienen el detalle de la investigación, no está la introducción, ni los métodos que se utilizó, tampoco los resultados, menos la discusión de la cual se obtiene las conclusiones, no figura las referencias consultadas que en gran parte avala el trabajo.

La investigación incrementa el conocimiento científico así como el aspecto cultural de las naciones.

Solo con trabajos publicados *in extenso* se podrá colaborar para que el país salga del subdesarrollo científico.

El Editor

SINTOMATOLOGIA PREVALENTE EN ESTUDIANTES DE MEDICINA DEL PREGRADO, PUNO

SYMPTOMATIC PREVAILING IN STUDENTS OF MEDICINE, PUNO

Lita Licia Hallasi Roselló¹, Dilma Diany Hallasi Roselló²

RESUMEN

Es común en la mayoría de las personas manifestar algún síntoma relacionado con el aparato digestivo causado por una serie de factores. Se estudió los síntomas en estudiantes del pregrado de medicina. La investigación se realizó entrevistando a 110 alumnos, 73 varones y 37 mujeres, los datos fueron anotados en fichas individuales. Se encontró que la mayoría de los que sufrían malestar fueron los que ingerían sus alimentos fuera del hogar y a deshora; los síntomas se acentuaban en época de exámenes. Siendo estudiantes de medicina muy poco recurrieron a la atención médica.

Palabras clave: Sintomatología, prevalente, estudiantes, aparato digestivo, alimentación

ABSTRACT

It's common in most of the people, to show some symptom related to the digestive system caused by a series of factors. It has studied those symptoms in students of the degree of medicine. The investigation was carried out interviewing to 110 students, 73 men and 37 women, the details were taken down in individual files. It was found that most of the people who didn't feel well, were those who consume their food outside their homes and in different hours everyday, the symptoms stressed in exams period. Although being medicine students, were few the ones who went to medical attention.

Key words: Symptomatology, prevailing, students, digestive system, feeding.

INTRODUCCION

Las enfermedades prevalentes que aquejan al aparato digestivo como gastritis y úlcera péptica, se debe a la relación con factores relacionados a las actividades laborales, nutricionales y otros.

Dentro de los factores predisponentes y causas más conocidas se tiene a personas que presentan enfermedades crónicas, endocrinas, alimentación inadecuada, la presencia de la bacteria *Helicobacter pylori*, el estrés por el *mudus vivendi*, el uso de ciertos medicamentos, y las de causa idiopática o desconocida. El mecanismo de la enfermedad produce un incremento de los factores agresivos con disminución de los factores de defensa (1). Los síntomas más comunes son el dolor abdominal, la pérdida de apetito, la distensión abdominal, la sensación de ardor; vómitos, acidez gástrica y pesadez estomacal después de ingerir alimento. El tratamiento debe ser dirigido y especializado (2).

En la etapa estudiantil universitaria así como en la vida diaria, se observa que la mayoría de la población en algún momento ha tenido síntomas asociados al aparato digestivo, sin llegar a determinar el tipo de enfermedad y sin haber recibido tratamiento adecuado.

MATERIAL Y METODOS

La investigación se realizó con la colaboración de los estudiantes de los primeros años de la Facultad de Medicina Humana que asisten regularmente a la universidad

Nacional del Altiplano

Tipo de estudio: Descriptivo Transversal de Correlación

Población de estudio: 110 estudiantes de la carrera profesional de los niveles de primero a tercer año.

Técnica e instrumento de recolección de datos: Se utilizó una ficha de entrevista que fue contestada en forma anónima permitiendo la total libertad de los participantes.

RESULTADOS

El estudio se realizó con una población de 110 alumnos de los cuales el 69,09% (73) son hombres y el 30,90% (37) son mujeres.

Costumbre alimenticia

Generalmente las personas tienen determinadas costumbres con relación a su hábito de alimentación, en cambio otros lo han alterado por diversas razones o situaciones, como la variación del ritmo de vida al pasar del sistema escolar al universitario, también guarda relación con la vida familiar; Se encontró que el 60% viven con su familia y en forma independiente 40%.

La etapa estudiantil universitaria es agitada, lo que no permite que los estudiantes mantengan la regularidad de la alimentación que tuvieron en la etapa escolar. También

¹ Estudiante de Medicina en la Universidad Nacional del Altiplano, Puno

² Médica Cirujana. Centro de Estudio e investigación en Medicina y Altura. (CEIMA), Puno

podría ser a la mayor permanencia del alumno en la Universidad, a los diferentes horarios de clase y otras actividades propias de su formación profesional. Tabla 1.

Tabla 1. *Habito de ingerir alimentos (Desayuno, almuerzo, cena)*

Actividad	Hombre	Mujer	Total	%
Adecuado	34	39	73	41,89
Inadecuado	12	35	37	51,19

Como consecuencia del resultado anterior, y con relación al horario en hombres y mujeres se altera en el 68,82 por ciento la regularidad para ingerir los alimentos. La diversidad de los horarios de clase así como tener que alimentarse fuera del hogar hace que se presente el alto porcentaje. Tabla 2.

Tabla 2. Regularidad del horario de ingerir los alimentos

Actividad	Hombre	Mujer	Total	%
Adecuado	34	12	46	31,18
Inadecuado	44	29	74	68,82

El estudiante universitario por las diversas actividades académicas y la mayor permanencia en la universidad, así como por los diferentes horarios se ven obligados a tomar sus alimentos en diversos lugares fuera del habitual, es poca la proporción de los que lo hacen en su hogar. Tabla 3.

Tabla 3. *Lugares donde ingieren sus alimentos*

Actividad	Hombre	Mujer	Total	%
Restaurante	40	29	69	62,73
Domicilio	29	7	36	32,72
Comedor universitario	11	3	14	12,74
Kiosco	8	3	11	10,00

Sintomatología

La mayoría de los entrevistados sufre de dolor abdominal probablemente causado por la intensa actividad que conlleva la actividad universitaria, la irregularidad de la alimentación y la pérdida del hábito alimenticio y por el constante estrés en el que se encuentra el estudiante universitario. Tabla 4

Tabla 4. *Sensación de dolor abdominal en algún momento.*

	Total	% Total	Hombres		Mujeres	
			Nº	H%	Nº	M%
<i>Tuvo y/o tiene dolor abdominal</i>						
SI	91	82,72	56	50,9	35	31,18
NO	19	17,28	17	15,45	2	1,81
Total	110	100,00	73	66,35	37	32,99

Se observó que el dolor abdominal más frecuente es el cólico, seguido del urente y lancinante respectivamente; otros no determinados en baja proporción. El porcentaje de los que no sufren de dolor en baja con relación a los anteriores. Tabla 5.

Tabla 5. *Características del dolor abdominal*

Dolor	Hombre	Mujer	Total	%
Cólico	26	12	38	34
Urente	20	15	35	32
Lancinante	9	4	13	12
Otro	2	3	5	5
No	16	3	19	17
TOTAL	73	37	110	100

De acuerdo a la semiología del dolor abdominal los estudiantes refirieron que la ubicación mas frecuente fue en el epigastrio seguido en el mesogastrio y en el hipogastrio. No determinado en un mínimo porcentaje. Tabla 6.

Tabla 6. *Ubicación del dolor abdominal*

Actividad	Hombre	Mujer	Total	%
Epigastrio	49	19	68	62
Mesogastrio	7	10	17	15
Hipogastrio	1	6	5	5
Otro	1	1	2	2
NO dolor	19	1	19	18
Total	73	37	110	100

Cuando se evaluó si las molestias abdominales repercutían en el rendimiento académico, se encontró que afecta a más de la mitad de los entrevistados. Implica que es necesario encontrar una solución. Tabla 7

Tabla 7. *Asociación de los síntomas digestivos que repercuten en el estudio*

Asociación	Hombres	Mujeres	Total	%
SI	37	21	58	52,73
NO	31	15	46	41,82
Indiferente	05	01	06	5,45
Total	73	37	110	100,00

Del alto número de estudiantes que presentaron dolor abdominal 91, solo acudieron 31 a la consulta médica por la sintomatología que presentaban, 23 recibieron tratamiento con antiácidos y otros medicamentos antiulcerosos. Tabla 8.

Tabla 8. *Estudiante que realiza consulta médica y tratamiento*

actividad	Hombres	Mujeres	Total	%
Dolor Abdominal	56	35	91	82,72
Consulta Medica	17	14	31	34,06
Recibió tratamiento	10	13	23	74,19

DISCUSIÓN

Los males estomacales tienen diversos orígenes, se ha tratado de indagar en forma preliminar lo que ocurre en los estudiantes de medicina con base a la forma alimenticia, los síntomas y la relación con el estudio (3).

Sobre el lugar donde ingieren sus alimentos la mayoría lo hace en restaurantes, luego en su domicilio, algunos en el comedor universitario y muy pocos en kioscos. Gran

parte de los encuestados declaró haber tenido dolor abdominal en algún momento desde su ingreso a la universidad; hay que considerar que en algunos casos fue eventual. La posición del dolor fue más acentuada en el epigastrio. Con relación a la exacerbación del dolor abdominal se tiene una correspondencia cuando no hay una ingesta de alimentos y/o a una alimentación fuera del horario llegando a un 49,09%. Esto se puede deber a los horarios que tiene el estudiante alterando su alimentación con un horario inadecuado. Es evidente que el 24,54% de los alumnos refieren que sus molestias se producen cuando empiezan la temporada de los exámenes, esto se debería al estrés constante que vive el estudiante y el descuido de ingerir sus alimentos en el horario habitual. La presencia de los síntomas con relación al consumo de alcohol, tabaco, chocolate y ají, se manifiesta más en los hombres. Hay poca disciplina en el hábito alimenticio por factores externos que vive el estudiante de la carrera profesional de medicina (4)

De acuerdo a los resultados obtenidos, los síntomas más prevalentes de patología digestiva esta el dolor abdominal. Siendo la ubicación mas preferente a nivel de epigastrio 68%, el dolor de características tipo cólico y/o

urente 36%, 34% respectivamente; asociado a esto la acidez gástrica y el ardor gástrico 36,36% y 24,54%. En un número menor de acuerdo a los resultados presentaron melena, lo cual es indicio de hemorragia digestiva. Se observó que muchos de los estudiantes presentaban los síntomas mencionados, lo cual se correlaciona con los síntomas de una gastritis probable y/o ulcera péptica, siendo el diagnostico definitivo por anatomía patológica (5)

De los resultados se tiene que el hábito alimenticio, el inicio de los exámenes y la ingesta de ciertas sustancias se relacionan con el dolor abdominal y este a su vez con los síntomas característicos de probable gastritis y/o ulcera péptica.

Se notó que siendo estudiantes de medicina no brindan el adecuado cuidado a su organismo con los factores llevan al estrés como el horario y los exámenes entre otros factores. Solamente una cantidad mínima de estudiantes acudieron a la consulta médica por los problemas digestivos que presentaban, para recibir el tratamiento con medicamentos antiulcerosos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. León-Barúa, Raúl; Recavarren-Arce, Sixto; Gilmar Robert H; Berendson, Roberto. Can eradication of *Helicobacter pylori* prevent gastric cancer? *Drugs* 1993; 46(3): 341-346.
2. León B, Raúl; Recavarren A, Sixto; Ramírez R, Alberto. El aporte peruano a la investigación sobre *Helicobacter pylori*. *Revista Médica Herediana* 1991; 2: 173-81.
3. Gastroenterología de Jackson. Gastritis. *Jackson Gastroenterology*. En: www.gicare.com/pated/ecdgs46.htm
4. Sepúlveda, Antonia, et al. Gastritis crónica. En: www.emedicine.com/EMERG/topic820.htm
5. Mariño, Gustavo. et al. Concordancia endoscópico-histológica de la gastritis crónica en Cali. En: Colombiamedica.univalle.edu.co/VOL29NO1/gastritis.html

E-mail: litaobituary@yahoo.es

ESTIMACIÓN DE DOSIS DE RAYOS X EN PACIENTES SOMETIDAS A EXÁMENES DE MAMA: ESTUDIO PRELIMINAR

ESTIMATION OF DOSE THE X RAY IN PATIENTS SUBJECTED MAMA EXAMS: PRELIMINARY STUDIES

Edward Meca Castro^{1, 2}, Raúl Palomino Camones^{1, 2}, Yazmyn Paraguay Villa^{1, 2}, John Añasco Silva²

RESUMEN

Se han realizado estimaciones de dosis a un grupo de mujeres del Hospital Nacional "Dos de Mayo". Para ello se contó con una muestra aleatoria de 140 pacientes, el Rendimiento y la Capa Hemirreductora (CHR) de la unidad mamográfica Planmed Sophie obtenidas mediante un Control de Calidad, las ecuaciones paramétricas establecidas por Robson y las nuevas tablas de Dance et al, que tienen en cuenta el porcentaje de glandularidad de las mamas y combinación ánodo-filtro. Los resultados obtenidos mostraron que para un espesor medio de mama de 5,0 cm. (12,27%) se obtuvieron valores medios de 5,47 mGy (17,53 %), 5,89 mGy (17,59%) y 0,99 mGy (12,64 %) para el Kerma en Aire en la Superficie de Entrada (KASE), Dosis en la Superficie de Entrada (DSE) y Dosis Glandular Media (DGM) respectivamente. Valores inferiores al límite máximo recomendado por el Protocolo Europeo de Dosimetría en Mamografía.

Palabras clave: Mamografía, dosis, paciente.

ABSTRACT

Have been made estimations of doses to a group of women in a National Hospital "Dos de Mayo". For that we had a sample of 140 patients, the out put and the half value layer (HVL) of mammography unit Planmed Sophie obtained through a quality control, the parametric equations established by Robson and the new tables of Dance et al, that have the percentage of glandular of the breast and the combination of anode-filter. The results showed that for a medium thickness of breast of 5,0 cm (12,27%) get medium values of 5,47 mGy (17,53%), 5,89 mGy (17,59%) y 0,99 mGy (12,64%) to the Kerma in Air in the Surface of Entry (KASE), Dose Surface of Entry (DSE) and Glandular Dose Medium (GDM) respectively. Inferior values to a maximum limit recommended by the European Protocol of Dosimetry in Mammography.

Key words: Mammography, dose, patient.

INTRODUCCIÓN

Uno de los cánceres con mayor incidencia en las mujeres, es el cáncer de mama (una de cada nueve mujeres padecen esta enfermedad) representando este la causa más frecuente de muerte en las mujeres de todo el mundo.

En el Perú esta enfermedad va en aumento progresivo con el pasar de los años, de 1990 a 1993 fue de 18,5 % (1,2), de 1993 a 1997 su incidencia aumentó en un 43 % es decir 1,8 por año (3) y de 1998 a 2002 alcanzó los 43,86 % (4).

Una de las técnicas con mayor utilidad para la detección precoz del cáncer de mama, es la mamografía. Esta forma de obtención de imágenes trae consigo grandes beneficios en el diagnóstico mamario, pero sin el debido cumplimiento de las normas de Seguridad Radiológica ocasionaría un daño estocástico en la paciente. Por tal motivo, para mantener el riesgo-beneficio es necesario tener valores de referencia de la dosis que absorbe la mama de una paciente cuando es sometida a un examen de mamografía.

Una de las formas de determinar el riesgo-beneficio es estimando la Dosis Glandular Media (DGM), establecida por la International Commission on Radiological Protection (ICRP) en su publicación 52 de 1987 (5).

Los valores individuales de esta magnitud es generalmente determinada de datos proporcionados en tablas, con el conocimiento del Kerma en Aire en la Superficie de Entrada (KASE) de la mama, de la Capa Hemirreductora (CHR) del haz de radiación utilizado, del espesor de la mama, y de la composición de la misma.

En este estudio hemos utilizado ecuaciones paramétricas (6), que permiten evaluar el Rendimiento y el CHR de un rango de kilovoltajes tomando como referencia 28 kV, para un conjunto de combinaciones ánodo-filtro. Además, de tablas (7), que tienen en cuenta el porcentaje de glandularidad de las mamas y combinación ánodo-filtro. Todo ello, para estimar y poder obtener valores referenciales de las dosis impartidas a un grupo de mujeres del Hospital Nacional "Dos de Mayo".

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizó el equipo de rayos x mamográfico Planmed

¹ Unidad de Seguridad Radiológica y Física Médica, Hospital Nacional Dos de Mayo, Lima Perú.

² Grupo de Investigación en Física Médica - GRIFIMED, Lima Perú.

Sophie del Departamento de Radiología del Hospital Nacional "Dos de Mayo", el multimetro Nero 4000M+ marca Victoreen, una cámara de ionización adecuada para mamografía marca Victoreen, maniquí de acreditación mamográfico de 4,5cm de espesor comprimido marca ACR y un set de laminas de aluminio de 99,99 % de pureza.

Con los equipos mencionados se determinó el Rendimiento y el *CHR* tomando como tensión de referencia 28 kV, para un valor de mAs dado y una combinación ánodo-filtro Mo-Mo, según los procedimientos establecidos por los protocolos utilizados en este estudio (8, 9, 10).

Para evaluar la dosis se recogieron 140 técnicas cráneo caudales, realizadas a pacientes de entre 40 y 64 años (restricción impuesta por los valores dados por Dance et al), estos datos incluían kV y mAs aplicado, combinación ánodo-filtro, distancia foco-película y espesor de mama.

Con ayuda de las ecuaciones paramétricas de Robson (expresión 1 y 2) se determinó el rendimiento y los *CHR* para el rango de kilovoltajes utilizados clínicamente.

$$\log_{10}(R) = n \log_{10}(kV) + \log_{10}(A) \quad (1)$$

$$CHR = a(kV)^2 + b(kV) + c \quad (2)$$

Donde n, A, a, b, y c son constantes.

Con los datos obtenidos de las pacientes, del rendimiento y de los *CHR*, se procedió a estimar las dosis de interés de la siguiente manera.

Primero fue estimado el *KASE* mediante la siguiente expresión

$$KASE(mGy) = R(mGy / mAs) \cdot C(mAs) \cdot \left[\frac{d_r}{(SID - (PID - B_t))} \right]^2 \quad (3)$$

Donde *R* es el rendimiento correspondiente a la combinación ánodo-filtro utilizada; *C* es la carga aplicada; *d_r* es la distancia medida de la fuente al punto de exposición del rendimiento medido; *SID* es la distancia medida de la fuente al receptor de imagen; *PID* es la distancia del plano de apoyo de la mama de la paciente al plano del receptor de imagen y *B_t* es el espesor de la mama comprimida.

Seguidamente con este valor y con las necesarias interpolaciones se obtuvo la *DGM* (7) mediante la siguiente expresión

$$DGM(mGy) = KASE(mGy) \cdot g \cdot s \cdot c \quad (4)$$

El valor de *g* depende del *CHR* y del espesor de la mama, *s* es función de la combinación ánodo-filtro y *c* da cuenta del porcentaje de glandularidad de la mama y depende de su espesor, del *CHR* y del grupo de edad al que pertenezca la paciente (40 – 49 ó 50- 64 años)

Por último la *DES* fue calculada a partir del *KASE*, sin más que multiplicarla por los factores de retrodispersión dados en el Protocolo de Dosimetría en Mamografía (11).

RESULTADOS

En la tabla 1 se presenta los valores medios de las dosis estimadas y del espesor de mama, en ella se observa que las dosis se encuentran dentro de las tolerancias recomendadas por el Protocolo Europeo de dosimetría en Mamografía (11) (*KASE* y *DES* < 10 mGy, *DGM* < 2,3 mGy). Cabe destacar, que el valor medio obtenido para la *DGM* no es superior a los referidos por otros autores en la bibliografía más reciente. Así Young y Burch (12) dan un valor medio de 1,65 mGy correspondiente a un espesor medio de 5,1 cm, para la proyección cráneo-caudal. Rosenberg et al (13) obtienen una media de 2,62 mGy para espesor medio de 4,9 cm, mientras que Kruger y Schueler (14) refieren 2,6 mGy para espesores medios de 5,1 cm y por último Ballarin et al (15) dan valores medios de 5,3 mGy para espesores medios de 5,3 cm.

Por otro lado, se muestra en la tabla 2 como varía la dosis en función de la edad. Esto se debe principalmente a que las mamas de las pacientes menores de 50 años presentan mayor porcentaje de tejido glandular, lo que no ocurre en pacientes mayores a esa edad donde gran parte del tejido glandular ha sido sustituido por tejido fibroso y a menudo también por grasa, cuya cantidad es sumamente variable.

Para eliminar las diferencias debidas a la muestra de pacientes y a la técnica utilizada se compararon los resultados obtenidos de las dosis con maniqués de PMMA (polimetil metacrilato), los cuales simulan mamas comprimidas de diferentes espesores, encontrándose una desviación media de 0,65 % y 1,4 % para el *KASE* y *DGM* respectivamente. Este hecho puede observarse claramente en la tabla 3.

Tabla 1. Valores medio de espesor de mama y de las dosis estimadas para la muestra de pacientes con sus respectivos coeficientes de variación

	Espesor (cm)	KASE (mGy)	DES (mGy)	DGM (mGy)
Media	5,0	5,47	5,89	0,99
C.V (%)	12,27	17,53	17,59	12,64

Tabla 2. Valores medio de espesor de mama y de las dosis estimadas para la muestra de pacientes para dos rangos de edades. Entre paréntesis el coeficiente de variación (%)

Edad	Espesor (cm)	KASE (mGy)	DES (mGy)	DGM (mGy)
40 - 49 años	4,94 (13,10%)	5,91 (22,36%)	6,38 (22,43%)	0,99 (4,37%)
50 - 64 años	4,71 (14,54%)	4,98 (19,80%)	5,26 (19,93%)	0,93 (12,05%)

Tabla 3. Valores estimados del *KASE* y *DGM*, para pacientes y maniqués de PMMA de diferentes espesores, con sus respectivas desviaciones

Espesor de mama	KASE (mGy)	DGM (mGy)	Espesor de Maniqué	KASE (mGy)	DGM (mGy)	D _{Máx} (KASE)	D _{Máx} (DGM)
2	2,28	0,77	2	2,28	0,77	0,00%	0,00%
4	4,03	0,84	4	4,00	1,02	0,85%	1,18%
4,5	4,72	0,95	4,5	4,69	0,97	0,64%	2,06%
6	8,09	1,38	6	8,04	1,40	0,62%	1,43%
6,5	11,20	1,95	6,5	11,28	1,91	0,71%	2,05%
7,5	19,74	2,96	7,5	19,95	2,91	1,05%	1,69%

DISCUSIÓN

De los datos presentados se deduce que las dosis estimadas se encuentran por debajo de los límites recomendados (11). Esto se debe en gran parte al programa de Control de Calidad y Dosimetría que se viene efectuando entre la Unidad de Seguridad Radiológica y Física Médica y el Departamento de Radiología del Hospital Nacional "Dos de Mayo", donde están involucrados médicos, físicos, tecnólogos, técnicos e ingenieros de mantenimiento.

Por otro lado, el método de cálculo a partir del rendimiento, nos permite trabajar con pacientes in vivo, evitando la utilización de dosímetros termoluminiscentes (TLDs) en los exámenes mamográficos cuando se estén realizando estimaciones de dosis (12,13,14), ya que estos al ser colocados en la superficie de la mama, afectarían en la calidad de imagen o podrían confundirse en ella como una patología mamaria, siendo los maniqués de mama de PMMA (polimetil metacrilato) una alternativa para tomar

en cuenta en la estimación de dosis, debido a la gran equivalencia existente entre estos y las mamas reales, además de que pueden ser utilizados en la dosimetría con TLDs y cámaras de ionización.

Los resultados no son directamente trasladables a cualquier institución, esto se debe a que las muestras de pacientes ha tomar tendrían características específicas muy diferentes y la técnica radiográfica aplicada por cada tecnología sería de acuerdo al tipo de paciente y equipo a utilizar. Sin embargo, los valores de dosis obtenidos en este estudio, pueden servir como punto de partida, para establecer valores referenciales en exámenes de diagnóstico mamario. Por tal motivo se recomienda implantar un programa de control de calidad y dosimetría en mamografía, que involucre hospitales, clínicas y centros ambulatorios del país, donde se realicen este tipo de exámenes, con el objetivo de estimar y obtener niveles orientativos de dosis en exámenes de mamografía a nivel nacional.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Centro de Investigación en Cáncer "Maes Heller". Registro de Cáncer de Lima Metropolitana y Callao 1990–1991, 1991–1993. Lima: Centro de Investigación en Cáncer Maes Heller-CICMH; Abril de 1993.
2. Instituto Nacional de Estadística e Informática. Compendio estadístico 1993. Lima: Instituto Nacional de Estadística e Informática-INEI; 1993.
3. Rodríguez VJ. Cáncer de mama. Revista Peruana de Radiología 1998; 2: 38-40.
4. Liga Peruana de Lucha Contra el Cáncer. Resultados obtenidos en el programa de detección de 1998-2002. En: <http://www.terra.com.pe:95/ligacancer/labec7.htm>
5. ICRP (International Commission on Radiological Protection). Statement from the 1987 come meeting of the ICRP, publication 52 annals ICRP 17(4). Oxford: Pergamon; 1987.
6. Robson KJ. A parametric method for determine mammographic x-ray tube out put and half value layer. Br J Radiol 2001; 74: 335-340.
7. Dance DR, Skimmer CI, et al. Additional factors for the estimation of mean glandular breast dose using the UK mammography dosimetry protocol. Phys Med Biol 2000; 45: 3225-3240.
8. ARCAL XLIX (Acuerdo Regional de Cooperación para la Promoción de la Ciencia y Tecnología Nuclear en América Latina y el Caribe). Protocolo de Control de Calidad en Mamografía 2001. Documento preparado por un grupo de expertos y revisado por los coordinadores de ARCAL, editado y publicado con el apoyo del Organismo Internacional de Energía Atómica. Viena: Editorial staff; 2001.
9. SEFM-SEPR (Sociedad Española de Física Médica - Sociedad Española de Protección Radiológica). Protocolo Español de Control de Calidad en radiodiagnóstico: Aspectos Técnicos 2002. Madrid: Editorial edicomplet; 2002.
10. Protocolo Europeo Para el Control de Calidad de los Aspectos Físicos y Técnicos del Cribado Mamográfico. CEC (Comisión Europea. Programa Europa Contra el Cáncer), editado por la xunta de galicia. Consellería de Sanidade e Servicios Sociales. Dirección Xeral de Saúde Pública. Santiago de Compostela: Editorial Tórculo; Junio de 1996.
11. European Protocol on Dosimetry in Mammography. European Commission. CEC-Report EUR 16263. Netherland: Editorial Staff; 1996.
12. Young KC, Burch A. Radiation doses recive in the UK breast screening programme in 1997 and 1998. Br J Radiol 2003; 73: 278-287.
13. Rosenberg RD, Kelsey CA, et al. Computer based collection of mammographic exposure data for quality assurance and dosimetry. Med Phys 2001; 28: 1546-1551.
14. Kruger RL, Schueler BA. A survey of clinical factors and patient dose in mammography. Med Phys 2001; 28: 1449-1454.
15. Ballarin MA, et al. Estimación de dosis en radiografía de mama. Física Medica 2003; 4(2): 95-100.

E-mail: edmeca_79@hotmail.com

LA ÉTICA Y LA MEDICINA LEGAL EN LAS INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS EN SALUD

THE ETHICS AND THE LEGAL MEDICINE IN THE SCIENTIFIC RESEARCHES IN HEALTH

José Luís Pacheco De La Cruz ¹

RESUMEN

Las relaciones entre la ciencia y la ética son particularmente delicadas cuando se realizan investigaciones en seres humanos. Durante años se han elaborado criterios específicos en múltiples Declaraciones Internacionales. Sin embargo, se han reportado experimentos realizados con personas quienes desconocían ser objeto de un estudio científico, teniendo en muchos casos, un desenlace no deseado con denuncias legales por parte del paciente o sus familiares. La Medicina Legal, como ciencia auxiliar del Derecho, analiza las distintas situaciones técnicas y éticas de un acto médico ante la administración de justicia, y determina la necesidad de diseñar protocolos de investigación que sean utilizados por los comités científicos quienes evaluarán y aprobarán los proyectos, luego del consentimiento informado de los pacientes. El presente estudio evaluó las investigaciones científicas realizadas en hospitales nacionales durante los años 2002-2004. Las conclusiones fomentarán el cumplimiento de los principios éticos por medio de la difusión de las distintas normas vigentes y sus repercusiones medicolegales para el conocimiento integral de los investigadores en salud.

Palabras clave: Ética, Medicina Legal, Consentimiento informado, Investigación en salud

ABSTRACT

The relations between science and ethics are particularly delicate when we do research in humans. There are many Universal Declarations with specific concepts. Nevertheless, there are experiments made with people who did not know to be object of a scientific trial, having an unexpected result with legal denunciations of the patient or its families. The Legal Medicine, like auxiliary science of the Law, interprets different technical and ethical problems from a medical work to justice administration, and indicates the necessity to design investigation protocols that are used by scientific groups, who will evaluate and approve projects, after of the consent informed into patients. Present study evaluated scientific researches made in national hospitals from 2002 until year 2004. Conclusions will foment to review of the ethical foundations, wishing to spread the different present norms and theirs medico-legal repercussions for the integral knowledge from health investigators.

Key Words: Ethics, Legal Medicine, Consent Informed, Health Researches

INTRODUCCIÓN

Los progresos científicos y tecnológicos aportan los conocimientos de modernos procedimientos diagnósticos y terapéuticos en la medicina. Muchos avances científicos en salud surgen de las investigaciones en seres humanos y conllevan un sinnúmero de beneficios para las personas sanas o enfermas. En determinadas ocasiones, esta situación crea diversos dilemas éticos como producto del no cumplimiento de normas, códigos o reglamentos en la investigación experimental en salud (1).

Estos avances en la ciencia y tecnología han sobrepasado a su regulación legal y ética, siendo necesario reflexionar acerca del verdadero beneficio, riesgos y posibles efectos perjudiciales de su aplicación en el ser humano (2). La sociedad ha comprendido progresivamente que necesita de la investigación científica médica, aunque también lo hace con mucho sentido crítico e incluso con desconfianza (3).

A partir de que la investigación científica dejó de ser una actividad realizada de manera aislada y con medios improvisados, los problemas de su organización han sido cada vez más complejos y relevantes, por lo que ha sido necesario definir con claridad su entorno legal, en el marco de la adquisición de conocimientos nuevos y de un necesario beneficio social que derive del quehacer científico (4).

Los antecedentes históricos de la investigación científica médica exponen diversas normas y declaraciones a nivel internacional, resaltando que las relaciones entre la ciencia y la ética son particularmente delicadas cuando se trata de la investigación en seres humanos (5).

En el año 1947, el *Código de Nüremberg* constituyó el hito fundador de la ética en investigación con seres humanos, además de inaugurar un estilo normativo que marcó el desarrollo de las *Declaraciones de Helsinki*, el *Informe de Belmont*, entre otras. Todos estos documentos se han inspirado en un clima de desasosiego y pre-

¹ Médico especialista en Medicina Legal. Doctorado en Derecho. Docente de la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Miembro de la Sociedad Peruana de Medicina Legal. Investigador del Instituto de Patología de la UNMSM, de la Sociedad Peruana de Ciencia y Tecnología (SOPECYT), de la Red Mundial de Científicos Peruanos (RMCP).

ocupación gestado por prácticas de investigación notoriamente defectuosas que debían ser eliminadas y reemplazadas por prescripciones que corrigiesen las deficiencias prevalentes (6).

Así pues, toda investigación científica deberá considerar también el análisis desde una perspectiva legal. Por ejemplo, la *Declaración de Helsinki* no es una norma jurídica, sino una serie de recomendaciones éticas; representa una guía para el investigador biomédico e invita al médico a considerar como preocupación principal, la salud del paciente (7).

Una revisión publicada en el *New England Journal of Medicine* hace 31 años, señaló que de 100 trabajos clínicos consecutivos, 12 tenían reparos éticos, y que de 50 estudios, sólo 2 solicitaron el Consentimiento Informado (CI) correspondiente (3). Este Consentimiento es el pilar ético básico de toda investigación clínica (8). El sujeto expresa voluntariamente su intención de participar en el ensayo clínico, después de haber comprendido la información que se le ha brindado, debiendo constar esta voluntad del sujeto en todo ensayo publicado (9).

En el Derecho Contractual, el consentimiento expresa una declaración de voluntad individual y confiere al acreedor el derecho de exigir que lo acordado sea cumplido completa y correctamente. Actualmente, el consentimiento es considerado como una de las últimas aportaciones a la teoría de los derechos humanos (10).

La Medicina Legal, como ciencia auxiliar del Derecho, analiza las distintas situaciones técnicas y éticas de un Acto Médico ante la administración de justicia. El CI forma parte del acto médico. Este acto no puede ser sustituido por otro de carácter meramente formal o administrativo (11). El análisis de casos civiles y/o penales que vinculen actos médicos denunciados por un resultado experimental inesperado e indeseado, puede sugerir a la Medicina Legal la necesidad de diseñar protocolos de investigación que sean utilizados por los comités científicos quienes evaluarán y aprobarán los proyectos, resaltando que el CI del paciente es el único instrumento de connotación jurídica que puede ser evaluado medicolegalmente durante un daño surgido en la investigación científica.

El presente estudio tiene por objetivo analizar las investigaciones científicas en salud realizadas en nuestro medio durante el periodo de años 2002-2004, con la consecuente exposición, comparación e interpretación resumida de los aportes éticos ya establecidos universalmente.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se seleccionaron tres hospitales generales localizados en Lima Metropolitana, teniendo en cuenta que éstos poseían un histórico antecedente de investigaciones en salud con múltiples y constantes publicaciones científicas en Boletines o Revistas propias de cada nosocomio. Esta selección se llevó a cabo en los hospitales que han sido, y siguen siendo considerados como las principales sedes docentes de las facultades de medicina de universidades nacionales y privadas.

Previo autorización, se visitaron las Unidades de Investigación de cada hospital para revisar los trabajos de investigación relacionados a ensayos experimentales en

seres humanos. Como criterios de inclusión, se consideraron a todas las investigaciones completamente culminadas y publicadas. Asimismo, toda Unidad de Investigación debió contar con un Comité Científico hospitalario. Se revisaron 25 trabajos y sus respectivos protocolos de investigación.

RESULTADOS

Del total de investigaciones analizadas, 20 estudios (80%) habían presentado como mínimo una falta de conformidad explícita en uno de los principios éticos especificados en los Códigos y Declaraciones internacionales. Sólo 5 (20%) calificaron como estudios éticamente aceptables.

De los 20 estudios deficientes, 17 (85%) se habían relacionado con el incumplimiento del principio de autonomía del paciente presentando un CI inadecuado. Los factores más importantes que determinaron esta deficiencia fueron: una mala redacción (términos incomprensibles para el paciente), la divulgación de nombres y apellidos, la utilización de un formato pre establecido para todas las personas sin considerar su grupo étnico ni su patología previa, la ausencia de la firma del investigador en dicho documento, entre otros.

De los 17 estudios, 7 (41,2%) correspondían a investigaciones realizadas en mujeres gestantes, los cuales no presentaban un CI detallado para este tipo de pacientes ni para los productos de esta gestación. De igual forma, 2 de los 17 estudios (11,8%) habían utilizados métodos anticonceptivos de prueba, sin considerar en ningún momento, un documento especial por tratarse de mujeres en periodo de lactancia.

Los 3 estudios restantes (15%) no mostraron la existencia de un CI en los protocolos de investigación.

DISCUSIÓN

Existe una amplia superficie de contacto entre los preceptos éticos y las normas legales que en algunos países regulan la investigación sobre seres humanos. Los riesgos de litigio por mala práctica, negligencia médica, etc., han traído consigo una creciente revisión de los procedimientos médico legales y un análisis constante de la correcta obtención del consentimiento en el paciente investigado. Sin embargo, para saber si los principios ético-legales universales se están cumpliendo adecuadamente, es necesario evaluar la labor y la función de las Unidades de Investigación en nuestras instituciones de salud.

Análisis Ético y Normativo

Previo al análisis médico legal de los resultados expuestos, mostraremos los aspectos éticos establecidos universalmente para la investigación humana.

El *Código de Nüremberg* se resume en los siguientes principios: a) Es necesario el consentimiento voluntario del sujeto; b) el experimento debe realizarse con la finalidad de obtener resultados precisos y no debe ser un experimento escogido al azar; c) el experimento debe ser efectuado evitando todo deterioro mental o físico a la persona que se le trata.

La *Declaración de Helsinki* amplía estos principios en: a) El experimento debe tener un suficiente fundamento científico, y una base experimental previa. Se puede realizar con personas sólo después de haber experimentado con animales; b) el experimentador debe tener una adecuada formación humana y científica; c) el sujeto experimentado debe estar bien informado y dar su consentimiento libre; debe comprender el fin del experimento; d) el riesgo con respecto a la vida debe ser proporcional al beneficio que gana directamente el paciente.

Análisis Médico Legal

Los resultados expuestos muestran que el principio ético que más se incumplió fue el de la autonomía de los pacientes. Como hemos visto, el Consentimiento es la mejor expresión de este principio, reflejo de la participación libre e informada de los sujetos a estudiar. De manera similar, otros autores mencionan que el CI es un requisito ético-jurídico esencial para que un paciente participe en una investigación científica (12). Esto le confiere un carácter muy importante en el análisis médico legal pues este documento va a plasmar la generación de derechos y obligaciones por parte del investigador.

El artículo 22° de la *Declaración de Helsinki* establece que: "En toda investigación en seres humanos, cada individuo potencial debe recibir información adecuada acerca de los objetivos, métodos, fuentes de financiamiento, posibles conflictos de intereses, afiliaciones institucionales del investigador, beneficios calculados, riesgos previsibles e incomodidades derivadas del experimento. Después de asegurarse que el individuo ha comprendido la información, el médico debe tener entonces, preferiblemente por escrito, el CI y voluntario de la persona. Si el consentimiento no se puede obtener por escrito, el proceso para obtenerlo debe ser documentado formalmente ante testigos" (12).

Los resultados del presente estudio muestran también una ausencia del CI en las investigaciones de salud. Por lo tanto, un investigador pudo haber sido denunciado por el abuso de poder que supone el realizar esa investigación sin la aprobación plena del sujeto o sobrepasándose en lo que había sido autorizado, ya que como hemos mencionado, el consentimiento genera un aspecto jurídico. El principio del respeto a las personas supone el trato a las mismas como entes autónomos, o sea, capaces de tomar sus propias decisiones, y que las personas con autonomía disminuida sean objeto de especial protección (13).

Nuestra Ley General de Salud N° 26842 promulgada en el año 1997 establece en su artículo 28°: "La investigación experimental con personas debe ceñirse a la legislación especial sobre la materia y a los postulados éticos contenidos en la Declaración de Helsinki y sucesivas declaraciones que actualicen los referidos postulados". Esto nos indica que a nivel nacional también se le deberá brindar la importancia respectiva a todos estos principios ético legales antes de realizar investigaciones en salud.

Por otra parte, hemos observado que los hospitales nacionales analizados realizaron investigaciones sin tener en cuenta la edad y el tipo de paciente, entre otras características importantes. Estudios similares han determina-

do que dentro de la ética médica hay que prestar singular interés a las investigaciones en las poblaciones especiales de niños, mujeres embarazadas o en período de lactancia, ancianos, entre otros, pues cada uno tiene sus particularidades. En niños, el CI tiene una connotación especial, pues hay que pedirle autorización al padre o tutor legal; en mujeres embarazadas hay altos riesgos de toxicidad que las pueden afectar a ellas o al feto; y en ancianos se presentan dificultades en el cumplimiento del tratamiento de manera ambulatoria, por problemas de la memoria (14).

Como conclusión, podemos remarcar que la Investigación Científica es fundamental e indispensable para el desarrollo del conocimiento en la salud y en consecuencia, para una mejor detección y tratamiento de las enfermedades que afectan a los seres humanos. Toda investigación en seres humanos deberá respetar los principios éticos de autonomía, beneficencia, justicia y respeto por las personas. Para cumplir con la responsabilidad de incentivar, normar, regular y supervisar adecuadamente los procesos de investigación que se realizan en nuestro país, se hace necesario actualizar la reglamentación existente, en aras de salvaguardar el interés público. Y como sugerencia final, creemos que se deberán replantear los Comités Científicos en las instituciones de salud para supervisar y auditar cualquier proyecto de investigación llevando un correcto registro nacional de todas las investigaciones con seres humanos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Pérez AI. Aspectos Éticos en la Investigación Científica. *Cienc Enferm* 2002; 8(1):15-18.
2. Sgreca E. Bioética y genética. Manual de bioética. México: Diana; 1999.
3. Valdivieso DA. Ética e Investigación Clínica. Bol Esc Med Pontificia Universidad Católica de Chile 1998; 27:27-33.
4. Secretaría de Salud de México. Programa de Acción : Investigación en Salud. Mexico, D.F. ; 2001. URL disponible en :
5. <http://www.salud.gob.mx/unidades/cgins/insalud/publica/pais/PAIS-intro.pdf>
6. Garrahan PJ. Ética e Investigación Científica. *Rev Ciencia Hoy* 1996; 6(33). URL disponible en : <http://www.ciencia-hoy.retina.ar/hoy33/index.htm>
7. Kottow HM. Conflictos en ética de investigación con seres humanos. *Cad Saúde Pública* Río de Janeiro 2005; 21(3):862-869.
8. Mendoza CA. Importancia ético-científica de los protocolos sobre las investigaciones en seres humanos. *Med Leg Costa Rica* 2003; 20(1):37-42.
9. Baños JE. Conceptos generales en investigación clínica. El ensayo clínico. *Dolor* 1994; 9:122-127.
10. Sacristán JA, Soto J, Galende I. Evaluación crítica de ensayos clínicos. *Med Clin Barcelona* 1993; 100:780-787.
11. Galán CJ. La responsabilidad médica y el consentimiento informado. *Rev Med Uruguay* 1999; 15: 5-12.
12. Rodríguez AH. Los aspectos críticos de la responsabilidad médica y su prevención. *Rev Med Uruguay* 2001; 17:17-23.
13. Bonilla SA. Consentimiento informado en los experimentos en seres humanos. *Med Leg Cost Rica* 2003; 20(1):29-35.
14. Galende I. Problemas éticos de la utilización de seres humanos en investigación biomédica. Consecuencias sobre la prescripción de medicamentos. *Med Clin Barcelona* 1993; 101: 20-23.
15. Viada GC, Ballagas FC, Blanco LY. Ética en la investigación con poblaciones especiales. *Rev Cubana de Invest Biomed* 2001; 20(2):140-149.

E mail : jpachecodelacruz@yahoo.com

EVALUACIÓN DEL USO DE MERCURIO EN LOS PROCESOS DE AMALGAMACIÓN DE ORO EN QUIMBALETES Y MOLINOS EN LA RINCONADA - PUNO

EVALUATION OF MERCURY USE IN THE AMALGAMATION OF GOLD WITH QUIMBALETES AND MILLS IN LA RINCONADA - PUNO

Mario Cuentas Alvarado¹, Jhon Velarde Ochoa¹

RESUMEN

La Rinconada es un pueblo minero donde viven aproximadamente 12 700 personas, en un área de 10 ha; En la zona se realiza la explotación y el procesamiento de mineral aurífero, obteniéndose mediante amalgamación como producto final el oro. Se usan dos equipos: el quimbalete (rudimentario) y el molino. El mercurio es utilizado ampliamente debido a la sencillez de su uso. La utilización inadecuada del mercurio en la amalgamación produce pérdidas, tanto en forma de mercurio elemental durante el proceso de amalgamación, como en forma de gas (vapor de Hg) durante la separación oro – mercurio (refogado). El objetivo del estudio fue determinar las pérdidas de mercurio en las etapas de amalgamación y refogado. Para ello, se realizó un balance de masa en 5 molinos y 6 quimbaletes. Los resultados indican que las pérdidas de mercurio en los molinos oscila entre 5 y 8 g de mercurio para recuperar 1 g de oro; y en el caso de los quimbaletes oscila entre 5 y 16 g de mercurio para recuperar 1 g de oro.

Palabras clave: Mercurio, amalgamación, oro, quimbalete, molino, La Rinconada.

ABSTRACT

With a population of around 12 700 people and an area of 10 hectares, La Rinconada is a mining town where gold is extracted and processed by rocking grinders “quimbaletes” and amalgamation. Mercury is used widely in La Rinconada due to the fact that its process is not too complicated. Inappropriate application of mercury in the amalgamation process causes losses during the grinding and burning as well. The object of this study was to find out the losses of mercury in both processes: grinding and burning. In order to accomplish this goal, mass balance was performed in 5 mills and 6 “quimbaletes”. The results indicate that the lost of mercury in the Mills oscillate between 5 and 8 g of mercury to recover 1 g of gold; and in the case of the Quimbaletes it oscillates between 5 and 16 g of mercury in order to obtain the same amount of gold.

Key words: Mercury, amalgamation, gold, quimbalete, mill, La Rinconada.

INTRODUCCIÓN

La minería artesanal y la pequeña minería del oro se caracterizan por la posibilidad de explotar yacimientos pequeños, realizar prospección exitosa sin grandes costos, hallazgo de yacimientos en áreas remotas, creación de puestos de trabajo con empleo de mano de obra poco cualificado, tecnología incipiente, etc. Pero, también por los graves riesgos ambientales, emisiones y daños en el suelo, el agua (subterránea y superficial), el aire, la flora y fauna y los ecosistemas (1).

En la Región de Puno, en la zona minera de La Rinconada, (provincia de San Antonio de Puno, distrito de Ananea) existe una población estimada de 12 700 habitantes (censo 2002) dedicados a actividades de minería artesanal y pequeña minería; distribuidos en los poblados de la Rinconada, Ritty Cucho y Lunar de Oro, siendo la mas poblada La Rinconada.

El mineral proviene de numerosas vetas ínter estratificadas (mantos) de cuarzo aurífero dentro de la secuencia

estratificada de las pizarras, se observa también vetillas de cuarzo (filones) atravesando la formación de pizarras y cuarcitas, donde el oro se encuentra al estado nativo, mayormente en forma macroscópica, a veces en forma diseminada dentro de la roca encajonante (pizarra y cuarcita), y también se puede encontrar asociado a la piritita y pirrotita.

La amalgamación es un proceso que se aplica para recuperar oro y plata de minerales auríferos y argentíferos. El mercurio tiene la capacidad de formar amalgama con la mayoría de los metales, excepto el hierro y el platino. El oro, en particular, puede combinar con el mercurio formando una gran variedad de componentes desde $AuHg_2$ hasta Au_8Hg . Las principales amalgamas son: $AuHg_2$, Au_2Hg y Au_3Hg .

Para que el oro se amalgame tiene que estar en contacto con el mercurio, por lo que el oro incluido en otras sustancias (como por ejemplo sulfuros y cuarzo) no puede ser extraído hasta que se realice una trituración y molienda que libere las partículas de oro y permita su contacto

¹Universidad Nacional del Altiplano, Puno

con el mercurio.

La técnica de amalgamación se utiliza con profusión en la minería del oro, debido a la sencillez de esta técnica, razonable eficacia y por la poca inversión de capital.

El proceso de recuperación de oro mediante la amalgamación se realiza utilizando principalmente dos equipos: uno de ellos rudimentario, que es el quimbaleta (molino amalgamador de piedra) y el molino de bolas. En el año 2002

la cantidad de molinos existentes en La Rinconada era de 38 y de quimbaletes eran 269; lo que nos demuestra la gran intensidad de uso de estos dos equipos.

El mineral producto del minado del yacimiento aurífero es transportado desde los frentes de explotación hasta la zona de bodegas donde se procede al "charpeo", que viene a ser la trituración de los trozos mas grandes de mineral con combos de 4 lb, escogiéndose el oro visible o "charpas", el cual es sometido a un proceso de limpieza eliminando el cuarzo obteniéndose de este modo un primer producto para comercializar denominado "charpa de roca"; El mineral ya triturado y seleccionado, por lo general se muele y amalgama en quimbaletes o molinos. El mercurio que no está aleado (mercurio libre) es separado de la amalgama mediante filtración en forma manual. El mercurio evapora a una temperatura de alrededor de 360°C. Por lo tanto, la amalgama debe ser calentada a una temperatura suficientemente más alta para evaporar mercurio ("refogado"). El oro permanece en el recipiente como producto final. Por lo general, para este propósito se utilizan calentadores de gas o sopletes de diferente índole. El producto final es vendido a comerciantes de la localidad. Los relaves del proceso anterior son acumulados en las canchas de relaves de las plantas de amalgamación, para su posterior venta a compradores de Juliaca, Nazca y Chala (2).

La problemática de la pérdida del mercurio durante el proceso de recuperación del oro, ha sido ampliamente estudiado: Van Straaten indica que en Tanzania por 1 g de oro producido 1,2 – 1,5 g de mercurio son emitidos al medioambiente (3).

Pantoja indica, que en la minería del sur de Colombia, se emiten entre 3 kg a 10 kg de mercurio por un kilogramo de oro producido. Como valor medio se puede tomar 5 kg de mercurio por 1kg de oro obtenido. En las minas primarias de Brasil y Bolivia que utilizan mercurio directamente en los molinos, para realizar molienda y amalgamaciones simultáneas pierden entre 5 kg a 10 kg de mercurio (en casos extremos hasta 25 kg) para recuperar 1 kg de oro. La perdidas promedio que ocasionan los mineros informales de Brasil o "Garimpeiros" se han estimado en 2 kg de mercurio por 1 kg de oro obtenido (4). Bermeo indica que en Ecuador se utiliza entre 1,5 y 2 kg de mer-

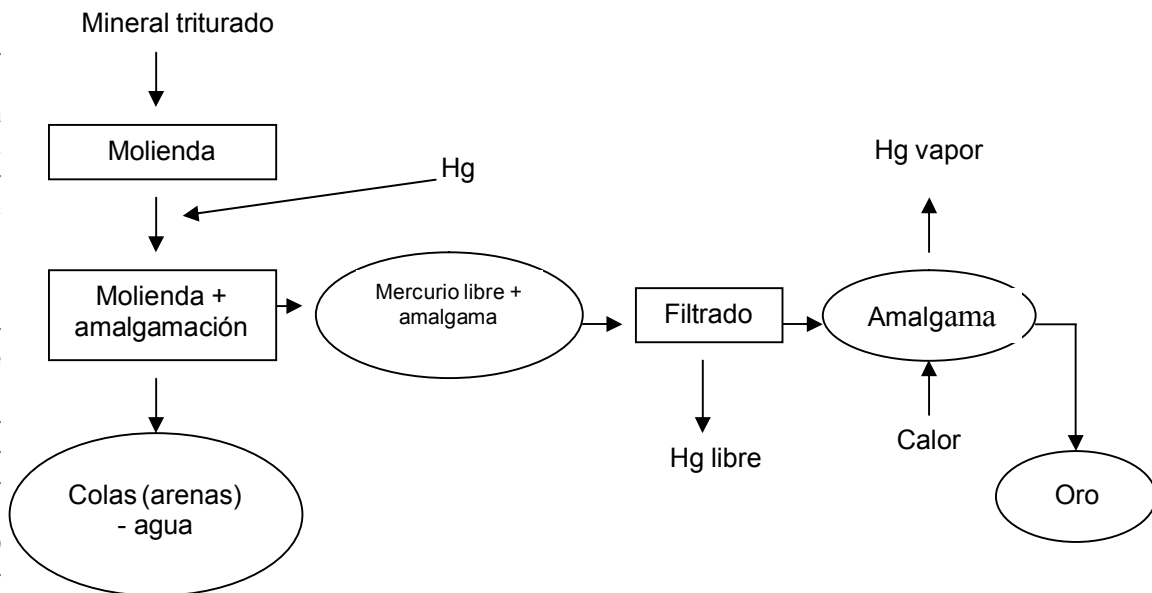


Fig.1. Proceso metalúrgico de obtención de oro

curio para la producción de 1 kg de oro (5). Wotruba indica que los valores típicos promedios para emisiones en procesos de concentración en circuitos abiertos es de 1 a 30 kg de mercurio por 1 kg de oro recuperado (6). United Nations Industrial Development Organization indica que en China las perdidas son de 40 partes de mercurio por 1 parte de oro producido, en Bolivia la relación Hg : Au es 5, en Ghana la relación Hg : Au es 4, en Indonesia es de 2,5 (7). El proyecto GAMA considera que por cada gramo de oro producido se queman dos gramos de mercurio, estimando que en las zonas de Puno (La Rinconada) y el Sur medio (Ica – Arequipa – Ayacucho), se vierten al medio ambiente 105 t anuales de mercurio, correspondiendo a 85 t anuales de mercurio liquido los vertidos en los relaves y a 20 t anuales de mercurio gaseoso los emitidos durante el refogado (8).

MATERIAL Y MÉTODOS

Unidades de Análisis: En el estudio se utilizaron 5 molinos y 6 quimbaletes de la zona de La Rinconada. En cada unidad se realizo 6 ensayos (3 en diciembre de 2004 y 3 en mayo de 2005).

Recolección de datos en molinos

Las especificaciones técnicas de los molinos fueron: capacidad de 100 kg, radio del tambor 60 cm, longitud del tambor de 70 a 80 cm y potencia de motor de 8 HP, la mayoría de estos molinos han sido fabricados en la ciudad de Juliaca sin ningún control de calidad.

Antes de iniciarse la molienda se peso la cantidad de mineral con una balanza mecánica. Transcurrida 1 hora y 45 minutos se detuvo la molienda durante 1 a 2 minutos adicionándose mercurio, para cuyo pesaje se utilizo una balanza electrónica. Cumplido las 3 horas se detuvo la molienda y se procedió a descargar el molino, recuperándose el mercurio libre y la amalgama que por su alto peso especifico se habían depositado en el fondo del mismo.

La mezcla de Hg y amalgama fue pesada y separada mediante exprimido o estrujado manual, utilizando una tela fina donde se confina la mezcla mercurio-amalgama luego de exprimir, la amalgama queda sobre la tela como una masa consistente, mientras que el mercurio libre pa-

sa a través de la tela y se recibe sobre un recipiente apropiado, pesándose ambos productos. Finalmente se procedió a “refogar” la amalgama, pesándose el oro obtenido.

Recolección de datos en quimbaletes

El quimbaleta es de piedra dura, generalmente cuarcita, esta constituido por dos elementos: la “hembra” que es la base fija y el “macho” que es el elemento superior y móvil. Su capacidad de molienda es de 15 kg aproximadamente.

En el proceso de molienda en quimbaletes el tiempo no es fijo como en el caso del molino, este depende de la cantidad de mineral a moler y del movimiento de la roca superior del quimbaleta (macho).

La adición del mercurio se realiza al inicio de la molienda, pesándose el mercurio con una balanza electrónica y tomando el tiempo con un cronometro.

Cuando se termino la molienda, se procedió a separar el “macho” de la base para poder recoger el mercurio y la amalgama con ayuda de una cucharilla y una pequeña taza, el cual fue pesado.

Posteriormente mediante filtración manual se separo el mercurio de la amalgama, pesándose ambos productos. Una vez obtenido la amalgama se procede al “refogado”, para así separar el mercurio del oro mediante la volatilización del mercurio. Finalmente se peso el oro.

RESULTADOS

Balance de masa en molinos

La cantidad de mineral que ingreso al molino fue 61,155 kg, utilizándose para la molienda y amalgamación 4,013 kg de mercurio. Luego de la filtración manual la amalgama peso 17,257 g. La amalgama es calentada hasta evaporar el mercurio, quedando el oro libre con un peso de 7,852 g.

El mercurio recuperado luego del proceso de molienda y amalgamación peso 3,965 kg (98,8%), vertiéndose 38,71 g (0,96%) al relave y emitiéndose 9,41 g (0,23%) a la atmósfera.

Del mercurio vertido al medioambiente, el 21% es emitido a la atmosfera en forma de vapor de mercurio y 79% vertido al relave.

El balance de masa muestra que la relación entre el mer-

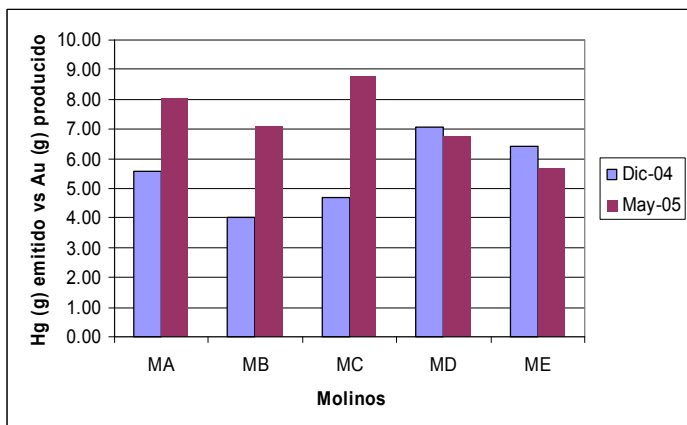


Fig.2 Relación entre la emisión de mercurio y el oro producido en molienda y amalgamación con molinos

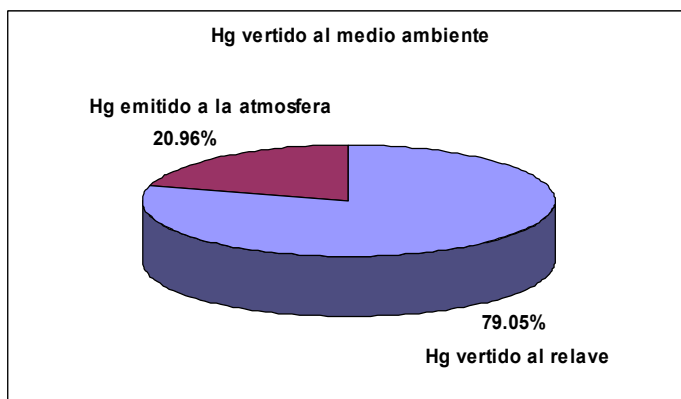


Fig. 3 Emisión de mercurio al medio ambiente en el proceso de molienda y amalgamación con molinos

curio vertido al medioambiente y el oro recuperado estuvo en el rango de $6,418 \pm 1,465$ g.

Balance de masa en quimbaletes

El mineral pesado al inicio de la molienda y amalgamación fue 14,662 kg, añadiéndose 801,969 g de mercurio. Al terminar el proceso se recupero 776,282 g de mercurio y se peso 4,969 g de amalgama. Luego del quemado de la amalgama el peso del oro libre fue 2,825 g.

El mercurio recuperado fue el 96.8% del mercurio usado inicialmente. Se perdieron 23,54 g (2,94%) en las colas de relave y 2,143 g (0,23%) en forma de vapor en la etapa de refogado.

El 89,1% del mercurio perdido es vertido al relave y el 10,9% es emitido a la atmósfera en forma de vapor.

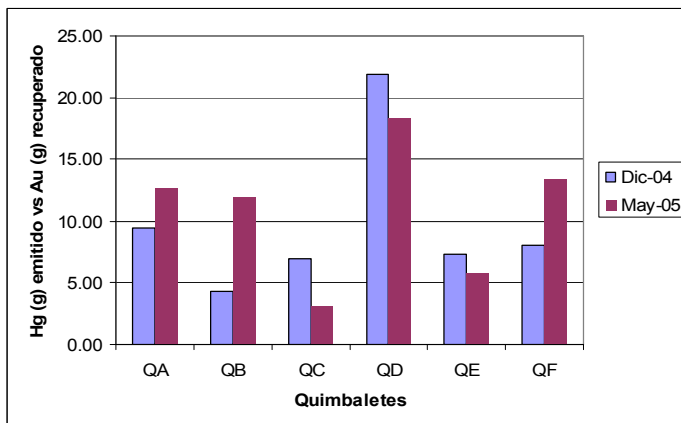


Fig.4 Relación entre la emisión de mercurio y el oro producido en molienda y amalgamación con quimbaletes

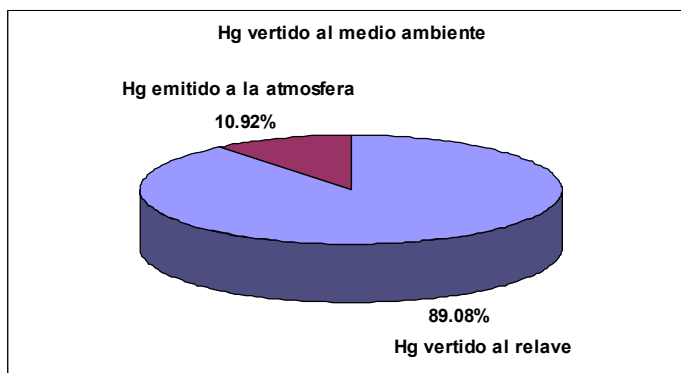


Fig. 5 Emisión de mercurio al medio ambiente en el proceso de molienda y amalgamación con quimbaletes

El balance de masa nos muestra una relación de 10.263 ± 5.652 g de mercurio emitido por 1 g de oro producido.

DISCUSIÓN

Los resultados presentados muestran que las pérdidas de mercurio durante el proceso de producción de oro son mayores en los quimbaletes que en los molinos. La dispersión de los valores en el caso de los quimbaletes se debe a la heterogeneidad de los quimbaletes: dimensiones, tiempo de molienda, experiencia de los operadores (niños, mujeres y jóvenes). En estos procesos, una parte de la amalgama se queda en el recipiente del molino. Otra parte es perdida en las colas de relave, especialmente en forma de mercurio finamente molido o "harina de mercurio". La pérdida de mercurio en forma de vapor durante el proceso de refogado es similar en ambos casos.

Los valores encontrados son similares a los reportados por Pantoja (4) para la explotación de minas primarias en el Brasil y Bolivia; y por Wotruba (6) para emisiones en procesos de concentración y circuitos abiertos. En La Rinconada el mercurio es utilizado ampliamente en la recuperación del oro, generalmente sin las precauciones necesarias, causando gran efecto contaminante en las aguas, suelos y en los propios trabajadores que lo manipulan, y en sus familias; La utilización inadecuada del mercurio en la producción conduce a la producción de

altas pérdidas tanto en forma de mercurio elemental durante el proceso de amalgamación, como en forma de gas (vapor de Hg) y compuestos inorgánicos durante la separación oro – mercurio, (refogado).

El proceso de refogado se realiza en retortas, dichos quemados o rehogados se realiza en los lugares de compra de venta de oro, o en la mayoría de casos en los hogares de los mismos trabajadores mineros, emanando los vapores de mercurio al medio ambiente, obteniéndose el oro refogado listo para su comercialización. El mercurio recuperado, es nuevamente utilizado para posteriores procesos de amalgamación, sin ningún proceso de destilado ni purificación.

El poblador de la zona minera de La Rinconada es reacio a apoyar cualquier tipo de investigación, pues cree, que los resultados pueden afectar en el futuro su actividad. Es necesario estimar el volumen de las emisiones de mercurio realizado en la zona de La Rinconada, desde el inicio de la explotación del yacimiento y sus consecuencias en el medioambiente, pues la contaminación afecta a la cuenca del río Carabaya afluente del Lago Titicaca. La amalgamación en el futuro próximo seguirá siendo el método preferido y aplicado en la minería artesanal y pequeña minería para separar el oro fino de concentrados auríferos por: su fácil operación, su recuperación relativamente alta, su uso sin maquinaria ninguna o barata y sus costos relativamente bajos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Hruschka, Félix; Wotruba, Hermann; Hentschel, Thomas; Priester, Michael. Manejo ambiental en la pequeña minería. La Paz: CID Plural editores; 1998.
2. Velarde Ochoa, John. Evaluación técnica de los procesos de amalgamación en quimbaletes y molinos La Rinconada [tesis para optar el título de Ingeniero de Minas]. Puno: Universidad Nacional del Altiplano; 2004.
3. Van Straaten, Meter. Mercury contamination associated with small scale gold mining in Tanzania and Zimbabwe. *The science of the total environment* 2000; 259: 105 –113.
4. Pantoja Timaran, Freddy. Tecnologías apropiadas para disminuir la contaminación ocasionada por mercurio en la minería del oro. En: Jornada internacional sobre el impacto ambiental del mercurio utilizado por la minería aurífera artesanal en Iberoamérica CYTED – GAMA; 2001 Set 26-28; Lima. Obtenido en: <http://www.gama-peru.org/jornada-hg/pantoja.pdf>. [2003/06/22].
5. Bermeo, Antonio. Confianza y enfoque integral para mejorar la minería aurífera de pequeña escala: lecciones aprendidas en Prodeminsa. En: Jornada internacional sobre el impacto ambiental del mercurio utilizado por la minería aurífera artesanal en Iberoamérica CYTED – GAMA; 2001 Set 26-28; Lima. Obtenido en: <http://www.gama-peru.org/jornada-hg/bermeo.pdf>. [2003/06/22].
6. Wotruba, H. Procesos de beneficio mineral aptos para la minería en pequeña escala, En: Comunidades y minería en pequeña escala (CASM); Set 23-28; Ica. Obtenido en: http://www.gama-peru.org/casm-ica-02/casm-2002_h-wotruba_ppt.pdf. [2003/06/22].
7. United Nations Industrial Development Organization. Global Mercury Project. Protocols for environment & health assessment of mercury released by artisanal and small scale gold miners (ASM) 2004. Obtenido en: http://www.unites.uqam.ca/gmf/intranet/gmp/files/doc/gmp/Protocols_for_Environmental%20_Assessment_2005_08_11.pdf. [2004/03/21].
8. GAMA. La contaminación por mercurio 2001. Obtenido en: <http://www.gama.peru.org/es/contenido/01-ma-en-Perú/mercurio.htm>. [2003/11/10].

E-mail: mariocuentas@unap.edu.pe, jhonco21@hotmail.com

ANÁLISIS DE VIABILIDAD DE UN SISTEMA HÍBRIDO PARA LA PRODUCCIÓN DE VECTORES ENERGÉTICOS SOSTENIBLES

VIABILITY ANALYSIS FROM A HYBRID SYSTEM FOR THE SUSTAINABLE ENERGY VECTOR PRODUCTION

Maximiliano Arroyo Ulloa; Pedro Mendoza Guerrero; Wilson Jiménez Zuloeta; Willam Ruiz Coronado¹

RESUMEN

La sustitución de combustibles fósiles por recursos energéticos renovables está entre los grandes retos de este siglo. Sustituir combustibles fósiles, reducir la emisión de gases de invernadero y el abastecimiento futuro de energía con sistemas fiables y suficientes, son fuerzas motivadoras para una utilización mayor y eficiente de la biomasa como fuente de energía. Las perspectivas técnicas y económicas de una producción futura de hidrógeno a partir de biomasa, son muy prometedoras. El hidrógeno puede ser extraído de combustibles fósiles, agua y biomasa. La biomasa, especialmente los residuos agrícolas, constituyen una importante fuente de energía que puede tener un gran impacto en el desarrollo sostenible de Lambayeque. El propósito de esta investigación fue evaluar la viabilidad ambiental y la eficiencia de producir hidrógeno de biomasa a través de dos procesos integrados.

Palabras claves: combustibles fósiles, biomasa, hidrógeno, medio ambiente.

ABSTRACT

Substitution of the dwindling fossil fuels by renewable energy is among the key challenges of the century. Substitution of finite fossil fuels, reduction of greenhouse gas emissions and a reliable and sufficient future energy supply are motivating forces for a more efficient and larger use of biomass for energy. Technical and economic prospect of the future production of hydrogen from biomass results in a set of promising conversion concepts. Hydrogen can be extracted from fossil fuels, water and biomass. Biomass, especially agricultural wastes constitutes important energy resources that could have a great impact in the sustainable development of Lambayeque. The purpose of this research was to assess the environmental feasibility and efficiency of producing hydrogen from biomass via two integrated processes.

Key words: fossil fuels, biomass, hydrogen, environment.

INTRODUCCIÓN

El nuevo vector energético hidrógeno tiene el potencial de ser una alternativa sostenible a la utilización de combustibles fósiles. Producir hidrógeno de energía solar y biomasa, puede reducir considerablemente las emisiones de gases contaminantes y abrir nuevos mercados energéticos. La biomasa como fuente de combustible en la generación de calor y energía está teniendo cada vez mayor interés por ser considerada la mejor opción debido a su ciclo cerrado de dióxido de carbono (Fig. 1). La investigación realizada en la región Lambayeque analiza la potencialidad y disponibilidad de los recursos renovables locales como residuos agrícolas y energía solar, que puedan ser utilizados como materia prima para nuevos sistemas energéticos y que a su vez signifiquen bajos niveles de emisiones contaminantes. Ambos recursos tienen el potencial de acelerar la presencia del hidrógeno como combustible en países en vías de desarrollo, especialmente en el caso de la biomasa.

La figura 1 muestra un diagrama ternario, en donde se aprecia la ubicación de varios combustibles según su relativa proporción de carbono (C), hidrógeno (H), y oxígeno (O). Además se puede apreciar que la gasificación de combustibles lleva a los combustibles sólidos hacia la parte media y superior de la sección, según las caracte-

rísticas de proceso y de la materia prima en análisis.

MATERIAL Y MÉTODOS

El potencial biomásico de la región (teóricamente) es suficiente para satisfacer un gran porcentaje de la demanda energética existente. Dadas las características agrícolas y geográficas del país, y por ende la natural generación de residuos en la etapa de pre cosecha, se ha evaluado la producción de hidrógeno de biomasa complementada con un sistema de electrólisis.

Sistemas de gasificación.

La utilización de un sistema de gasificación [1] permite producir combustibles versátiles que pueden alimentar sistemas de producción de energía eléctrica, que van desde las turbinas a gas hasta la pilas de combustible.

Dentro de los diferentes tipos de gasificadores, los sistemas a lecho fluido presentan mayores ventajas en la conversión de biomasa [2]. En un gasificador a lecho fluido la biomasa es alimentada de manera continua al reactor, y el calor necesario para el proceso puede ser de manera directa o indirecta.

En el primer caso, el calor proviene de la combustión de

¹Centro de Investigaciones para el Desarrollo Sostenible (CIDES) Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, Chiclayo

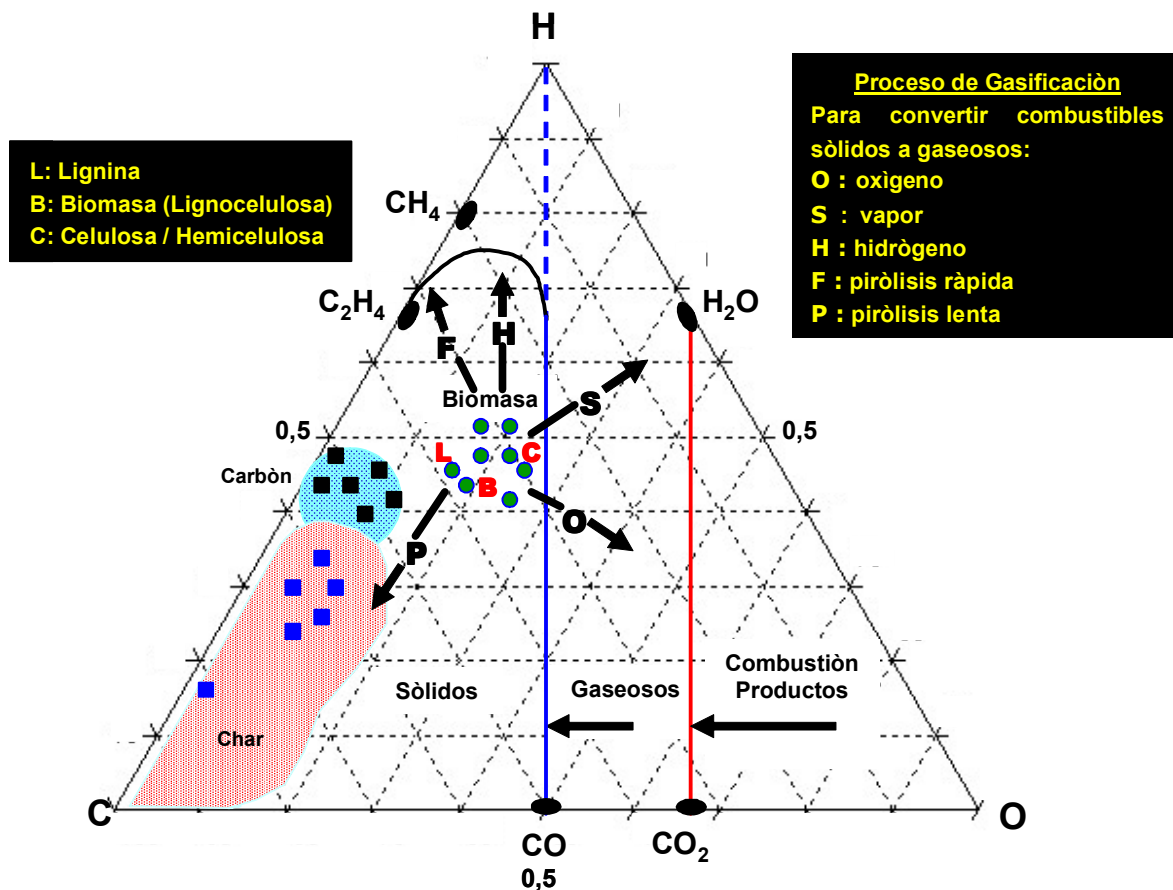
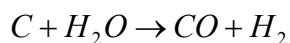


Fig. 1: Relación combustibles biomásicos-proceso de gasificación

los residuos sólidos carbonosos se realiza en el interno del gasificador. En el sistema a calor indirecto, los residuos carbonosos se queman en una cámara de combustión separada del gasificador. La ventaja del segundo sistema con respecto al primero es la pureza del gas producido que no se contamina con los subproductos de la combustión. La utilización de oxígeno como agente reactivo permite obtener valores medio del poder calorífico (10 a 15 MJ/Nm³), pero hace que el sistema sea muy costoso.

Utilizar aire hace que el gas producido tenga valores bajos del poder calorífico (4 a 6 MJ/Nm³) debido al contenido de nitrógeno en el aire. Si se lleva a cabo la gasificación con vapor, es posible lograr valores altos del poder calorífico (13 a 20 MJ/Nm³). La gasificación con vapor se da a través de la reacción:



donde $\Delta H = +118 \text{ MJ / kgmol}$ (1.1)

y siendo una reacción endotérmica, es termodinámicamente desfavorable, porque requiere demasiado calor para llegar a temperaturas de 700 °C trasladando el equilibrio de la reacción hacia la derecha de la ecuación, es decir hacia una mayor formación de CO y H₂.

Según Spath y Mann [3], los mejores resultados de gasificación de biomasa en relación a la composición final del gas, se obtienen a través de: gasificación a calor directo más oxígeno puro; y gasificación a calor indirecto utilizando vapor. La selección del tipo de gasificación será en

todo caso realizado de acuerdo a situaciones específicas, considerando la incidencia del factor económico en relación a la calidad del producto final deseado.

Gasificador a calor indirecto.

El gasificador de baja presión a calor indirecto fue simulado en ASPEN Super Plus, un programa que permite usar modelos preconstruidos reproduciendo los principales elementos de un sistema químico, además de permitir la creación de modelos personalizados en lenguaje FORTRAN [4] [5]. De acuerdo a la simulación, las condiciones en las que se realizaron los cálculos fueron a una temperatura de 820 °C y una presión de 0,17 MPa. En la Tabla 1, se muestran los parámetros de funcionamiento así como la composición del gas producido:

Tabla 1: Parámetros de funcionamiento y composición del gas

Parámetros del Gasificador	Gasificador a calor indirecto
Temperatura	826 °C
Presión	0,17 MPa
<i>Composición del gas</i>	
(%)	21,28
H ₂	43,16
CO	13,95
CO ₂	15,83
CH ₄	
Poder calorífico inferior	13,2 MJ/m ³

Sistema integrado gasificador-electrólisis.

Cambiar hacia sistemas energéticos basados totalmente en energías sostenibles, requiere (en la actualidad) grandes inversiones y cambios estructurales en la política energética del país. Bajo este punto de vista, será importante considerar la posibilidad de poder integrar sistemas de electrólisis utilizando el potencial solar/eólico de cada región y en todo caso el posible excedente que puedan tener las empresas agroindustriales, como los ingenios azucareros. Hay un potencial por explotar (radiación solar 5 kWh/m²/día y velocidades de viento de 7,5 m/s) [6] que puede ser integrado a los sistemas energéticos existentes a nivel local y reducir así la posible y casi cierta intermitencia que puedan presentar en un periodo de tiempo determinado. El sistema es presentado en la Fig. 2 [7], e implica un proceso de secado de la biomasa, gasificación en un sistema a calor indirecto, limpieza del gas producido y uso del mismo en los ingenios azucareros. El gas producido (biogas) del gasificador (97°C) es comprimido desde 0,17 MPa hasta 2,06 MPa elevando su temperatura hasta 371°C con el calor proveniente de la cámara de combustión de carbones y del sistema de purificación (scrubber). La producción de H₂ por electrólisis es considerado con una eficiencia del 77% [8].

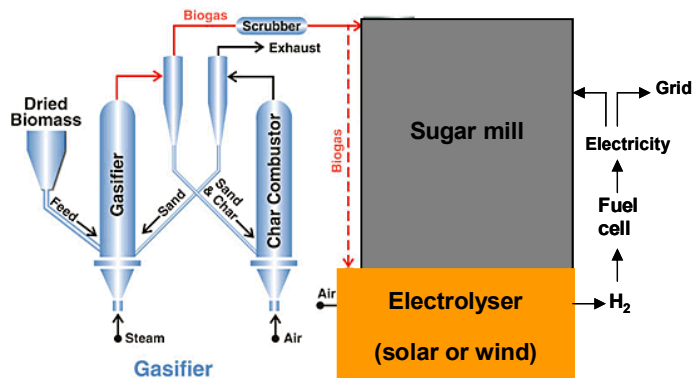


Fig. 2: Sistema integrado biomasa-electrólisis para la producción de hidrógeno

RESULTADOS

Para ambos casos, es posible evaluar su desempeño técnico y ambiental a través del análisis del ciclo de vida. El análisis del ciclo de vida, es un método analítico y sistemático que permite identificar, evaluar y minimizar el impacto ambiental de un determinado proceso.

El ciclo de vida del sistema integrado gasificación-electrólisis desde el punto de vista ambiental ofrece mejores perspectivas que el sistema de gasificación: La emisión de gases de efecto invernadero en los sistemas es:

16 toneladas de CO₂ equiv/TJ H₂ (sistema integrado),
140 toneladas de CO₂ equiv/TJ H₂ (sistema de gasificación)

El efecto de acidificación es:

0,60 toneladas de SO₂ equiv/TJ H₂ (sistema integrado)
1,60 toneladas de SO₂ equiv/TJ H₂ (sistema de gasificación)

El efecto de eutrofización es de:

0,120 toneladas de PO₄ equiv/TJ H₂ (sistema integrado)
0,080 toneladas de PO₄ equiv/TJ H₂ (sistema de gasificación)

Desde el punto de vista de la eficiencia energética, el sistema de gasificación es más eficiente que el sistema integrado hasta en un 57%:

4,2 TJ de energía primaria por TJ H₂ (sistema integrado)
2,4 TJ de energía primaria por TJ H₂ (sistema de gasificación)

DISCUSIÓN

El sistema integrado tiene la mejor opción desde el punto de vista ambiental, esto debido a que el sistema de gasificación requiere energía eléctrica adicional (electricidad que se asume proviene de la red externa). Por el contrario en el caso de eficiencia energética es el sistema de gasificación el más adecuado, pero que hace necesario implementar medidas para reducir el impacto ambiental que representa, siendo una de las iniciativas la reducción gradual de energía externa no renovable.

Biomasa, especialmente los residuos agrícolas constituyen una fuente energética importante que puede tener un gran impacto en el desarrollo sostenible de la región norte del país. Estos residuos provenientes de: arroz, caña de azúcar, maíz, frutas, menestras, cereales, tubérculos, y otros; son solo un pequeño porcentaje del potencial energético que hoy en día es utilizado en sistemas de combustión (Tabla 2).

Table 2: Producción de electricidad en un escenario a H₂

Region	Producción actual de electricidad (GWh/year)	Escenario H ₂ * Producción de electricidad (GWh/year)
Tumbes	00,00 (h) 34,00 (t)	13,27
Piura	77,80 (h) 354,40 (t)	147,95
Lambayeque	00,00 (h) 78,5 (t)	598,91
Cajamarca	823,69 (h) 16,81 (t)	349,48
Amazonas	32,34 (h) 00,66 (t)	134,75
San Martin	36,24 (h) 54,36 (t)	236,88
Loreto	00,00 (h) 641,70 (t)	149,38

Fuente: CIDES-USAT, 2005

Leyenda h = hidroeléctrica

t = termica

* = basada en residuos biomásicos

Los sistemas de electrólisis pueden ser a su vez realizados en base a energía eólica o solar. La economía de

producir hidrógeno utilizando paneles fotovoltaicos o sistemas eólicos ha sido analizada por muchas empresas del ramo [9] [10]. Actualmente el costo de producir H₂ por electrólisis es de 0,40 euros/m³ de H₂, y en el mercado tradicional se vende a 0,80 euros/m³ de H₂ (en cilindros de 200 bares).

La combinación hidrógeno-electricidad es posible en el nuevo concepto de energía simbiótica, y que puede ser llevado a la práctica a través de las pilas de combustible, tecnología que permite la interconversión de estos dos vectores energéticos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Orecchini, F., Arroyo, M., Santiangeli, A., Zuccari, F., Naso, V. Utilizzo degli scarti della canna da zucchero per la produzione di idrogeno in Perù. En: X convegno tecnologie e sistemi energetici complessi, Sergio Stecco. Genova, Italia 2001; pp. 289-299
2. Heinzl, A., et al. Solid Biomass Gasification for Fuel Cells, Fraunhofer Institute for solar Energy systems. Austria: Technical University of Graz, Austrian Electricity Bord, University of Duisburg, 1999
3. Spath, P., Mann, M. A complete look at the Overall Environmental Impact of Hydrogen Production. Proceeding of HY2000, EFO En: Energy Forum; Germany 2000; pp. 523
4. Mann M. y Spath P. Life Cycle Analysis of a Biomass Gasification Combined-Cycle System. Technical report NREL/TP-430-23076; US Department of Energy, 1999
5. Spath, P., Lane, J., Mann, M., Amos, W. Update of hydrogen from Biomass-Determination of the Deliverable Costs of Hydrogen. Milestone Report for the US Department of Energy's Hydrogen Program, 2000.
6. Mendoza, P.; Arroyo, M.; Bocci, E. Stirling engines in Peru: an opportunity for regional development. En: 11th International Engines Conference; 2003; Rome, Italy; p. 320-323
7. Arroyo, M. Hydrogen Production in Peru based upon Sugarcane Waste [tesis para optar el grado de doctor en Tecnología Energética e Medioambiental per lo Sviluppo], Italy (Rome): CIRPS-University of Rome "La Sapienza"; 2002.
8. KO Institut. Global Emission Model for Integrated System. Germany: Gesamthochschule Kassel, 2002.
9. J.A. Turner. Science, 1999, 285: 687-689.
10. Elam C., Gregoire C., Sandrock G., Luzzi A., Lindblad, y Fjermestad E. Int. J. Hydrogen Energy. 2003, 28: 601-607

CAMBIOS EN LAS INSTITUCIONES FORMADORAS DE INVESTIGADORES

CHANGES IN THE UP-BRINGING INVESTIGATORS INSTITUTES

Raúl Ishiyama Cervantes¹, Julio Ishiyama Nakathara²

RESUMEN

Se reclama que el país necesita de investigadores calificados para salir del subdesarrollo. Anualmente se realizan numerosos eventos científicos: congresos, seminarios, foros, encuentros, jornadas y otros, en donde se presentan gran cantidad de ponencias en cada uno, producto de trabajos de investigación; si solo se aplicara el 10%, el panorama del Perú sería otro. Desde hace dos años el Comité Nacional para la Edición de Publicaciones Científicas del Concytec promueve en universidades e institutos de investigación la necesidad de publicar de acuerdo a las normas internacionales. La mayoría de las revistas científicas no cumplen los estándares internacionales para ser consideradas en la base de datos para ser indizada. En dos años se ha logrado, aún en pequeña escala, difundir las pautas y la necesidad de publicar las investigación científica, social y cultural para beneficio del país.

Palabras clave: Investigación, universidad, publicación, indizada.

ABSTRACT

We claim that the country needs qualified scientists to go ahead the underdevelopment. Yearly, a huge number of scientific events are carrying out: congresses, seminary, forums, meetings, among other, where there is a big quantity of topic in each one, as a result of investigations jobs; if we only apply the 10%, the prospect of Peru would be different. Since the past two years the National Committee Publication Edition of Concytec has been promoting in universities and institutes of investigation, the need to publish based on the international standards. Most of the scientific magazines doesn't carry out with the international standards to be considered on the database to be indexed. In only two years, it had been reached, in a little scale, to spread the guidelines and the necessity to publish the scientific, social and cultural investigation for the benefit of the country.

Key words: Investigation, university, publication, indexed.

INTRODUCCIÓN

Se reclama la necesidad urgente de investigadores para contribuir en el desarrollo del país, compitiendo en ciencia y tecnología, se dan leyes que no se cumplen "No hay nada peor que conocer algo y no aplicarlo. En nuestro país los gobiernos de turno con sus políticas propias no han permitido formular una estrategia para promover el desarrollo nacional, valiéndose de los aportes que brinda la investigación científica y tecnológica", dice el diario El Comercio el 3 de julio de 2001, con relación al foro organizado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Concytec) realizado del 2 al 5 del mismo mes. (1) Sin continuidad no hay progreso.

En el país se realizan numerosas reuniones "científicas" como foros, congresos, mesas redondas, seminarios, jornadas, encuentros y otros, en donde los especialistas hacen declaraciones a la prensa, intercambian experiencias, presentan sus investigaciones, y luego casi nada de lo expuesto se publica para ser aplicado en beneficio de la población. Las ponencias se evalúan con base a resúmenes.

En el Concytec se constituyó el "Comité Nacional para la Edición de Publicaciones Científicas," integrado por in-

vestigadores y editores de revistas científicas, sus miembros colaboran ad honorem, uno de sus objetivos es uniformizar criterios en las publicaciones científicas peruanas para estar en el contexto mundial; otro, es promover y mejorar el proceso de la investigación. En nuestro medio las revistas se publican a criterio de cada editor, entre estos no hablaban el mismo lenguaje científico, lo mismo ocurre en las facultades de una misma universidad.

La universidad es la formadora de investigadores, pero cada facultad tiene su propio reglamento y cada asesor su propia metodología, aparentemente, ignoran que hay pautas internacionales para tratar de hablar un mismo lenguaje científico para lograr mejor comunicación y entendimiento a través de la distancia, de los idiomas y la diversidad de clases de investigación.

En los seminarios organizados por el Comité sobre publicaciones científicas se encontró que la mayoría de las revistas no cumplían con las exigencias básicas internacionales para ser indizadas. Se invitó a los editores para revisar el formato de sus revistas con el fin de sugerirles los cambios necesarios.

Por otro lado, cada centro de investigación tiene su propia forma de presentar el informe final, en algunos casos

¹ Centro de Estudios e Investigación en Medicina y Altura (CEIMA) Puno.

² Instituto San Ignacio de Loyola.

diferente a como lo solicita el editor de la revista especializada.

Cuando las publicaciones tienen normas similares de acuerdo a los patrones internacionales, entonces el investigador que publica bajo esas pautas podrá difundir en forma más amplia los resultados de su investigación (2)

Seguir las normas internacionales, simplifica ahorro en tiempo, esfuerzo y dinero desde el diseño de los proyectos de investigación. Cuando el informe final continúa el mismo esquema del proyecto, los resultados sin necesidad de hacer grandes cambios, está listo para ser enviado a una revista. A diferencia de las tesis que tienen numerosas páginas impresas así como una serie de complicados esquemas, que si se quiere publicar en una revista debe ser modificada para adecuarse a las instrucciones de la editorial.

MÉTODO

Se realizaron seminarios y cursos, convocando a los editores de revistas científicas del todo el país, los ponentes fueron nacionales y extranjeros. En cada reunión se solicitó que respondieran la encuesta sobre sus actividades editoriales. Las ponencias se grabaron y distribuyeron entre los asistentes con la autorización de reproducirlos libremente para lograr el efecto multiplicador.

Para el tercer seminario se solicitó a los editores que llevaran ejemplares del último número de su revista para realizar intercambio. A solicitud de algunos editores se revisó su revista sugiriéndoles los cambios necesarios para estar de acuerdo al sistema internacional con el fin de ser indizadas.

Durante el desarrollo del seminario taller "Investigación y Publicación Científica" dictado en universidades e instituciones científicas de Lima y provincias, se entrevistó a los editores y se conversó con autores y ex alumnos próximos a graduarse.

Se entrevistó a organizadores de eventos científicos para sugerirles que los trabajos sean seleccionados con base a investigaciones presentadas in extenso no solo con resúmenes, con un patrón o plantilla para que mantener la uniformidad.

RESULTADOS

En los seminarios se comprobó que había mucho entusiasmo por parte de los editores pero en la mayoría desconocimiento de las normas internacionales para la edición de la revista.

Curso taller Investigación y Publicación Científica

Facultad de odontología, Facultad de Psicología de la Universidad Nacional Federico Villareal (UNFV). Academia nacional de Medicina. Sociedad Peruana de Medicina Interna. Facultad de Ingeniería Mecánica de la Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP). Facultad de Psicología, Facultad de Ingeniería Electrónica Rama Estudiantil de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM). Cámara de Turismo de Huaral

(CATURH). Visión Dental, revista Odontológica. Concejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONCYTEC), Universidad Alas Peruanas.

Universidad Nacional San Cristóbal de Humanga, Ayacucho. Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI). Universidad Nacional de Piura. Colegio Médico de Puno. Dirección General de Investigación de la Universidad Femenina del Sagrado Corazón. Facultad de Odontología de la UNFV. Facultad de Ciencias Administrativas y Facultad de Estomatología de la UNMSM. Instituto de Investigación de la Amazonía Peruana (IIAP) de Pucallpa y de Iquitos. Universidad Nacional del Santa, Chimbote. Dirección de Investigación de la Universidad Nacional del Centro, Huancayo. Dirección de Investigación de la Universidad Privada San Pedro, Chimbote.

Asesoría a revistas científicas

Desde el inicio de las actividades se asesoró a los editores y comités editoriales de revistas científicas. Algunos editores, aplicaron las sugerencias permitieron que fueran indizadas en la base de datos Latindex o en SciELO

Lima: Odontología Sanmarquina de la Facultad de la UNMSM. Tecnia del Instituto general de Investigación y Revciuni de la UNI. Wiñay yachay de la UNFV. Carta odontológica de la Sociedad Peruana Prótesis Dental y Máxilo Facial. Visión Dental y Tribuna Estomatológica de la Universidad Inca Garcilaso de la Vega. Actualidad Odontológica, Medicina Experimental y Salud Pública del Ministerio de Salud. Pediatría del Instituto Nacional de salud del Niño. Consensus de la Universidad Femenina del Sagrado Corazón. Revista Peruana de Biología de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

Provincias: Veritas, Universitas y Cultura Odontológica de la Universidad Católica Santa María de Arequipa. Punkari de la Universidad del Santa de Chimbote. Folia Amazónica del Instituto de Investigación de la Amazonía Peruana (IIAP). SITUA de la Universidad San Antonio Abad del Cusco. Revista Médica de la Universidad Nacional de Trujillo. Acta Médica del Colegio Médico de Puno. Esculapio de la Facultad de Medicina Antenor Orrego de Trujillo. Caxamarca de la Universidad Nacional de Cajamarca.

Formación de investigadores

En el caso de la formación de investigadores, se encontró que el proceso de graduación mediante la tesis en la mayoría de los casos es muy complicada y demanda demasiado tiempo, por lo que gran parte de los graduandos optaban por las modalidades de rendir un examen o por prácticas profesionales.

Cada facultad de las universidades tiene su propio reglamento de tesis y de investigación, lo que indica que en la misma institución no hablan el mismo lenguaje científico. (3)

Para hacer la tesis el graduando busca o le asignan un asesor, el docente le indica que busque un tema original, pero no le da las pautas de como debe hacerlo, hay excepciones. El interesado en las bibliotecas ve que prácticamente casi todo está hecho, y los que es aparentemente novedoso es muy complicado. En los artículos de

revistas exigentes se encuentran temas originales propuestos por el autor para continuar la investigación. El esquema que se ha diseñado para estructurar el proyecto es engorroso. (4)

Terminado el diseño del proyecto que generalmente tiene una serie de conceptos y definiciones, según dicen los "expertos" sirven para validar la investigación y los resultados; el graduando lo debe presentar a su Facultad para la aprobación por parte de los especialistas, este proceso dura semanas porque los encargados de la revisión siempre están muy ocupados; si hay sugerencia de cambios demora meses a pesar que el interesado responde de inmediato; existen excepciones. Esto ocasiona gasto de dinero y de tiempo porque el graduando debe estar averiguando constantemente la respuesta.

Aprobado el proyecto procede a efectuar la investigación casi sin problemas si cuenta con los elementos necesarios. Terminado el trabajo el graduando presenta la tesis, ahora debe esperar que le nombren jurado, pasan semanas y a veces meses, también hay excepciones. Conociendo los nombres el interesado debe consultar con cada uno de ellos debe tratar que coincida el día y la hora en que disponen de tiempo para la sustentación, pasan semanas, hay excepciones.

En la sustentación el jurado pide una detallada explicación del contenido de la tesis como si no hubieran leído los manuscritos que se le ha entregado con semanas de anticipación, luego preguntan, a veces hasta de lo que no hizo el autor. El graduado una vez que tiene el diploma decide no dedicarse a la investigación porque ha comprobado en "vivo y en directo, sufriendo en carne propia" que es muy complicado, no es cierto, el sistema lo complica.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. El Comercio. Científicos peruanos alcanzarán propuesta a nuevo presidente. Diario El Comercio. 01-07-03, sección B, página 12.
2. Ishiyama Cervantes, Raúl. Pautas para la publicación de artículos científicos. Lima: Universidad Peruana Cayetano Heredia; 2003. En: www.upch.edu.pe/vrinve/opi/doc/pautas.pdf
3. Ishiyama Cervantes, Raúl. El informe científico. En: www.cienciaperu.org/articulos/infocientifico.pdf
4. Ishiyama Cervantes, Raúl. Investigación científica al alcance de todos. Esculapio 2004 enero - abril; 3(1):59-61.

E-mail: raishiyama@yahoo.com

DISCUSIÓN

Como muchas de las reuniones científicas que se realizan, quedan en declaraciones, pocas son las que presentan sugerencias de solución a las instancias correspondientes, si se presentan muy pocas se aplican. Luego vuelve el círculo de hacer nuevas reuniones sobre lo mismo para hacer declaraciones rimbombantes a los medios de comunicación. Ejemplo de esto es la inoperancia del foro realizado por el Concytec en julio de 2001 (1)

El seminario de editores, permitió que los participantes se conocieran e intercambiaran experiencias y direcciones para mantenerse en contacto y unificar criterios.

El intercambio de revistas logró que se conocieran las diferentes publicaciones que en la mayoría de los casos circula en forma limitada en el ámbito universitario o del centro de investigación, no se difunde masivamente.

El mayor aporte del Comité ha sido descentralizar sus actividades con el curso taller "Investigación y Publicación Científica" se ha dictado en diversos lugares del país. Además se desarrolló reuniones con los editores y comités editoriales de las revistas de las instituciones presentes, brindando asesoría individual a los profesionales que tienen proyectos de investigación y artículos para publicar.

AGRADECIMIENTOS

Al doctor Naldo Balarezo Gerstein presidente del Comité Nacional para la Edición de Publicaciones Científicas y a la licenciada Isabel Recavarren del Concytec, por la información proporcionada.

HERRAMIENTAS COMPUTACIONALES PARA EL CÁLCULO DE LOS NIVELES RSSI EN BTS DE TELEFONÍA CELULAR

COMPUTACIONAL TOOLS FOR CALCULATING LEVELS RSSI IN BTS OF CELLULAR TELEPHONY

José Díaz Zegarra, Guillermo Kemper Vásquez¹ y José Muñoz Meza²

RESUMEN

Se implementa un software en visual Basic 6.0, que realiza el análisis de cobertura de una Estación Base de telefonía celular, a partir de parámetros de la antena, datos digitales de la topografía del lugar, y la selección del modelo matemático para sistemas outdoor. El software tiene interfaces gráficas para ingresar datos de la antena, patrón de radiación, coordenadas geográficas, y presenta un informe visual de la cobertura mediante un código de colores, indicando por cada color un rango de nivel de recepción y un informe en formato texto de los datos de la cobertura. Se implementa una estación base celular de pruebas, consistente en un transmisor de telefonía celular en la banda de 800 MHz, antena sectorial, un GPS y un analizador de redes Wíreless para medir los niveles de recepción, luego estos niveles que se obtienen por medición son comparados con los obtenidos en el software y graficados en Matlab 7.0 para su análisis estadístico y determinación del error absoluto, que nos da como resultado el factor de atenuación propio del entorno de propagación.

Palabras Claves: Modelos, predicción, outdoor, telefonía, celular.

ABSTRACT

A software is implemented in visual Basic 6.0 that it carries out the analysis of covering of a Station Base of cellular telephony, starting from parameters of the antenna, digital data of the topography of the place, and the selection of the mathematical pattern for systems outdoor. The software has graphic interfaces to enter data of the antenna, radiation pattern, coordinated geographical, and it presents a visual report of the covering by means of a code of colors, indicating for each color a range of reception level and a report in format text of the data of the covering. A station is implemented it bases cellular of tests, consistent in a transmitter of cellular telephony in the band of 800 MHz, sector antenna, a GPS and an analyzer of nets Wíreless to measure the reception levels, then these levels that are obtained by mensuration are compared with those obtained in the software and drowed in Matlab 7.0 for its statistical analysis and determination of the absolute error that it gives us as a result the attenuation factor characteristic of the propagation environment.

Keywords: Models, prediction, outdoor, telephony, cellular.

INTRODUCCIÓN

Las operadoras de telefonía celular realizan los estudios de cobertura radioeléctrica de sus estaciones base (BTS) mediante algún software, que implementa por lo general un algoritmo de predicción outdoor de niveles de recepción (Receive Signal Strong Indicador - RSSI) y un drive test o estudio de campo. Pero la mayoría de estos algoritmos considera factores de corrección, por atenuación debido al entorno de propagación. Estos valores no corresponden necesariamente a nuestro medio de propagación, porque los parámetros del entorno de propagación son distintos en cada lugar, lo que induciría a un error en su utilización.

Una de las razones principales del presente estudio es determinar ese factor de atenuación en nuestro medio, para algunos algoritmos de predicción outdoor, tales como el Okumura – Hata, Cost 231 (1), Lee (2).

Los objetivos principales del presente trabajo son:

- Obtención de una herramienta computacional para el cálculo de niveles de radiopropagación y cobertura - RSSI en una estación base celular - BTS, utilizando los datos geográficos digitales de la zona de interés y en el que podemos seleccionar el modelo de predicción outdoor.
- Construcción de una BTS de pruebas y experimentación en ella, para la obtención de niveles RSSI en diferentes canales de transmisión.
- Elaboración, comparación y análisis estadístico, de las curvas en Matlab de los valores RSSI obtenidos por medición y niveles obtenidos en el software.
- Determinación de factores de corrección o atenuación correspondiente a nuestro entorno de radiopropagación.

¹Universidad Nacional de Ingeniería - Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica

² Instituto Nacional de Investigación y Capacitación en Telecomunicaciones

Como resultados generales se obtiene el estudio y la determinación de factores de corrección para los modelos de Hata, Cost 231 - Hata, Lee, y la obtención de la herramienta computacional como producto final, que presenta una interfaz grafica para la inserción de las coordenadas geográficas, azimut, patrón de radiación, potencia del transmisor, pérdidas en el cable, selección del modelo de propagación outdoor, y se presenta un informe visual mediante un código de colores por cada rango de niveles de recepción, además con tan sólo desplazar el Mouse por el grafico de cobertura se obtiene en tiempo real el nivel RSSI, la distancia con respecto a la BTS y las coordenadas geográficas para cada punto de interés.

Como aportes, se corrigen las ecuaciones con el factor de corrección hallado y se varía la formula de Lee, introduciendo un valor de atenuación por porcentaje de construcciones, lo que se usó por la carencia de un catastro digital.

MATERIAL Y MÉTODOS

Material: Se utilizó un analizador de redes Wireless Grayson, 2 LapTop HP, 1 GPS Garmin, una antena de recepción omnidireccional de ganancia cero. La BTS de pruebas consistió de un transmisor para telefonía celular en la banda de los 800 MHz, soporte tipo mástil para la antena, una antena sectorial Decibel DB844G90A-XY, cable RG 214. Se instaló sólo un sector con tilt mecánico de 0°. Para el desarrollo de la herramienta computacional se utilizó el Visual Basic 6.0 y una base de datos digitales topográficos del proyecto Shuttle.

Metodología: Para la captura de datos se trazó en un mapa correspondiente a la zona Carmen de la Legua, el patrón de radiación de la antena con el respectivo escalamiento, el azimut. Luego se marca la cobertura teórica; esto nos indica donde esta ubicado el haz principal, lóbulos secundarios y los nulls.

Se conectó una antena omnidireccional de ganancia 0 dB (para obtener valores RSSI sin distorsión) al analizador de redes y se sincronizó con un GPS. La antena fue instalada fuera del vehículo con un ángulo de 45° con respecto a la normal del piso, ello para simular la posición humana habitual al sostener un terminal celular.

Se capturaron 30 niveles RSSI por cada coordenada geográfica; 10 valores mínimos, 10 valores promedio y 10 valores máximos, Esto es debido a que el instrumento de medición capturó muestras aproximadamente cada 200 ms, los datos fueron almacenados en una LapTop HP donde se instaló el programa del instrumento de medición y que presenta un informe visual en tiempo real de los datos medidos en coordenadas geográficas WGS-80 (3). Los datos usados en este trabajo son los valores promedio. El equipo de medición debe comportarse como un móvil y el desplazamiento se realizó en un vehículo con una velocidad constante de 30 km/h. Si la velocidad varía, entonces el valor de Fading también varía por efecto de la multitrayectoria. La medición fue radial y concéntrica a la antena.

Los datos obtenidos por medición y los datos obtenidos por simulación fueron graficados en Matlab 7.0, para su comparación y análisis estadístico de los cuales de obtie-

ne la media, la mediana y la desviación estándar; luego se calculó el error absoluto entre ambas curvas y se grafica una curva de error por cada modelo.

RESULTADOS

Se trabajo en una zona mediana, con una población de 11 000 datos y se tomó una muestra de 450 datos. Para el modelo de Okumura – Hata, se obtuvo las curvas para las zonas: rural, suburbana, mediana y metropolitana; las curvas encontradas fueron simétricas. Las curvas para las zonas rural y suburbana son referenciales.

El primer valor en la ordenada para la curva de datos obtenidos por medición de una ciudad mediana fue de -74,7 dB, para la curva de predicción fue de -80.22 dB y el error encontrado fue de 5,52 dB. Para una zona metropolitana, el dato de predicción fue de -80,24 dB y cuyo desplazamiento negativo con respecto a la curva de una zona mediana es de tan sólo 0,02 dB. Se observó un solapamiento de estas 2 últimas curvas que no fueron claramente diferenciadas, ver figura 1; Debido a la simetría de las curvas podemos tomar cualquier punto de referencia y hacer un desplazamiento de la curva, sumando o restando un coeficiente que es obtenido del análisis estadístico de las curvas de error, el aumento del coeficiente de atenuación permitió disminuir el error absoluto.

Se obtuvo en la curva de error para una ciudad mediana los siguientes valores estadísticos: una media de 4,38; una mediana de 4,09; y una desviación estándar de 2,75 que nos indicó que hay poca dispersión en los datos. Estos datos nos sugirieron hacer una corrección con 4 dB, se hizo la corrección con 1 dB; 2 dB; 3 dB; 4 dB, y se encontró que con la suma de 1 dB el desempeño del modelo mejoró y el error absoluto disminuyó en forma mesurada.

Tabla 1. Datos de la curva de error del modelo Okumura - Hata.

Dato Estadístico	Ciudad Mediana	Ciudad Metropolitana
Media	4,38	4,38
Mediana	4,09	4,10
Desv. Std.	2,75	2,75

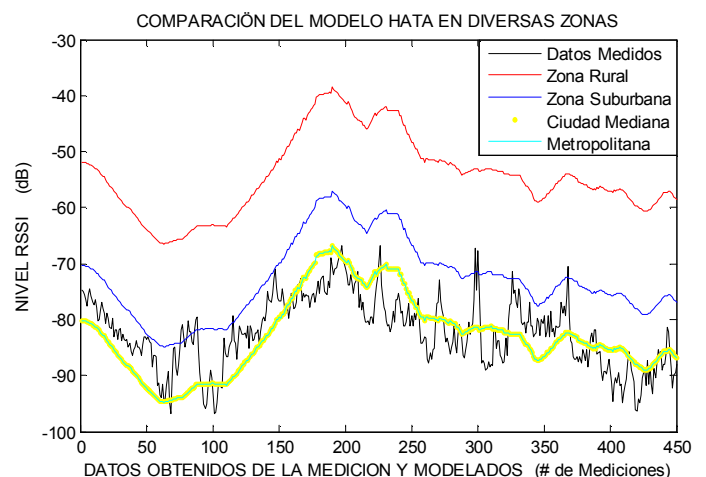


Figura 1. Resultados del modelo Hata

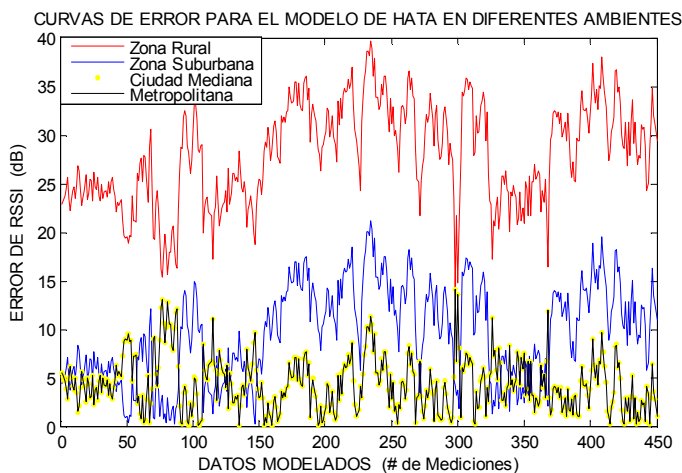


Figura 2. Curvas de error, Modelo Hata

Para el Modelo Cost 231 – Hata en una zona mediana el primer valor en la ordenada para la curva de datos obtenidos por medición de una ciudad mediana fue de -74,7 dB, para la curva de predicción fue de -79,72 dB y el error encontrado fue 5,02 dB.

Para una zona metropolitana, el primer dato de predicción fue de -82,74 dB y cuyo desplazamiento negativo con respecto a la curva de predicción de una zona mediana es de 3,02 dB. A diferencia del modelo Hata aquí las curvas de predicción de una zona mediana y una zona metropolitana están diferenciadas, ver figura 3. Se encontró simetría en las curvas y se consideró el criterio aplicado al modelo Hata.

Se obtuvieron los siguientes valores estadísticos de la curva de error absoluto para una zona mediana: media igual a 4,38; mediana igual a 4,18; y desviación estándar de 2,72 que también nos indicó poca dispersión en los datos. Se hizo la corrección con la suma de 1 dB y 2 dB, y se encontró que con la suma de 1 dB el desempeño del modelo mejoró, ver datos estadísticos para estas correcciones en la tabla 2.

Tabla 2. Datos estadísticos de las curvas de error para el Modelo COST 231 Hata para una ciudad Mediana

Dato Estadístico	Sin Factor de corrección	Factor de corrección de 1dB	Factor de corrección de 2dB
Media	4,38	4,46	4,63
Mediana	4,18	4,06	4,17
Desv. Std.	2,72	2,81	3,10

Para el modelo Lee se encontraron curvas de predicción, con un coeficiente de atenuación por penetración en edificios expresado como un porcentaje de construcciones, se hizo variar la atenuación entre 0% y 100%. Se observó que a partir de 40% las curvas tienden a converger presentando un comportamiento logarítmico, ver figura 5. Se consideró para una ciudad mediana una atenuación correspondiente entre 50% y 60%, los datos estadísticos

Tabla 5. Modelo Lee variando el porcentaje de construcción desde 10% hasta 100%

Dato Est.	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
Media	5,64	7,07	8,03	8,46	8,85	9,13	9,321	9,475	9,602	9,71
Mediana	5,19	6,71	7,63	8,21	8,64	8,945	9,145	9,325	9,4	9,501
Desv. Std	3,92	5,04	5,19	5,18	5,11	5,083	5,095	5,097	5,086	5,072

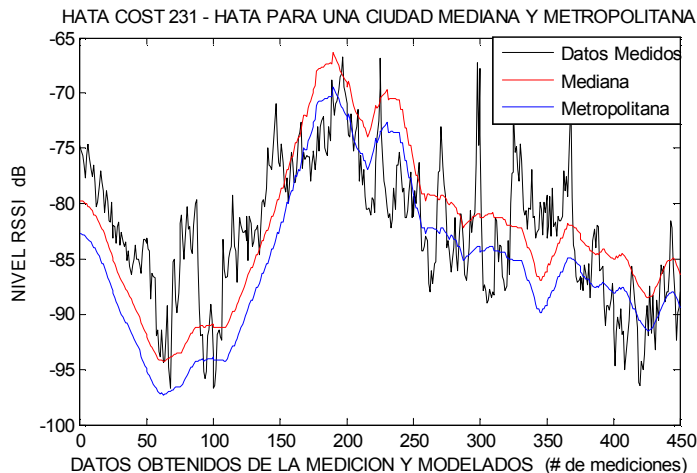


Figura 3. Modelo Cost 231 Hata

sugieren un factor de 9 dB, ver tabla 5. Se hizo la corrección con la suma de 9 dB y se comparó estos resultados con los obtenidos en los modelos Hata y Cost 231, en-

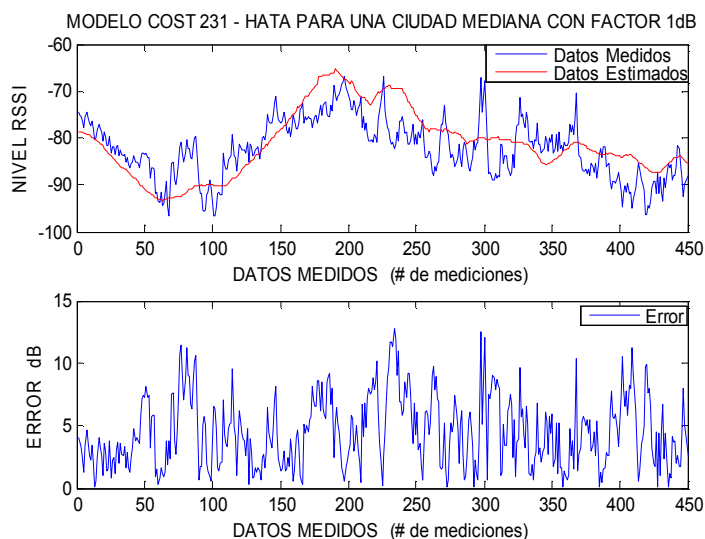


Figura 4. Cost 231-Hata corregido en 1 dB

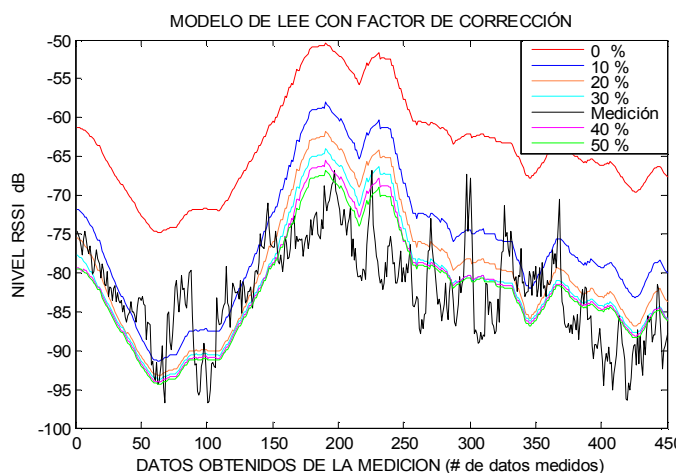


Figura 5. Modelo Lee variando % de construcción.

contrando resultados similares.

DISCUSION

El aumento o disminución de un coeficiente de atenuación sobre un modelo implica la adecuación al entorno de radiopropagación propio de cada lugar y la consideración de sus parámetros específicos. Se puede hacer una variación en la fórmula de Okumura Hata, con la suma de un factor de corrección de 1 dB y para el cálculo en una zona metropolitana se debe considerar la suma de 5 dB a 10 dB como mínimo, lo que mejora su desempeño y diferencia bien las curvas de predicción. La metodología usada puede ser aplicada para cualquier modelo, por ejemplo los modelos CCIR, ITU-R 529, Walfish Ikegami, Bertoni, Longley Rice, etc.

Se puede hacer la modificación al modelo de Lee con la suma de un coeficiente de atenuación de 9 dB, y utilizar un factor de atenuación correspondiente a la pérdida por penetración en un porcentaje de construcciones, lo que no se considera en el modelo original (4). Debido a su comportamiento logarítmico el modelo Lee puede ser expresado en 4 zonas similares al propuesto por el modelo Hata o Cost 231.

El modelo propuesto puede ser mejorado usando Trace Racing 3D con planos catastrales digitales y/o fotografías satelitales con resoluciones igual a 1 m o menores. Se

pueden aplicar también redes neuronales y lógica difusa. Es conveniente y necesario realizar estudios de modelos de radiopropagación indoor y métodos determinísticos. Se debe realizar el estudio de los valores de atenuación promedio que presentan algunos de los materiales más usados y propios de nuestro país y realizar con ello una base de datos, con el que se podrían hacer estudios indoor y de aplicación al diseño de picoceldas.

CONCLUSIONES

Se ha determinado un coeficiente de atenuación propio para nuestro medio, el cual varía según el modelo matemático outdoor elegido y según estos valores se pueden modificar las fórmulas originales, en el caso de Hata y Cost 231 es entre 1 dB a 2 dB y para Lee 9 dB. Se puede modificar la fórmula original de Lee introduciendo un término de atenuación por porcentaje de construcciones, el cual facilitará el cálculo cuando no se tiene una base de datos topográficos catastral digital.

AGRADECIMIENTOS

Al ingeniero Oscar Salaverry Cardó Gerente de la empresa Ingeniería Celular Andina SA, al ingeniero Hugo Calderón, Naylamp López, José Bautista y demás ingenieros de campo y a la Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica de la UNI.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Rappaport, Theodore S. Wireless Communications Principles and Practice. New Jersey: Prentice Hall PTR; 1996.
2. Lee, William C. Mobile Cellular Telecommunications. 2a ed. New York: Mc Graw Hill Inc; 1995.
3. International Telecommunication Union. Digital Topographic Databases for Propagation Studies Recommendation ITU-R P.1058-1. Switzerland: ITU Radiocommunication Sector; 1997.
4. Instituto Nacional de Investigación y Capacitación en Telecomunicaciones. Sistemas de comunicaciones Móviles. Lima: Dirección de Capacitación del INICTEL, Perú; 1999.
5. Ishiyama Cervantes, Raúl. Pautas Para la Publicación de Artículos Científicos. [Publicación virtual] Lima: Universidad Peruana Cayetano Heredia; 1999. En: <http://www.upch.edu.pe/upchvi/investigación/pautas/upch.html>

E-mail: jose_diaz_zegarra@yahoo.es josediaz@uni.edu.pe

EL CAPITAL HUMANO EN LOS PROCESOS PRODUCTIVOS DE LAS PYMES: EL CASO DEL SECTOR CONFECCIÓN

THE HUMAN CAPITAL IN THE PRODUCTIVE PROCESSES OF THE SMALL AND MEDIUM BUSINESS: THE CASE OF THE CONFECTION

Isabel Cristina Montes Gutiérrez, Juan José Vásquez Maya¹

RESUMEN

Este trabajo hace referencia a la importancia del Capital Humano en el desarrollo productivo de las pequeñas y medianas empresas (PYMES), tomando como referencia fundamental la educación desde la formación y la calificación de la fuerza de trabajo, así como la importancia de la preparación de los empleados a la hora de crear y sostener empresas productivas y competitivas que contribuyan al crecimiento económico y al mejoramiento en la calidad de vida de la población. La propuesta es fortalecer el marco explicativo en el contexto de un sector productivo con base en la Teoría de capital humano, que articulen los conceptos de: 1) Educación; 2) Desarrollo Productivo; 3) la PYMES como foco de desarrollo y generación de empleo 4) la oferta educativa como medio para desarrollar puestos de trabajo intensivos en capacitación con calidad y 5) Los acuerdos de integración económica como fuente de mayores estándares de competitividad. Se trata de abrir caminos en la comprensión de los problemas de calificación y capacitación, y la construcción de proyectos objetivos para el desarrollo con calidad de los procesos productivos y de la mano de obra.

Palabras clave: Capital, humano, PYMES, educación, confecciones.

ABSTRACT

This work refers to the importance of Human Capital in the productive development of the small and medium enterprises (SME), taking as fundamental reference the education from the formation and the qualification from the work force, as well as the importance of the preparation of the employees at the time of creating and maintaining productive and competitive companies, which contribute to economic growth and the improvement of the quality of life of the population. The proposal is to fortify the explanatory frame in the context of a productive sector, based the Theory of human capital, that articulates the concepts of: 1) Education; 2) Productive Development; 3) the SME's as development center and job generation 4) average the educative supply like developing to intensive jobs in qualification with quality and 5) the agreements of economic integration like source of greater standards of competitiveness. One is to lay to ways in the understanding of the qualification problems and qualification, and the construction of objective projects for the development with quality of the productive processes and the manual labor.

Keywords: human, capital, SME, education, confections.

INTRODUCCIÓN

La educación dentro de la teoría económica, en principio, ha tenido una importancia relativamente baja. Para ninguno de los escritores clásicos, la educación asume un papel decisivo en el crecimiento de la nación; es únicamente a comienzo de los años 1950 que se empieza a considerar seriamente el papel que juegan los trabajadores en el ámbito económico, y la importancia que puede llegar a tener para un ente productivo todo el conocimiento y el "savoir faire". Es en esta década donde empieza a gestarse lo que hoy se conoce como capital humano, y se comienza a hablar del ser humano como factor decisivo en la producción empresarial y en el crecimiento económico.

Desde su origen la década de 1960, la concepción de capital humano ha tomado diferentes definiciones, variando sus componentes y alcances. En un principio, se tomó la educación como elemento principal, pero se han desarrollado nuevos componentes. Esta variación se ha visto

enmarcada por diferentes estudios y la inclusión de otras variables, como la experiencia adquirida en el proceso productivo. La educación, junto con las habilidades, formación en el trabajo, buena salud, entre otros, se encierran en el concepto "Capital humano", donde destacados economistas señalaron a la educación como una forma de inversión en el ser humano.

La salud, como elemento clave del capital humano, está relacionada con el mejoramiento de la capacidad productiva de los individuos, pues constituye bases que les proveen de capacidades para participar en los procesos económicos, permitiéndoles ser más creativos y constantes, especialmente desde la óptica de la mayor capacidad de aprendizaje que un individuo saludable presenta. Desde este punto de vista, la salud no es un gasto sino una inversión en capital humano. (1)

En la actualidad, la organización industrial se enfrenta a procesos de internacionalización, hecho que implica exposición a los exigentes mercados externos. Para que las

¹Grupo de investigación: Estudios sectoriales y territoriales (ESYT). Semillero de investigación en Economía de Eafit (SIEDE). Universidad EAFIT, Medellín, Colombia. Estudiantes de Economía y negocios internacionales respectivamente.

empresas sean sostenibles en el tiempo bajo esta nueva orientación es sustancial tener una acumulación suficiente de capital físico (infraestructura) y de capital humano, viéndose este último como las capacidades y habilidades que poseen la fuerza de trabajo, las cuales se aumentan por medio del entrenamiento, el adiestramiento, la experiencia y especialmente, la educación formal y no formal, hecho que hace de la educación uno de los pilares del desarrollo económico.

Bajo este contexto, resulta importante estudiar la calificación, oferta y demanda de capacitación en el sector confección, al ser intensivo en mano de obra, y al tratarse de un reglón representativo de la economía, donde es necesario el desarrollo de cargos con competencias, enmarcados por eficiencia y calidad, con el fin de impulsar el progreso sostenible del sector.

Este estudio tiene como objetivo responder las siguientes preguntas: ¿Qué relación existe entre el capital humano y el sistema productivo del sector confección?, ¿es efectivo el impacto de las competencias laborales? La respuesta de las preguntas anteriores tiene relación con la calificación y capacitación como inversión en capital humano, dentro de la estructura productiva del sector confección, teniendo en cuenta los niveles ocupacionales, la educación y la experiencia.

MATERIAL Y MÉTODOS

El trabajo hace parte de la investigación en curso: "Incidencia del capital humano en las PYMES exportadoras del sector confección del Área Metropolitana de Medellín, a las puertas de los acuerdos de integración económica". Se presentan algunos avances en la fundamentación teórica de la investigación, para lo cual se realizó una revisión bibliográfica extensiva de las principales categorías tenidas en cuenta en el estudio: la teoría del capital humano, como factor clave de estudio en las empresas, la globalización y la integración económica, como contexto en que se inscriben las empresas en la actualidad; las Pequeñas y Medianas Empresas (PYMES) dentro del sector confección, asimismo un análisis de la oferta educativa y la demanda laboral para dicho sector.

RESULTADOS

Desde su aparición en la década de 1960, el concepto de capital humano ha tomado diferentes definiciones, donde han variado sus componentes y alcances. Inicialmente se tomó la educación como eje fundamental, pero se han desarrollado nuevos elementos. Esta variación se ha visto enmarcada por distintos estudios y la inclusión de variables, como la experiencia.

Según Schultz (1961), invertir en escolarización, salud, en la forma de crianza de los niños, en profesionales, en investigación, es invertir en capital humano, lo que ha su vez disminuye la brecha entre pobres y ricos, brindándoles una mejor calidad de vida a las personas de escasos recursos. El centro de la teoría de capital humano está en tomar la educación y capacitación como formas de inversión que producen beneficios a futuro con mayores ingresos para las personas con educación, y por ende, la sociedad; de esta manera, el capital humano es entendido

como una inversión que da sus frutos cuando las personas reciben más ingresos en el futuro (2).

Becker define el capital humano como el conjunto de las capacidades productivas que un individuo adquiere por acumulación de conocimientos generales o específicos. Para Becker, el individuo incurre en gastos de educación al mismo tiempo que en un costo de oportunidad por permanecer en la población económicamente inactiva y no recibir renta actual; sin embargo, en el futuro su formación le otorgará la posibilidad de obtener unos salarios más elevados. Thurow, define el capital humano como las habilidades, talentos y conocimientos productivos de un individuo (3,4).

Un empleado bien formado impacta positivamente la unidad económica donde labore; presenta una serie de ventajas asociadas con los conocimientos, habilidades y destrezas, además de factores como capacidad de emprender, sentido de responsabilidad y manejo de esquemas y procesos; se podría decir, en síntesis, que genera externalidades económicas y sociales.

En síntesis, se puede concluir que el capital humano son los conocimientos en calificación y capacitación, la experiencia, las condiciones de salud, entre otros, que dan capacidades y habilidades, para hacer económicamente productiva y competente las personas, dentro de una determinada industria.

Este se ve afectado entonces por cuatro componentes, que son la educación formal (básica, secundaria y postgrado), la experiencia que adquiera la persona en su puesto de trabajo (y que se acumula a lo largo de su vida laboral), la capacitación que reciba por parte de la empresa donde labora, o por entidades públicas, como por ejemplo el servicio nacional de aprendizaje de Colombia –SENA–, y además, las condiciones de salud del empleado, que tienen mucho que ver con las condiciones en su lugar de trabajo y afectan directamente su productividad.

El capital humano al estar ligado directamente al conocimiento adquirido en educación, capacitación y experiencia, debe ser útil, para poder obtener beneficios económicos, y aplicarlos en aras de desarrollar en los individuos actividades con eficiencia y máxima productividad. Una mayor productividad en las industrias se consigue, por ejemplo, a través de tecnologías; no obstante, es necesario contar con el capital humano suficiente que permita tomar mayor ventaja de tales adelantos tecnológicos.

DISCUSIÓN

Las PYMES, y en particular las del sector confección, han tomando un lugar importante en la dinámica productiva y comercial actual, gracias a su capacidad de adaptación y su flexibilidad productiva, para la cambiante economía que ha desarrollado la globalización. También, por adaptarse a las condiciones de demanda en el mercado, por su capacidad de generar rápidamente nuevas fuentes de trabajo y por que no requieren grandes inversiones de capital para su funcionamiento, tornándose así como una alternativa viable para el crecimiento económico de casi cualquier economía (5).

Sin embargo, para mantener su posición competitiva en el contexto actual, se requiere la capacitación y formación de competencias en el sector confección. En este aspecto se evidencia la falta de apoyo privado para la capacitación en los diferentes niveles de ocupación para el sector, en especial para el sector productivo. Sin embargo, el Área Metropolitana tiene una amplia oferta educativa e instituciones dedicadas a la investigación del sector en las universidades y en el sector privado, y en el país se caracteriza por ser productor de moda, el cual es un valor agregado para que el sector vaya más allá de la cadena productiva fibras-textil-confección.

Para mejorar la oferta educativa, el Estado, la empresa privada y el individuo mismo deben invertir en educación, creando sinergias con las instituciones educativas, con el fin de que la oferta educativa corresponda a la demanda de calificación y oficios en el mercado laboral. Si se lograsen estas relaciones entre Instituciones educativas e Industria, las empresas tendrían ventajas en la calidad de su fuerza laboral, permitiéndole tener una posición competitiva más fuerte. Por otra parte, los trabajadores educados presentan ventajas asociadas a sus conocimientos, habilidades y destrezas, creando externalidades económicas y sociales.

Además, resulta importante que las instituciones educativas se involucren con los requerimientos en cuanto a formación y capacitación del mercado, con el objetivo de generar una oferta laboral apropiada para los retos que en la actualidad se plantean para las empresas desde el ámbito internacional. Es decir, propiciar la creación de nuevos programas destinados a un mayor aprovechamiento de los acuerdos de integración, generando las habilidades adecuadas para dinamizar las ventajas que dichos acuerdos otorgan y, a su vez, contrarrestar las posibles amenazas que para los sectores económicos, en general, podría traer consigo el nuevo paradigma de la globalización.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Ramírez, Juan Carlos; Paredes, Nelcy. Productividad y salud. Medellín: Universidad de Antioquia; 1999.
2. Schultz, Theodore W. Investing in people: The economics of population quality. pp. 9- 135. Editorial Ariel, S.A. España, diciembre 1985.
3. Becker, Gary S. El capital humano. pp. 15-251. Segunda Edición. Alianza Editorial, S.A. Madrid, España, 1983.
4. Thurow, Lester C. Inversión en Capital Humano. pp. 11-149. Editorial Trillas, México, Enero 1978.
5. Berry, Albert. Las tareas de la pequeña y mediana empresa en América Latina. Revista de la CEPAL; 1998 octubre; Número Extraordinario: 331-342.

E-mail: imontesg@eafit.edu.co y jvasque7@eafit.edu.co

La inversión en educación académica y en educación no formal contribuye a elevar el nivel de vida del empresario y de la mano de obra por la vía de las exportaciones. Lo óptimo es que el Estado y las mismas empresas inviertan en educación académica y en no formal. Por esto, es necesario crear conciencia que la inversión en capital humano conlleva al desarrollo de ventajas competitivas frente a los desafíos en el contexto global. El empresario de hoy debe tener claro que el capital humano se puede convertir en una herramienta clave para adquirir la competitividad necesaria para enfrentar un exigente mercado externo y que, por otra parte, puede significar una reducción en los costos de operación a largo plazo, debido a la curva de experiencia forjada por la debida capacitación del personal al interior de cada ente productivo.

Finalmente, debemos finalizar comentando que con este tipo de trabajos de investigación, se trata de abrir caminos en la comprensión de los problemas de calificación y capacitación y la construcción de proyectos objetivos para el desarrollo con calidad de los procesos productivos y de la mano de obra que vayan dirigidos a una construcción de país con calidad de vida para sus habitantes.

AGRADECIMIENTOS

A Marleny Cardona y Andrés Cano, por su compromiso de formar profesionales con competencias en investigación. También a los integrantes del Semillero de Investigación en Economía –SIEDE- por el trabajo constante y acompañamiento. Asimismo, a la universidad EAFIT, por el apoyo a la investigación desde pregrado y por darnos los medios para que este trabajo fuera posible. Además, queremos agradecer al Doctor Raúl Ishiyama C. por su paciencia y apoyo, sin los cuales esta publicación no hubiera sido posible.

FACTORES DETERMINANTES EN LA CAPACIDAD DE GESTIÓN DE LOS MUNICIPIOS DEL PERÚ

MAIN FACTORS IN THE CAPACITY OF MUNICIPAL MANAGEMENT OF PERU

María Estela Ponce Aruneri ¹

RESUMEN

El trabajo se centra en evaluar las relaciones existentes entre los indicadores de gestión municipal, así como identificar los factores que contribuyen de manera significativa a la evaluación del nivel de la capacidad de gestión de los Municipios en el Perú. Los Métodos Estadísticos Multivariados utilizados en este trabajo son el Análisis de Componentes Principales No Lineal y algunos Modelos de Regresión para variables ordinales, que se aplicarán a los 10 indicadores de gestión municipal construidos por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), en base a los datos registrados en la Encuesta Nacional de Municipalidades e Infraestructura Socioeconómica Distrital, realizada durante el año 1997.

Palabras Claves: Indicadores, gestión municipal, factores, modelos, variable ordinal.

ABSTRACT

The work focus in the interrelationships evaluation that exist among the Municipal Management Indicators and identify the factors that contributes in a significant way to the evaluation level of the Capacity of Peruvian's Municipal Management. Two Multivariate Statistical Methods have been used : Categorical Principal Components and Ordinal Regression Models that will be apply to 10 Municipal Management Indicators, that were elaborate by INEI. These data was based in the National Municipal and District Socioeconomic Infrastructure Survey performed by INEI in 1997.

Key Words: Indicators, municipal management, factors, models, ordinal variable.

INTRODUCCIÓN

No existen trabajos en el país, en el que se analice la Gestión Municipal utilizando métodos estadísticos multivariados; nuestro interés es mostrar la contribución de éstos métodos en la evaluación de la Gestión de los Municipios Distritales del Perú, debido al rol que el Municipio tiene en el desarrollo de la Comunidad.

Los objetivos de la investigación monográfica son: Determinar si existe un patrón de comportamiento entre los factores de Gestión Municipal así como identificar los factores que son determinantes en la capacidad de Gestión de los Municipios del Perú.

Una de las limitaciones es no contar con los recursos suficientes para realizar cada año una encuesta a nivel nacional, que nos permita trabajar con datos actuales.

MATERIAL Y MÉTODOS

Los Indicadores de Gestión Municipal se obtuvieron de la Encuesta de Municipalidades realizada por el INEI en 1997 (1), y en las que se consideró los presupuestos municipales ejecutados durante 1996; los indicadores fueron medidos en escala de razón, para realizar el análisis estadístico se categorizaron los indicadores considerados

en la investigación, utilizando una escala ordinal con tres modalidades, deficiente:1, aceptable: 2 y óptima: 3. La muestra bajo estudio es de 222 Municipios Distritales.

Utilizamos Componentes Principales No lineales (2) para evaluar las relaciones entre los indicadores de la gestión municipal considerados y los Modelos de Regresión con Escalamiento Óptimo(2) y Logístico(3) para variables ordinales(4), métodos que nos permitió identificar los factores que contribuyen de manera significativa a evaluar la capacidad de gestión municipal en el Perú. Para realizar los cálculos y gráficos utilizamos los paquetes estadísticos SPSS y MINITAB.

RESULTADOS

1. Componentes Principales No Lineales

1.1. Determinación del Número de Componentes (2)

Se eliminó la variable FS (factor de solvencia) de la base de datos, debido a su escasa contribución a la formación de las dimensiones.

El cuadro Resumen, muestra que las dos primeras componentes principales no lineales explican una proporción significativa de la variabilidad de los indicadores, cuantificadas en un 71,781%.

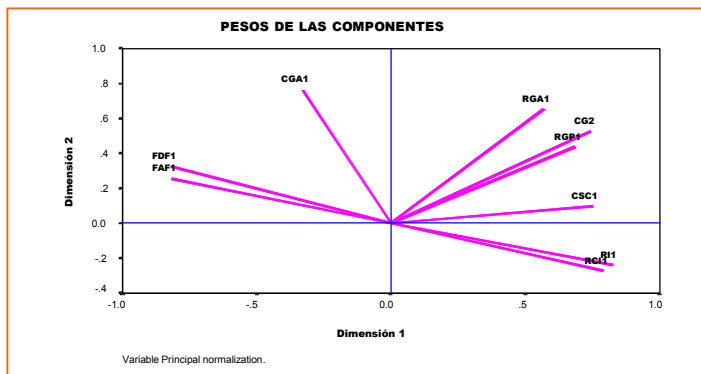
¹Mg. en Estadística. FCM -UNMSM

Cuadro Resumen

Dimensión	Varianza explicada por Total (autovalor)	Varianza explicada por % de Varianza
1	4,669	51,878
2	1,791	19,903
Total	6,460	71,781

1.2. Representación de los Indicadores de Gestión Municipal sobre el Primer Plano Principal

El gráfico de Pesos de las componentes muestra la formación de hasta 3 grupos de indicadores. Nuestro interés se centra en identificar las variables asociadas con la capacidad de Gestión Municipal (CG2); observamos que dicho indicador se asocia con razón de gastos de gastos Administrativos (RGA1), Razón de gastos en personal (RGP1) y Capacidad de Servicio a la Comunidad (CSC1).



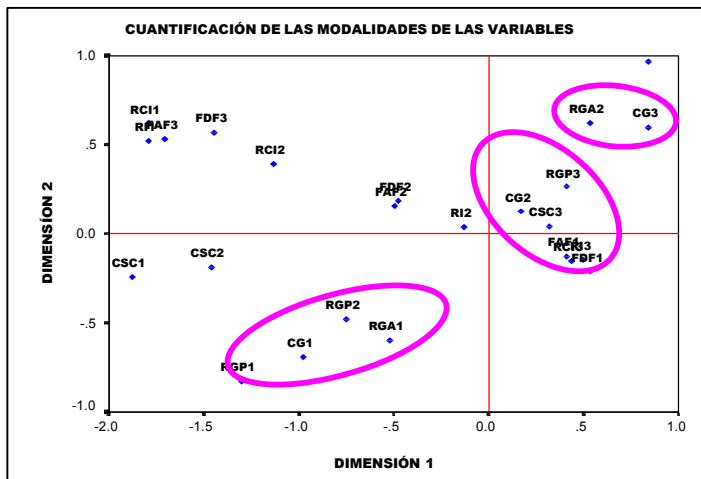
1.3. Representación de las categorías de los Indicadores sobre el Primer Plano Principal

El gráfico que muestra la cuantificación de las modalidades de las variables, se observan tres grupos asociados a las modalidades del indicador capacidad de gestión:

1º RGA2 y CG3: asocia municipalidades distritales con razón de gastos administrativos aceptables con capacidad de gestión óptima.

2º RGP2, RGA1, RGP1 y CG1: las municipalidades distritales con razón de gastos en personal entre deficiente y aceptable, y razón de gastos administrativos deficientes, están asociadas con una capacidad de gestión deficiente.

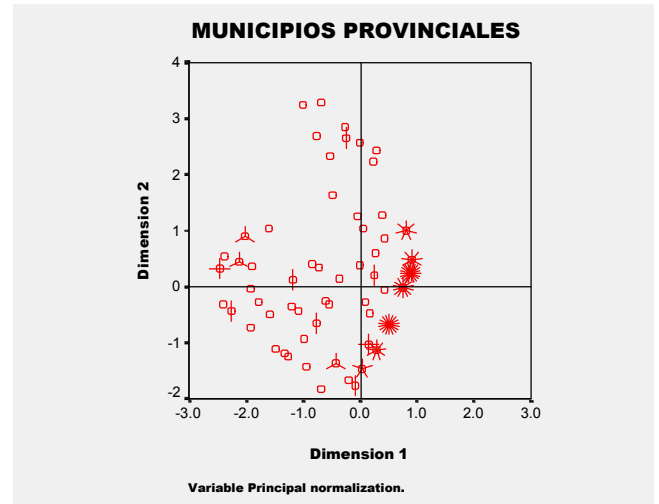
3º FAF1, FDF1, CGA1, CGA2, RCI3, RI3, RGP3, CGA3, CSC3 y CG2 : el factor de autonomía financiera, factor de dependencia del fondo y la capacidad de gestión administrativa deficiente; la capacidad de gestión administrativa



va aceptable; la razón crítica de inversión, razón de inversión, razón de gastos en personal, capacidad de gastos administrativos y capacidad de servicio a la comunidad óptimo; están asociados con una capacidad de gestión de las municipalidades distritales, consideradas como aceptables.

1.4. Representación de los Municipios Distritales sobre el Primer Plano Principal

El siguiente gráfico nos muestra que los municipios provinciales se caracterizan con una capacidad de gestión municipal: deficiente (25.23%), aceptable(23.87%), óptima(9%) y existen un 41.9% de municipios que conforman un grupo "otros".



2. MODELOS DE REGRESIÓN(5) CON VARIABLES ORDINALES

2.1. Modelo de Regresión con Escalamiento Óptimo

El modelo de regresión con escalamiento óptimo(2) que explica la capacidad de gestión de los municipios en el Perú es:

$$\hat{C}^* g = -0,149FDF^* + 0,33RI^* + 0,605RGA^* + 0,176RGP^* + 0,135CGA^*$$

Los parámetros del modelo se estimaron utilizando las variables transformadas(4) y con un coeficiente de determinación del 74,9%; lo que indica que el 74,9% de la variabilidad de la capacidad de gestión municipal es explicada por el factor de dependencia del fondo, razón de inversión, razón de gastos administrativos, razón de gastos en personal y capacidad de gestión administrativa.

2.2. Modelo de Regresión Logística con Variables Ordinales

Los modelos (3) que explican la capacidad de gestión en este caso, son:

$$\hat{g}_1 = 9,99 + 1,0241FDF - 0,9686RI - 5,012RGA - 1,1335RGP - 0,9120CGA$$

$$\hat{g}_2 = 15,756 + 1,0241FDF - 0,9686RI - 5,012RGA - 1,1335RGP - 0,9120CGA$$

Con un grado de asociación de 0,90 entre la capacidad de gestión y las estimaciones de sus respectivas probabilidades

DISCUSIÓN

1° Los municipios distritales conforman cuatro grupos:

El primer grupo, conformado por el 25.23% de las municipalidades distritales caracterizadas con una capacidad de gestión deficiente, asociada a su razón de gastos en personal considerada entre deficiente y aceptable, y con razón de gastos administrativos deficiente.

El segundo grupo, conformado por el 23.87% municipios distritales que se caracterizan por una capacidad de gestión aceptable, asociada a su factor de autonomía financiera, factor de dependencia del fondo y capacidad de gestión administrativa deficiente; capacidad de gestión administrativa aceptable; razón crítica de inversión, razón de inversión, razón de gastos en personal, capacidad de gastos administrativos y capacidad de servicio a la comunidad deficiente.

El tercer grupo lo constituyen el 9% de los municipios que se caracterizan por una capacidad de gestión óptima, asociada al factor de razón de gastos administrativos aceptable.

El cuarto grupo, representa al 41.9% de los municipios distritales, cuya capacidad de gestión se puede caracterizar como "otro", se asocia a los factores razón crítica de la inversión y razón de inversión que va de deficiente a aceptable; factor de autonomía financiera y factor de dependencia del fondo considerados de aceptable a óptimo.

2° Los factores determinantes en la capacidad de gestión de los municipios distritales del Perú son: el factor de dependencia del fondo, razón de inversión, razón de gastos administrativos, razón de gastos en personal y capacidad de gestión administrativa.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Vilchez de los Ríos, Hermógenes. Efectos de la Gestión Municipal para reducir la Pobreza [tesis para optar el grado de Magíster en Gerencia Estadística e Informática]. Lima: Universidad nacional Mayor de San Marcos; 2002.
2. Pérez López, C. Técnicas de Análisis Multivariante de Datos. Madrid: Pearson Prentice Hall; 2004. pp. 275-301.
3. Hosmer WD, Lemeshow S. Applied Logistic Regression. 2a. ed. New York :John Wiley & Sons Inc.; 2000. pp.203-320.
4. Agresti A . Categorical Data Analysis. New York : John Wiley & Sons ; 1990.
5. Weisberg S. Applied Linear Regression. New York: John Wiley & Sons, Inc.; 1980.

E-mail : mepaunmsm@hotmail.com
mepaunmsm@yahoo.es

OPTIMIZACIÓN DEL SECADO DE PAPA (*Solanum tuberosum*) VARIEDAD CANCHÁN UTILIZANDO UN SECADOR QUE OPERA CON BRIQUETAS DE CARBÓN ANTRACITA.

OPTIMIZATION OF THE DRYING OF POTATO (*Solanum tuberosum*) CANCHÁN VARIETY USING A DRYER THAT OPERATES WITH ANTHRACITE COAL BRIQUETS.

Raúl Benito Siche Jara¹, Héctor Segundo Rodríguez Galarreta¹, Hubert Luzdemio Arteaga Miñano²

RESUMEN

Los objetivos de ésta investigación fueron evaluar el efecto de la velocidad del aire, tiempo de secado, espesor de producto y área de succión de aire en el contenido final de humedad de la papa y determinar su nivel óptimo en el proceso de secado de papa (*Solanum tuberosum*) de la variedad Canchán utilizando un secador de bandejas prototipo diseñado para operar con briquetas de carbón mineral. El nivel óptimo de las variables del proceso de secado de papa se determinó mediante el método de Optimización por Diseños Experimentales; empleando el Diseño de Plackett y Burman para descartar las variables no significativas, Pendiente Descendente para localizar la región óptima y el Diseño de Box Benhken para la optimización final, resultando que una velocidad del aire de 3 m/s, tiempo de secado de 10,3 h, espesor de producto de 2 cm y área de succión de aire de 75 cm², se optimiza el proceso, obteniendo un contenido final de humedad de 8,52 % en base húmeda. La relevancia de este trabajo radica en la mejora de un proceso barato y eficiente y que representa una buena alternativa para la conservación de papa en algunas regiones de la sierra del Perú, solucionando en parte el problema de su sobreproducción estacional.

Palabras clave: Secado, papa, optimización, carbón, diseño, secador.

ABSTRACT

The objectives of this investigation were to evaluate the effect of the air speed, drying time, product thickness and air suction area in the potato final humidity and to determine their optimal level in the process of potato drying (*Solanum tuberosum*) of the Canchán variety using a prototype tray dryers designed to operate with mineral coal briquets. The optimal level of the potato drying process variables was determined by method of Optimization by Experimental Designs; using the Plackett and Burman Design to discard the non-significant variables, Downgrade to locate to the optimal region and Box Benhken Design for the final optimization, resulting that a air speed 3 m/s, drying time 10,3 h, product thickness 2 cm and air suction area 75 cm², optimizes the process, obtaining a final humidity 8,52 % in humid base. The relevance of this work is in the improvement of a cheap and efficient process and that represents a good alternative for the conservation of potato in some regions of the mountain of Peru, solving partly the problem of his seasonal overproduction.

Key words: Drying, potato, optimization, cool, design, drier.

INTRODUCCIÓN

En los últimos diez años (1990 – 2000), la producción de papa ha tenido un crecimiento sustancial pasando de 1 154 000 toneladas a 3 116 000 toneladas (1). Sin embargo por la estacionalidad de este cultivo siempre se repite el mismo problema que es la concentración de la oferta en el mercado por la sobreproducción, lo que trae consigo una marcada declinación de los precios que finalmente terminan perjudicando la economía del agricultor. Buscando una solución a esta problemática y considerando además utilizar, una tecnología eficiente y barata, nos propusimos utilizar un secador diseñado para operar con carbón antracita (en su forma comercial de briquetas de carbón) y obtener papa seca con un contenido de humedad final óptimo para su conservación, empleando para

este fin la optimización por diseños experimentales.

La Metodología de Optimización por Diseños Experimentales o de Superficie de Respuesta (2, 3) es una herramienta eficiente para optimizar las variables que intervienen en un proceso agroalimentario. Esta metodología se basa en la variación simultánea de varios factores (variables independientes) previamente seleccionados por su influencia en las propiedades de proceso (variables dependientes o respuestas).

Los objetivos planteados en esta investigación fueron: (a) evaluar el efecto de la velocidad de aire, el tiempo de secado, el espesor de producto y el área de succión de aire en el contenido final de humedad de la papa (*S. tuberosum*) variedad Canchán; y, (b) determinar el nivel

¹ Departamento de Engenharia de Alimentos de la Univ. Estadual de Campinas. Caixa Postal 6121 CEP: 13083-862 - Campinas/SP (Brasil). E-mail: Siche.J.R@gmail.com (R. Siche); hectoroga@yahoo.es (H. Rodríguez)

² Departamento de Ciencias Agroindustriales - Universidad Nacional de Trujillo. Av. Juan Pablo II s/n. Ciudad Universitaria. Trujillo (Perú). E-mail: hubertxxi@hotmail.com (H. Arteaga).

óptimo de las cuatro variables (velocidad de aire, tiempo de secado, espesor de producto y área de succión de aire) que intervienen en el secado de la papa.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizó papa de la variedad Canchán (procedente de Huamachuco), briquetas de carbón, según las especificaciones indicadas por Díaz y Velásquez (4), y un secador de bandejas prototipo diseñado para operar con briquetas de carbón (5). La Figura 01 muestra el esquema experimental utilizado para la optimización del proceso de secado de papa;

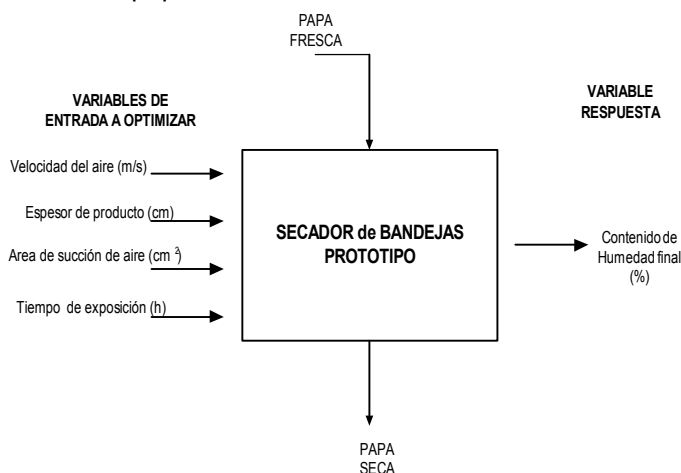


Figura 01. Esquema experimental

En la etapa de Screening, se utilizó el diseño de Plackett y Burman en donde las variables de entrada fueron fijadas previamente en sus niveles mínimo y máximo para descartar las variables no significativas; considerando estudios anteriores (6 y 7) se consideraron los siguientes límites: velocidad de aire (X_1) de 1 a 1,5 m/s, tiempo de secado (X_2) de 8 a 12 horas, espesor de producto (X_3) de 1 a 4 cm y área de succión de aire (X_4) de 30 a 120 cm². En la etapa de escalamiento usando el método de Pendiente Descendente se buscó las respuestas estacionarias de acuerdo a los incrementos asignados a cada una de las variables significativas partiendo de su nivel central. En la etapa de optimización final aplicando el diseño de Box Benhken; los niveles mínimo, central y máximo de las variables significativas se tomaron de las tres respuestas estacionarias encontradas en el escalamiento. El análisis estadístico para el diseño de Box Benhken, se realizó utilizando el software Statgraphics Plus 4.0, el cual permitió obtener: la estimación de los efectos de las variables en la respuesta final, el análisis de variancia, el modelo matemático de 2º orden, los niveles óptimos de las variables significativas y las gráficas de superficie.

Finalmente, con el nivel óptimo alcanzado de cada variable se hizo la comprobación experimental, cuyo producto obtenido se sometió a un análisis físico-químico, para verificar su contenido de humedad final, y a pruebas organolépticas de preferencia (8) utilizando una muestra comercial de la marca “Hoja Redonda” como referencia.

RESULTADOS

La Tabla 01 presenta las respuestas del contenido final de humedad de la papa para el arreglo de las variables

en cada corrida experimental, aplicando el modelo Plackett y Burman (Screening).

Tabla 01. Respuesta de la matriz codificada de Plackett y Burman

Nº	X ₁	F ₁	X ₂	X ₃	F ₂	X ₄	F ₃	Y
1	+	+	+	-	+	-	-	9,94
2	+	+	-	+	-	-	+	28,16
3	+	-	+	-	-	+	+	8,42
4	-	+	-	-	+	+	+	15,79
5	+	-	-	+	+	+	-	9,69
6	-	-	+	+	+	-	+	51,23
7	-	+	+	+	-	+	-	39,00
8	-	-	-	-	-	-	-	17,95

En base la Tabla 01, se estimaron los efectos de las variables (X_1 , X_2 , X_3 y X_4) en la respuesta (Y) para obtener los coeficientes del modelo matemático lineal. Del análisis de variancia, resultó que la variable X_4 (área de succión de aire) es “no significativo” por lo que en adelante fue considerada como una constante con un valor de 75 cm² (su nivel central). El Modelo matemático del diseño de Plackett y Burman resultante es:

$$Y = 22,4138 - 8,5788 X_1 + 4,5163 X_2 + 9,6063 X_3$$

(Ecuación 01)

En la etapa de Escalamiento utilizando el modelo de Pendiente Descendente, el centro (3 para X_1 ; 10 para X_2 ; 2,5 para X_3) y el radio (2 para X_1 ; 2 para X_2 ; 1,5 para X_3) del diseño para cada una de las variables significativas permitieron calcular los decrementos que se le asignó a cada una de ellas (0,6 para X_1 ; -0,3 para X_2 ; -0,5 para X_3). Las respuestas de la pendiente descendente para cada corrida experimental obtenida a partir de los decrementos en las variables significativas iniciada en su nivel central mostraron que la región óptima se encuentra cuando consideramos como punto central para $X_1=3$; $X_2=10$ y $X_3=2,5$; valores en que las respuestas (Y) se vuelven estacionarias.

En la Optimización Final mediante el modelo de Box Benhken, los niveles (-1, 0, +1) para cada variable significativa fueron tomados de las corridas experimentales cuyas respuestas fueron estacionarias en la etapa de escalamiento (2,4; 3,0 y 3,6 para X_1 ; 9,7; 10,0 y 10,3 para X_2 ; 2,0; 2,5 y 3,0 para X_3), con los cuales se estableció la

Tabla 02. Respuestas de la matriz codificada de Box Benhken

Nº	X ₁	X ₂	X ₃	Y
1	1	1	0	9,26
2	1	-1	0	9,97
3	-1	1	0	10,87
4	-1	-1	0	13,84
5	1	0	1	14,01
6	1	0	-1	8,95
7	-1	0	1	14,65
8	-1	0	-1	10,52
9	0	1	1	11,76
10	0	1	-1	9,18
11	0	-1	1	13,01
12	0	-1	-1	9,21
13	0	0	0	9,16
14	0	0	0	9,78
15	0	0	0	9,63

matriz mostrada en la Tabla 02 y donde también se muestran las respectivas respuestas para cada corrida. Finalmente, con un nivel de significancia de 0,05 el modelo matemático de 2° orden resultó:

$$Y = 258,899 - 57,4632 X_1 - 30,7519 X_2 - 1,2408 X_3 + 3,7558 X_1^2 + 3,1389 X_1 X_2 + 0,775 X_1 X_3 + 1,2176 X_2^2 - 2,0333 X_2 X_3 + 4,6283 X_3^2$$

(Ecuación 02)

En la Figura 02 se observa el modelo matemático de 2° orden (Ecuación 02) graficado cuando se mantiene constante el tiempo en 10,3 h.

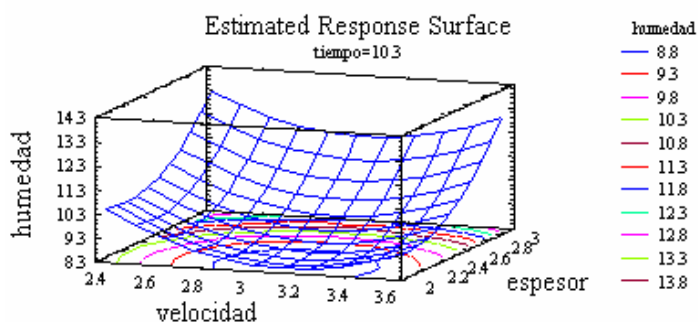


Figura 02. Superficie de respuesta para el modelo de 2° orden.

Para mejorar la visualización de la región óptima, se graficó también su respectivo gráfico de contorno (Figura 03).

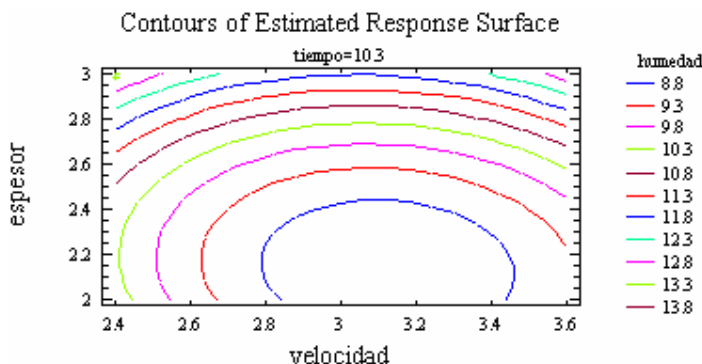


Figura 03. Gráfico de contorno para el modelo de 2° orden.

Para la comprobación experimental, primero se utilizaron los valores óptimos de las variables de secado: 3,0 m/s de velocidad de aire; 10,3 h de tiempo de secado y 2 cm de espesor de producto; y, utilizando el modelo matemático de 2° orden, se obtuvo un contenido de humedad final de 8,37% en base húmeda. En segundo lugar, fue necesario comprobar éste valor para poder saber que tan lejos o cerca se encuentra del valor real. Para esto, se realizó una corrida experimental con los mismos valores óptimos, dando como resultado un contenido de humedad final de 8,52% en base húmeda. Finalmente se calculó la desviación del valor experimental en comparación con el valor calculado por el modelo matemático, obteniéndose una varianza de 0,01125.

DISCUSIÓN

En la Tabla 2 se presentan las respuestas del contenido final de humedad de la papa (Y) para los diferentes arreglos de las variables significativas. Una estimación de los

efectos de las variables significativas, en la respuesta final, pueden ser calculados. Se observa que al aumentar "X₁" de 2,4 m/s a 3,6 m/s, "Y" se reduce de 11,9% a 10,2%; se comprueba que un aumento de la velocidad del aire (que implica un aumento de la velocidad de secado) trae consigo una disminución del contenido final de humedad del producto en un periodo determinado de tiempo (9). En el caso de "X₂", cuando varía de 9,7 h a 10,3 h, ocurre una disminución en "Y" de 10,3% a 9,1%; es claro que, mientras el producto no alcance su humedad de equilibrio siempre perderá humedad libre (9). Por otro lado, al aumentar "X₃" de 2 a 3 cm, "Y" aumenta de 8,8% a 12,7%; al respecto se dice que el espesor del producto no influye en el periodo de velocidad constante porque sólo depende de las condiciones en la superficie del material, sin embargo en el periodo de velocidad decreciente, la velocidad de secado está controlada por la velocidad de migración del agua a la superficie donde se produce la evaporación, y es evidente que un incremento en el espesor provocará una disminución de la velocidad de secado (9).

Utilizando el modelo de 2° orden (Ecuación 02) se encontró que una velocidad de 3,13 m/s, un tiempo de 10,3 horas y un espesor de producto de 2,14 cm, optimizan el contenido de humedad de la papa hasta 8,37% en base húmeda. Estos valores representan los parámetros óptimos de conservación de la papa variedad Canchán.

De las Figuras 2 y 3 se deduce que para alcanzar valores óptimos en la respuesta existen varias alternativas de combinación entre las variables espesor y velocidad, considerando el parámetro tiempo constante e igual a 10,3 h; así, una velocidad de 3 m/s y un espesor de 2 cm también pueden arrojar valores óptimos de humedad. El haber obtenido un contenido de humedad final de 8,37% en base húmeda con el modelo matemático de 2° orden y 8,52% de manera experimental a las mismas condiciones óptimas de las variables velocidad, tiempo y espesor, indica que el modelo matemático de 2° orden representa adecuadamente el proceso de secado de la papa, ya que el error obtenido entre el valor calculado y el valor experimental es muy pequeño (una varianza de 0,01125), lo que significa que estadísticamente son iguales. El Centro Internacional de la Papa indica que la papa seca debe tener un contenido de humedad en base húmeda de 10% (6), valor que confirma nuestra hipótesis de que el producto obtenido cumple con las especificaciones de humedad necesaria para su conservación y comercialización como papa seca.

Finalmente, la prueba de preferencia dio como resultado que la muestra obtenida con los parámetros optimizados en este trabajo tiene "preferencia significativa" en cuanto a apariencia y olor al ser comparada con la muestra comercial.

AGRADECIMIENTOS

A los profesores Ing. Segundo Seijas, Ing. Paulino Ninquispe y Lic. Luis Rubio, de la Universidad Nacional de Trujillo; y al Ing. Pizarro, funcionario de la Micro-región Sánchez Carrión (Huamachuco); por el desinteresado apoyo técnico y logístico en la culminación del presente trabajo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Portal Agrario del Ministerio de Agricultura del Perú [Sitio en Internet]. Papa: Producción. En: http://www.portalagrario.gob.pe/papa_prod.shtml.
2. Box GE, Hunter HG, Hunter JS. Statistics for experiments. New York: John Wiley, Co.; 1978.
3. Barros-Neto B, Scarminio I, Bruns R. Como fazer experimentos: Pesquisa e desenvolvimento na Ciência e na Indústria. Campinas: Editora da UNICAMP; 2002.
4. Diaz S, Velasquez J. Estudio de las Variables que Influyen en el Encendido de las Briquetas de Carbón. Tesis para optar el título de Ingeniero Químico. Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo; 1999.
5. Siche JR, Rodríguez GH, Arteaga MH, Seijas, S. Diseño de un secador de bandejas prototipo que opera con briquetas de carbón (antracita). V Congreso Iberoamericano de Ingeniería de Alimentos; 4 -7 Septiembre; Puerto Vallarta, México D. F: Editorial CIBIA; 2005. IV-32.
6. Shaw R, Booth R. Simple Processing of Dehydrated Potatoes and Potato Starch. Lima: Publisher International Potato Center; 1982.
7. Ho J et al. An Optimization framework for drying of heat-sensitive products. Singapora: Department of Mechanical Engineering, National University of Singapore; 2000.
8. Andalzua A. La Evaluación Sensorial de los Alimentos en la Teoría y la Práctica. Zaragoza: Editorial Acribia S.A.; 1994.
9. Nonhebel G. El Secado de Sólidos en la Industria Química. Barcelona: Editorial Reverte S.A.; 1989.
10. Ayala J, Pardo R. Optimización por Diseños Experimentales con Aplicaciones en Ingeniería. Lima: CONCYTEC; 1995.

E-mail: Siche.J.R@gmail.com

EFECTO DE PELÍCULAS DE QUITOSANO EN LA VIDA ÚTIL DE MANGO (*Mangífera indica*) MÍNIMAMENTE PROCESADO

EFFECT OF CHITOSAN FILMS IN SHELF LIFE OF MINIMALLY PROCESSED MANGO (*Mangífera indica*)

Williams E. Castillo Martínez¹, Lourdes J. Esquivel Paredes¹, Elza Aguirre Vargas¹, Wilson D. Símpalo Lopez¹

RESUMEN

Se propone en este estudio la aplicación de películas comestibles, derivados de quitosano para prolongar la vida útil de mango (*Mangifera indica*) mínimamente procesado. Las condiciones experimentales fueron identificadas basadas en la metodología de superficie de respuesta (RSM) usando el diseño de Box-Behnken. (3 niveles para cada factor-variables independientes). Las variables independientes consideradas fueron: concentración de ácido cítrico [0,5 a 2,5% (p/p)], ácido oleico [0,4 a 1,6% (p/p)] y quitosano [0,50 a 2,5% (p/p)]. Los cubos de mango cubiertos con la película fueron escurridos, y puestos en bolsas de polietileno y almacenados a 5°C. Los cubos fueron mantenidos a 5°C por 96 horas, luego se evaluaron los siguientes parámetros °Brix, pH, Acidez, y presencia de mohos y levaduras. Los modelos se validaron mediante la metodología de la validación cruzada (95% de confiabilidad), aplicando el método de la función deseada con las restricciones de 15 a 16 °Brix, pH de 4,0 a 4,5 y ausencia de mohos y levaduras (valor de 2), se optimizó la película comestible en concentración de ácido cítrico 1,41% (p/p), ácido oleico 0,70% (p/p) y quitosano 1,29% (p/p). Bajo estas condiciones, el mango mínimamente procesado mantiene buena calidad por 20 días a temperaturas de refrigeración y congelación.

Palabras claves: Película, quitosano, optimización, Box-Behnken, función deseada

ABSTRACT

One idea under studies is the application of edible films, derived from Chitosan to prolong shelf-life of minimally processed mango (*Mangifera indica*, L.). The experimental conditions were identified based on a response surface methodology (RSM) using Box-Behnken design (three levels for each factor - independent variables). The independent variables considered were: Citric acid concentrations [0,5 to 2,5% (w/w)], Oleic Acid [0,4 to 1,6% (w/w)] and chitosan [0,50 to 2,5% (w/w)]. Treated mango cubes were drained, placed in open plastic bags and stored at 5°C. The cubes were maintained at 5 °C for 96 h and evaluated for quality parameters (°Brix, pH, titrable acidity and presence of yeast and fungi). The models were validated by means of the methodology of the crossed validation (95% of confiability), applying the method of the desired function with the restrictions, 15 to 16 °Brix, pH of 4,0 to 4,5 and absence of yeast and fungi (value of 2), the edible films was optimised in citric acid concentrations of 1,41% (w/w), oleic acid of 0,70% (w/w) and chitosan of 1,29% (w/w). Under those conditions, minimally processed mango maintained good quality for 20 days at refrigeration temperature and freezing

Keywords: Films, chitosan, optimization, Box-Behnken, desired function.

INTRODUCCIÓN

La industria de los llamados alimentos mínimamente procesados fue inicialmente desarrollada con el objetivo de suplir restaurantes, hoteles e instituciones similares. En las últimas décadas, los cambios en los patrones nutricionales y los beneficios acreditados a una alimentación saludable formaron la gran fuerza impulsora de los productos mínimamente procesados y han reflejado, desde entonces, en el ámbito mundial, una atención para las búsquedas de nuevos materiales y agentes con propiedades preservativas y bactericidas naturales que puedan ser convenientemente empleados en alimentos.

Polisacáridos de origen animal han sido evaluados como una alternativa considerablemente económica y eficiente para ese fin, siendo el quitosano sobre el cual se ha estudiado y publicado sus usos en la última década. Por tratarse de un polímero natural, biodegradable, extremada-

mente abundante y no tóxico, el quitosano ha sido propuesto como un material potencialmente atractivo para usos diversos, principalmente en ingeniería, biotecnología y medicina. Las indicaciones más comunes son su empleo como medio para la formación de coberturas con acción antifúngica y bactericida. (1,2)

El procesamiento mínimo, al igual que cualquier proceso, requiere que se optimice con el fin de minimizar costos y efectos indeseados en el producto resultante. Optimizar es seleccionar la mejor alternativa de un grupo específico de alternativas para un proceso determinado, y para ello se requiere, primero, un método que describa las alternativas potenciales del proceso, y segundo, un criterio para decidir cuál de las alternativas es la mejor (3). Los métodos de optimización dependen de la relación o modelo entre los factores y la respuesta; si es una relación definida en forma mecánica se tienen métodos analíticos, si está definida casuísticamente se tienen métodos estadís-

¹Escuela Académico Profesional de Ingeniería Agroindustrial. Universidad Nacional del Santa

ticos. En el caso que la función sea casuística (aproximada) se aplican los métodos de optimización estadística tales como el gráfico convencional, el gráfico mejorado, la función deseada y el procedimiento de respuesta de superficie extendida.

El método de la función deseada es una técnica analítica desarrollada para la optimización de sistemas de múltiples factores y múltiples respuestas (4,5).

El objetivo de este trabajo fue determinar las condiciones óptimas para la formación de películas de quitosano y su efecto en la extensión y estabilización de la vida útil del mango mínimamente procesado.

MATERIAL Y MÉTODOS

Materia Prima

Mango, (M. indica, variedad Edwards) de una madurez apropiada, fueron caracterizadas de acuerdo con el contenido de sólidos solubles y acidez, siendo estos: °Brix entre el 14,6 % y una acidez de 0,32 g de ácido cítrico /100 ml. La muestra fue adquirida en el mercado El Progreso de la ciudad de Chimbote, los cuales provenían de los valles de Piura.

Acondicionamiento

Para acondicionar la materia prima se procedió primero a un lavado del mango (agua clorada 200 ppm), un pelado manual, cortado en cubos, luego estos se sometieron a una solución de cloruro de calcio al 2% por 30 minutos a una temperatura de 35°C y finalmente se drenaron los cubos para eliminar el exceso de agua.

Para formar la película los cubos de mango fueron sumergidos en una solución de quitosano (según tabla 1) luego se secaron a 35°C por 30 minutos. Finalmente los cubos con la película fueron puesto en envases y llevados a refrigeración por 4 días, después de los cuales fueron evaluadas por parámetros de calidad (°Brix, pH, acidez, presencia de mohos y levaduras).

Luego se evaluó el producto con la película optimizada a temperaturas de refrigeración y congelación. Se evaluó durante 16 días y periodos de análisis de cada 4 días, siendo los parámetros evaluados °Brix, pH, acidez, y presencia de mohos y levaduras.

Tratamiento Estadístico

Los datos obtenidos se ajustaron a modelos explicativos utilizando la metodología de la superficie de respuesta, adoptando un diseño de Box-Behnken, de tres variables independientes en tres niveles. Las tres variables independientes y sus niveles (entre paréntesis) fueron las concentraciones de los componentes de la película: ácido cítrico, % p/p, [0,5; 1,5; 2,5]; ácido oleico, % p/p, [0,4; 1,0; 1,6]; quitosano, % p/p, [0,5; 1,5; 2,5]. Las experiencias realizadas fueron 15, de las cuales 3 fueron repeticiones del punto central. Las respuestas medidas fueron °Brix, pH, verificación de la presencia (valor de 4) o ausencia (valor de 2) de mohos y levaduras. Se asume que la función que vincula las respuestas con las variables independientes se puede aproximar con un polinomio de se-

gundo orden, que tiene la siguiente forma:

$$y = \beta_0 + \beta_1x_1 + \beta_2x_2 + \beta_3x_3 + \beta_{12}x_1x_2 + \beta_{13}x_1x_3 + \beta_{23}x_2x_3 + \beta_{11}x_1^2 + \beta_{22}x_2^2 + \beta_{33}x_3^2$$

Donde x_1 , x_2 y x_3 son la concentración, la temperatura y el tiempo expresados en forma codificada (que toman los valores 1, 0 y -1 respectivamente), y β_0 , β_1 , β_2 , β_3 , β_{12} , β_{13} , β_{23} , β_{11} , β_{22} , β_{33} son los coeficientes de regresión. Para lograr la optimización del proceso se aplicó la metodología de la función deseada. El paquete estadístico utilizado fue el Design-Expert 6.06 y Statistica 6.0.

RESULTADOS

En la tabla 1 se presentan los ensayos realizados para determinar las concentraciones óptimas de los componentes de la película según el diseño de Box-Behnken, con sus respectivos niveles para cada variable independiente así como sus respuestas (variables dependientes).

Ajuste de los Modelos

Para el ajuste correspondiente de los modelos explicativos de la variación de los °Brix, pH y presencia o ausencia de mohos y levaduras, se analizó la suma de cuadrados secuenciales del modelo, considerando: 1) la media de la respuesta, 2) la media más los efectos lineales, 3) la media más los efectos lineales y las interacciones, y 4) la media más los efectos lineales, las interacciones y los efectos cuadráticos de los factores % ácido cítrico(A), %

$$^{\circ}\text{Brix} = 18.494 - 4.080A - 5.1388B + 2.7367C + 0.960A^2 + 2.944B^2 - 0.140C^2 + 4.811 \times 10^{-15} AB - 1.200AC - 0.667BC \rightarrow (i)$$

$$\text{pH} = 3.5989 + 0.0642A + 0.1583B + 0.6688C - 0.0100A^2 + 0.083B^2 - 0.1325C^2 - 0.1417AB - 0.0125AC - 0.1125BC \rightarrow (ii)$$

$$ML = 4.847 - 3.3333A - 0.2778B - 0.25C + 0.75A^2 - 0.6944B^2 + 0.25C^2 + 0.833AB - 1.387 \times 10^{-17} AC - 2.776 \times 10^{-16} BC \rightarrow (iii)$$

ácido oleico (B) y % quitosano (C). Los modelos ajustados correspondieron a:

- i. El cual explica el 89,73% de la variabilidad de los °Brix con al menos 95% de nivel de confianza.
- ii. El cual explica el 83,66% de la variabilidad de los pH con al menos 95% de nivel de confianza.
- iii. El cual explica el 87,06% de la variabilidad de la presencia y/o ausencia de mohos y levaduras (ML) con al menos 95% de nivel de confianza.

Análisis de perturbación

Con el objeto de observar los efectos de los factores, en el intervalo definido, sobre las diferentes variables respuestas se obtuvieron las gráficas de perturbación; para ello se mantuvieron constantes dos factores, variándose el otro factor dentro del rango del diseño, y se determinó el valor de la variable respuesta. En la figura 1 se observa que los °Brix tiene poca sensibilidad al cambio cuando los factores A (ácido cítrico) y C (quitosano) permanecen

Tabla 1: Definición de Variables, niveles y ensayos de acuerdo con el

Nº de Ensayo	Condiciones para cada Ensayo			Respuesta			
	[] % Acido Cítrico	[] % Acido Oleico	[] % Quitosano	°Brix	pH	Acidez	Mohos y Levaduras
1	0,5	0,4	1,5	17	4,36	0,16812	4
2	2,5	0,4	1,5	17,8	4,29	0,44832	2
3	0,5	1,6	1,5	17,6	4,34	0,29421	2
4	2,5	1,6	1,5	18,4	3,93	0,51837	2
5	0,5	1,0	0,5	16,4	3,97	0,44832	2
6	2,5	1,0	0,5	18	3,73	0,51837	2
7	0,5	1,0	2,5	17,4	4,43	0,25218	2
8	2,5	1,0	2,5	14,2	4,14	0,39228	4
9	1,5	0,4	0,5	15,4	3,95	0,43431	2
10	1,5	1,6	0,5	15	4,14	0,32223	2
11	1,5	0,4	2,5	17	4,21	0,2802	2
12	1,5	1,6	2,5	15	4,13	0,25218	2
13	1,5	1,0	1,5	15,4	4,2	0,30822	2
14	1,5	1,0	1,5	14,5	4,17	0,26619	2
15	1,5	1,0	1,5	14,8	4,22	0,26619	4

cen constantes en determinado valor y se varía el factor B (ácido oleico) dentro del rango experimental. De manera similar se constata el mismo comportamiento para el pH (figura 2); mientras que la sensibilidad al crecimiento microbiano (hongos y levaduras) al cambio de los factores A, B y C es mucho mayor tal y como se aprecia en la

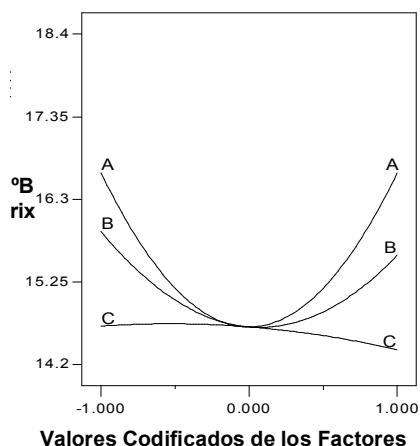


Figura 1: Análisis de la perturbación de cada uno de los factores en la variable respuesta °Brix

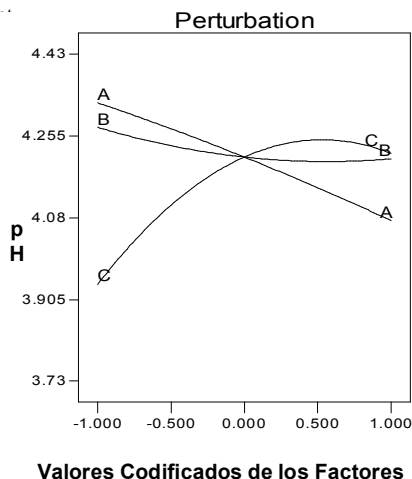


Figura 2: Análisis de la perturbación de cada uno de los factores en la variable respuesta pH

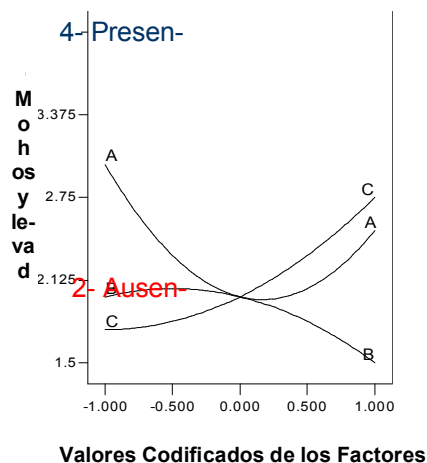


Figura 3: Análisis de la perturbación de cada uno de los factores en la variable respuesta Hongos y Levaduras

figura 3. Superficies de Respuesta y Gráficas de Contorno

De acuerdo al análisis de perturbación el factor que tiene menor influencia sobre las variables respuesta: °Brix, pH, y presencia o ausencia de mohos y levaduras, es el factor B (ácido oleico).

Al observar la figura 4 observaremos que la región óptima se encuentra entre el 2,2 a 1,6% de quitosano en la formación de la película biodegradable y a 0,4 a 0,8% de ácido cítrico para lograr un pH de 4,3.

Se puede apreciar que la superficie de respuesta para los °Brix (figura 5) presenta la forma de una silla de montar experimentando valores mínimos de 14,5 °Brix, para valores de ácido cítrico de 0,9% a 1,2% y 1,9% a 2,1%, quitosano del 1,6% y 2,4%; valores máximos del 18 °Brix se logran al trabajar con cantidades de ácido cítrico correspondientes a 0,4 % a 0,5 % y 2,4 % a 2,5 %. En la figura 6, apreciaremos el comportamiento de las superficies respuesta en el crecimiento microbiano, para evidenciar el efecto de la película biodegradable de quitosano, optamos por trabajar en base a puntajes que nos permitan evidenciar la presencia o ausencia de mohos y levaduras en las muestras experimentales, tomando valores correspondientes a 2 y 4, que nos indican la ausencia y presencia del crecimiento respectivamente.

Optimización mediante la metodología de la función deseada

Para la optimización se tomaron las siguientes restricciones:

1. Factores: Ácido cítrico, ácido oleico y quitosano con los valores entre (-1, 0 +1)
2. Variables respuestas: °Brix (15-16), pH (4-4,5) y Mohos y levaduras (valor de 2 que representa ausencia).

Aplicando la metodología de la función deseada mediante el paquete estadístico Design-Expert 6.04 se obtuvieron dos soluciones cuyos valores son:

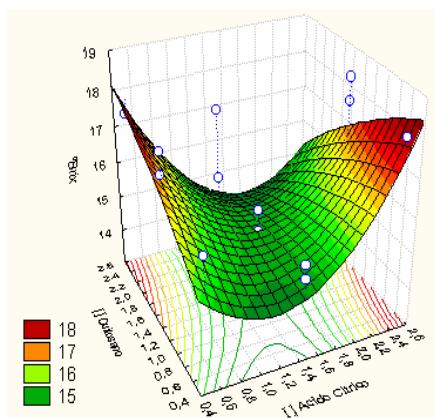


Figura 5: Superficie de Respuesta y Curva de Contorno de los ° Brix en función al ácido cítrico y quitosano
Ácido Oleico = 1.00%

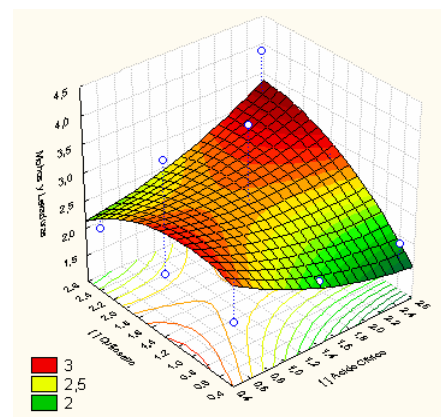


Figura 6: Superficie de Respuesta y Curva de Contorno de presencia de Mohos y Levaduras en función al ácido cítrico y quitosano
Ácido Oleico = 1.00%

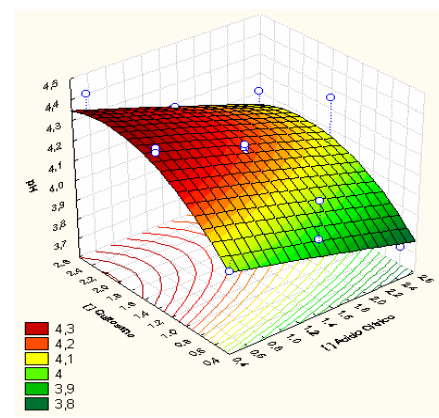


Figura 4: Superficie de Respuesta y Curva de Contorno del pH en función al ácido cítrico y quitosano
Ácido Oleico = 1,00%

Primera solución: Ácido cítrico (1,41%), ácido oleico (0,70%) y quitosano (1,29%) para obtener °Brix 15 %, pH de 4,2 y ausencia al crecimiento de mohos y levaduras (2). El valor de la función deseada es de 0,958.

Segunda solución: Ácido cítrico (1,01%), ácido oleico (1,11%) y quitosano (1,11%) para obtener °Brix 15%, pH de 4,20 y ausencia al crecimiento de Mohos y levaduras (2,05). El valor de la función deseada es de 0.901.

El óptimo para el proceso de conservación del mango mínimamente procesado corresponde a la primera solución ya que el valor de la función deseada es el más cercano a la unidad. Sin embargo, se puede observar que la diferencia entre las dos soluciones es en el % de ácido oleico y % de quitosano, y por lo tanto la decisión final del óptimo depende de consideraciones de costos y de efectos en las características sensoriales del producto.

Por lo que se concluye que las condiciones óptimas de la película comestible son concentración de ácido cítrico 1,41% (p/p), ácido oleico 0,70% (p/p) y quitosano 1,29% (p/p).

DISCUSION

González G. (6), concluye que el uso de las cubiertas de quitosano podría ser una alternativa viable para mantener la calidad y aumentar la vida de anaquel de cubos de papaya, aumentando las posibilidades de comercialización de este fruto, obteniendo mejores resultados a una concentración de quitosano de 2%. Resultados similares obtuvo El-Ghaouth A. (7) para fresas.

El recubrimiento con la película retrasaron el envejecimiento, disminuyeron la oxidación, y protegieron al fruto cortado frente al ataque de mohos y levaduras aumentando así la vida útil del producto (1). En un estudio hecho por El-Ghaouth A. (8), encontraron que cubiertas con concentraciones de 2% de quitosano controlaban mejor la infección por mohos y levaduras en tomates, comparado con las cubiertas de 1% de quitosano. Estos mismos autores observaron que fresas cubiertas con soluciones de 1,5% de quitosano presentaban 60% menos deterioro por mohos y levaduras que el control a los 14 días de almacenamiento. Estos autores atribuyen esos resultados a la combinación de sus propiedades antifún-

gicas y la capacidad de estimular mecanismos de defensa como la activación de quitinasa y la síntesis de fitoalexinas y otros compuestos. Dichas experiencias fueron comprobadas durante el desarrollo de esta investigación tal y como se puede apreciar en la evaluación de cada una de las graficas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Coma V., Martial-Gros A., Garreau S., Copinet A., Salin F., Deschamps A. Edible antimicrobial films based on chitosan matrix. *J. Food Sci.* 2002; 67(3):1162-1169.
2. Campana Filho S.P., Desbrieres J. Chitin, chitosan and derivatives. In: Frollini E., Leão A.L., Mattoso L.H.C. (Ed.). *Natural polymers and agrofibers composites*. São Carlos: Embrapa Instrumentação Agropecuária: USP-Instituto de Química de São Carlos: UNESP-Faculdade de Ciências Agrônomicas, 2000. pp. 41-71.
3. Lawson J., Madrigal J. L. y Erjavec J. *Estrategias Experimentales para el Mejoramiento de la Calidad en la Industria*. 1a ed. México. Grupo Editorial Iberoamérica. 1992.
4. Sundaram R. A. *First Course in Optimization Theory*. 1a ed. London: Cambridge University Press, 1996.
5. Harrington E. C. The experimental design for quadratic response surfaces. *Biometrics* 1965; 15(2):611-624.
6. González G., Monroy I., Goycoolea F., Diaz M., Ayala J. Cubiertas comestibles de quitosano. Una alternativa para prevenir el deterioro microbiano y conservar la calidad de papaya fresca cortada. *Symposium: Nuevas tecnologías de conservación y envasado de frutas y hortalizas. Vegetales frescos cortados*. La Habana, Cuba. 2005.
7. El-Ghaouth A., Arul J., Ponnampalam R. y Boulet M. Chitosan coating effect on storability and quality of fresh strawberry. *J. Food Sci.* 1991; 56:1618-1631.
8. El-Ghaouth A., Ponnampalam R., Castaigne F. y Arul J. Chitosan coating to extend the storage life of tomatoes. *HortSci.* 1992; 27:1016-1018.

E-mail: Williamsscm@hotmail.com
 Lourdes_ep@hotmail.com

INSTITUCIONES ORGANIZADORAS DEL ECI 2005 DE INVIERNO Y SUS REPRESENTANTES

ASAMBLEA NACIONAL DE RECTORES (ANR)

Julia Casas Castañeda

CENTRO DE ESTUDIOS E INVESTIGACIONES EN MEDICINA Y ALTURA (CEIMA), Puno

Raúl Ishiyama Cervantes

COLEGIO DE BIÓLOGOS DEL PERÚ

Flor de María Madrid Ibarra

COLEGIO DE ECONOMISTAS DEL PERÚ

Alfredo Baba Nakao

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ (CIP)

José Baquedano Laynes

Luís Chivilches Ayala

Héctor Curotto Pacheco

ESCUELA SUPERIOR DE GUERRA AEREA DE LA FAP (ESFAP)

Julio Chamorro Flores

INSTITUTO DE FOMENTO DE LAS HABILIDADES PARA EL DESARROLLO (INFOHADE)

Pedro Salcedo Esparza.

INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA DEL CONSUMIDOR Y PROPIEDAD INTELECTUAL (INDECOPI)

Lidia Moreno Moreno

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACION Y CAPACITACION DE TELECOMUNICACIONES (INICTEL)

Maritza Arévalo Olivares

INSTITUTO PERUANO DE ENERGIA NUCLEAR (IPEN)

Alberto Montano Chuqui

Modesto Montoya Zavaleta

INTERNATIONAL POLICE ASSOCIATION (IPA)

Luís Romero Echevarría

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERU

José Carlos Merino

SOCIEDAD FRANCESA DE BENEFICENCIA DE LIMA Y CLINICAS MAISON DE SANTE

Jorge Serquen Jiménez

UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS (UAP)

Grace Carretero Henke

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA (UNI)

Jorge Alva Hurtado

Miguel Risco Castillo

Jesus Velarde Dorrego

Nereyda Carpena Tinoco

Ysabel Monteza Diaz

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO (UNAC)

José Tezen Campos

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERU, Huancayo

Hugo Miguel Miguel

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA DE CHIMBOTE (UNS)

Elza Aguirre Vargas

INFORMACIÓN PARA LOS AUTORES

El artículo para su publicación debe ser original e inédito, estar redactado en castellano, mecanografiado en papel bond A4 en una sola cara a espacio simple, con márgenes de por lo menos 25 mm a los lados y 30 mm en los márgenes superior inferior. La extensión total del manuscrito incluyendo las referencias bibliográficas, no debe ser mayor de seis páginas, en caracteres de 10 puntos en estilo Arial.

El trabajo debe ser entregados al momento de la exposición en el Encuentro Científico Internacional (ECI). Una copia *in extenso* más una copia editable en disco en formato Word y tablas en Excel. Serán seleccionados por el Comité Editorial

Debe cumplir las indicaciones que se mencionan a continuación que corresponde a los artículos experimentales y monográficos.

Estructura de los artículos originales:

1. Investigación *experimental*:
 - A. Título en castellano
 - B. Título en inglés
 - C. Autor(es)
 - D. Institución en donde se realizó la investigación
 - E. Resumen con palabras clave
 - F. Abstract con key words
 - G. Introducción
 - H. Material y métodos
 - I. Resultados
 - J. Discusión
 - K. Agradecimientos (si lo hubiera)
 - L. Referencias bibliográficas
 - M. Dirección del autor

2. Investigación *monográfica o recopilación de información*:
 - A. Título en castellano
 - B. Título en inglés
 - C. Autor(es)
 - D. Institución en donde se realizó la investigación
 - E. Resumen con palabras clave
 - F. Abstract con key words
 - G. Introducción
 - H. Material y métodos (si se utilizó)
 - I. Resultados
 - J. Discusión
 - K. Agradecimientos (si lo hubiera)
 - L. Referencias bibliográficas
 - M. Dirección del autor

El título o grado académico del autor o autores y su afiliación institucional aparecerá en un pie de la primera página del artículo, separado del texto por una línea horizontal.

Toda la numeración y unidades de medida deben ser expresadas de acuerdo al Sistema Internacional de Unidades. El formato de las referencias bibliográficas debe seguir el estilo de Vancouver. En el texto las referencias se numerarán consecutivamente en orden de mención, con un número como súper índice . En ese orden se agrupará en las referencias bibliográficas.

Al final del artículo debe figurar el correo electrónico del autor o de uno de los coautores para fines de correspondencia. Mientras se está considerando para su publicación, el trabajo no podrá ser enviado a otras revistas. Una vez aprobado para la publicación, todos los derechos de reproducción total o parcial pasarán como propiedad de la revista.

Los trabajos seleccionados serán sometidos a revisión y evaluación por pares de la misma área, profesión y especialidad (arbitraje)

La opinión no debe exceder de 500 palabras.

En ningún caso se devolverá el manuscrito ni las copias.