

Barquero Rodríguez, Marco. *Obtención de gelatina utilizando carnaza seca como materia prima. Tecnología en marcha.* Vol 10., no. 4. 1991, p. 84-94.

## OBTENCION DE GELATINA UTILIZANDO CARNAZA SECA COMO MATERIA PRIMA

Marco Barquero Rodríguez\*

### RESUMEN

*En este artículo se estudia el tratamiento de carnaza seca en el laboratorio con el fin de implementar un proceso industrial estandarizado que genere altos rendimientos a bajo costo. Para lograr este objetivo se probó con diferentes enzimas proteolíticas y químicos capaces de exponer la molécula de gelatina para lograr su extracción más fácilmente. Se obtuvo un método óptimo en el cual se combinan enzimas proteolíticas,  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  y HCL.*

### INTRODUCCION

La obtención de gelatina utilizando como materia prima carnaza húmeda es un proceso que ha venido usándose desde 1890. La utilización de carnaza seca<sup>1</sup> con este propósito es más reciente.

Esta materia prima tiene la ventaja, sobre las tradicionales, de que puede ser almacenada largos períodos de tiempo sin deteriorarse. Además por su bajo contenido de humedad, se compra poca agua y mucha materia prima utilizable, con lo que se incrementan los rendimientos obtenidos.

Muchos son los procesos a los que se someten las materias primas para la extracción de gelatina a partir de colágeno y generalmente van acompañadas de un severo tratamiento (Jones, 1970). Sin embargo, la reciente utilización de enzimas proteolíticas ha mejorado mucho los rendimientos.

Uno de los problemas en el proceso de maduración de la materia prima para extraer gelatina es que normalmente se requieren de 2 a 3 meses, según su procedencia y tipo de materia que se va a tratar (Hinterwaddner, 1968).

El proceso normal para la extracción de gelatina partiendo de carnaza seca, incluye los siguientes pasos:

1. **Hidratación:** la carnaza es colocada en tanques que contienen agua con el fin de suavizarla.
2. **Picado:** la carnaza es cortada en dimensiones apropiadas para su manejo.
3. **Maduración:** la carnaza es colocada en tanques que contienen cal y agua para lograr la exposición de la gelatina.
4. **Lavado:** la carnaza madura es lavada abundantemente con el fin de eliminar el remanente de cal.
5. **Extracción:** la carnaza es pasada a tanques de acero inoxidable donde, a temperaturas de 55°C, es extraída la gelatina.
6. **Evaporación:** es el proceso por el cual la gelatina es concentrada mediante la eliminación de agua.
7. **Enfriamiento y corte:** la gelatina obtenida es pasada a un cuarto frío en donde, a temperaturas de 6°C, adquiere una estructura sólida.
8. **Premolido:** la gelatina es molida para tener una granulación que permita el secado.
9. **Secado:** es la extracción del exceso de agua en una cama de secado.
10. **Molido:** la gelatina, una vez seca, es molida hasta un polvo fino.

En División Gelatinas (ubicada en Quircot, Cartago, Costa Rica) de la Cooperativa de Montecillos R.L. (Coopemontecillos) se realizó una investigación para obtener gelatina de alta calidad partiendo de carnaza seca como materia prima y establecer un proceso productivo que se desarrolle en tiempos óptimos.

\* Biólogo. Labora en Investigación y Desarrollo, Coopemontecillos.

El proceso desarrollado en este trabajo requirió gran cantidad de pruebas para alcanzar los objetivos propuestos.

La verificación de los resultados incluyó: prueba de bloom<sup>2</sup>, pH, color, olor y transparencia de los productos finales.

Se usaron enzimas, ácidos y bases fuertes en diferentes concentraciones y tiempos de maduración partiendo del proceso diseñado por el doctor Schenus (1970).

## MATERIALES Y METODOS

Se partió de un proceso base inicial (PBI), que fue modificado según los resultados de las pruebas. Con todos los procesos que se diseñaron se actuó de la misma manera, hasta obtener un proceso definitivo que pudiera aplicarse industrialmente.

Todos los procesos y análisis fueron efectuados en laboratorio.

**Proceso Base Inicial (PBI):** compuesto de los siguientes pasos:

1. La carnaza seca es hidratada durante 2 días
2. La carnaza es picada en pedazos de 10 a 15 cm<sup>2</sup>
3. Se toman porciones de 250 a 500 gramos de carnaza y se colocan en frascos de medición de 1000 ml. Cada porción corresponde a un tratamiento según el producto con que la carnaza es madurada.

4. Una vez que la carnaza exhibe condiciones para la extracción de gelatina es lavada y acidulada a pH 2, para luego extraerse con el proceso normal.
5. Realizada la extracción se somete el producto a los respectivos análisis para corroborar o modificar el proceso.

Con base en los resultados obtenidos en los cinco procesos iniciales, se diseñaron los procesos 6 y 7 y el proceso definitivo.

Se siguieron los pasos del proceso base inicial (PBI) con excepción de que luego del paso 2 (picado de la carnaza), ésta fue tratada con HCl 36% a 5% V/V, durante 5 días.

### Proceso definitivo

1. La carnaza es hidratada durante 2 días.
2. La carnaza es picada en pedazos de 10 a 15 cm<sup>2</sup>
3. Durante 5 días la carnaza hidratada y picada es tratada con HCl 36% a 5% V/V.
4. La carnaza es lavada profundamente durante 3 horas y luego colocada a madurar con esperase 0,2% V/V y Ca(OH)<sub>2</sub> 2,5% P/V, hasta que exhiba condiciones de extracción.
5. Una vez completado el proceso de maduración, la carnaza es lavada profundamente durante 2 horas y acidulada con HCl 36% a 5% V/V, durante dos horas.
6. Posteriormente se extrae con el proceso normal.

CUADRO 1. Productos utilizados en la maduración de carnaza y su proporción en cinco tratamientos para la producción de gelatina.

PRODUCTOS PARA MADURACION CARNAZA	PROC 1	PROC 2	PROC 3	PROC4	PROC5
Alcalaza	10%V/V	5%V/V	2,5%V/V	1%V/V	0,5%V/V
Neutrasa	10%V/V	5%V/V	2,5%V/V	1%V/V	0,5%V/V
Esperase	10%V/V	5%V/V	2,5%V/V	1%V/V	0,5%V/V
Corolase	10%V/V	5%V/V	2,5%V/V	1%V/V	0,5%V/V
HCl 36%	10%V/V	5%V/V	2,5%V/V	1%V/V	0,5%V/V
NaOH	10%V/V	5%V/V	2,5%V/V	1%V/V	0,5%V/V
Ca(OH) <sub>2</sub>	10%P/V	5%P/V	2,5%P/V	1%P/V	0,5%P/V

PROC: PROCESO

V/V: VOLUMEN POR VOLUMEN

P/V: PESO POR VOLUMEN



CUADRO 2. Productos utilizados en la maduración de carnaza y su proporción en dos tratamientos para la producción de gelatina.

PRODUCTOS PARA LA MADURACION DE CARNAZA	PROCESO 6	PROCESO 7
HCl 36%	5% V/V	5% V/V
	2,5% V/V	2,5% V/V
Ca(OH) <sub>2</sub>	5% P/V	2,5% P/V
	2,5% P/V	
Esperase	0,5% V/V	0,2% V/V
Esperase	0,2% V/V	0,2% V/V
+	+	+
HCl 36%	2,5% V/V	2,5% V/V
Esperase	0,2% V/V	0,2% V/V
+	+	+
Ca(OH) <sub>2</sub>	2,5% P/V	2,5% P/V

V/V: volumen por volumen

P/V: peso por volumen

Al ser aplicado este método en un proceso semiindustrial, dio resultados positivos.

## DISCUSION

En el desarrollo de este trabajo se observa que las concentraciones altas de enzimas proteolíticas producen una exposición muy rápida de elementos mucilaginosos que no son gelatina, posiblemente mucopolisacáridos (Ward, 1977).

Las enzimas proteolíticas alcalaza, neutrasa y corolase aún en concentraciones bajas, no tuvieron efectos positivos en la obtención de gelatina. Posiblemente el colágeno (molécula antecesora de la gelatina) por la acción de la enzima presente en el medio lo hidroliza y no se logra posteriormente obtener gelatina o bien se rompen los enlaces peptídicos de la gelatina que intenta formarse.

Tales apreciaciones no han sido expuestas en la literatura especializada, por lo que es una hipótesis formulada en la que no hay trabajos bioquímicos corroborativos.

La esperase utilizada en concentraciones bajas, menores a 1% V/V da resultados positivos con un tiempo de maduración adecuado. Sin embargo, los

resultados con la aplicación de esperase sola, no son óptimos por cuanto el tiempo de maduración requerido es muy largo para obtener bloom alto (mayor a 240).

La Figura 1, tratamiento con esperase, evidencia esta situación. Observamos que, a una concentración de 1% V/V el bloom es bajo, aumentando conforme baja la concentración de enzima y los días de maduración. Lo óptimo es a 0,2% V/V y 50 días de maduración.

Esto indica que la concentración enzimática y los días de maduración son determinantes en la obtención de gelatina de alto bloom, o bien ayudan de manera importante al acondicionamiento adecuado de la carnaza.

Respecto a la Figura 2, tratamiento con HCl 36% V/V, vemos que a una concentración de 5% y 2,5% V/V y 30 días de maduración los resultados son positivos pero no óptimos. Concentraciones inferiores a 2,5% V/V dan resultados despreciables para la obtención de gelatina y concentraciones mayores a 5% V/V no dan resultado alguno.

Sin embargo, se pudo observar que la carnaza tratada con HCl 36% V/V presenta una limpieza y un hinchamiento notorio, que sin duda son beneficiosos en el proceso de maduración.

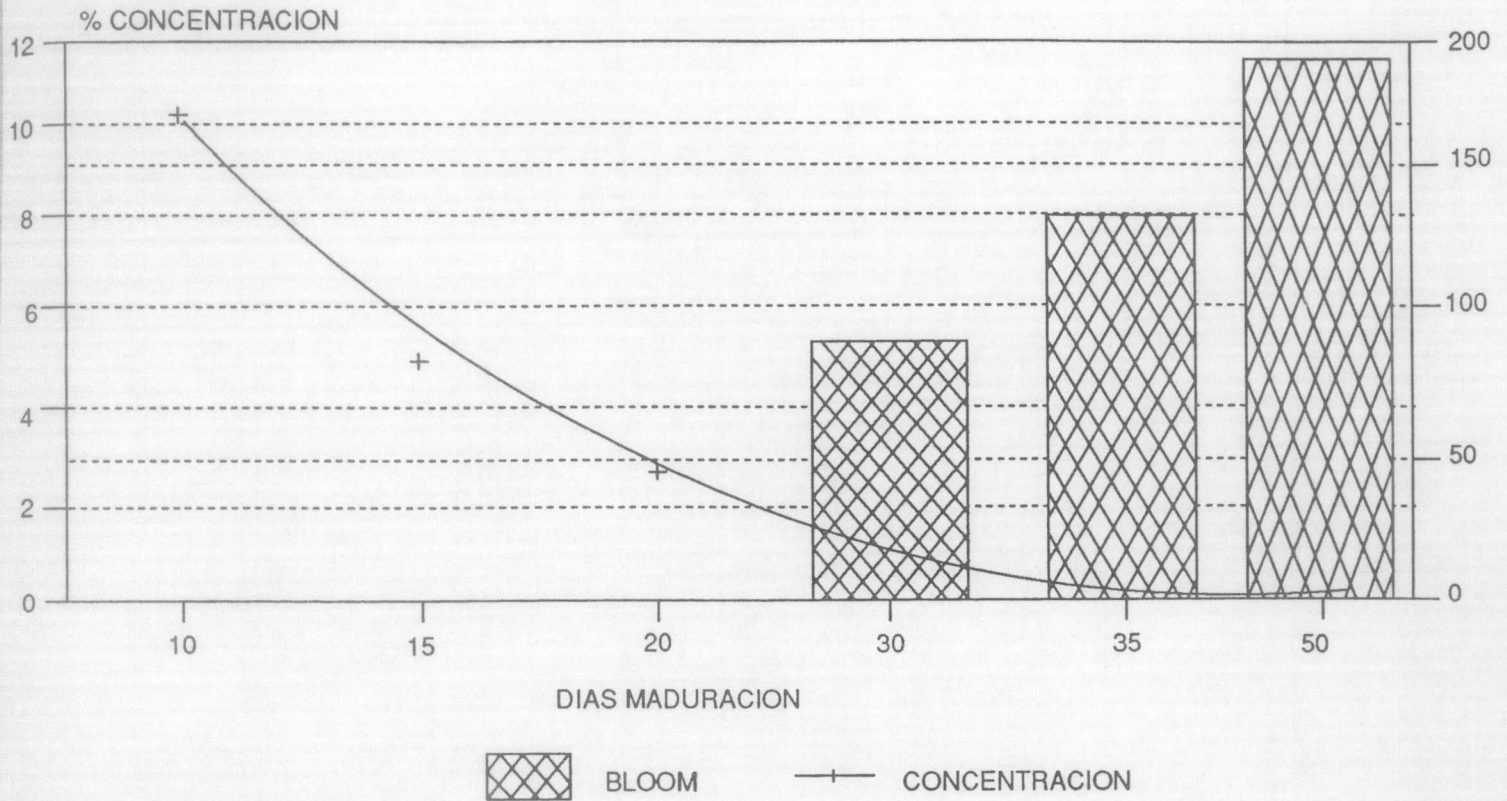


FIGURA 1. Relación de bloom, concentración y maduración de carnaiza tratada con ESPERASE.

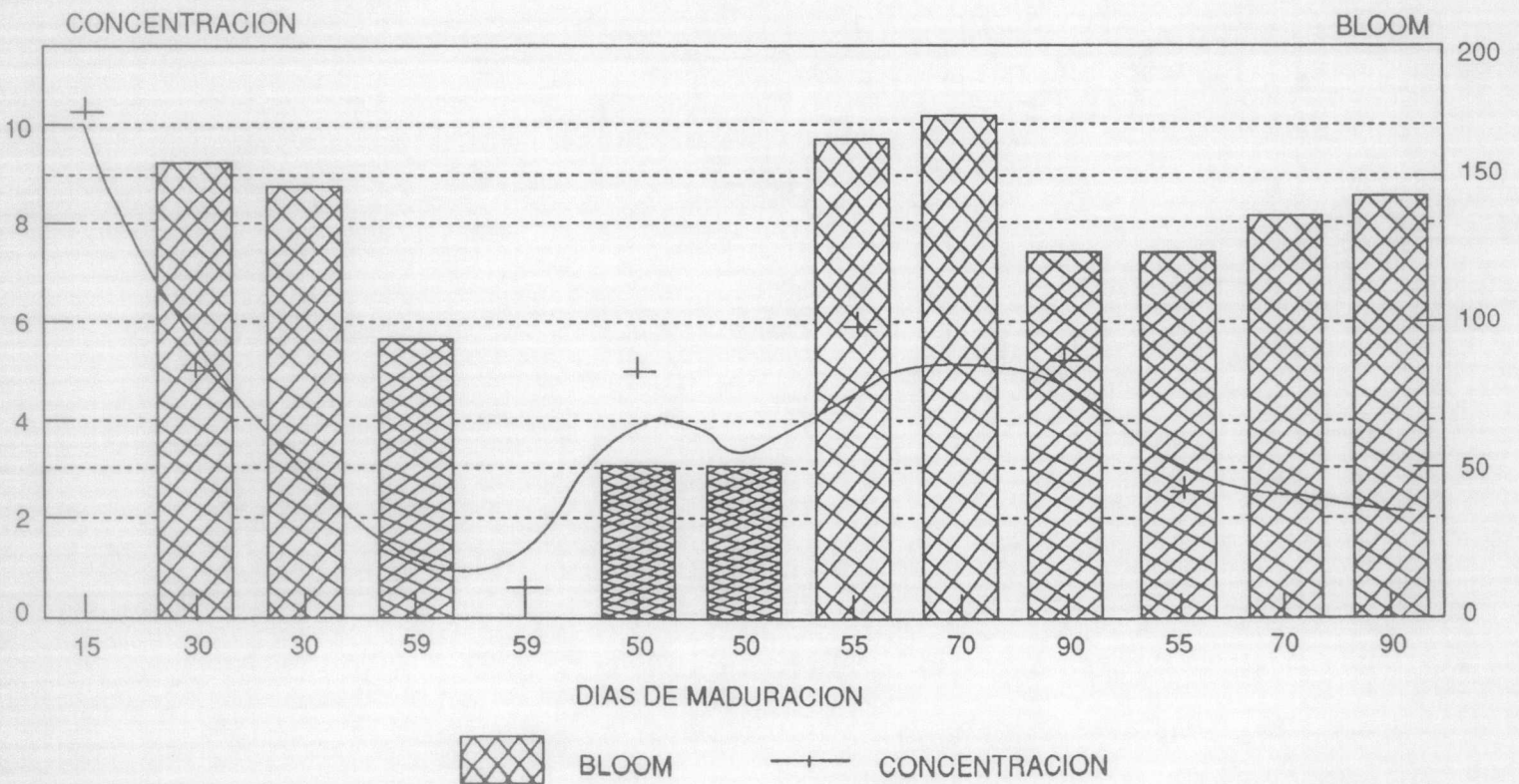


FIGURA 2. Relación de bloom, concentración y maduración de carnaiza tratada con HCl 36%.



La Figura 2 refleja que con una concentración de HCl 36% de 2,5 o 5% V/V, con igual cantidad de días de maduración los resultados son prácticamente iguales. El bloom decae a concentraciones menores a 2,5% V/V aún madurando largos períodos, y con concentraciones mayores a 5% V/V no se genera bloom.

La Figura 3, tratamiento con  $\text{Ca(OH)}_2$ , muestra que ante concentraciones de 5% V/V con 40 días de maduración el bloom es bajo. En concentraciones mayores no generó resultados positivos. A 2,5% P/V los bloom obtenidos no son significativamente diferentes, aún con muchos días de maduración (entre 93 y 143).

Como producto de los análisis realizados a las sustancias en que se maduró la carnaza, se diseñaron procesos con las sustancias que exhibían mejores resultados y éstas se combinaron en el proceso de maduración. Así los mejores resultados se obtuvieron con la combinación de esperase 0,2% V/V y  $\text{Ca(OH)}_2$  2,5% P/V (Figura 4), que fue el tratamiento recomendado para el proceso definitivo.

CONCLUSIONES

- La única enzima que se puede utilizar en la maduración de la carnaza es esperase.
- El proceso alcalino y el ácido pueden recombinarse en la maduración y extracción de gelatina.
- La utilización de HCl favorece el hinchamiento y facilita la limpieza de la carnaza.
- El  $\text{Ca(OH)}_2$  ayuda al acondicionamiento de la carnaza y la esperase interviene para acortar los períodos de maduración.

NOTAS

1. CARNAZA SECA.  
Consiste de recortes de cuero apelmbrado, puestos a secar al aire libre, hasta obtener una materia quebradiza y áspera que puede ser almacenada y luego procesada.
2. BLOOM.  
Una muestra de gelatina de 7,5 gramos se disuelve en agua hasta obtener 7,5% de sólidos, luego se toma una alícuota de 105 cm<sup>3</sup> y se enfría en baño de maría a 10 grados centígrados durante 17 horas para posteriormente leer el grado de gelificación en gelómetro.

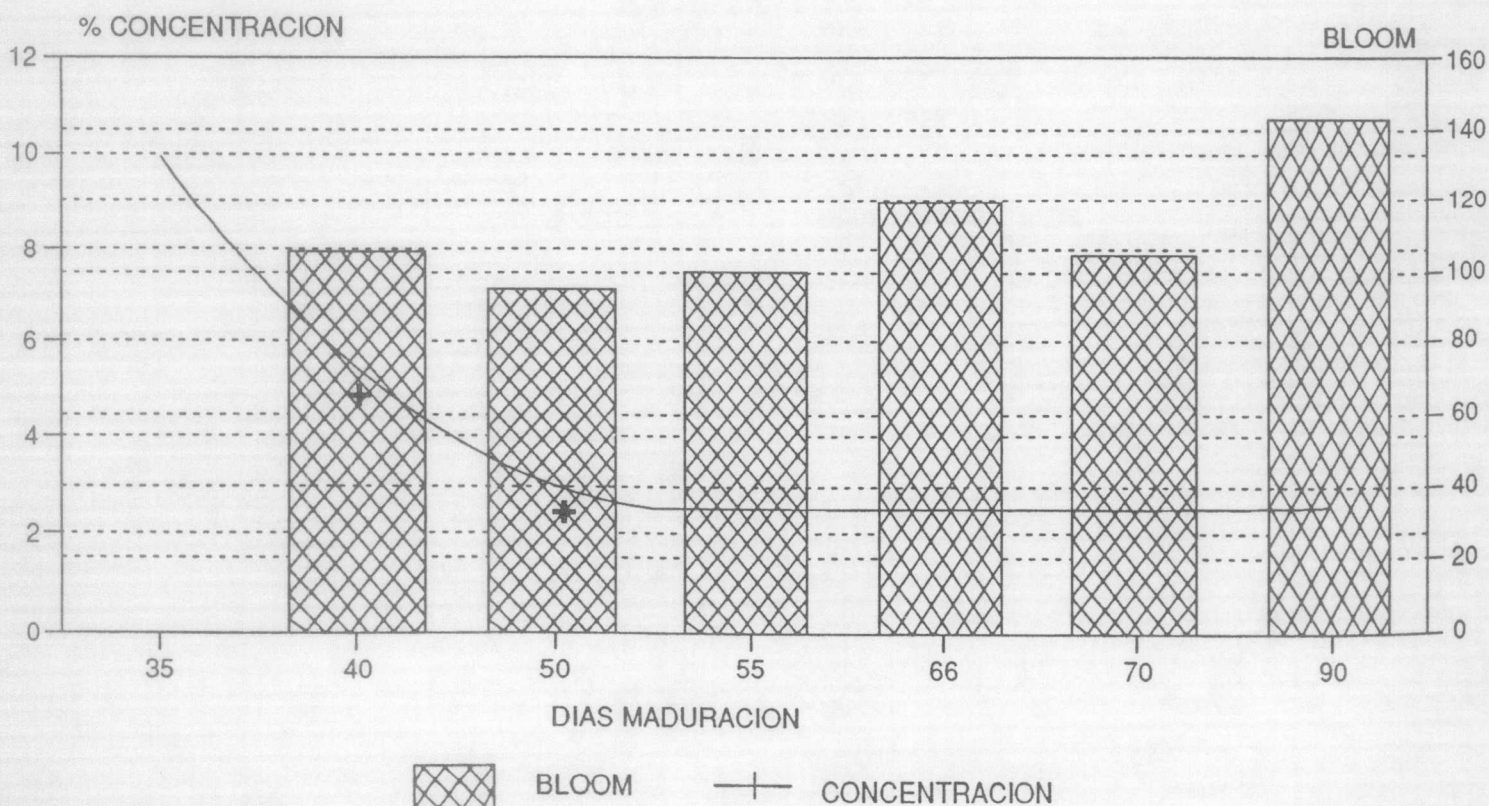


FIGURA 3. Relación de bloom, concentración y maduración de carnaza tratada con  $\text{Ca(OH)}_2$ .

3  
2  
2  
1  
1  
  
LI  
Fu  
Gé  
Gé  
He  
Hii  
Cc  
Jo

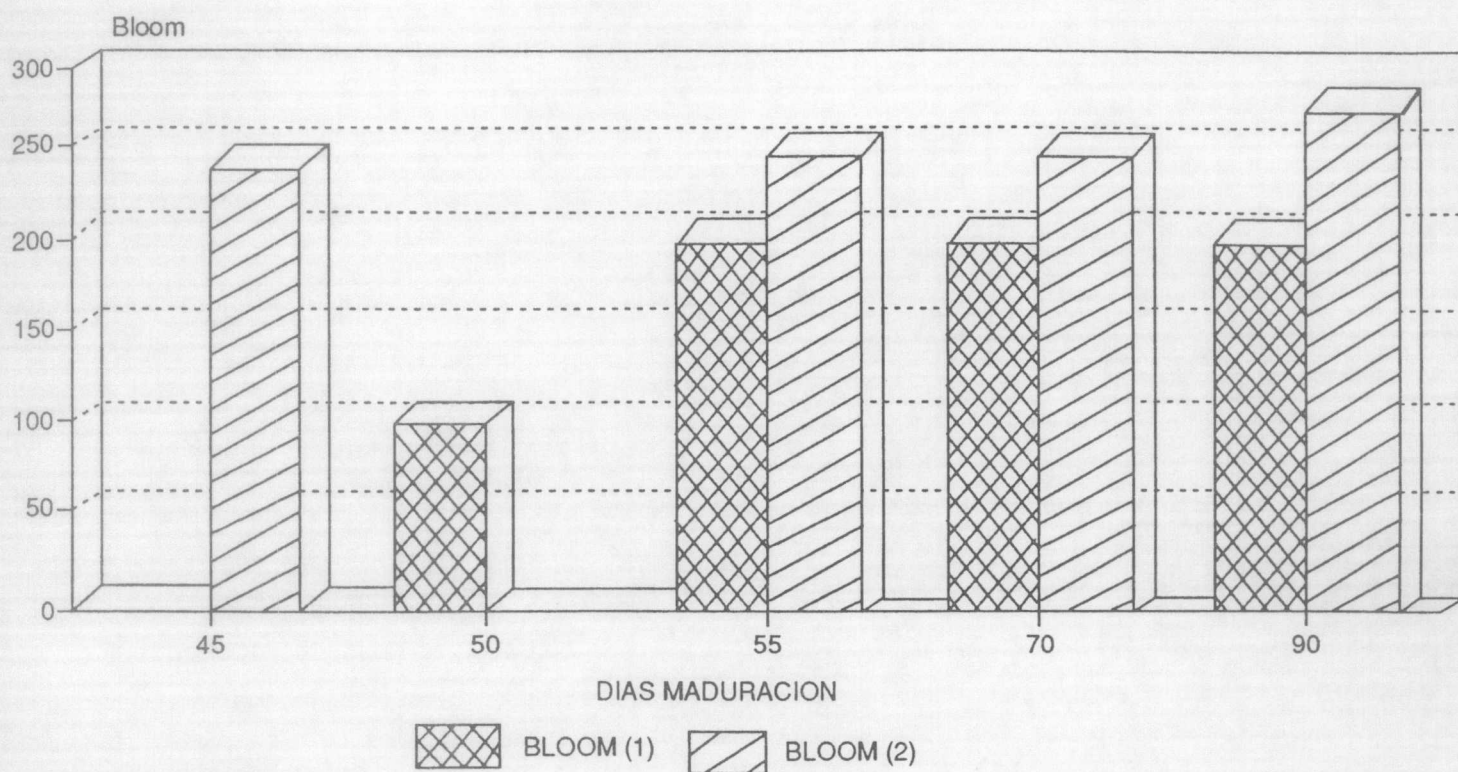


FIGURA 4. Relación de bloom y maduración con (1) ESPERASE 0,2% V/V + HCl 2,5% V/V (2) ESPERASE 0,2% V/V + Ca(OH)<sub>2</sub> 2,5% P/V.

## LITERATURA CONSULTADA

Fuji, T. *An Enzymatic Method of Producing Gelatin*. **Bull. Soc. Sci.** 16. Japan. 1966.

*Gelatin, how is made. Process Advances*. **Food Engineering**. November 1967.

Gelatin Manufacturers Institute of America. **Standard Methods for the Sampling and Testing of Gelatin**. New York. 1962.

Hermann, P. *Production of Gelatin from Cattle Bones*. **Food Engineering**, September 1979.

Hinterwaldner, R. *Technology of gelatin manufacture*. In: Ward A, and Courter, A. **The science and technology of gelatin**. London: Academic Press, 1977. p. 315-361.

Costa Rica. Ministerio de Economía Industria y Comercio. **Norma Oficial para Gelatina Comestible**. 1981.

Jones, R.R. *Gelatin Manufacture*. **Process Biochemistry**. December 1970.

Nishihara, T. and Miyata, T. *The effects of proteases on the soluble and insoluble collagen and the structure of insoluble collagen fibre*. **Annual Report of Nippon Hikaku Kenkyujo**. num 10. 1962.

Petersen, B. R. **Production of protein hidrolyzates from certain animal protein sources**. Novo Industry. Enzymes Process Division. 1978

Schinus, Freddy. **Preparación de la gelatina para la fábrica Colabono**. Cartago 1970 (documento interno)

U.S.P.2,400,375. **Cleaning of gelatin**. Appl.: Eastman Kodak Comp.

Viro, F. **Gelatin**. Kind and Knox Division of Knox Gelatin. USA.

Ward, a and Courty, A., **The science and technology of gelatin**. London: Academic Press, 1977.



## INDICE ACUMULATIVO (vol. 7- vol. 10)

En este número de TECNOLOGIA EN MARCHA entregamos un índice acumulativo de los artículos aparecidos desde el volumen 7 hasta el volumen 10. El índice se presenta por dos puntos de acceso: materia y autor de los artículos. Se ofrece la información completa para localizar los artículos, excepto para los coautores, en cuyo caso se refiere al lector al primer autor mencionado en el artículo.

### INDICE POR MATERIAS

#### ADMINISTRACION AGROPECUARIA

Mecanismos para la identificación y selección de tareas y subtareas en ocupaciones agrícolas. 10 (4)

#### ADMINISTRACION DE AEROPUERTOS

Una nueva terminal de carga en el Aeropuerto Juan Santamaría. 9 (1) p. 61-68

#### ADMINISTRACION DE UNIVERSIDADES

La autonomía universitaria, la comunidad y la toma de decisiones en las instituciones de educación superior. 7 (4) p. 7-17

#### AGRONOMIA

Consecuencias económicas del uso de aguas contaminadas en la producción de tomate (*Lycopersicon esculentum*). 9 (2) p. 31-37

Efecto del espaciamiento sobre el rendimiento y calidad del ñampí. 9 (3) p. 34-44

Efecto económico del uso de aguas contaminadas en la producción de cebolla (*Allium cepa*) y el tomate (*Lycopersicon esculentum*). 7 (4) p. 23-33

Evaluación de ocho variedades de camote (*Ipomoea batata* Lam) en San Carlos, Costa Rica 10(1) p.31-40

Leguminosas forrajeras tropicales. 10 (1) p. 46-56

#### AGUAS MINERALES-COSTA RICA

Cotter, George. Aguas minerales de Costa Rica: evaluación y perspectivas. 8 (1) p. 3-9.

#### CIENCIA, ETICA Y TECNOLOGIA

Cuando se habla de ciencia, tecnología y desarrollo, ¿de qué se está hablando? 7 (4) p. 3-6

De la necesidad de un código internacional de ética de la tecnología y la tecnología que necesitamos 10 (4)

Desarrollismo tecnológico: una visión equivocada de progreso. 8 (4) p. 3-16

El argumento tecnológico, la tecnología perniciosa y la ética. 9 (3) p. 3-7

Para una desmitificación de la ciencia. 7 (2) p. 19-25

Recordando a Bhopal. 9 (3) p. 8-14

Un pseudoproblema ético. 10(1) p. 78-80

#### COMBUSTIBLES

Diseño de un equipo para evaluación de mezclas combustibles. 8 (2-3) p. 71-75

#### COMPUTACION

Diseño de computadoras. 9 (4) p. 9-15

La computadora como herramienta educativa. 9 (4) p. 3-7

La plausibilidad de los diseños de sistemas computacionales. 9 (2) p. 3-15

Los avances en tecnología de almacenamiento óptico. 9 (4) p. 59-73

Optimizando el acceso a los directorios de la microcomputadora. 9 (4) p. 25-28

Redes locales. 9 (4) p. 36-43

Sistemas operativos de redes de área local. 9 (4) p. 44-50

UNIX = ¿una opción? 9 (4) p. 29-35

### CONTAMINACION AMBIENTAL

Calidad sanitaria de las aguas de la playa de Limón en el período 1981-1984. 8 (2-3) p. 15-22

Codificación de la calidad de agua de la cuenca del Río Grande de Tárcoles, Costa Rica. 9 (2) p. 55-60

Comportamiento de la carga orgánica en la cuenca 24: Virilla-Tárcoles, Costa Rica. 7 (3) p. 27-34

Contaminación de las aguas superficiales de la cuenca 24: Grande de Tárcoles. 7 (2) p. 37-44

Criterios bacteriológicos y calidad sanitaria de las aguas de las playas de Costa Rica. 9 (3) p. 45-59

Desechos de café y su impacto sobre la sub-cuenca Bermúdez. 8 (2-3) p. 23-28

Disposición de los desechos sólidos en la subregión de Heredia. 9 (3) p. 68-77

Distribución estacional de la carga contaminante a lo largo del cauce del Río Grande de Tárcoles 10 (3) p. 35-43

Eutrofización del Río Grande de Tárcoles. 7 (1) p. 11-17

Evaluación preliminar del Río Tiribí, período 1981-1982. 8 (2-3) p. 47-51

Producción de desechos por las empresas localizadas en el Parque Industrial de Heredia y sus alrededores 10(1) p. 61-67

Un modelo cuatrimestre-bimestre para estimar la variación de la carga orgánica en aguas superficiales. 8 (2-3) p. 37-46.

### CONTAMINACION DE ALIMENTOS

Calidad bacteriológica del hielo en Costa Rica 10 (4)

El grupo coliforme: importancia como indicador sanitario en los abastecimientos de aguas de consumo humano 10(1) 68-77

Residuos de plaguicidas en alimentos: aspectos introductorios 10 (4)

### CONTROL DE CALIDAD

Calidad y productividad: estrategia para el desarrollo. 10 (2) p. 43-46

Cómo realizar una prueba de bondad de ajuste para las distribuciones de probabilidad Gamma y Beta. 10 (2) p. 13-19.

Control total de calidad: concepto y requisitos. 10 (2) p. 31-35

Diseño de un sistema de control de calidad. 7 (2) p. 45-48

Esquema para un sistema de control de calidad en industrias alimentarias. 10 (2) p. 37-41

Gráficos de control para variables multivariadas. 10 (2) p. 9-12.

Principios y condiciones para calidad de diseño en procesos de ensamble. 10 (2) p. 21-24

Un modelo estadístico para evaluar cambios en un proceso de control de cantidad en productos alimenticios. 7 (3) p. 35-37.

Uso del método de Taguchi para incrementar la resistencia del pegamento RTV en operaciones de adherencia de partes y componentes 10 (2) p.3-7

### CRIPTOGRAFIA

Seguridad en la transmisión de la información: la criptografía. 9 (4) p. 51-58

### DISEÑO DE SISTEMAS

Diseño de sistemas: una integración de análisis y síntesis 10 (3) p. 91-94

### ECOLOGIA

Un ejemplo de simbiosis: la hormiga y el cornizuelo. 7 (2) p. 49-50

### ECOLOGIA MARINA

Arrecifes artificiales. 7 (1) p. 25-28

### ECONOMETRIA

Análisis cuantitativo en la planificación agropecuaria con énfasis en el enfoque econométrico. 7 (3) p. 13-18.

### EDUCACION EN CIENCIA Y TECNOLOGIA

Crítica al modelo ortodoxo de la enseñanza de la ingeniería e ideas para su modificación 10(1) p. 3-16

Educación, ciencia y tecnología en América Latina. 7 (2) p. 3-17

### ESPECIES FORESTALES

Estudio de la fenología de *Enterolobium cyclocarpum* (Jacq) Griseb en la Vertiente del Pacífico en Costa Rica 10 (4)



Estudio de la viabilidad y porcentaje de germinación de la semilla de *Enterolobium cyclocarpum* (Jacq) Griseb. 9 (2) p. 39-41

Estudio preliminar sobre autoecología de *Vochysia hondurensis*. 10 (3) p. 29-34

Prueba preliminar de propagación por acodos en jaúl (*Alnus acuminata* H.F.K.). 9 (1) p. 57-60

#### FUENTES DE ENERGIA

El residuo de los ingenios de azúcar como fuente de energía. 7 (4) p. 19-22

#### GANADO LECHERO

Cantidad de servicios por concepción en dos grupos raciales de ganado lechero. 8 (2-3) p. 9-13

Edad al primer parto para ganado lechero. 8 (2-3) p. 3-7

#### GEOLOGIA

Análisis preliminar de la amenaza y vulnerabilidad potenciales generadas por el Río Reventado y el deslizamiento de San Blas, Cartago, Costa Rica. 9 (1) p. 19-37

Características geológicas de la Estación Biológica La Selva, Costa Rica 10 (3) p. 11-22

Los deslizamientos del 10 de julio en el Cerro Doán. 9 (3) p. 15-25

#### INGENIERIA ELECTRICA

Planeamiento de la incorporación de energía eoloeléctrica a la red pública 10 (4)

#### INGENIERIA EN MADERAS

Análisis de resistencia en tres tipos de juntas utilizadas en la construcción de muebles. 7 (2) p. 51-56

Evaluación de inversiones en la industria de la madera. 10 (3) p. 53-64

Extracción de madera con bueyes y procesamiento con aserradero portátil de cinta. 10 (3) p. 45-52

#### INGENIERIA FORESTAL

Criterios de selección de sitios para el establecimiento de viveros forestales en Costa Rica. 8 (2-3)p. 53-58

Efecto de enmiendas orgánicas en viveros forestales 10 (3) p. 65-74

Estrategias a corto plazo de producción de semilla mejorada genéticamente para la reforestación en Costa Rica. 10 (4)

Factores ambientales y el crecimiento de cinco especies forestales en Costa Rica. 8 (1) p. 27-33

#### JACINTO DE AGUA

El uso del lirio acuático en el Instituto Tecnológico de Costa Rica 10 (3) p. 23-28

Uso del jacinto de agua (*Eichornia crassipes*) para la depuración de aguas contaminadas con cromo. 7 (1) p. 19-23

#### LLUVIA ACIDA

Acidez del agua de lluvia en la ciudad de San Ramón, Alajuela, Costa Rica, 1983-1985. 9 (3) p. 61-67

#### MANGLARES - COSTA RICA

Regeneración natural en una zona deforestada del Manglar de Mata de Limón, Puntarenas, Costa Rica. 10 (3) p. 3-10

#### MATEMATICA

Productos generalizados de funciones analíticas 10 (3) p. 75-89

#### OCEANOGRAFIA

La circulación de las mareas en el Golfo de Nicoya 10 (4)

La predicción continua de las mareas en Puntarenas para los años 1983-1990. 7 (1) p. 29-32

#### OLEODUCTOS

Proyección de oleoducto. 9 (3) p. 78-80

#### PALEONTOLOGIA

Los mastodontes en el Nuevo Mundo y el problema de su taxonomía: una perspectiva arqueológica para América Central. 9 (2) p. 61-76

#### PESCA-COSTA RICA

La organización de la actividad pesquera en Costa Rica. 8 (1) p. 15-21

Piscicultura marina: una opción para el pescador artesanal. 7 (2) p. 27-36

**PICADO TWIGHT, CLODOMIRO**

El legado de Clodomiro Picado: hacia un estilo integral humanista en la investigación científica y tecnológica. 9 (1) p. 3-8

**PISCICULTURA**

El ácido ascórbico (vitamina C) un factor importante en el diseño de dietas para truchas (*Salmo gairdneri*) 8 (1) p. 23-26

Análisis económico del cultivo de tilapia (*Tilapia nilotica*) en jaulas flotantes con el fin de obtener un tamaño ideal para enlatado. 9 (2) p. 48-54

**PRECIOS DE HORTALIZAS-COSTA RICA**

Análisis sobre la estacionalidad de precios al por mayor de diecinueve hortalizas en Costa Rica. 7 (3) p. 3-11

**PRESERVACION DE MADERA**

Evaluación y uso de dos especies forestales aptas para postes rollizos tratados con xilocron (CCB) por inmersión. 8 (2-3) p. 59-70

Prueba suelo-bloque para determinar la actividad de aceites piroleñosos como preservantes para maderas 10 (1) p. 57-60

**PRODUCCION INDUSTRIAL**

Automatización industrial 10 (1) p. 27-30

Búsqueda de un valor apropiado para la constante de suavización exponencial. 8 (2-3) p. 78-80

Clasificación de materiales: procedimiento computarizado. 8 (1) p. 35-38

Cómo minimizar los costos en el manejo de materiales. 9 (2) p. 23-24

Diseño y evaluación de un sistema de manufactura mediante simulación 10(1) p. 17-26

La gerencia y los sistemas de producción. 10 (2) p. 25-30

Planeación de la producción mediante programación lineal. 9 (2) p. 16-21

Políticas óptimas de reabastecimiento: procedimiento computarizado. 7 (4) p. 35-37

Tiempos estándares mediante microcomputadoras: la aplicación de las microcomputadoras a la medición del trabajo. 7 (1) p. 3-10

**PURIFICACION DEL AGUA**

Remoción de hierro total en los procesos de floculación, sedimentación y filtración. 8 (1) 11-14

**SAN JOSE-DESARROLLO URBANO**

Ciencia y tecnología: desafío y exigencias de la capital costarricense. 9 (2) p. 25-30

**SISTEMAS EXPERTOS**

Sistemas expertos. 9 (4) p.16-24

**SISTEMAS EXPERTOS EN CONSTRUCCION**

Sistemas expertos: aplicaciones en construcción. 9 (1) p. 9-17

**TECNOLOGIA DE ALIMENTOS**

Confiabilidad de los resultados de la estimación de un tipo de factores en el análisis de calidad comercial del arroz elaborado 10(1) p. 41-45

Efecto de la altitud sobre la determinación del tiempo de cocción del frijol (*Phaseolus vulgaris*). 7 (1) p. 33-34

Efecto de la temperatura de secado y de la humedad final sobre el porcentaje de grano quebrado en muestras de arroz procesadas en el laboratorio. 10 (3) p. 95-99

Método simplificado para el análisis de aflatoxinas en maíz blanco. 9 (2) p. 42-47

Obtención de gelatina utilizando carnaza seca como materia prima 10 (4)

Propuesta de una metodología para determinar la calidad comercial del arroz y del frijol. 9 (3) p. 27-33

Relación entre la temperatura de secamiento y los cambios en el tiempo de cocción del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) durante el almacenamiento. 10 (4)

**VULCANOLOGIA**

La catástrofe del Volcán Nevado del Ruiz (1985), Colombia: una perspectiva hacia la realidad volcánica en Costa Rica. 9 (1) p. 39-55

**YACIMIENTOS DE CAOLIN-COSTA RICA**

Estudio de las propiedades físico-químicas y comportamiento tecnológico de un yacimiento caolinítico de Tablón de Cartago. 7 (3) p. 19-25