

O/H. 12242
PMD

46792

PROVINCIA DE CORRIENTES

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

DESARROLLO Y ESTANDARIZACION DE
TECNOLOGIAS PARA LA PRODUCCION DE
ALIMENTOS PARA PECES Y PRODUCTOS
PESQUEROS CON AÑADIDO DE VALOR

ICD los tone rucas
INFORME FINAL

(Gonzalez
Arzoo)

JUNIO DEL 2006



Experto:

Santiago Panné Huidobro

Colaboradores:

Gustavo Wicki

Emilio Manca

Adriana Fernandez Herrero

Marcela Alvarez

Fernando Rossi

Sebastián Martin

Indice Temático

1.0 Puesta a Punto de las Metodologías para Desarrollo de Ensilados Biológicos	2
1.1 Introducción	3
1.2 Materiales y métodos	12
1.3 Resultados	18
1.4 Conclusiones	36
2.0 Estandarización de la Tecnología de Ahumados y Desarrollo de Patés Ahumados	37
2.1 Introducción	38
2.2 Materiales y métodos	41
2.3 Resultados	47
3.0 Informe sobre el Taller Teórico Práctico	50
Referencias bibliográficas	53

**1- PUESTA A PUNTO DE LAS METODOLOGIAS
PARA EL DESARROLLO DE ENSILADOS
BIOLOGICOS**

1- PUESTA A PUNTO DE LAS METODOLOGIAS PARA EL DESARROLLO DE ENSILADOS BIOLÓGICOS

1.1 Introducción

La obtención de proteínas de bajo costo para la producción de alimentos balanceados para peces y otros animales constituye actualmente una problemática a nivel mundial. Uno de los aspectos más importantes en la producción de peces de cultivo es su dieta, tanto desde el punto de vista de su costo como de su influencia en la calidad del producto. El componente más importante es la proteína, que representa el ingrediente más caro en las dietas y su excreción es responsable por la sobrecarga de nitrógeno en el medio ambiente. En dietas para peces los valores de proteína son superiores a los requisitos en cría de aves y mamíferos. Se estima que un 14% de la proteína utilizada en la producción de estos animales proviene del pescado (Venugopal1995).

La sobreexplotación de los recursos pesqueros constituye actualmente un gran problema, ya que sólo un 50-60% de las capturas son utilizadas para consumo humano. El procesamiento del pescado para consumo humano tiene un rendimiento aproximado de un 40% y en algunos casos más del 40% de los desembarcos son descartados, representando un significativo impacto económico, tanto por los costos como por los problemas asociados a la disposición de tales desechos. Para el año 2010, se estima que se procesarán globalmente entre 80 y 105 millones de toneladas de peces y moluscos. Algunos de los subproductos serán utilizados, pero una gran cantidad de los mismos serán descartados, totalizando, según FAO (2005) aproximadamente unos 20 millones de toneladas (25%) anuales. Actualmente estos subproductos son vistos como un recurso potencial (como ingrediente de alimentos, aplicaciones farmacéuticas, entre otros usos) en vez de verse como desechos. El residuo formado por las cabezas, piel, espina y vísceras tiene una composición química variable que depende fundamentalmente de la especie y la parte utilizada. La proteína en base seca puede variar entre 45 y 70 % y la grasa entre 2 y 28 %. Las vísceras de pescado de agua dulce constituyen entre el 5 y el 11% del peso corporal, siendo su composición química promedio de 67% agua, 10% proteína, 14% extracto etéreo y 3% minerales

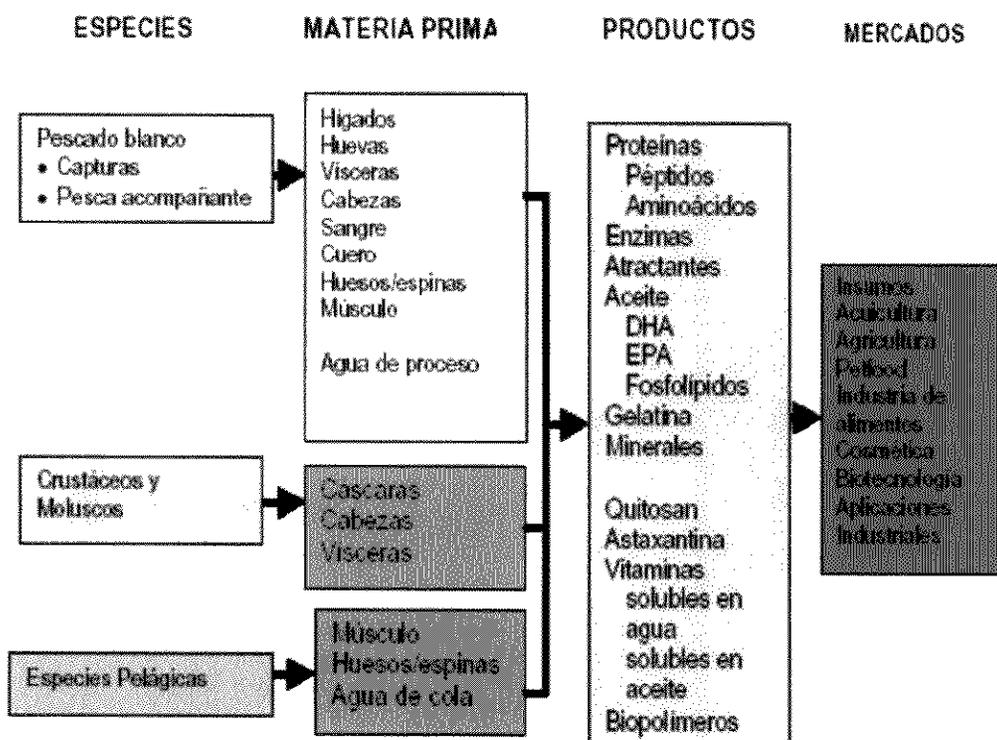
(Mahendrakar 1995).

Por otra parte, se estima que para el 2010 la industria acuícola mundial consumirá el 50% de la harina de pescado y el 80% de la producción de aceite de pescado. Esta estimación asume que toda esa cantidad de harina y aceite estarán disponibles para la industria acuícola, ya que esta industria compite con otros sectores productores de animales que están utilizando cada vez más ingredientes a base de pescado con la intención de mejorar la salud y nutrición humana, por lo cual estos insumos se volverán cada vez más escasos y caros (Wright, 2004).

El rendimiento de filete de pescado es aproximadamente del 35%, pero los subproductos (restos del procesamiento compuestos por vísceras, piel y huesos) poseen suficiente proteína como para volverse un recurso significativo, por lo tanto es importante aprovechar estos recursos infrautilizados para la obtención de proteína de alta calidad y de una amplia gama de productos utilizados como ingredientes alimenticios, productos farmacéuticos y cosméticos, algunos de muy alto precio. En la Figura 1, pueden observarse algunos posibles usos de los subproductos pesqueros.

La proteína contenida en los residuos de pescado provenientes del procesamiento, así como especies de bajo valor comercial o peces deteriorados es comúnmente empleada para la fabricación de harina de pescado, pero debido a que las pesquerías están, por lo general, dispersas geográficamente y el alto capital necesario para la instalación de una planta de harina de pescado, existe la necesidad de utilizar tecnologías más simples y económicas como alternativa para recuperar la proteína de estos desechos.

Figura 1: Posible utilización de subproductos pesqueros



Una de estas alternativas es a través de los ensilados obtenidos a partir de procesos químicos mediante la adición de ácidos orgánicos o inorgánicos, o por procesos biológicos o de autofermentación. Para estos últimos, pueden utilizarse *Lactobacillus*, *Streptococcus* y otros microorganismos inoculantes con diferentes tipos de carbohidratos. El ensilado es un alimento proteico, de alta humedad y fácil preparación, pudiéndose definir como un producto líquido pastoso obtenido a partir de la acción de enzimas sobre el pescado entero, partes o residuos de este, y puede ser utilizado como componente en raciones para animales. Se obtiene a través de un proceso sencillo, no requiriéndose equipos sofisticados ni costosos, resultando en un producto más económico.

El ensilado posee varias ventajas nutricionales, al no ser sometido a altas temperaturas en su proceso a diferencia del proceso de harina de pescado (120-150 °C), lo cual

aumenta la digestibilidad de la proteína, minimizaría los problemas de contaminación ambiental, logrando una producción de carne utilizando un subproducto que, sin tratar, frecuentemente es fuente de contaminación.

Los métodos de preservación de los residuos de pescado mediante ensilados fueron desarrollados en el norte de Europa, primeramente en Suecia cerca de 1930, y posteriormente en Dinamarca y los países escandinavos, y han sido ampliamente utilizados desde 1948 (Tatterson, 1982), principalmente en la alimentación de cerdos y aves. Posteriormente, la FAO comenzó a promover el uso de los ensilados a mediados de los años '50, realizando dos trabajos basados en experiencias con ensilados en Asia (FAO, 1982) y en América Latina (FAO, 1992). Actualmente, existen experiencias de utilización de ensilados en la alimentación de cerdos, pollos, patos, peces, camarones, ranas, animales de pelo, perros y gatos, conejos, ovejas, camellos, además de su aplicación en la industria farmacéutica y como fertilizante para suelos.

El ensilado presenta las siguientes ventajas:

- a) tecnología simple;
- b) se requiere de poco capital;
- c) proceso independiente de la escala;
- d) reduce los problemas de efluentes y olores;
- e) tiempo reducido del proceso;
- d) producción independiente del clima;
- e) producto estable por largo tiempo.

Sin embargo un factor limitante en la elaboración de ensilados químicos es el costo y la disponibilidad del ácido a emplear. Por otra parte la producción de ensilado biológico tiene otras ventajas como su sencilla manipulación, la posibilidad de agregar diversas cepas de bacterias ácido-lácticas, uso de fuentes de carbohidratos e costo razonable y de fácil disponibilidad en la zona, la no destrucción de amino ácidos esenciales que hace que la proteína retenga su valor nutritivo y la obtención de un producto de sabor y olor atractivo, agradable y apetecible, con un tenor proteico similar al del pescado "in natura", de 15 a 30%.

La obtención de ensilado biológico se realiza mediante la reducción del pH en la masa de residuo de pescado previamente molido, mediante el agregado de microorganismos productores de ácido láctico, impidiendo el desarrollo de bacterias putrefactivas y proporcionando un medio adecuado para la actividad de las enzimas proteolíticas del propio pescado (presentes principalmente en las vísceras) en la degradación de las proteínas a péptidos y aminoácidos.

Existen experiencias de elaboración de ensilados biológicos con diferentes microorganismos y sustratos. En los últimos años, se ha obtenido buen resultado utilizando sólo carbohidratos fermentables, mezclados con materiales no fermentables (como es la pulpa de pescado). Entre los microorganismos utilizados encontramos una variedad de bacterias ácido-lácticas y como sustrato o fuente de carbohidratos harinas de maíz, arroz, avena, azúcar, melazas, o cualquier vegetal que sirva de sustrato para el desarrollo del fermento, que al incorporarse a los residuos favorecen la actividad enzimática.

Las bacterias ácido lácticas (*Lactobacillus*) están presentes en el tracto digestivo de varios vertebrados, incluidos los peces y son comúnmente asociados con ambientes nutritivos, como alimentos, material en descomposición, superficies de mucosas, etc. Los productos metabólicos de estas bacterias (por ejemplo, ácido láctico, ácido propiónico, y sustancias con poder antibiótico) poseen un gran efecto inhibitorio en una gran variedad de bacterias putrefactivas gram-negativas. Según Andersson (1986) algunos de los mecanismos por los cuales las bacterias ácido lácticas son capaces de reprimir el crecimiento de otras bacterias son:

- producción de ácido y la reducción del pH,
- producción de peróxidos de hidrógeno,
- producción de dióxido de carbono,
- disminución de nutrientes,
- disminución del potencial redox,
- producción de compuestos con poder antibiótico.

El agregado del 5 al 10% de *Lactobacillus* al material a procesar resulta en una más rápida disminución del pH, lo cual es importante en la preservación del ensilado debido a que disminuye la concentración de bacterias indeseables. Se ha observado en distintas experiencias que los ensilados se encontraban libres de coliformes, *Salmonella* spp., *Clostridia* spp., *Staphylococcus* spp. y *Streptococcus* fecales y que poseían una cuenta bacteriana muy baja o que estaban libres de ellas (Machin, 1986). Este concepto es apoyado por Frazier y Westhoff (1978) que mostraron que todas las bacterias comunes que causan deterioro en los alimentos son inhibidas a valores de pH inferiores a 4 y que la intoxicación con *Clostridium botulinum* es prevenida a pH inferior a 4,5.

Por todo esto, puede suponerse que el uso de estas bacterias benéficas puede llegar a sustituir, si bien en forma parcial, el uso de antibióticos, al prevenir los agentes infecciosos.

El ensilado obtenido tiene características bromatológicas adecuadas para utilizarse como sustituto de la harina de pescado (sustitución de 2-3 kg ensilado por 1 kg de harina de pescado) en la elaboración de raciones para peces y otros organismos como camarones, pollos o cerdos. Varios trabajos señalan que la inclusión de ensilado de pescado como fuente de proteína, permite lograr una mayor ganancia en peso con una mejor utilización de la proteína, proporcionando un alto coeficiente de digestibilidad, que contribuye en la mejora del rendimiento de los peces, y una reducción del costo de producción y del impacto de la piscicultura en el medio ambiente, por una menor excreción de nitrógeno. La calidad del ensilado (digestibilidad de las proteínas, contenido en vitaminas y de ácidos grasos) está directamente relacionada a la calidad y frescura de la materia prima, la cual debe procesarse lo antes posible. Las enzimas y bacterias endógenas pueden degradar rápidamente el material crudo, impactando significativamente en la calidad del producto final. Productos de buena calidad no pueden ser elaborados utilizando materias primas de mala calidad.

La composición proximal del ensilado biológico de pescado es aproximadamente de 67% humedad, 12% proteína, 14% lípidos, 1,6% de cenizas y 5% de carbohidratos. El

perfil de ácidos grasos indica que posee todos los ácidos grasos prevalecientes en el pescado fresco, mostrando (dependiendo de la especie), una menor proporción de los ácidos grasos saturados (aproximadamente 40%) con prevalencia de los ácidos C16:0 y C18:0 y un mayor porcentaje de ácidos grasos mono y poliinsaturados (aproximadamente 60%), siendo en su mayoría los ácidos C20:5W3 y C22:6W3 (Ottati et al, 1990). En la Tabla 1 y 2, pueden observarse la composición proximal de ensilados elaborados en distintas experiencias, y la composición de aminoácidos y niveles de proteína de distintos ensilados de pescado.

Tabla 1: Composición nutricional del ensilado en diferentes experiencias.

Autor	Materia prima	Formula ensilado	Composición del ensilado
M.del P. Balsinde Ruano, et al.; 2003.	Residuos de carpa plateada (<i>Hypophthalmichthys molitrix</i>)	Autofermentación anaeróbica: Residuos + 15% melaza de caña grado C.	PT 16.9%; LT:12.0%; H:70.0%; C:1.1%
Julio E Bermudez, et al., 1999.	Vísceras de cachama blanca (<i>Piaractus brachyponum</i>)	50% pescado, 40% afrecho de arroz, 10% melaza de caña.	PC:18.3%; LT:18.4%; H: 4.53%; C: 7.38%
Lessi E, 1994.	Residuos de distintos peces con predominancia <i>Sardinilla brasiliensis</i>	Fermento biológico 10% (41% repollo, 31 % de papaya, 17% harina de trigo, 3% sal común y 8% de vinagre); 30 % de harina de trigo y 4 % sal común.	Ensilado semiseco: PC:27,44% ; LT5,89%; H:24,92%; C:14,52%; Fibra 2,89%; Carbohidratos 24,34 %
Bello, R A, 1994	Residuos de distintos peces	Residuo + 15 % de melaza, 1-5 % de <i>Lactobacillus plantarum</i> ATTC 8014 , y	PC:16 %; LT:2%; H:65%; C:7%; Carbohidratos 10 %.

		ácido sórbico 0,25 %	
Berenz, Z. 1994	Residuos de sardina	Cocido de los residuos y mezclado con 5% de yogur y 10% de melaza	PC:18,46%; LT:5.31%; H:63,32%; C: 8,15 % Carbohidratos 4,76 %

*PT: Proteínas Totales, LT:Lípidos totales; H:Humedad; C: cenizas; PC: Proteína cruda;

Tabla 2: Composición de aminoácidos (g/100 g PC) y niveles de proteína de distintos ensilados de pescado (Vidotti et al. 2003)

Aminoácidos	Ensilado biológico a partir de pescado de mar	Ensilado biológico a partir de pescado de agua dulce	Ensilado biológico a partir de tilapia
Triptófano	0,65	0,87	0,61
Lisina	9,16	9,92	5,94
Histidina	5,85	3,08	2,52
Arginina	2,19	1,80	2,49
Acido aspártico	10,79	9,62	11,79
Treonina	4,97	5,12	4,68
Serina	3,23	3,52	3,72
Acido glutámico	14,45	13,83	14,76
Prolina	3,66	5,57	7,22
Glicina	5,87	6,32	9,22
Alanina	7,41	8,12	8,92
½ cistina	0,69	1,03	0,86
Valina	5,77	5,83	5,06
Metionina	6,03	4,97	5,54
Isoleucina	5,05	5,00	4,63
Leucina	8,00	9,31	6,72
Tirosina	1,90	2,02	1,70
Fenilalanina	4,32	4,07	3,63
PC (g/kg)	596,1	420,9	358,4

Se han realizado numerosos estudios de los ensilados biológicos en la alimentación animal en diversos países y en su mayoría mostraron resultados positivos, obteniéndose un mayor crecimiento o a igual crecimiento, mayor rentabilidad por menor costo del alimento. A continuación se citarán algunos casos.

Los productores del norte del país manifiestan constantemente la necesidad de mejorar su rentabilidad a través de estrategias que permitan reducir los costos de producción. La metodología de recuperación de proteína propuesta en este trabajo, mediante el desarrollo de las tecnologías de ensilados, ajustada a escala artesanal, busca reducir los costos de producción de alimentos alternativos y nutricionalmente aptos para peces y crustáceos, incorporando a las fórmulas alimentarias elaboradas, ingredientes que estén disponibles en la misma zona de cultivo, pudiendo realizarse por pequeños productores por ser de simple elaboración, bajo costo de inversión, de fácil replicación y utiliza equipamientos y materias primas disponibles localmente.

Con la finalidad de obtener una metodología segura para la utilización de los residuos de pescado como suplemento proteico para alimentación animal, se desarrollaron ensilados biológicos a través de bacterias ácido-lácticas, estudiándose distintas formulaciones para producirlos de manera fácil y sencilla. Los mismos se realizaron a partir de los residuos de dos especies nativas, pacú (*Piaractus mesopotamicus*) y randiá (*Rhamdia quelen*), bacterias ácido-lácticas del yogur (*Lactobacillus bulgaricus*) y las asociadas al repollo (*Lactobacillus plantarum*), con distintas concentraciones de fuentes de carbohidratos (azúcar, harina de maíz, afrecho de maíz, melaza, afrecho de arroz, miel y harina de trigo para el fermento biológico producido a partir de los microorganismos asociados a las hojas de repollo) como sustrato energético necesario para su fermentación y producción de ácido láctico.

El progreso del proceso y la estabilidad del ensilado, fue seguido mediante pruebas de acidez durante todo el proceso, la evaluación visual de su aspecto (color, olor y consistencia), y la determinación del contenido proteico, lipídico, humedad y cenizas, y la realización de los análisis microbiológicos correspondientes.

Los alimentos elaborados con los ensilados biológicos obtenidos, fueron evaluados en la alimentación de Amur (*Ctenopharyngodon idella*) en el CENADAC.

1.2 Materiales y métodos

Elaboración de ensilados:

Para la elaboración del ensilado se utilizaron residuos (vísceras, piel, carcazas) de pacú (*Piaractus mesopotamicus*) y randiá (*Rhamdia quelen*), distintas proporciones de bacterias ácido-lácticas (*Lactobacillus bulgaricus* y *Lactobacillus plantarum*) y distintas fuentes y proporciones de carbohidratos, según la Tabla 1. Todos los ensilados fueron realizados con una réplica.

Los residuos fueron molidos en una picadora de carne con orificios de 4 mm de diámetro, siendo luego fraccionados en bolsas plásticas en paquetes de 500 g, siendo utilizados inmediatamente o freezados para su uso posterior.

Para la obtención de *Lactobacillus bulgaricus*, se realizaron inóculos a partir de yogur comercial y leche entera previamente hervida y colocados por un tiempo variable de entre 10 y 15 horas en recipientes tapados dentro de cajas de telgopor con agua a una temperatura inicial de 50°C y final de 38°C. El *Lactobacillus plantarum* se obtuvo a partir de hojas de repollo, produciéndose un fermento biológico, según una modificación de la fórmula descrita por Palmira Padilla Perez (1996) con los siguientes ingredientes: repollo 41%; harina de trigo 51%; sal 9% y vinagre 24 %.

Tabla 1: formulación de los ensilados biológicos utilizados a la fecha.

Experiencia de laboratorio n° 1			
Nombre del ensilado	Ingrediente	Cantidad	Porcentaje (%) *
I y I´	Residuo de pescado	1 kg	
	Inóculo de yogur	100 grs	10
	Azúcar	100 grs	10
II y II´	Residuo de pescado	1 kg	
	Inóculo de yogur	100 grs	10
	Afrecho de arroz	200 grs	20
III y III´	Residuo de pescado	1 kg	
	Inóculo de yogur	100 grs	10
	Harina de maíz	200 grs	20
Experiencia de laboratorio n° 2			
I b y I´b	Residuo de pescado	500 grs	
	Inóculo de yogur	100 grs	20
	Azúcar	50 grs	10
III b y III´b	Residuo de pescado	500 grs	
	Inóculo de yogur	100 grs	20
	Harina de maíz	100 grs	20
IV y IV´	Residuo de pescado	500grs	
	Yogur comercial	100 grs	20
	Azúcar	50 grs	10
V y V´	Residuo de pescado	500 grs	
	Inóculo de yogur	25 grs	5
	Melaza	75 grs	15
Experiencia de laboratorio n° 3			
VI y VI´	Residuo de pescado	500 grs	
	Inóculo de yogur	100 grs	20
	Melaza	75 grs	15
VII y VII´	Residuo de pescado	500 grs	
	Inóculo de yogur	100 grs	20
	Miel de abejas	50 grs	10
VIII y VIII´	Residuo de pescado	500 grs	
	Fermento biológico	100 grs	20
	Harina de trigo	150 grs	30
	Sal	20 grs	4

IX y IX´	Residuo de pescado	500 grs	
	Inóculo de yogur	100 grs	20
	Afrecho de maíz	100 grs	20
	Extracto de malta	5 grs	1
X y X´	Residuo de pescado	500 grs	
	Inóculo de yogur	100 grs	20
	Harina de maíz	100 grs	20
	Extracto de malta	5 grs	1
Experiencia de laboratorio n° 4			
VIIIb y VIIIb´	Residuo de pescado	400 grs	
	Fermento biológico	80 grs	20
	Harina de trigo	120 grs	30
	Sal	16 grs	4
	Extracto de malta	8 grs	2
VIIb y VIIb´	Residuo de pescado	400 grs	
	Inóculo de yogur	80 grs	20
	Miel de abejas	80 grs	20
IXb y IXb´	Residuo de pescado	400 grs	
	Inóculo de yogur	80 grs	20
	Afrecho de maíz	80 grs	20
	Extracto de malta	8 grs	2
Xb y Xb´	Residuo de pescado	400 grs	
	Inóculo de yogur	80 grs	20
	Harina de maíz	80 grs	20
	Extracto de malta	8 grs	2
Experiencia piloto n° 1			
A y A´	Residuo de pescado	4 kg	
	Inóculo de yogur	800 grs	20
	Azúcar	400 grs	10
Experiencia Piloto n° 2			
B y B´	Residuo de pescado	5 kg	
	Inóculo de yogur	1 kg	20 %
	Azúcar	500 g	10 %

* Los porcentajes de los ingredientes se realizaron en base al peso de residuo utilizado.

Las experiencias de laboratorio fueron realizadas en recipientes plásticos de 2,4 lt de capacidad con tapa hermética, mientras que las experiencias a escala piloto se realizaron en recipientes plásticos de 20 lts de capacidad con tapa hermética, según las fórmulas presentadas en la Tabla 1.

Para la elaboración de los ensilados se procedió, luego de pesar los ingredientes, a la mezcla del inóculo de yogur con la fuente de carbohidrato, que luego se mezcló con los residuos de pescado, hasta obtener una mezcla homogénea de consistencia variable según los ingredientes utilizados.

Se siguió la maduración de los ensilados a través de la variación del pH, el cual fue medido mediante varillas para medición de pH marca Merck con un rango de 3,5 a 7, las cuales fueron introducidas en los ensilados y leídas luego de varios minutos. La variación en el pH es uno de los índices de mayor importancia, ya que refleja el desarrollo del proceso y la calidad del mismo.

La evaluación visual del aspecto fue realizada utilizando descriptores del color, olor y consistencia, según la Tabla n° 2.

Tabla n° 2: Descriptores utilizados para la evaluación visual de la maduración del ensilado

Color	Beige, beige oscuro, marrón, rojizo, grisáceo, otros.
Olor	A yogur, a queso, a frutas, a vísceras, a vinagre, ácido, a oporto, otros.
Consistencia	Cremoso, pastoso, levado, con burbujas de CO ₂ , con hongos en superficie, otros
Según su intensidad	Ligero, definido y fuerte.

Posteriormente se realizaron las siguientes determinaciones químicas: Materia seca; Proteína bruta; Grasa y Cenizas.

Por otra parte, se realizaron análisis microbiológicos a los residuos utilizados (residuos del 16-01-2006 y 17-01-2006), y a los ensilados elaborados (VI; VII; VIII; IX y X; y Piloto A). Para lo cual las muestras fueron incubadas en medio de cultivo Britania. Luego

fueron sembradas en medios selectivos en condiciones de aerobiosis y anaerobiosis, realizándose repiques sucesivos.

Posteriormente, los ensilados fueron utilizados en la alimentación de peces, utilizándose la especie Amur (*Ctenopharyngodon idella*) y se evaluaron los parámetros de crecimiento, utilización del alimento y sobrevivencia.

Experiencia en alimentación de peces

La especie utilizada para la experiencia fue el amur (*Ctenopharyngodon idella*). El "sogyo o amur blanco", denominado también carpa herbívora o salmón siberiano, pertenece al grupo de las carpas. Se trata de un pez de agua dulce, que alcanza grandes tamaños, pesando hasta cerca de 45 kg y 1 m de largo en los ambientes naturales de donde es originaria. A nivel mundial, esta especie junto a otras carpas, contribuye a la producción total proveniente de las aguas continentales y ha sido cultivada por siglos en estanques, especialmente en policultivos con otros peces. En Argentina, las carpas herbívoras fueron introducidas desde Japón, por primera vez en 1979 y posteriormente se introdujeron ejemplares desde Estados Unidos (Arkansas), nuevamente de Japón y últimamente desde Brasil (Toledo). La carne de este pez originado en cultivo muestra un alto contenido proteico entre 16 y 19,9%, con un bajo contenido en grasa, entre 5,2 y 6,7%. Su procesamiento en filete, rinde un 55%. Posee espinas, pero es altamente consumida y considerada como un pez de alta calidad en determinadas regiones. Los ejemplares cultivados y degustados en Argentina (norte de Corrientes) mostraron excelente carne, de muy agradable sabor y con aptitud por su tamaño y calidad para ser preparada a la parrilla.

Se utilizó para su cultivo tanques circulares, fabricados con malla metálica y lona plástica, de 2 metros de diámetro y 0,70 metro de profundidad (volumen de agua utilizada 2,157 m³). En los mismos fueron colocados 75 peces de entre 7 y 13 gramos de peso, con un promedio inicial de 10,09 gramos, a una densidad de 34,7/m³, con una mínima renovación de agua diaria.

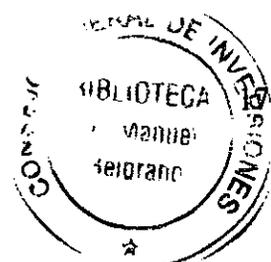
Con la finalidad de evaluar el alimento elaborado, los peces fueron alimentados con 3 distintas dietas, la primera denominada "Ensilado Biológico" elaborada a partir del ensilado biológico (tanques n° 5, 7 y 8), una segunda a partir de ensilado químico llamada "Ensilado Químico" (tanques n° 1, 2 y 3) y una tercera elaborada a partir sólo de ingredientes vegetales, sin agregado de harinas animales, "Amur" (tanques n° 4 y 6). La composición de las dietas puede observarse en la Tabla 2.

Para la elaboración del alimento, los insumos secos fueron mezclados durante 10 minutos en una mezcladora industrial de aproximadamente 20 kg de capacidad, luego se le agregó el ensilado, agua y sal, continuando su mezcla por unos 20 minutos. El peletizado se realizó utilizando una picadora de carne con orificio de 2 mm de diámetro. Los pellets fueron posteriormente secados al sol. En la figura 1 puede observarse el diagrama del proceso.

Tabla 2: Composición de los alimentos utilizados

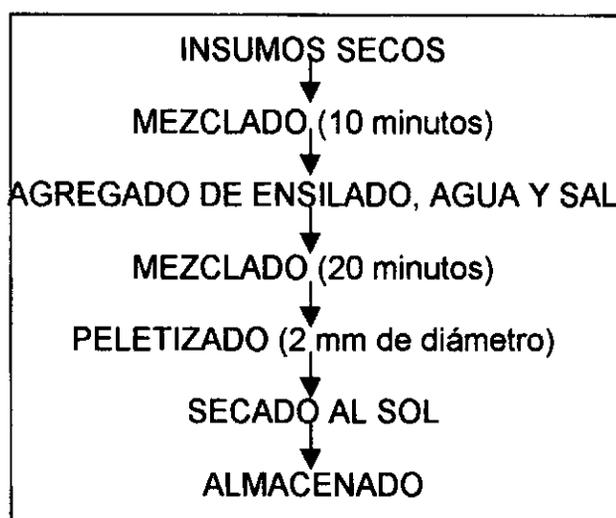
Ingrediente	"Ensilado Químico"	"Ensilado Biológico"	"Amur"
Harina de carne	1,8 kg	1,8 kg	---
Harina de soja	4,2 kg	4,2 kg	5 kg
Afrecho de maíz	1,8 kg	1,8 kg	1,65 kg
Harina de girasol	---	---	2 kg
Harina de gluten de maíz	---	---	800 gr
Aceite de soja	---	---	100 gr
Ensilado químico	2 litros	---	---
Ensilado biológico	---	2 litros	---
Sal	100 gr	100 gr	100 gr
Vitaminas	100 gr	100 gr	100 gr
Fosfato monocálcico	---	---	250 gr
Agua	2 litros	2 litros	3,9 litros

Diariamente, por la mañana y por la tarde se tomaron los valores de temperatura, oxígeno disuelto y pH en los tanques de cultivo.



La tasa de alimentación utilizada fue del 5 %, dividida en dos ofrecimientos diarios, a las 11 hs y a las 17 horas. El crecimiento de los peces es seguido mediante biometrías semanales del 20 % de los peces de cada tanque. Se determinará además, la utilización del alimento mediante el Factor de Conversión Relativo (FCR) y la tasa de sobrevivencia.

Figura 2: Diagrama del proceso de elaboración del alimento utilizado



1.3 Resultados

Los ensilados elaborados en la primera Experiencia de Laboratorio (Ensilados I, I', II, II', III y III') no mostraron una disminución del pH suficiente como para inhibir el desarrollo de bacterias putrefactivas, probablemente debido a las temperaturas registradas durante el proceso, inferiores a 25°C (Gráfico 1), y fueron descartados luego de 10 días de elaborados, por presentar olores característicos al estado de putrefacción. Por tal motivo, en una segunda experiencia se modificaron sus formulaciones incrementando el porcentaje de inóculo de bacterias ácido-lácticas con la intención de acelerar el proceso de acidificación.

En esta segunda experiencia los ensilados maduraron favorablemente, obteniéndose un producto cremoso, de color beige y con ligeros olores a queso, a frutas y a oporto,

solo la réplica del ensilado formulado con melaza (Ensilado V') no maduro apropiadamente y fue descartado a los 47 días de elaborado.

En la tercera Experiencia de Laboratorio, se obtuvo un mejor resultado al modificar las proporciones de melaza e inóculo de yogur (Ensilados VI y VI'). Todas las formulaciones en esta tercera experiencia maduraron favorablemente.

Los ensilados de la Experiencia Piloto n° 1 (17/01/2006), mostraron una buena respuesta, siendo estos los utilizados para la elaboración del alimento "Ensilado Biológico"

Los ensilados de la Experiencia de Laboratorio n° 4, el ensilado VII y VII' elaborados con miel maduró favorablemente, los ensilados restantes (VIII, VIII', IX, IX', X y X) no alcanzaron a disminuir su pH más que de 4,4. En la Experiencia Piloto n° 2, el ensilado maduró favorablemente.

Los residuos presentaron un valor de pH de 6,1 y el pH inicial de los ensilados varió entre 7 para los Ensilados VIIIb y VIIIb', y 5,3 para los Ensilados VII y VII'. Se observó que en las Experiencias n°1 y 2, salvo el Ensilado I' (que disminuyó hasta pH 4), ninguno mostró valores inferiores a 4,4 dentro de los 7 días de elaborados, mientras que en la Experiencia n° 3, ya a las 48 horas los ensilados VI', VII, VII', IX, IX', X, X' mostraban valores de pH igual a 4, y a las 72 horas de elaborados los ensilados VII, VII', IX, IX', X, X', A Y A' alcanzaron este valor. En la cuarta Experiencia de Laboratorio los ensilados VII y VII'alcanzaron un pH 4 en el quinto día luego de elaborado, y en la Experiencia Piloto n° 2, los ensilados B y B' alcanzaron este valor luego del tercer día de elaborados.

En cuanto al aspecto de los ensilados, pudo observarse que en el transcurso de los primeros días, estos iban cambiando su color hacia tonos más claros, tomaban olores menos definidos a vísceras y comenzaba a sentirse ligeros olores a queso y/o frutado, y su consistencia era más cremosa y líquida, producto de la hidrólisis de los tejidos del pescado.

Los valores de temperatura registrados durante la maduración de los ensilados puede observarse en el Gráfico n° 1,

Los valores de pH obtenidos durante la maduración de los ensilados en estas experiencias pueden observarse en la Tabla 3 y en los Gráficos 2, 3, 4 y 5.

Gráfico 1: Temperatura registrada durante las experiencias realizadas.

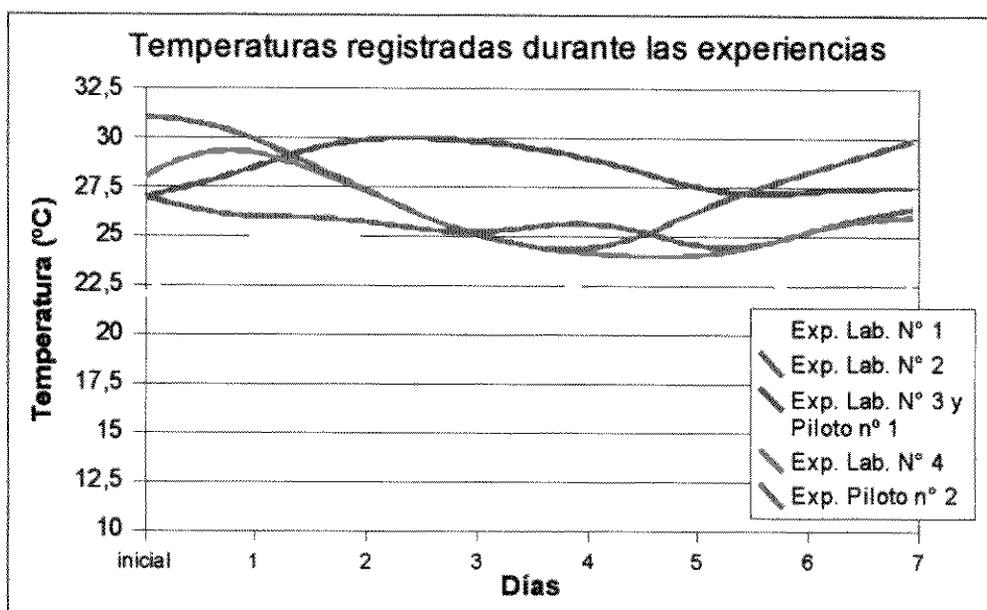


Tabla 3: Valores de pH observados en las experiencias

Experiencia n° 1						
Día	Ensilado I	Ensilado I'	Ensilado II	Ensilado II'	Ensilado III	Ensilado III'
Inicial	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1
1	5	5	5	5	5	5
2	5	5	5	5	5	5
3	5	4,4	5	5	5	5
4	4,4	4,4	5	5	5	5
5	4,4	4,4	5	5	5	5
6	4,4	4,4	5	5	5	5
7	4,4	4	5	5	5	5
10	4,4	4	5	5	5	5
15	4,4	4,4	...	...	6	6

Experiencia n° 2

Día	Ensilado I b	Ensilado I' b	Ensilado II b	Ensilado II' b	Ensilado IV IV	Ensilado IV' IV'	Ensilado V V	Ensilado V' V'
Inicial	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1	6,5	6,5
1	6,1	5,8	5,5	5,5	5,8	5,8	6,1	6,1
2	5,3	5,3	5,3	5,3	5,3	5,3	5	5
3	4,7	5	5	5	5	5	4,7	4,7
4	5	5	5	5	5	5	...	...
5	5	...	...	5	...	4,7	4,4	4,4
6	5	5	5,5	5	5	5	4,7	4,7
7	4,4	...	...	4,7	...	4,4	...	...
10	4,4	4,4	5,8	5	4,4	4,4	4,7	4,7
15	4,4	4,4	5,8	5,8	4,4	4,4	6,1	6,1

Experiencia n° 3

Día	Ensilados									
	VI	VI'	VII	VII'	VIII	VIII'	IX	IX'	X	X'
Inicial	5,8	5,8	5,3	5,3	6,1	6,1	5,8	5,8	5,8	5,8
1	4,7	4,7	4,7	4,4	5,8	5,8	4,7	4,7	4,7	4,7
2	4,4	4	4	4	4,7	4,7	4	4	4	4
3	4,4	4,4	4	4	4,7	4,7	4	4	4	4
4	4	4	4	4	4,7	4,7	4,4	4,4	4,4	4,4
5	4	4	4	4	4,7	4,7	4,4	4,4	4,4	4,4
6	4	4	4	4	4,7	4,7	4,4	4,4	4,7	4,7
7	4	4	4	4	4,7	4,7	4,4	4,4	4,7	4,7

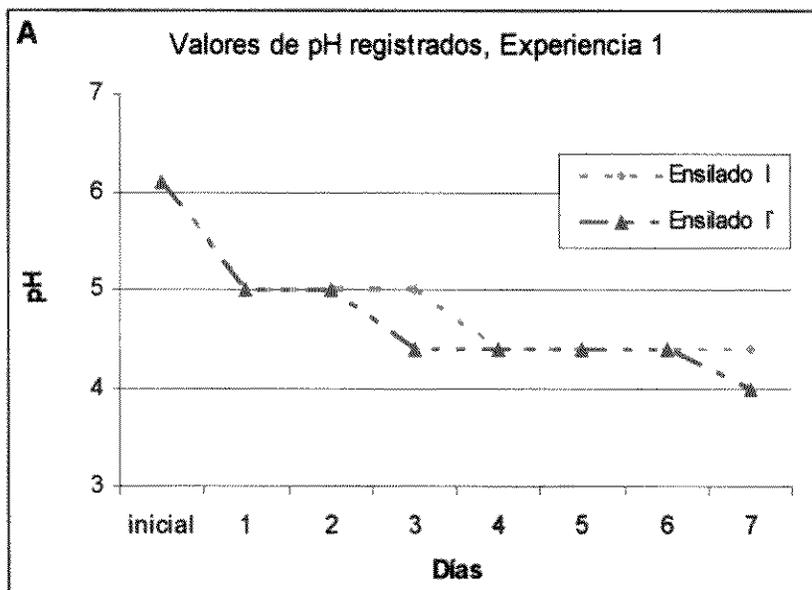
Experiencia de Laboratorio n° 4

Días	Ensilados							
	VIIb	VIIb'	VIIIb	VIIIb'	IXb	IXb'	Xb	Xb'
Inicial	5,8	5,8	7	7	6,1	6,1	6,1	6,1
1	5	5	5,8	5,8	5	4,7	4,7	4,7
2	4,4	4,4	4,7	4,7	4,7	4,4	4,4	4,4
3	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4
4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4
5	4	4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4
6	4	4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4
7	4	4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4

Experiencia Piloto n° 1		
Días	Ensilado A	Ensilado A'
Inicial	5,5	5,5
1	4,7	4,7
2	4,4	4,4
3	4	4
4	4	4
5	4	4
6	4	4
7	4	4

Experiencia Piloto n° 2		
Días	Ensilado B	Ensilado B'
Inicial	6	6
1	4,7	4,7
2	4,4	4,4
3	4	4
4	4	4
5	4	4
6	4	4
7	4	4

Gráfico 2: Valores de pH registrados durante la Experiencia n°1 (gráficos A, B y C).



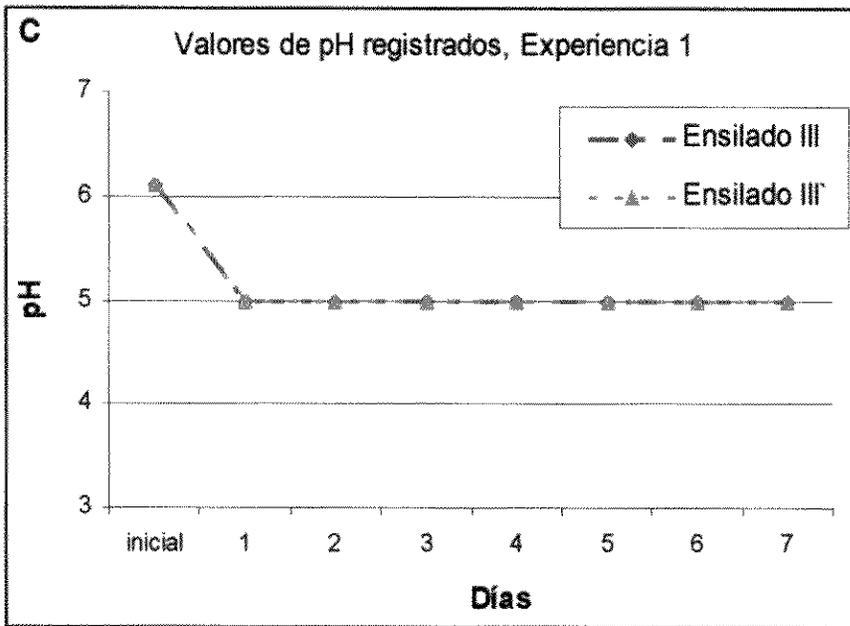
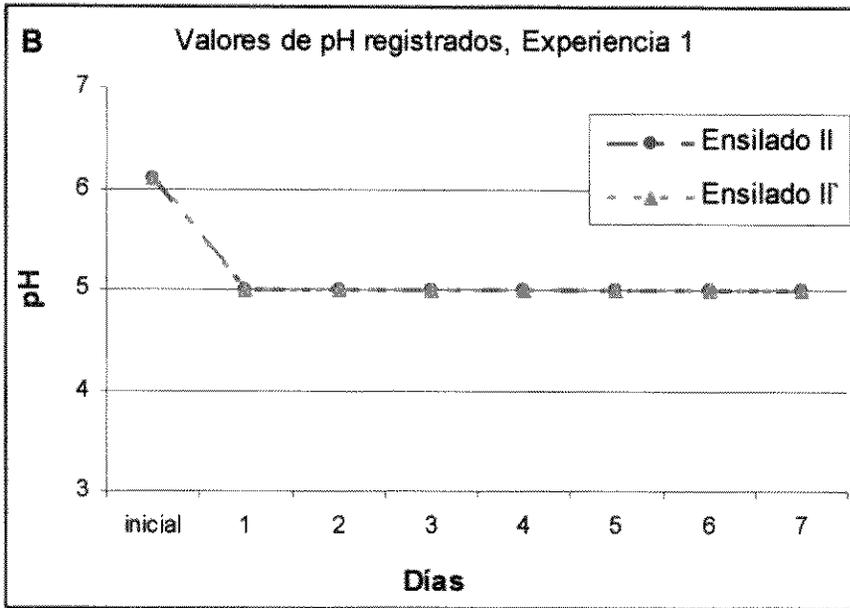
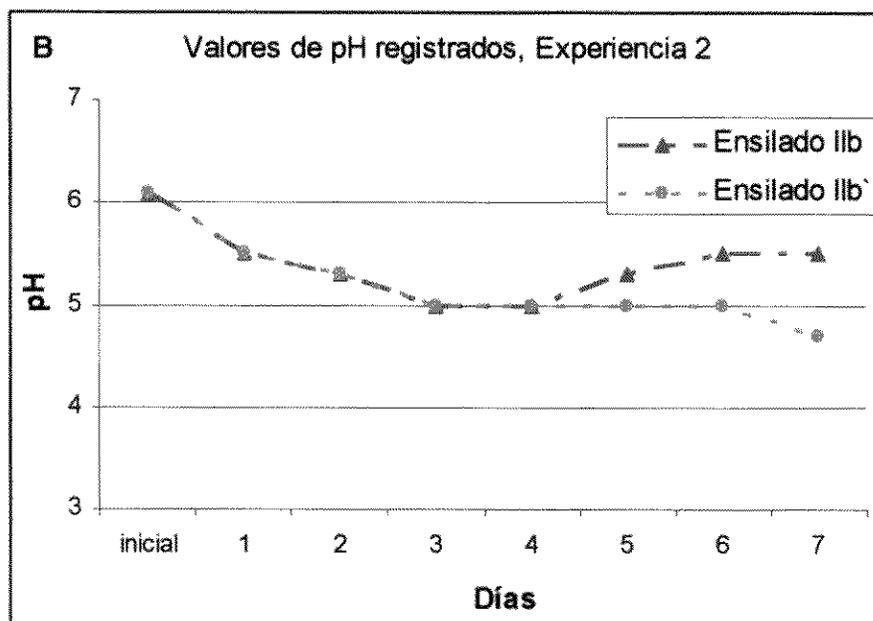
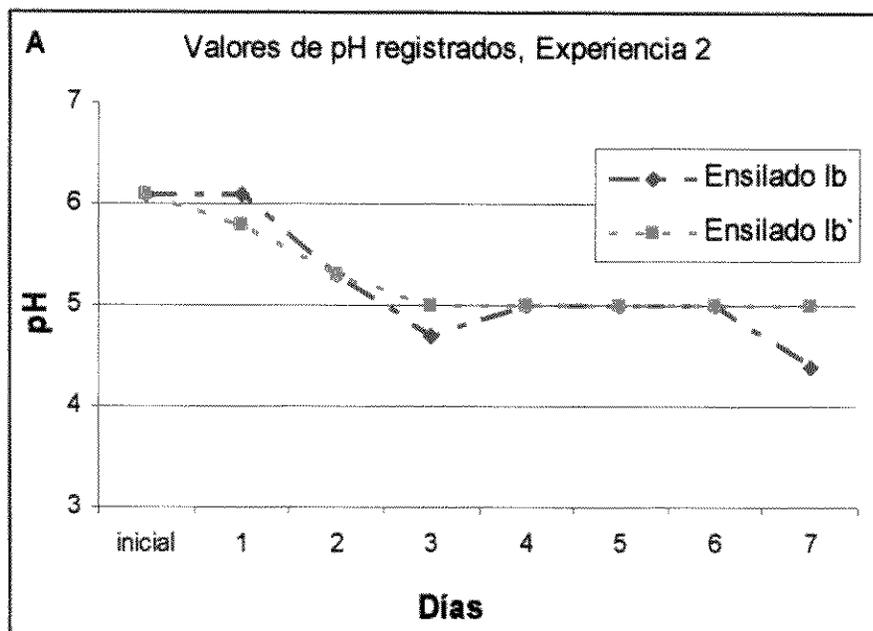


Gráfico 3: Valores de pH registrados durante la Experiencia n°2 (gráficos A, B, C, y D).



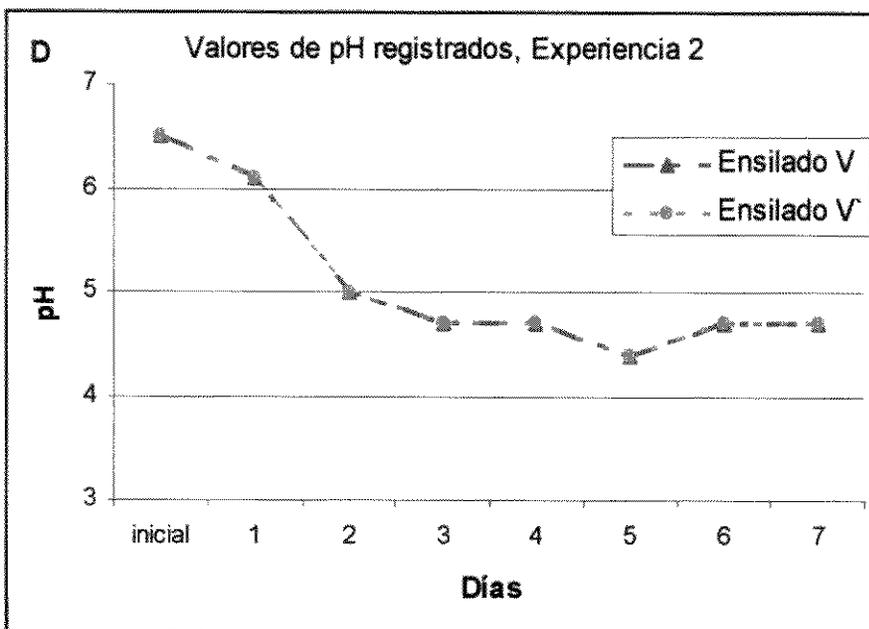
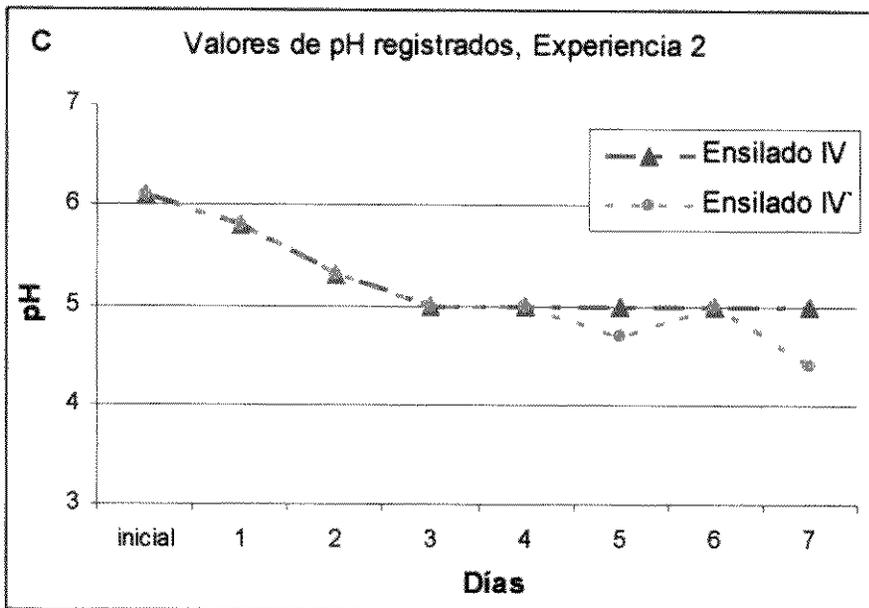
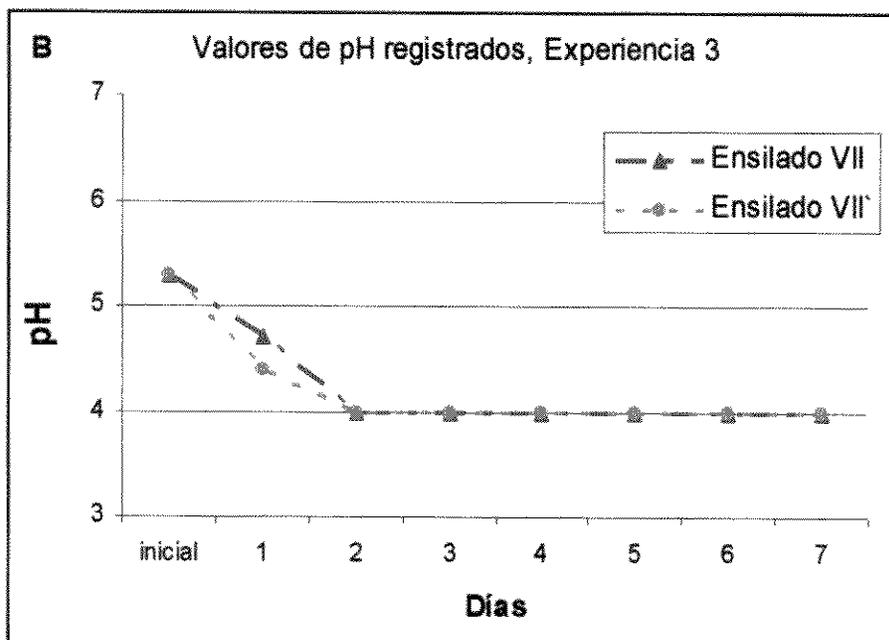
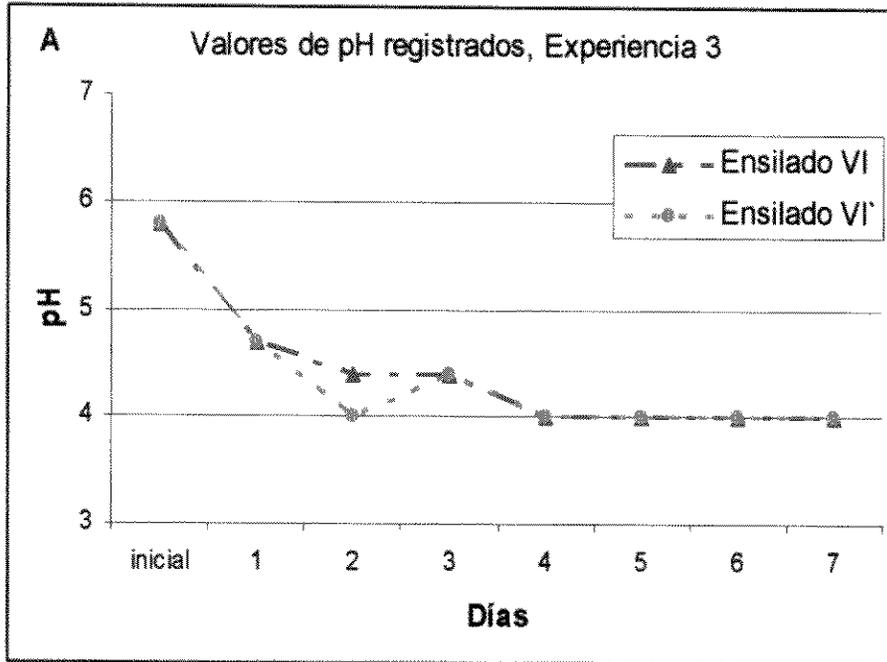
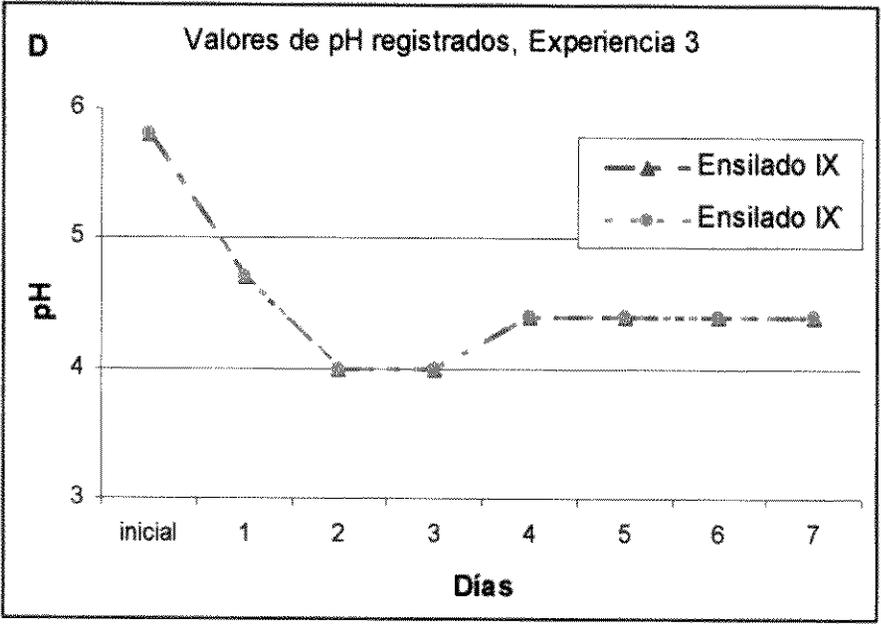
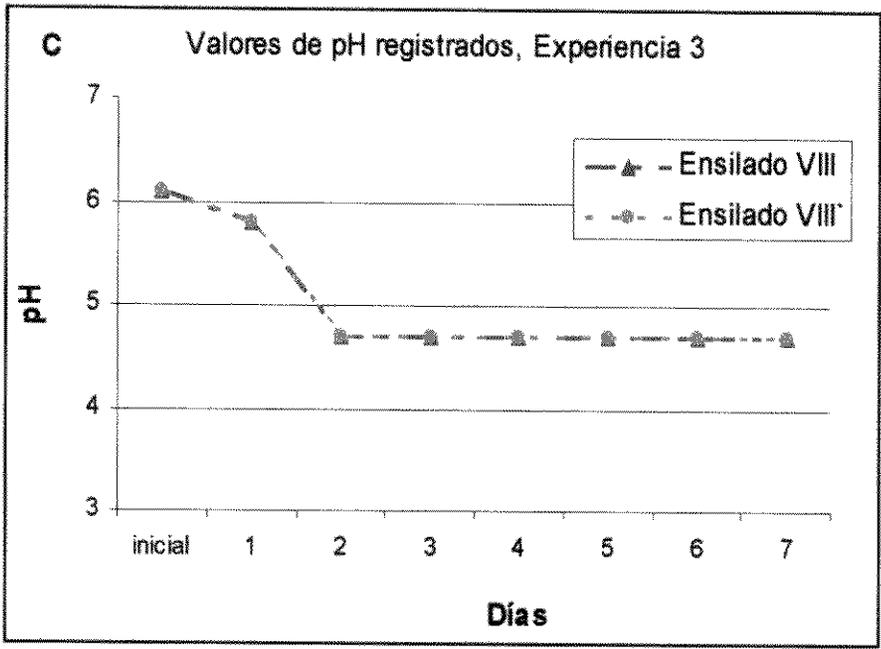


Gráfico 4: Valores de pH registrados durante la Experiencia n° 3 y Piloto n° 1 (gráficos A, B, C, D, E y F).





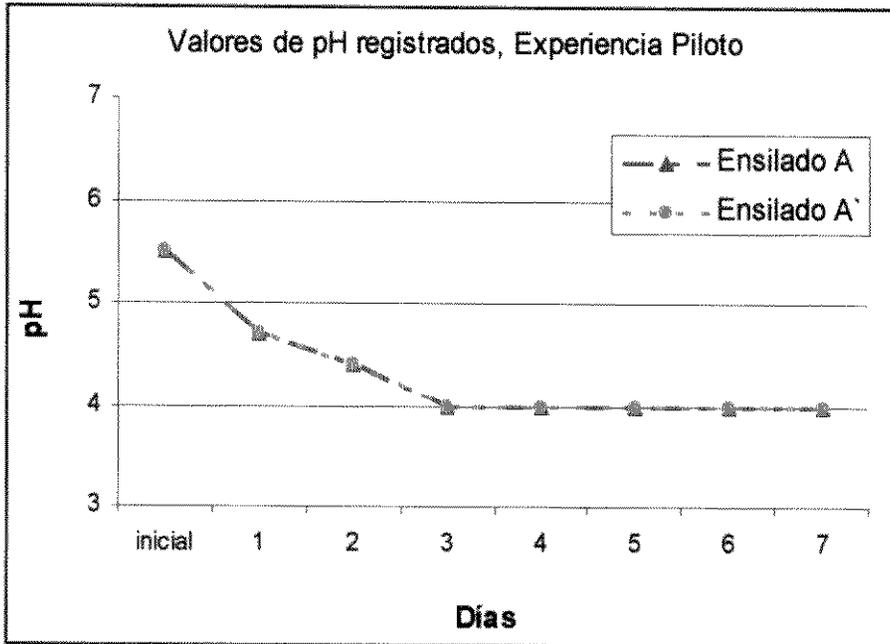
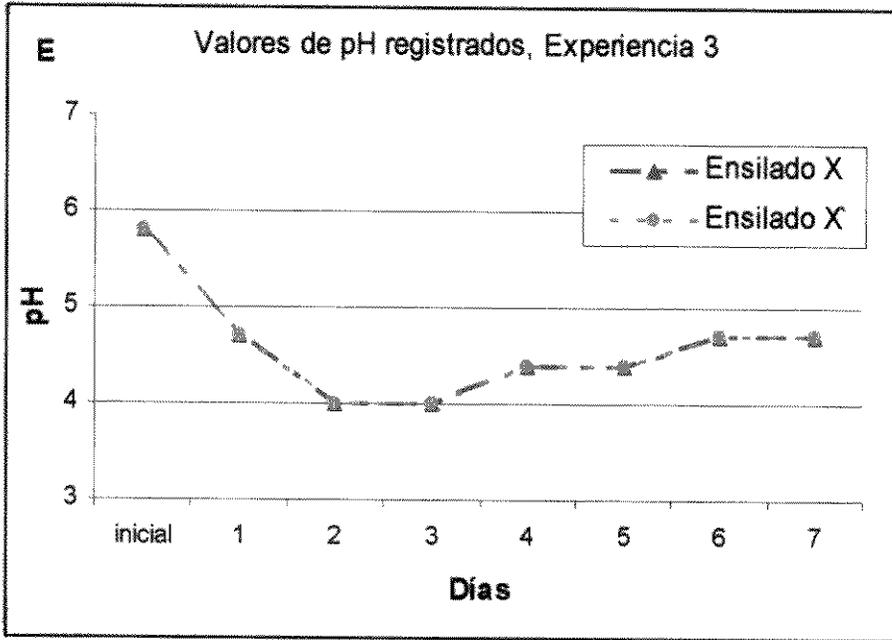
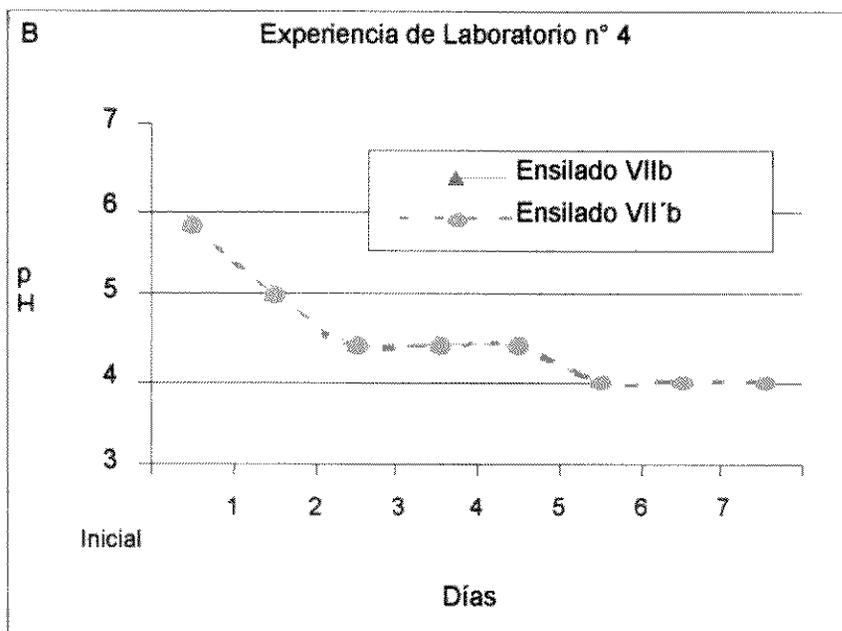
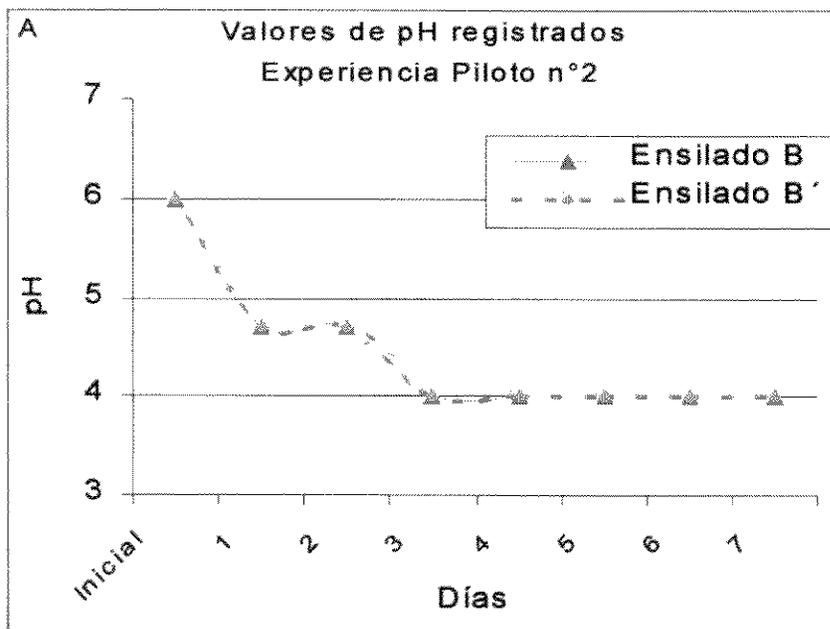
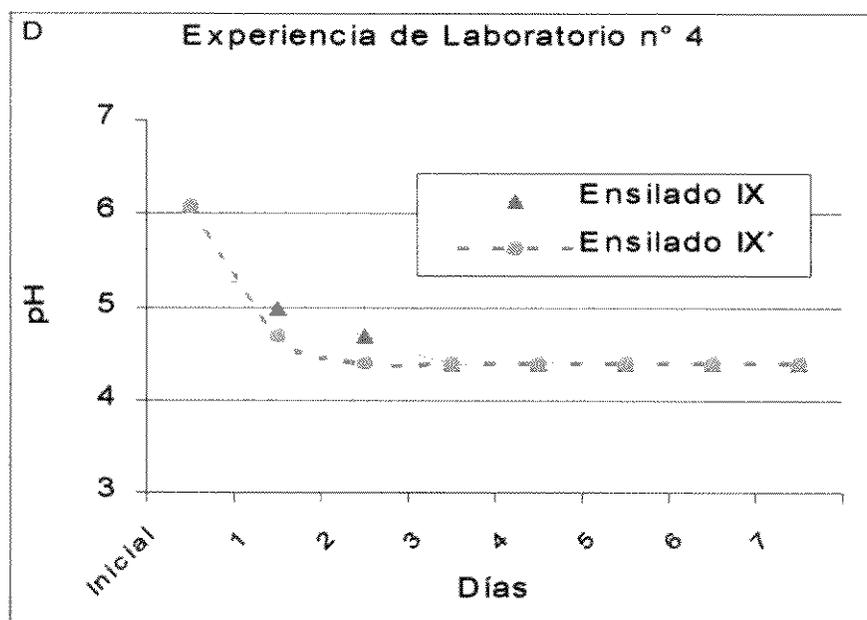
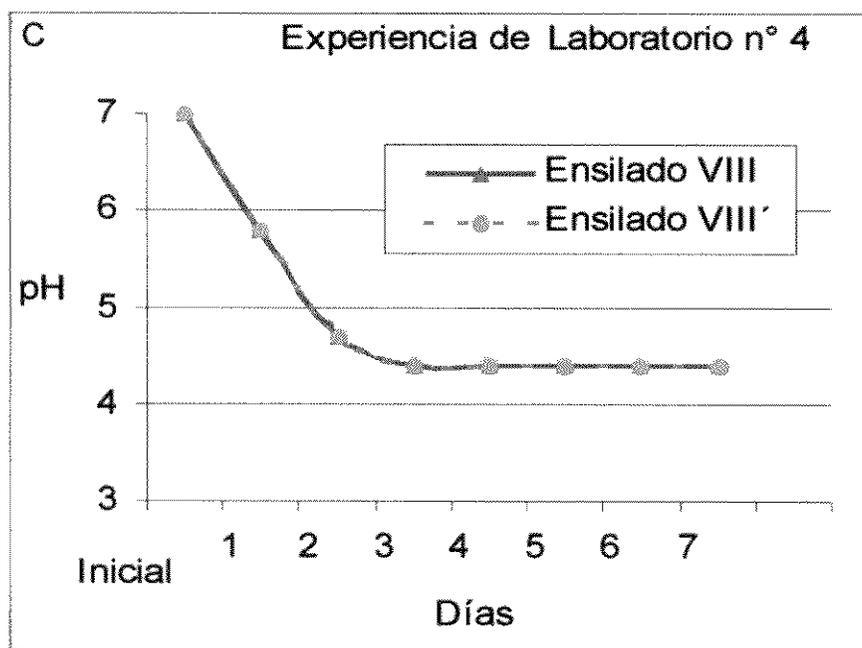
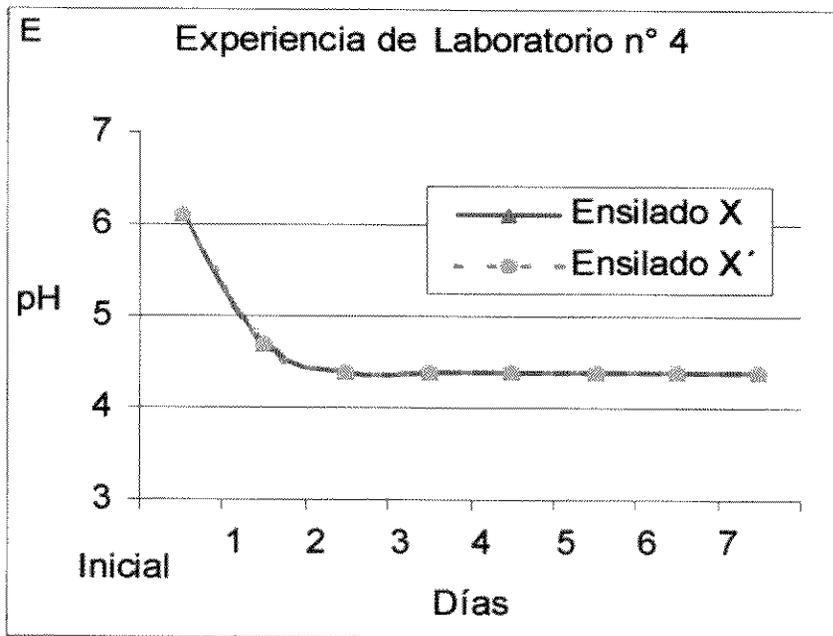


Gráfico 5: Valores de pH registrados durante la maduración de los ensilados en la Experiencia de Laboratorio n° 4 y Piloto n° 2 (gráficos A, B, C, D y E).







En la Tabla 4 puede observarse los valores de pH y una descripción de su aspecto luego de más de un mes de elaborados los ensilados de las Experiencias de Laboratorio n° 2 y 3 y Piloto n° 1.

Tabla 4: Valores de pH y descripción de los ensilados de las Experiencias de Laboratorio n° 2 y 3, y Piloto n° 1, luego de 42 y 90 días de elaborados.

Experiencia de Laboratorio n° 2			
Ensilado	Días de elaborado	pH	Descripción
I	90	5,5	Color beige claro, olor a levadura y a jerez, consistencia cremosa.
I'	90	5,5	Color beige claro, olor a levadura y a jerez, consistencia cremosa.
III	90	5	Color beige, olor a queso, consistencia cremosa.
III'	90	5	Color beige, olor a queso, consistencia cremosa.
IV	90	5,5	Color beige, olor a levadura y a jerez, consistencia cremosa.
IV'	90	5,8	Color beige, olor a levadura y a jerez, consistencia cremosa.
V	90	6,1	Color beige, olor frutado, consistencia cremosa, con hongos en la superficie.

Experiencia de Laboratorio n° 3			
Ensilado	Días de elaborado	pH	Descripción
VI	42	5,3	Color marrón claro, olor frutado, consistencia líquida.
VI'	42	4,7	Color marrón claro, olor frutado, consistencia líquida, con hongos en superficie
VII	42	5,3	Color beige, ligero olor putrefacto, consistencia líquida.
VII'	42	5,5	Color beige, ligero olor putrefacto, consistencia líquida.
VIII	42	5,3	Color beige claro, olor ácido leve, consistencia pastosa con exudado.
VIII'	42	5,3	Color beige claro, olor ácido leve, consistencia pastosa con exudado.
IX	42	6,1	Color beige claro, ligero olor putrefacto, consistencia ligeramente pastosa.
IX'	42	6,1	Color beige claro, ligero olor putrefacto, consistencia ligeramente pastosa.
X	42	5,8	Color beige claro, ligero olor putrefacto, consistencia pastosa.
X'	42	5,5	Color beige claro, ligero olor putrefacto, consistencia pastosa.
Experiencia Piloto n° 1			
Ensilado	Días de elaborado	PH	Descripción
A y A'	42	4	Color marrón, olor frutado, consistencia líquida, con hongos en superficie.

En la Tabla 5 pueden observarse los resultados de los análisis proximales realizados

Tabla 5: Análisis proximal de los ensilados biológicos desarrollados en el presente proyecto

	ENSILADO A (azúcar)	ENSILADO VI (melaza)	ENSILADO VII (miel)	RESIDUO (17/01/06)
Cenizas	1,87%	1,57%	1,84%	1,70%
Humedad	66,37%	67,90%	59,57%	67,21%
Proteína	12,02%	11,81%	10,31%	13,93%
Lípidos	14,23%	14,81%	25,77%	18,75%

Los resultados del análisis microbiológico muestran que en todos los casos se aislaron las mismas bacterias con mayor o menor porcentaje de cada tipo bacteriano (*Lactobacillus plantarum*, *Streptococcus lactis* y *Lactobacillus bulgaricus*, *Carnobacterium divergens*, *Carnobacterium divergens*, *Lactococcus lactis*), pero en términos generales las diferentes bacterias tendieron a homogeneizarse.

Alimentación en peces:

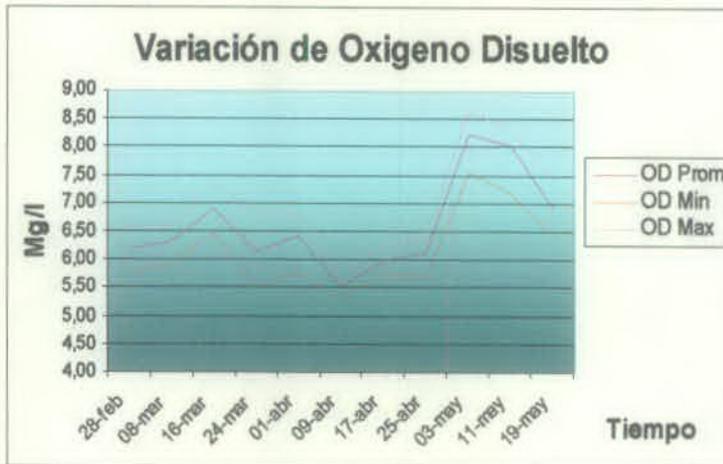
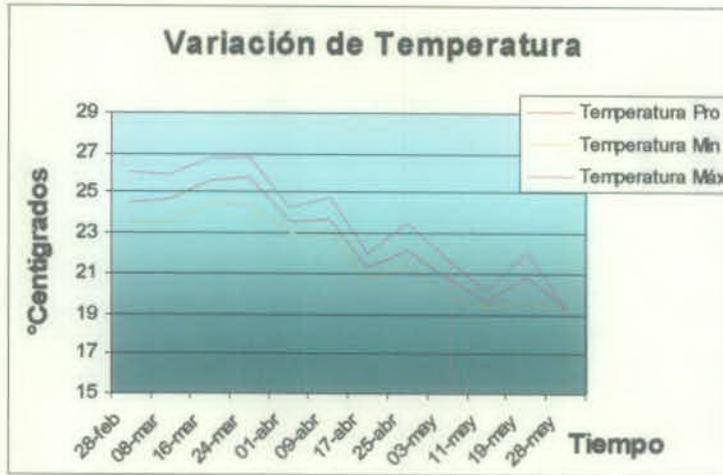
En la Tabla 6, pueden observarse los resultados de los análisis proximales realizados a los alimentos elaborados.

Tabla 6 : Análisis proximales de los alimentos elaborados

	Alimento "Ensilado Químico"	Alimento "Ensilado Biológico"	Alimento "Amur"
Cenizas (%)	11,68	12,81	8
Humedad (%)	9,3	9,94	10,65
Proteína (%)	33,34	31,92	30,78
Lípidos (%)	5,85	9,35	5,03

Los valores de oxígeno disuelto, temperatura y pH durante la evaluación de los ensilados en la alimentación de peces puede observarse en la Gráfico 6.

Gráfico 6: Valores de temperatura, oxígeno disuelto y pH registrados durante la experiencia de alimentación (gráficos A, B y C)



En el Gráfico 7, puede observarse el crecimiento promedio del amur alimentados con las tres dietas evaluadas ("Ensilado Biológico", "Ensilado Químico" y "Amur").

Gráfico 7: Crecimiento promedio del amur con las tres dietas utilizadas



A la finalización de la experiencia la sobrevivencia varió entre el 74,7 y el 100 %, siendo que las mortalidades se debieron a escapes y a los muestreos realizados para el análisis histológico de los peces.

En cuanto al crecimiento de los peces con las tres distintas dietas no se observaron diferencias significativas ($P > 0,05$).

Los incrementos diarios en peso promedio para los peces alimentados con la dieta "Ensilado Biológico" fue de 0,11 gramos, de 0,14 gramos para los alimentados con "Ensilado Químico" y de 0,13 gramos para la dieta "Amur".

Los factores de conversión relativo del alimento, fueron en promedio 6,95; 7,89 y 6,84 para los peces alimentados con las dietas "Ensilado Biológico", "Ensilado Químico" y

“Amur” respectivamente.

En la Tabla 7 puede observarse la tabla resumen con los datos obtenidos durante la experiencia de alimentación en peces.

Tabla 7: Resumen de los datos obtenidos

Parámetros	E. QUIMICO	E. BIOLÓGICO	AMUR
Número inicial	75	75	75
Número final	63,67	69,67	68,5
Sobrevivencia (%)	88,89	96,89	96,67
Densidad en peces por m ²	34,7	34,7	34,7
Peso Prom. Inicial gr.	12,69	8,23	9,01
Peso Prom. Final gr.	26,27	19,1	21,05
Incremento en Peso	13,58	10,87	12,05
Biomasa inicial (g)	951,67	617,33	675,5
Biomasa final (g)	1654,33	1328,67	1441
Biomasa final – Biomasa inicial (g)	702,67	711,33	765,5
Largo total prom inicial (mm)	107,43	92,21	96,44
Largo total prom final (mm)	146,8	133,73	136,85
Alimento suministrado	6611	5188,33	5599,5
Días de experiencia	96	96	96
Incremento en Peso Diario (g/día)	0,14	0,11	0,13
Ganancia relativa en peso (%/día)	0,76	0,88	0,88
FCR	7,89	6,95	6,84

1.4 Conclusiones

Los ensilados biológicos son una alternativa viable para la recuperación de la proteína de los residuos del procesamiento del pescado y de otros peces sin valor comercial, permitiendo una reducción de los costos en alimentación en actividades de piscicultura, pudiendo realizarse por pequeños productores por ser de simple elaboración, bajo costo de inversión, de fácil replicación, utilizando equipamientos y materias primas disponibles localmente.

De todas las formulaciones evaluadas la que mostró mejor resultado y ser más económica es la elaborada con 20% de inóculo de yogur y un 10% de azúcar.

2- Estandarización de la Tecnología de Ahumados y Desarrollo de Patés Ahumados

2- Estandarización de la Tecnología de Ahumados y Desarrollo de Patés Ahumados

2.1 Introducción

El pescado ahumado es un producto de buena aceptación en el mercado, siendo un producto listo para consumo que no necesita de ninguna preparación adicional. Su utilización fue muy importante en el pasado, junto a la salazón y al secado para extender la vida útil de las carnes, aunque actualmente tiene como objetivo conferirle un sabor agradable a la vez de conservarlo.

La acción conservadora del ahumado se debe a los efectos combinados del humo con el salado, y el secado, ya que la acción bactericida del humo no es suficiente, siendo responsables por la reducción de la actividad bacteriana, extendiendo la durabilidad del producto final, permaneciendo apto para consumo por un período mayor de tiempo que el pescado fresco. El aroma característico del pescado ahumado se debe principalmente al humo y a la sal, mientras que la textura depende en gran parte del secado.

El ahumado tiene como principio la exposición del pescado, sometido previamente a un salado, a la acción del calor del humo producido por la combustión de una mezcla de leña y asemín, de maderas libres de resina y olor.

En este proceso existen tres fases distintas:

- 1 - salado
- 2 - oreado
- 3 - ahumado

La materia prima, luego de lavada apropiadamente, es sometida a la acción de la sal,

pudiendo realizarse en pila de sal, donde el pescado fresco, entero o fileteado es colocado en capas sucesivas de sal gruesa, o en salmuera en una solución salina de elevada concentración (salmuera), retardando su proceso de autólisis. La concentración de sal puede variar entre 40 y 100% de saturación. En esta fase el músculo adquiere mayor resistencia debido a su deshidratación. El tiempo de permanencia del producto en la salmuera dependerá de la concentración de la misma, del tamaño y tenor graso del pescado. Este proceso es importante debido a que el tenor de cloruro de sodio en la fracción acuosa del producto deberá inhibir el crecimiento de organismos, principalmente *Clostridium botulinum*.

Antes de pasar a la siguiente etapa es necesario enjuagar el pescado para extraer el excedente de sal.

En la fase de oreado el pescado es colgado para que escurra el exceso de humedad. Este proceso es esencial antes de proceder al ahumado. En esta fase, se forma en la superficie del pescado una película lustrosa producto del secado de la proteína disuelta por la acción de la salmuera. La duración de este proceso está relacionada a la humedad ambiental existente, dándose por terminado cuando el producto presenta cierta adherencia al tacto y ha adquirido un característico color brillante y nacarado. Una vez cumplido esta etapa los pescados son colgados en el ahumadero en ganchos individuales, cuidando que no exista contacto entre ellos.

La fase de ahumado puede dividirse en dos tipos dependiendo de la temperatura utilizada en el proceso:

- ahumado en frío, con temperaturas inferiores a los 30° C,
- ahumado en caliente, donde los productos son cocidos al mismo tiempo en que son ahumados con temperaturas superiores a los 60° C.

Las maderas utilizadas durante el proceso de ahumado no deben contener resinas o taninos, debiendo utilizarse aquellas que sean aptas, especialmente en cuanto a dureza

y aromas.

El envasado del producto debe efectuarse con el mismo ya frío, para que no presente un aspecto húmedo y no favorezca el crecimiento de mohos sobre la superficie del pescado.

El proceso de ahumado no exige tecnologías complicadas, pudiendo realizarse artesanalmente, siendo necesario para una preparación exitosa, un control riguroso en cada una de las etapas del proceso.

Desde el punto de vista nutricional los pescados ahumados conservan prácticamente todos los nutrientes presentes en el pescado sin ahumar, a excepción del contenido proteico, ya que tiene lugar una desnaturalización de proteínas por el calor (cuando ahumado a más de 30°C). Además, las enzimas proteolíticas propias del pescado degradan las proteínas. Esta desnaturalización y degradación proteica tiene efecto beneficioso sobre la textura del pescado debido a que hace ablandar la carne.

Actualmente, con el desarrollo de máquinas para la extracción de pulpa y separadores de espinas, existe un gran interés en el desarrollo de productos a base de carne triturada de pescado. Esta importante fuente de proteína es utilizada para la elaboración de varios productos de valor agregado como hamburguesas, empanados, nuggets, producidos con la carne triturada de pescado.

Con la intención de diversificar los tipos de productos a base de pescado, se trabajó en la elaboración de patés a partir del ahumado producido, y en la elaboración de hamburguesas, probándose 3 formulaciones distintas, aprovechando los recortes de carne con un gran contenido en espinas.

La calidad de estos productos, así como de la propia carne triturada, dependerá de que la materia prima se encuentre en óptimas condiciones higiénico sanitarias, que evite el desarrollo de reacciones químicas y el crecimiento de microorganismos que aumenten la velocidad de deterioración del producto final.

La tecnología de ahumado viene siendo desarrollada en el CENADAC (Centro Nacional de Desarrollo Acuícola) obteniéndose un producto con valor agregado de alta calidad. El presente trabajo pretende la estandarización de esta tecnología de ahumado, de modo que permita al productor agregarle valor a su producción de una forma segura, pudiendo comercializarlos en el mercado regional.

La metodología empleada consistió en el salado, oreado, ahumado en frío con temperaturas próximas a los 30°C y un ahumado en caliente de corta duración a 70°C, luego el producto fue cortado en laminas y colocado en envases con aceite y especias.

Para obtener un producto de calidad y garantizar la seguridad de los mismos debe tenerse especial cuidado con la frescura de la materia prima, su origen, su manipulación, y especialmente a la potencial contaminación durante el proceso de elaborado y la higiene del equipamiento utilizado.

El objetivo del presente proyecto es estandarizar los procesos involucrados en el ahumado que se vienen llevando a cabo en el CENADAC en ahumado frío y frío y caliente; con una tecnología segura, utilizable en zonas cálidas y templadas, finalizando con la elaboración de un manual de procesos.

2.2 Materiales y métodos

Pescado ahumado:

Materia prima:

En la totalidad de las experiencias, la materia prima consistió en filetes sin piel de la especie pacú (*Piaractus mesopotamicus*) procedente del propio CENADAC, en un peso aproximado de 5 kilos.

Salado:

Para el salado de los filetes, los mismos fueron colocados en una salmuera en recipientes plásticos rectangulares de aproximadamente 20 litros de capacidad. La salmuera fue preparada colocando en 10 litros de agua, 2 kg de sal y 200 gramos de azúcar, obteniéndose una concentración de sal en la salmuera entre 16,7 y 18,9 %, medida mediante un refractómetro marca Atago (S-28 0-28%). Se colocó un peso sobre los filetes para evitar que floten en la superficie y fueron dejados en la misma por un período de 10 horas.

Terminado este período, se escurrieron y pesaron los filetes, procediéndose al oreado.

Oreado:

Los filetes fueron colgados, en ganchos diseñados para tal fin (Figura 2), dentro de una fiambarrera, protegidos con una tela mosquitera para evitar su posible contaminación con el contacto de insectos, y dejados durante un período de entre 4 a más de 24 horas dependiendo de la humedad ambiente, hasta que se formara en la superficie una película como adherente al tacto y ligeramente húmeda. Antes de pasar a la etapa de ahumado los filetes fueron pesados.

Ahumado en frío:

Para el ahumado se utilizó un ahumadero de fabricación artesanal (Figura 1), colocando los filetes cuidando que no exista contacto entre los mismos. Se encendió el ahumadero y las brasas producidas fueron tapadas con aserrín, ahogando el fuego evitando que se produzcan llamas. El proceso fue monitoreado cada 30 minutos procurando dentro del ahumadero una temperatura no mayor a 30°C. Esta etapa tiene una duración aproximada de 6 horas.

Ahumado en caliente:

Para concluir con el ahumado, se procedió a un ahumado en caliente a una temperatura próxima a los 70 °C durante 40 minutos, luego de lo cual se dejaron enfriar los filetes para posteriormente pesarlos.

Envasado:

Los filetes fueron dejados por unos días en la heladera para extraer el exceso de humedad y luego cortados en láminas de 1 mm de espesor. Para concluir fueron colocados en frascos con hojas de laurel, pimienta negra en grano y cubiertos con aceite de maíz.

Figura 1 : Diseño de ahumadero artesanal

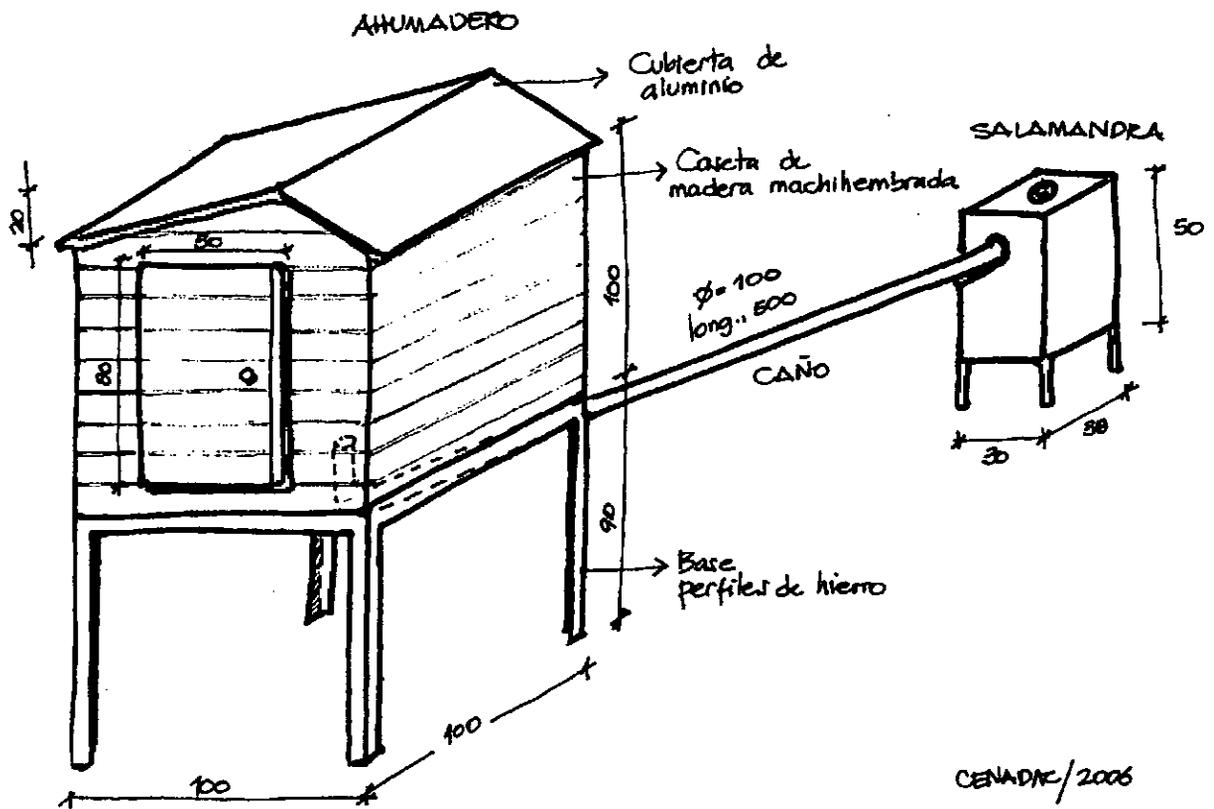
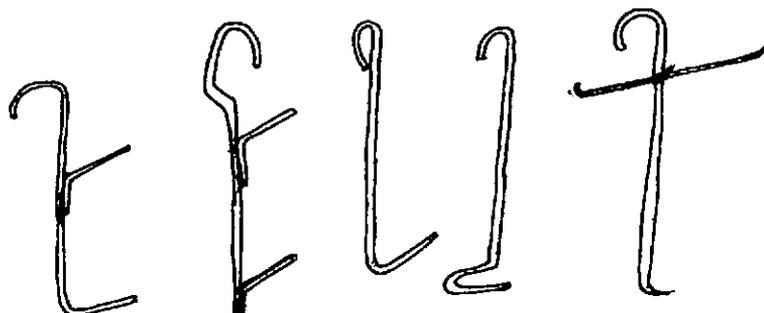


Figura 2: Ganchos especiales para colgar filetes



Paté:

Se elaboraron distintos patés a partir de los recortes del ahumado producido. Se partió en un principio, de una formulación compuesta por una parte de sobras de ahumado molidas, una parte de margarina o manteca y especias a gusto (pimientas, salvia, orégano, estragón, etc.). Este paté puede guardarse en heladera por 3 a 4 días.

Posteriormente, fueron explorándose otras recetas intentando envasarlo sin que la emulsión se rompa (Tabla 8). El paté así elaborado poseía un buen sabor y una buena consistencia, pero la emulsión se rompe durante el baño maría, quedando una capa de grasa en la superficie del frasco. Para subsanar este inconveniente, se trabajó con margarina, harina de trigo y leche, preparando una salsa blanca espesa a la cual se le agrega el pescado ahumado molido y finalmente, crema de leche. Este último paté elaborado se mostró más estable a la temperatura. En la tabla 9 puede observarse la composición del mismo.

Tabla 8: Composición de las distintas formulaciones utilizadas para la elaboración de paté

Ingredientes	Fórmula 1	Fórmula 2	Fórmula 3	Fórmula 4	Fórmula 5	Fórmula 6	Fórmula 7
Pescado Ahumado procesado	100 grs	100 grs	100 grs	100 grs	100 grs	100 grs	100 grs
Margarina	80 grs	70 grs	60 grs	80 grs	---	---	25 grs
Crema de leche	50 grs	8 grs	8 grs	40 grs	20 grs	30 grs	---
Fécula de maíz	8 grs	10 grs	10 grs	8 grs	---	---	---
Lecitina de soja	10 grs	---	---	5 grs	3 grs	3 grs	3 grs
Manteca	---	---	---	---	50 grs	50 grs	---
Aceite vegetal	---	---	---	---	10 grs	---	10 grs
Ketchup	---	---	---	---	10 grs	5 grs	10 grs
Pimienta negra molida	---	---	---	---	1 gr	1 gr	1 gr
Vinagre de manzana	---	---	---	---	---	---	5 grs

Tabla 9: Composición del paté que puede ser esterilizados a baño maría sin romper su emulsión

Ingredientes	
Pescado Ahumado procesado	150 grs
Margarina	50 grs
Harina de trigo	35 grs
Leche	75 grs
Crema de leche	75 grs
Espicias a gusto	

Posteriormente, se determinó la actividad de agua, la concentración de sal y humedad en las patés elaborados.

Hamburguesas:

Para la elaboración de las hamburguesas se utilizaron filetes de pacú (*Piaractus mesopotamicus*) se siguieron las siguientes etapas:

- ∞ Pesado y higienización de los filetes: constituye el lavado y retiro de los residuos superficiales del filete, usando agua segura y a bajas temperaturas.
- ∞ Molienda: los filetes son molidos en una picadora de carne o cutter.
Para la preparación de las hamburguesas a la masa resultante se le agregan los condimentos y aditivos (Tabla 10). Para preservar la funcionalidad de las proteínas de la carne de pescado, la temperatura de la masa no debe superar los 14°C.
- ∞ Luego son moldeadas las hamburguesas, dispuestas en bandejas y posteriormente congeladas.

Tabla 10 : Composición de las hamburguesas de pescado

Ingredientes	Hamburguesas comunes			Hamburguesas con espinaca y queso			Hamburguesas con jardinera		
	gramos	%	% total	gramos	%	% total	gramos	%	% total
Pescado desmenuzado	1000		82	500		63,29	500		70,42
Sal	20	2	1,6	10	2	1,26	10	2	1,4
Pan rallado	100	10	8,2	50	10	6,33	50	10	7,04
Agua	100	10	8,2	50	10	6,33	50	10	7,04
Espinaca congelada				100	20	12,66			
Queso port salut				80	16	10,13			
Jardinera							100	20	14,1

*jardinera: chaucha, arveja, choclo y zanahoria

2.3 Resultados

Pescado ahumado:

El salir de la salmuera, los filetes pierden, en promedio, un 7,61% de su peso, producto de la deshidratación. Los mismos además incorporan sal, factor importante para su posterior conservación. La concentración de la salmuera al final del salado es en promedio un 2% menor que al comienzo de esta etapa, indicando que los filetes absorbieron la sal, la cual se concentrará al reducirse el peso de los filetes durante el oreado y el ahumado.

A la salida del oreado los filetes ya presentan una reducción en peso cercana al 12,4%, deshidratación, que continúa durante el ahumado resultando en la pérdida promedio del 34,52%. En la Tabla 11, puede observarse el rendimiento promedio de los ahumados obtenidos durante las experiencias, los cuales promediaron el 65,48 %.

Como resultado se obtiene un producto con el característico olor y sabor a ahumado, de color entre amarillo y dorado propio de este tipo de producto.

Los resultados de los análisis bromatológicos realizados al ahumado elaborado pueden observarse en la Tabla 12.



Tabla 11 : Rendimiento promedio de los ahumados obtenidos.

	Diferencia salmuera (%)	Diferencia oreado (%)	Rendimiento ahumado (%)
Experiencia 1	95,55	94,15	70,65
Experiencia 2	90,97	85,04	64,30
Experiencia 3	93,10	83,67	64,08
Experiencia 4	88,5	81,89	65,52
Experiencia 5	88,42	...	59,54
Experiencia 6	93,01	87,82	67,60
Experiencia 7	93,82	87,73	...
Experiencia 8	95,48	92,32	67,50
Experiencia 9	91,26	87,37	57,12
Experiencia 10	93,84	86,53	70,19
Experiencia 11	...	89,48	68,33
Promedio	92,39	87,60	65,48

Tabla 12 : Resultado del análisis microbiológico realizado al pescado ahumado

<i>Escherichia coli</i> tipo I	< 3 NMP/g	ICMSF 1983
<i>Listeria monocytogenes</i>	No detectado en 25 g	USDA
<i>Staphylococcus aureus</i>	< 100 ufc/g	Coagulasa + ICMSF
Recuento Aerobios mesófilos	< 6.000 ufc/g	Alpha 1993
Rec. Anaerobios sulfito reductores 37°	< 10 ufc/g	FAO 1981
Rec. Coliformes fecales	< 3 NMP/g	
Rec. Coliformes fecales totales	< 3 NMP/g	ICMSF 1983
Rec. Hongos y levaduras	< 100 ufc/g	ICMSF 1983
Rec. de Enterobacterias	< 10 ufc/g	ICMSF 1983
<i>Salmonella</i>	No detectado en 25 g	ISO 6579/2002

Paté: Se obtuvo un paté de buen sabor y buena consistencia, incluyendo una receta estable a la temperatura. El análisis de actividad de agua mostró valores altos (0,94 – 0,95) para las formulaciones que no son esterilizadas, indicando su necesidad de refrigeración para su distribución y conservación. Se determinó la concentración de sal para los patés de pescado ahumados elaborados que mostraron valores de 6,2 % para los elaborados a partir de los filetes y 9,3 % para los elaborados a partir de las panzas. El porcentaje de humedad en estos productos fue 58,3 % y 52,6 % respectivamente. A continuación puede observarse valores de actividad de agua de distintos productos pesqueros ahumados, incluyendo los elaborados en este proyecto (Tabla 13).

Tabla 13: Valores de actividad de agua para distintos productos pesqueros ahumados

Producto	Valor de aw (actividad de agua)	% de Sal	pH	% de Humedad
Paté elaborado a partir de filetes *	0,94- 0,95	6,2	5 – 5,5	58,3
Paté elaborado a partir de panzas *	0,94	9,3	5,5	52,6
Trucha ahumada **	0,96	1,8	5,4	30,1
Trucha ahumada	0,95 – 0,98	2,6 – 4,8	6,2 – 6,3	61,2 – 63,5
Anguila ahumada **	0,96 – 0,97	3,8 – 4,5	5,8 – 6,1	56 – 60,3
Salmón ahumado **	0,96 – 0,98	3,1 – 3,3	6,1 – 6,2	60,5 – 62,9

* productos elaborados en el CENADAC

** Fuente: Aguilera Radic, et al. 1990.

Hamburguesas: Una vez cocidas a la plancha obtienen un excelente color dorado. Pueden rebozarse con huevo y pan rallado. Son de sabor agradable y buena aceptación.

Se elaboró como parte de este proyecto el Manual para el Proceso de Productos de la Acuicultura, editado por el CFI.

3.0 Informe sobre el Taller Teórico Práctico

“Desarrollo y estandarización de tecnologías para la producción de alimentos para peces y productos pesqueros con añadido de valor”.

3.0 Informe sobre el Taller Teórico Práctico “Desarrollo y estandarización de tecnologías para la producción de alimentos para peces y productos pesqueros con añadido de valor”.

Argentina posee una muy incipiente actividad de acuicultura, la cual ha aumentado lenta y constantemente desde la década del '90. En esta etapa de desarrollo se considera que la asistencia técnica y la capacitación son imprescindibles, por lo cual el Consejo Federal de Inversiones – CFI, y la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, han unido sus esfuerzos y capacidades para brindar a los productores un apoyo esencial (teórico y práctico) que les permita mejorar y aumentar sus pequeñas o medianas producciones, incluyendo además un valor agregado a sus productos.

Como parte de este proyecto se realizó un taller específicamente destinado a los productores de esta amplia región, para el traspaso de las tecnologías de producción de “Ensilados Biológicos” y de “Valor Agregado” (ahumados y patés) para diferentes especies ya en cultivo o en experimentación actual en el CENADAC.

El Taller, realizado en conjunto entre el CFI y el CENADAC los días 7 y 8 de mayo de 2006 en la Provincia de Corrientes, consistió en un día de charlas teóricas brindadas en corrientes capital y una tarde de prácticas específicas sobre los temas desarrollados y la obtención de varios productos, realizadas en el campus del CENADAC, a 20 km de la ciudad de Corrientes. Al mismo asistieron aproximadamente unas 80 personas, entre productores, potenciales productores, técnicos asistentes de producción y varias autoridades, provenientes de las provincias de Corrientes, Misiones, Chaco, Formosa, Entre Ríos y Buenos Aires, así como también de Paraguay y Uruguay.

En el módulo teórico se presentaron las siguientes disertaciones:

“Elaboración de Ensilados Biológicos”

Principios técnicos, metodologías, diferentes sustratos a emplear, elaboración.

Disertante: Tec. Santiago Panné Huidobro

“Técnicas de ahumado”

Ahumado en frío, caliente y mixto. Prácticas de manejo de la cosecha y poscosecha.

Disertante: Ms Cs. Gustavo Wicki

“Utilización de ensilados en experiencias de cultivo de amur”

Disertante: Lic. Marcela Alvarez

“Análisis comparativo de la utilización de ensilados químicos y biológicos”

Disertante: Tec. Santiago Panné Huidobro

“Probióticos, generalidades y efectos sanitarios de los probióticos en los peces”

Disertante: Dr. Luis Romano

En el módulo práctico se elaboraron ensilados biológicos, alimentos conteniendo ensilados, se vieron todas las etapas del proceso de ahumado y finalmente se realizó una degustación de productos ahumados (pacú, rhamdiá y tilapia) y patés de pescado ahumado, con muy buena aceptación por parte de los asistentes, a quienes también se le entregó un Manual para el Proceso de Productos de la Acuicultura, editado por el CFI durante el presente proyecto sobre la base del desarrollo logrado.

Por otra parte los asistentes al taller mostraron sumo interés en las actividades desarrolladas en el CENADAC, anotándose, muchos de ellos, en las capacitaciones que vienen realizándose allí a partir del año 2003.

Agradecimientos

Agradecemos al personal del CENADAC, Sres Mario Pared, Héctor Gómez y Félix Ríos;

a Guillermina Dapello y Mirta Orellana por las ilustraciones y armado del documento y a Laura Luchini por las sugerencias aportadas.

Referencias Bibliográficas

Aguilera Radic, J.; Chirife, J.; Tapia de Daza, M.S.; Welti Chanes, J. & Parada Arias, E. 1990. Inventario de Alimentos de Humedad Intermedia de Iberoamérica. CYTED-D.

Alves, T. T. 1990. Crescimento e mortalidade de *Macrobrachium rosenbergii* en sistemas experimentais. Trabalho de Bodrarelato. UFRJ. Río de Janeiro. Brasil.

Andersson, R. 1986. Inhibition of *Staphylococcus aureus* and Spheroplast of Gram Negative Bacteria by Antagonistic Compounds Produced by a Strain of *Lactobacillus plantarum*. Internet, J. Food Microbiol. 3: 149-160.

Aurrekoetxea, G & Perera, M. N, 2001. Aprovechamiento de recursos pesqueros infrautilizados para la obtención de alimentos mejorados de peces de acuicultura. Publicación Previa al VIII Congreso Nacional de Acuicultura, Santander, España.

Balsinde Ruano M del P; Fraga Castro I & Galindo López J., 2003. Inclusión de ensilado de pescado como alternativa en la elaboración de alimento extruido para el camarón de cultivo (*Litopenaeus schmitti*). II Congreso Iberoamericano Virtual de Acuicultura, 303-309.

Bello R.A. 1994. Experiencias con Ensilado de Pescado en Venezuela. Memorias del Taller Regional organizado por el Instituto de Investigaciones Porcinas (IIP) y FAO. 1994. La Habana, Cuba.

Berenz, Z. 1994. Utilización del Ensilado de Residuos de Pescado en Pollos. Memorias del Taller Regional organizado por el Instituto de Investigaciones Porcinas (IIP) y FAO. 1994. La Habana, Cuba.

Bermudez, J.E., Rodriguez, J.H., Ocampo A & Peñuela L., 1999. Ensilaje de vísceras de pescado Cachama blanca (*Piaractus brachyponum*) como fuente de proteína para la alimentación de cerdos de engorde en una dieta con aceite crudo de palma (*Elaeis guineensis* – *Elaeis oleifera*). *Livestock Research for Rural Development* (11) 2.

Córdova, E y Bello, R. 1986. Procesamiento y evaluación de ensilado de pescado a partir de la fauna acompañante del camarón. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 36(3): 522-535.

Cordova, E.; Marmol, C.; Miranda, L.; Navarrete, J.A. & Reyes, G.; 1990. Ensilado Biológico de Pescado. Curso Regional Sobre Tecnología de Productos Pesqueros FAO/ Programa de Cooperación Gubernamental, Caracas, Venezuela.

Días Ríos, H. L.; 2004. Efecto de la suplementación con ensilaje de residuos de una planta procesadora de tilapia (*Oreochromis niloticus*) sobre el consumo voluntario y digestibilidad de nutrientes de heno de gramíneas y leguminosas tropicales. Tesis Maestro en Ciencias en Industria Pecuaria; Universidad de Puerto Rico, Recinto Universitario de Mayagüez.

Fagbenro O. A & Jauncey K. 1998 Physical and nutritional properties of moist fermented fish silage pellets as a protein supplement for tilapia (*Oreochromis niloticus*). Institut of Aquaculture, University of Stirling, Stirling FK9 4 LA, Scotland, UK.

F.A.O., 1970. Smoke curing of fish FAO Fisheries Report, N° 83: F II/R 88 (E): 1-43.

FAO, 2005. Projection of World Fishery Production in 2010.

Frazier W.C. & Westhoff, Dd.C. 1978. Food Microbiology, Third Edition, McGraw-Hill.

Galvez, A; Morales de León, J & Bourges Rodríguez H., 1985. Development o fan enzymatic fish hidrolizate and its usu in instant soup bases. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, Dec; 35 (4): 686-695.

- Goddard J.S. & Perret J.S.M. 2005. Co-drying fish silage for use in aquafeeds. *Animal Feed Science and Technology* 118, 337-342.
- Guevara, J., Bello, R & Montilla, J. 1991. Evaluación del ensilado de pescado elaborado por vía microbiológica como suplemento proteínico en dietas para pollos de engorde. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*. 41 (2): 247-256.
- Hilderbrand, K.S. 1999. Smoking Fish at Home – Safely. PNW 238. Corvallis: Oregon State University Extension Service. 4 pp.
- Hine P.M. & MacDiarmid SC. 1997. Riesgos y prevención de la contaminación de productos a base de pescado. *Rev. Sci. Tech. OIE*; 16 (1), 135-145.
- Hoffman, A. 1981. The use of coconut cake and fish silage as pig feed in the Seychelles. *Tropical Animal Production* 6:1.
- León Alamo F. J.; 2003. Consumo voluntario y digestibilidad de nutrientes de heno de gramíneas tropicales nativas y ensilaje de sorgo y el efecto de la suplementación con residuos fermentados de pescadería. Tesis Maestro en Ciencias en Industria Pecuaria; Universidad de Puerto Rico, Recinto Universitario de Mayagüez.
- Lessi, E. 1994. Ensilajes de Pescado en Brasil para la Alimentación Animal. Memorias del Taller Regional organizado por el Instituto de Investigaciones Porcinas (IIP) y FAO. 1994. La Habana, Cuba.
- Le Van Lien, Pham Thi Thoa, Nguyen Viet Thai & Nguyen Huu Tao. 2005. Use of *Lactobacillus plantarum* inoculate to improve the fermentation process of shrimp by-products silage and evaluation of the silage as a protein source for ducks. MEKARN-CTU Workshop-seminar, 13-25 Mayo, 2005.

Lopes Beerli, E.; Michalsky Carvalho Beerli & Vieira Rosa Logato, P.; 2004. Silagem Ácida de Resíduos de Truta (*Oncorhynchus mykiss*), com Utilização de Ácido Muriático. Cienc. Agrotec., Lavras, vol. 28, nº1: 195-198. Jan/fev, 2004.

Machin, D.H. 1986. The use of Formic Acid Preserved Meat and Fish Offal Silages in Pig and Poultry Feeding. Ph. D Thesis. Reading University. 221 pp.

Mahendrakar A.J., 1995. Acceleration of fish viscera silage by prefermented starter culture. Irish Journal of Agriculture and Food Research. Volume 35, Nº 2: 171-177.

Morales Ulloa, D. F. & Marília Oetterer; 1997. Composição em aminoácidos de silagem Químicas, Biológicas e Enzimáticas preparadas com Resíduo de Sardinha. Cienc. Technol. Aliment. Vol.17, nº3. Campinas sept/dec, 1997.

Murillo Secco, E., De Stefani M.V., Vidotti, R.M.. 2002. Substituição da farinha de peixe pela silagem de peixe na alimentação de girinos de ra-touro (*Rana catesbeiana*) Ciência Rural, vol 32, Nº3.

Oetterer, M. 2001. Pescados defumados – unidades processadoras e operação de defumadores artesanais. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Piracicaba, 12 pp.

Oliveira Sales, R. & Sales A.M. 1988. Avaliação sensorial comparativamente do produto experimental patê de pescado a similares vendidos no comércio. Cien. Agron. Fortaleza, 19(2): pag 95-99.

Ottati, M. & Bello, R. 1990a. Ensilado microbiano de pescado en la alimentación porcina. I. Valor nutritivo del producto en dietas para cerdos. Alimentaria. 27(211): 37-44.

Ottati, M. & Bello, R. 1990a. Ensilado microbiano de pescado en la alimentación porcina. II. Evaluación de la canal y caracterización de la carne. *Alimentaria*. 27(212):109-113.

Ottati, M; Gutierrez, M & Bello, R. 1990. estudio sobre la elaboración de ensilado microbiano a partir de pescado proveniente de especies subutilizadas. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*. 40(3): 408-425.

Pinto de Carvalho, G. G. ; Vieira Pires, A. J.; Mattos Veloso, C.; Ferreira da Silva, F. & De Carvalho B.M.; 2006. Silagem de residuo de peixes en dietas para alevios de tilapia do nilo. *Revista Brasileira de Zootecnia*, vol. 35, nº1: 126-130.

Rehbronn, E & Rutkowski, F., 1989. Ahumado de pescados. Editorial Acribia SA. Pags. 134. España.

Rodriguez T, Montilla JJ, Bello RA. 1990. Fish silage from shrimp by match fish: I. Preparation and biological evaluation. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*. Sep; 40(3): 426-438.

Rustad, T. 2003. Utilisation of marine by-products. *Electronic Journal of Environmental, Agricultural and Food Chemistry*; 2 (4).

Scottish Environment Protection Agency; 2004. Evaluation of Fish Waste Management Techniques. Contract Reference 230 / 4198. Final Report. Poseidon Aquatic Resource Management Ltda. Abril 2004.

Scottish Environment Protection Agency; 2005. Regulation and monitoring of marine cage fish farming in Scotland – a procedures manual Attachment X Guidance Note On The Ensiling Of Fish and Fish Offal.

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos; Dirección Nacional de Alimentación, Programa Calidad de los Alimentos Argentinos. Consideraciones a la hora de elaborar Conservas Caseras de Alimentos. 3 pp.

Seibel, N. F & De Souza Soares L. A.; 2003. Producao de Silagem Química com Resíduos de Pescado Marinho. Braz. J. Food Technol. Vol. 6, nº2: 333-337, jul/dez, 2003.

Tatterson, I.N, 1982. Fish silage – preparation, properties and uses. Animal Feed Science and Technology. 7, 153-159.

Tome E, Levy Benshimol A, Bello Rafael A, 1995. Proteolytic activity control in fish silage. Archivos Latinoamericanos de Nutrición, Dec; 45(4): 317-321.

Vannuccini S. 2004. Overview of Fish Production, Utilization, Consumption and Trade. Fishery Statistician (Commodities); FAO, Fishery Information, Data and Statistics Unit. <ftp://ftp.fao.org/fi/stat/overview/overview.pdf>

Venugopal, V., 1995. Methods for processing and utilization of low cost fishes: a critical appraisal. J. Food Sci. Technology., Vol 32, Nº 1, 1-12.

Vidotti R.M., Macedo Viegas E.M. & Carneiro D.J. 2003. Amino acid composition of processed fish silage using different raw materials. Animal Feed Science and Technology 105; 199-204.

Walker, K., Manual práctico del ahumado de los alimentos. Editorial Acribia SA. Pags. 124. España.

Wicki, G. 1993. El Proceso de Ahumado como Valor Agregado en la Producción del Catfish Sudamericano (*Rhamdia sapo*). Boletín Red Acuicultura; Vol 7 Nº1; 5-8.

Wicki, G; Rossi, F., Martín, S., Panné Huidobro, S. & Luchini, L., 2004. Utilización de

ensilado ácido, harinas de soja y pluma en diferentes dietas utilizadas en la primera fase de engorde de pacú (*Piaractus mesopotamicus*). III Congreso Iberoamericano Virtual de Acuicultura: 246-254.

Wolff Ferreira, M.; Silva V.K.; Bressan, M.C.; Bitencourt Faria P.; Oliveira Vieira J. & Oda S.H. 2002. Pescado processados: maior vida de prateleira e maior valor agregado. Boletim de extensao rural. Universidad Federal de Lavras. 26 pp.

Wright I., 2004. Salmon by-products. Aqua Feeds : Formulation & Beyond, Vol 1.