



Universidad Internacional de La Rioja
Máster universitario en Ingeniería de Software y
Sistemas Informáticos

Prototipo de Aplicación Informática Móvil
para Análisis Sensorial en el Proceso de
Evaluación de Calidad de Carne de
Cachama (*Piaractus brachypomus*)

Trabajo Fin de Máster

Presentado por: Gutiérrez Cárdenas, Marco Antonio

Director/a: Quemada Mayoral, Carlos

Ciudad: Villavicencio (Meta), Colombia

Fecha: 11 de Diciembre de 2017

Resumen

La piscicultura se ha convertido progresivamente en uno de las actividades productivas del sector agropecuario más importantes para Colombia y para regiones como el Departamento del Meta. El dinamismo que caracteriza a este renglón económico es favorecido por las condiciones geográficas y ambientales de la región. El Dpto. del Meta por su parte es uno de los mayores productores a nivel nacional de carne de pescado y alevinos.

Una de las necesidades más apremiantes de la piscicultura es realizar evaluación de la calidad de carne de pescado que llega a los consumidores, lo cual se hace actualmente de forma rudimentaria, utilizando registro en hojas de papel o de forma verbal. El presente trabajo muestra el proceso de desarrollo de una aplicación informática móvil que busca automatizar el análisis sensorial utilizado para evaluar la calidad de carne en un lote de pescado, específicamente de Cachama (*Piaractus brachypomus*).

Abstract

Fishfarming has progressively become one of the most important productive activities in the agricultural sector for Colombia and for regions such as the Department of Meta. The dynamism that characterizes this economic line is favored by the geographic and environmental conditions of the region. The Dpto. Del Meta is one of the largest producers of fish meat and fingerlings nationwide.

One of the most pressing needs of fish farming is to assess the quality of fish meat that reaches consumers, which is currently done in a rudimentary way, using paper sheets or verbally. The present work shows the development process of a mobile computer application that seeks to automate the sensory analysis used to evaluate the quality of meat in a lot of fish, specifically of Cachama (*Piaractus brachypomus*).

Keywords: Fishfarming, evaluation, quality, sensory, software

Índice de Contenidos

1. Introducción.....	8
1.1 Justificación	9
1.2 Planteamiento del trabajo	13
1.3 Estructura de la memoria.....	14
2. Contexto y estado del arte.....	16
2.1. Introducción	16
2.1.1. Generalidades de la Piscicultura	16
2.1.2. Calidad de Carne de Pescado.....	22
2.1.3. Norma NTC 1443 – Productos de la Pesca y Acuicultura.....	27
2.1.4 Ingeniería de software y aplicaciones informáticas móviles.....	30
2.2. Desarrollo	35
2.3. Conclusiones	45
3. Objetivos concretos y metodología de trabajo.....	47
3.1. Objetivo general.....	47
3.2. Objetivos específicos	47
3.3. Metodología del trabajo	48
4. Desarrollo específico de la contribución	49
4.1. Identificación de requisitos.....	49
4.1.1. Planeación del proyecto	50
4.1.2. Entrevista Inicial con el Usuario Final (Experta en Acuicultura)	52
4.1.3. Listado de Requerimientos.....	54
4.1.4. Historias de Usuario	55
4.1.5. Diagrama de Casos de Uso.....	59
4.2. Descripción del sistema software desarrollado	60

4.2.1. Tareas de Programación	60
4.2.2. Roles y Operaciones	61
4.2.3. Diseño de Interfaces	62
4.2.4. Modelo Entidad-Relación (MER)	67
4.2.5. Codificación de la Aplicación	68
4.3. Evaluación.....	71
5. Conclusiones y trabajo futuro	74
5.1. Conclusiones	74
5.2. Líneas de trabajo futuro	76
7. Bibliografía	77
Anexos	81

Índice de Tablas

Tabla 1. Características sensoriales del pescado entero fresco refrigerado	29
Tabla 2. Diferencias entre metodologías ágiles y metodologías tradicionales	32
Tabla 3. Aplicaciones informáticas comerciales y trabajos de investigación orientados a piscicultura	42
Tabla 4. Planeación del proyecto (Cronograma)	50
Tabla 5. Historias de usuario	55
Tabla 6. Tareas de programación.....	60
Tabla 7. Roles y operaciones en el equipo de desarrollo	61
Tabla 8. Plan de pruebas para evaluar aplicación informática móvil.....	71

Índice de figuras

Figura 1. Cachama.....	17
Figura 2. Morfología típica externa de un pez de agua dulce	18
Figura 3. División del cuerpo del pez en zonas	19
Figura 4. Localización general de los órganos más destacados en los peces	19
Figura 5. Sistema de clasificación y puntuación para la evaluación de frescura basado en el olor y el sabor de pescado crudo y cocido.....	24
Figura 6. Aplicación How Fresh is your fish?	41
Figura 7. Entrevista Ing. Nubia Cruz: experta en Acuicultura y potencial usuario final del software	53
Figura 8. Diagrama de Casos de Uso	59
Figura 9. Index del aplicativo.....	63
Figura 10. Interfaz de registro de lote de pescado.....	64
Figura 11. Interfaz de registro de evaluación sensorial a lote de carne de pescado	65
Figura 12. Interfaz de reporte de evaluación	66
Figura 13. Modelo Entidad-Relación del Software	67
Figura 14. Codificación de la interfaz de registro de lote de pescado	69
Figura 15. Codificación de la interfaz de evaluación de características sensoriales	70

1. Introducción

La investigación juega un papel trascendental en la sociedad y en el sector productivo de una región o de un país. El objetivo de este proyecto es contribuir a mejorar la competitividad de uno de los renglones económicos más importantes del Departamento del Meta y de Colombia a través de la participación de la tecnología informática.

Este Trabajo Fin de Master (TFM) describe el proceso desarrollado con el fin de implementar una aplicación informática móvil para automatizar el proceso de evaluación de carne de pescado, específicamente para este caso el de cachama (*Piaractus brachypomus*). En este documento se presenta en primera instancia un estudio de antecedentes sobre los trabajos o proyectos similares realizados anteriormente con lo cual se elabora el contexto y estado del arte del tema a tratar.

Con el fin de facilitar la comprensión del tema por parte del lector, este contexto y estado del arte se ha dividido en: introducción, desarrollo y conclusiones. En lo correspondiente a la introducción, se presenta una revisión bibliográfica sobre las generalidades de la piscicultura, la evaluación de la calidad de carne de pescado y de su marco normativo, la Norma Técnica Colombiana NTC 1443 que se enfoca en pescado fresco o refrigerado y bajo la cual se plantea el proceso de desarrollo de software; y finalmente, se presentan conceptos generales sobre ingeniería de software para aplicaciones móviles. En lo referente a desarrollo, se relacionan los paquetes informáticos comerciales y proyectos de investigación y/o desarrollo tecnológico aplicados a piscicultura y evaluación de calidad de carne de pescado. En la conclusión, se indica qué tipos de aplicaciones informáticas existen y por qué es importante y pertinente desarrollar el software descrito en este Trabajo Fin de Master.

El trabajo continúa con los diferentes artefactos y diagramas resultantes de las fases de análisis, diseño y codificación del aplicativo y finaliza con la evaluación que hace el usuario final a la aplicación desarrollada y con las conclusiones obtenidas del proceso de investigación y con las líneas de trabajo futuro.

1.1 Justificación

La producción piscícola se ha consolidado como una actividad fundamental para la seguridad alimentaria del ser humano a nivel mundial y por tanto, un importante renglón económico en todas las regiones donde se práctica con fines comerciales y/o industriales. A nivel nacional y según el Ministerio de Agricultura de Colombia [1], la producción piscícola en el 2015 fue de 103.114 toneladas y según el mismo documento, el sector ha tenido un crecimiento promedio del 9,25% en la última década. El dinamismo que caracteriza a este renglón económico es favorecido por las condiciones geográficas, ambientales y de biodiversidad que posee Sudamérica y Colombia. Entre las especies de pez que más se cultivan en Colombia está la Cachama, la cual es nativa de la cuenca del Rio Orinoco.

Actualmente, este sector requiere herramientas tecnológicas que permitan automatizar y optimizar los procesos de producción en aspectos como por ejemplo:

1. Conteo de alevinos¹
2. Análisis morfométrico para realizar biometrías y determinar la tasa de crecimiento de especies piscícolas con el fin de ajustar dietas, entre otras.
3. Clasificación de especies.
4. Monitoreo y control de variables fisicoquímicas determinantes en la supervivencia de los individuos
5. Evaluación de la calidad de carne de pescado por parte de actores de la industria, la investigación científica y las autoridades de control. La aplicación informática móvil que se ha desarrollado busca precisamente automatizar este proceso de evaluación.

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) [2], la evaluación de calidad de carne de pescado se realiza actualmente a través de los siguientes métodos: Bioquímicos y químicos, Microbiológicos, Físicos y Sensoriales. Los tres primeros requieren la utilización de máquinas especializadas presentes en laboratorios y su resultado puede tardar alrededor de 15 días y el último corresponde a la valoración de uno o más expertos sobre el estado de la carne de pescado, por tanto, en este último método el resultado es mucho más rápido, a pesar de tener esa naturaleza subjetiva. Actualmente, el registro de estos datos de análisis sensorial se realiza en papel, siendo poco práctico el almacenamiento y la consulta. Adicionalmente, hay alto riesgo de pérdida de información y es muy costoso e ineficiente los análisis y seguimientos a estos resultados.

¹ Crías recién nacidas de peces.

El tema de la calidad de carne de pescado preocupa a todos los actores de la cadena de producción piscícola desde el productor, el comercializador, el investigador acuícola hasta el consumidor y las autoridades gubernamentales que tiene como función garantizar alimentos óptimos para el consumo humano. Para la evaluación de la calidad de carne de pescado se toma como referencia el Método del Índice de Calidad o *Quality Index Method (QIM)*, el cual ya es un sistema estandarizado a nivel mundial para estos procesos. Atendiendo a lo expuesto por Nunez y Batista [3], el QIM consiste en evaluar ciertos parámetros que corresponde al aspecto externo del pescado y está basado en la valoración significativa del cambio a través del tiempo de almacenamiento de la carne, por parte de un panel de evaluadores entrenados, asignando puntaje por deméritos, en una escala de 0-1, 0-2 ó 0-3 puntos, a los cambios ocurridos. En esta escala, el 0 (cero) corresponde a la máxima calidad y entre mayor puntaje, menor la calidad.

Es importante precisar que, de acuerdo a la revisión bibliográfica realizada y a la versión de expertos en acuicultura, no existen aplicaciones informáticas para análisis sensorial con fines de evaluación de calidad de carne de pescado para especies de Colombia y desde luego, no existe aplicación informática que automatice estos procesos con base en la Norma Técnica Colombiana NTC 1443, la cual determina el proceso a seguir para este tipo de evaluación de calidad de carne en pescado fresco o refrigerado. Sólo se encontró una aplicación informática de evaluación de calidad de carne pero enfocada a especies de salmón, bacalao y solla y teniendo como referencia la normatividad estadounidense y europea, por estas dos razones no es posible su aplicación en Colombia.

Contar con una herramienta informática para evaluación de carne de pescado contribuirá de forma importante al sector piscícola del Departamento del Meta y podrá ser utilizado por productores piscícolas, investigadores acuícolas y autoridades de control como el Instituto de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos (INVIMA) de Colombia. Para la evaluación de la calidad de carne, este instituto utiliza la Norma Técnica Colombiana 1443 del Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC), la cual establece los requisitos del pescado entero, medallones y trozos, refrigerados o congelados aptos para consumo humano. De igual forma, la evaluación de la calidad de carne también es un parámetro fundamental a tener en cuenta en el momento de la negociación y el pago de lotes de producto. Si existe una herramienta informática confiable que entregue un resultado de la evaluación de la calidad de carne, el productor piscícola recibirá en consecuencia un pago justo por su producto.

A nivel general, la aplicación informática a desarrollar permitirá registrar la escala de valoración de calidad de carne de un lote de pescado, teniendo en cuenta los diferentes parámetros de evaluación contemplados en la NTC 1443. De igual forma, el aplicativo permitirá registrar los datos de identificación del lote de pescado evaluado, especie, estación piscícola de origen y demás datos que considere pertinente el usuario final, quien puede desempeñar roles como: productor piscícola, investigador y autoridad de control. Es importante precisar que la aplicación informática a desarrollar estará dirigida a dispositivos móviles dado que la evaluación de la carne de pescado se realiza en las estaciones piscícolas, en los centros de acopio de alimentos de las ciudades, en los centros de investigación o en los centros comerciales de las ciudades, por tanto se requiere de una aplicación portátil.

En consecuencia, la aportación de este Trabajo Fin de Master es diseñar y desarrollar un prototipo de aplicación informática móvil que permita precisamente registrar el análisis sensorial realizado a una muestra de carne de pescado, en este caso particular, de *Cachama*, cuyo nombre científico es *Piaractus Brachypomus*; la *Cachama* es una de las especies nativas de la cuenca del Rio Orinoco (Colombia) y de gran importancia comercial para el Departamento del Meta. Aplicaciones similares se han desarrollado, principalmente en Europa y Estados Unidos, para especies como Salmon, Bacalao y Solla. El objetivo es aprender de las experiencias obtenidas a partir de estos proyectos y desarrollar una aplicación informática para una especie nativa de la región de la Orinoquía colombiana, contribuyendo a mejorar las condiciones de producción, comercialización y control de la calidad de carne de pescado, logrando así que el consumidor disfrute de un alimento sano y el productor piscícola reciba una retribución económica justa. Es fundamental recalcar que una aplicación informática como la propuesta no existe en el Departamento del Meta ni en Colombia.

De igual forma, es importante resaltar que para el éxito en el desarrollo de la aplicación informática, es fundamental la participación de expertos en acuicultura como es el caso de la Ing. Nubia Stella Cruz Casallas, quien es la Directora de Investigaciones de UNIMINUTO Vicerrectoría Regional Llanos y hace parte del Grupo de Investigación GRITOX (Grupo de Investigación sobre Reproducción y Toxicología de Organismos Acuáticos) de la Universidad de los Llanos (UNILLANOS); ambas instituciones están ubicadas en la ciudad de Villavicencio, Departamento del Meta, Colombia. La Ing. Nubia Cruz es Magister en Acuicultura. Por tanto, esta aplicación informática también aportará a los grupos y procesos

de investigación en piscicultura que se desarrollan en la región del Departamento del Meta (Colombia).

A nivel personal, el autor ha venido trabajando en la aplicación de tecnología informática a la piscicultura desde el pregrado cuando para optar al título de Ingeniero de Sistemas desarrolló el proyecto: *Prototipo computacional para el monitoreo de variables fisicoquímicas en estanques de producción piscícola y análisis estadístico*, lo cual le valió el reconocimiento de Proyecto de Grado Meritorio y le permitió ganar la Convocatoria de Jóvenes Investigadores e Innovadores de Colciencias con un tema de investigación relacionado. De igual forma, el autor integró el grupo de investigación del IALL (Instituto de Acuicultura de los Llanos) de la Universidad de los Llanos. La participación en este grupo le ha permitido conocer de cerca las necesidades del sector piscícola regional y las posibles soluciones a implementar.

1.2 Planteamiento del trabajo

El sector piscícola del Departamento del Meta y de Colombia no cuenta con una herramienta informática móvil que permita hacer el registro y almacenamiento de análisis sensorial en el proceso de evaluación de calidad de carne de Cachama (*Piaractus brachypomus*) teniendo como base la Norma Técnica Colombiana NTC 1443, la cual determina el proceso a seguir para este tipo de evaluación de calidad de carne en pescado fresco o refrigerado. La Cachama es una especie de pez nativo de la cuenca del Rio Orinoco en el Departamento del Meta (Colombia) y de gran interés comercial en la región.

Producto de la revisión bibliográfica realizada, sólo se encontró una aplicación informática de evaluación de calidad de carne pero enfocada a especies de salmón, bacalao y solla y teniendo como referencia la normatividad estadounidense y europea; por estas dos razones no es posible su aplicación en Colombia.

La aplicación informática que se ha desarrollado traerá importantes beneficios para el consumidor teniendo en cuenta que contribuirá a garantizar un alimento sano, para los productores en la medida en que podrán recibir un valor justo por su producto, para los investigadores dado que se convertirá en una herramienta que facilitará esta área de estudio de evaluación de calidad de carne y para las autoridades de control como INVIMA (Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamento y Alimentos), en su objetivo de garantizar productos sanos para los consumidores.

Como pregunta orientadora de este proceso de investigación, se ha planteado la siguiente:

¿Cómo desarrollar una aplicación informática móvil que permita automatizar el análisis sensorial en el proceso de evaluación de carne de cachama (*Piaractus Brachypomus*)?

1.3 Estructura de la memoria

La memoria del TFM se ha organizado en los siguientes capítulos:

Capítulo 2. Contexto y estado del arte:

Se muestra el estado del arte del proyecto, sin embargo, se ha procurado elaborar un hilo conductor para lograr que el lector comprenda las diferentes temáticas que constituye el trabajo, de tal forma que se ha organizado en los siguientes temas:

✓ **Introducción**

Aquí se explica qué es la piscicultura, sus diferentes clasificaciones y algunos conceptos fisiológicos del pez dado que el aplicativo finalmente lo que busca es automatizar el proceso de evaluación de calidad de carne de pescado. Este capítulo continúa precisamente con la explicación de este proceso de evaluación y muestra la Norma Técnica Colombiana NTC 1443, la cual corresponde al marco normativo que determina las escalas de valoración para el análisis de características sensoriales en el pescado, adicionalmente a las demás indicaciones para desarrollar la evaluación.

El capítulo finaliza con los principales conceptos y teorías referentes a un proceso de desarrollo de software y a la metodología ágil de Programación Extrema (XP), la cual ha guiado el proceso de desarrollo de la aplicación informática móvil para evaluación de calidad de carne de pescado y por último, muestra conceptos generales de las aplicaciones para dispositivos móviles.

✓ **Desarrollo**

Aquí se muestran las principales aplicaciones informáticas comerciales y proyectos de investigación y/o desarrollo tecnológico que se han implementado en el campo de la piscicultura.

✓ **Conclusiones**

Basado en la revisión bibliográfica de los anteriores capítulos, se procede a indicar concretamente qué tipos de software se han desarrollado para piscicultura y específicamente para la evaluación de calidad de carne de pescado.

Capítulo 3. Objetivos y metodología

Se muestra el objetivo general, los objetivos específicos y el conjunto de pasos que integra la metodología usada en el desarrollo del proyecto.

Capítulo 4. Desarrollo específico de la contribución

En lo referente a este capítulo se ha dividido en:

- **Listado de requisitos**

Aquí se aborda lo concerniente al Análisis del software desarrollado, mostrando la planeación del proyecto, la entrevista al usuario final, el listado de requerimientos, las historias de usuario y el diagrama de casos de uso.

- **Descripción del sistema software desarrollado**

Aquí se aborda el diseño, codificación y evaluación del software desarrollado, mostrando las tareas de programación, los roles de los integrantes del equipo de desarrollo, el diseño de las interfaces, el Modelo Entidad-Relación, una descripción del proceso de codificación y de las herramientas utilizadas.

- **Evaluación**

En esta parte del documento se muestra el diseño y aplicación de un plan de pruebas para determinar si el aplicativo satisface los requerimientos funcionales y no funciones, evidenciándose el permanente acompañamiento del usuario final en el proceso de desarrollo de software.

Capítulo 5. Conclusiones y líneas de trabajo futuro

Aquí se muestran las conclusiones del trabajo fin de master y las potenciales líneas de trabajo futuro que pueden ser tomadas para generar nuevos proyectos de investigación con el fin de continuar optimizando el sector piscícola con el aporte de la Informática.

2. Contexto y estado del arte

Con el ánimo de contextualizar al lector en el sistema sobre el cual operara la aplicación informática desarrollada, se ha determinado dividir este capítulo en los siguientes elementos: introducción, desarrollo y conclusiones. A continuación, se trata cada uno de ellos:

2.1. Introducción

2.1.1. Generalidades de la Piscicultura

Los peces se originaron en el periodo devónico hace 300 millones de años, corresponden a los vertebrados más numerosos en el planeta estimando que existen cerca de 20 mil especies vivientes que corresponden a un 48.1% del número total de especies de vertebrados en el mundo, esto de acuerdo a [17] del texto: Introducción a la biología de los peces, por lo anterior los peces son fundamentales para la alimentación y bienestar de la población mundial.

El sector de la **Acuicultura** corresponde al conjunto de actividades técnicas y conocimientos de crianzas de especies acuáticas vegetales y animales; de manera específica, la **Piscicultura** corresponde a un área dentro de la acuicultura que se dedica específicamente al estudio y aplicación de técnicas y conocimientos dirigidos a peces. A nivel de seguridad alimentaria y desde luego también a nivel económico, la acuicultura y piscicultura juegan un papel fundamental en el sector productivo del mundo y particularmente de Colombia y del Departamento del Meta, en donde se está enfocando principalmente este proyecto.

En Colombia y en Sudamérica las especies más cultivadas son: el pacú, la cachama y la tilapia. A continuación, una breve descripción de la Cachama, dado que es la especie que se ha tomado como referencia para el desarrollo de la aplicación informática móvil.

De acuerdo a ASOPROAPES (Asociación de Productores de Alevinos) [4], La Cachama blanca (*Piaractus brachipomus*), es una especie nativa de las cuencas de la Orinoquía y Amazonía, distribuida ampliamente en América del Sur desde el Orinoco y toda la cuenca Amazónica hasta el río de la Plata. En Colombia es una de las especies de cultivo más importantes para el desarrollo de pequeñas economías de sustento. Además, son

consideradas como las especies de mayor potencial productivo y comercial en piscicultura extensiva en aguas cálidas continentales de América Latina.



Figura 1. Cachama - *Piaractus Brachyomus* ([4])

Con el fin de dar mayor claridad sobre el sistema en el que operará la aplicación informática móvil y según Mancini [5], los peces son animales de sangre fría (ectotermos = poiquilotermos) caracterizados por poseer vertebras, branquias y aletas, dependen fundamentalmente del agua que es el medio donde viven, y se clasifican en 3 grandes grupos elementales:

Placodermos: Son peces acorazados, especies arcaicas ya extinguidas.

Condroictios: Peces cartilagosos como es el caso de rayas, tiburones, etc. Se caracterizan por tener esqueleto cartilaginoso, piel recubierta por escamas placoideas (con una placa en la base y una espina saliente), poseer de cinco a siete pares de branquias separadas por laminillas branquiales (por eso también se los denomina elasmobranquios; elasma = laminilla), aleta caudal con un lóbulo mayor que el otro y la boca provista de varias series de dientes, muy duros y puntiagudos, que son reemplazados por los anteriores cuando estos se caen por el uso.

Osteictios: Peces óseos (teleósteos), son los más numerosos y complejos, y donde ya se han clasificado más de 20.000 especies. La mayoría de ellos se encuentran actualmente

poblando las aguas continentales y marítimas. Entre las características sobresalientes de los peces óseos se destacan las siguientes:

- 1- Son vertebrados acuáticos de esqueleto óseo.
- 2- Respiran por medio de branquias
- 3- Tienen la piel recubiertas por escamas.
- 4- Presentan sistemas circulatorio simple.
- 5- Poseen aletas de diversas estructuras y formas.
- 6- Su reproducción es generalmente externa.
- 7- Son animales poiquiloterms. 8- Tienen vejiga gaseosa.

Tomando como referencia el sitio web: elacuarista.com [6], a continuación se presentan una serie de imágenes donde se observa la fisiología típica de un pez:

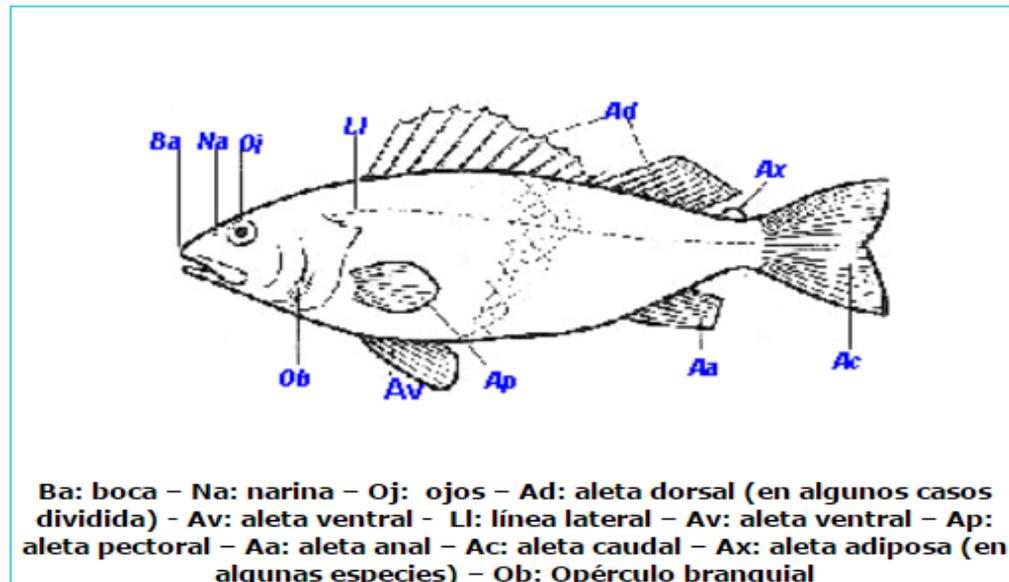


Figura 2. Morfología típica externa de un pez de agua dulce ([6])

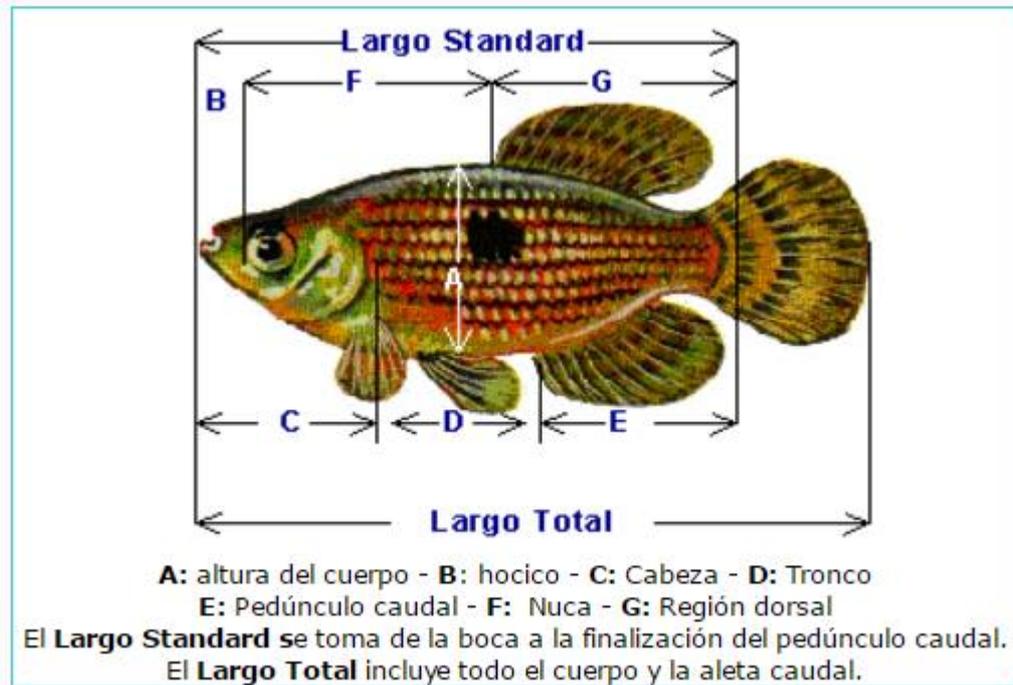


Figura 3. División del cuerpo del pez en zonas ([6])

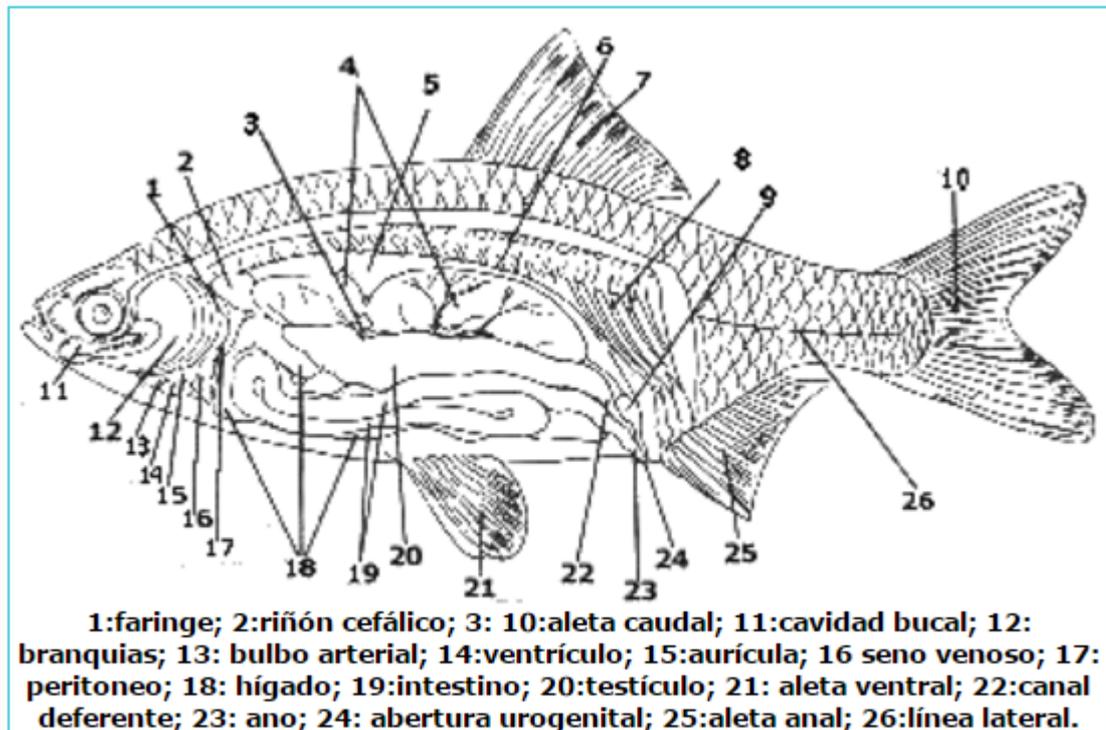


Figura 4. Localización general de los órganos más destacados en los peces ([6])

Ahora bien, volviendo al tema el sector acuícola, en [5] se plantean las siguientes ventajas de este importante sector productivo:

- Factibilidad de integrarse a otras actividades agropecuarias, revalorizando terrenos total o parcialmente improductivos.
- Facilidad de mercadeo, al aumentar la demanda de productos acuícolas
- Mayor eficiencia de conversión de los peces con respecto a otros animales.
- Posibilidad de darle un valor agregado al producto cosechado
- Incremento de la producción de proteína animal de elevado valor nutritivo y bajo costo.
- Manejo de especies con un gran número de crías.
- Menor gasto de energía por parte de los peces para regular la temperatura corporal (poiquilotermia)
- Bien encarada no produce efectos adversos en el ambiente
- Posibilidad de abastecer un producto de calidad controlada y de regular las fluctuaciones debidas a las variaciones de los precios.

Atendiendo a [5], la piscicultura se puede clasificar de acuerdo con el tiempo de producción y el grado de manejo de la tecnología aplicada, en:

- Extensiva
- Semi-intensiva
- Intensiva
- Superintensiva

A continuación, se explica cada una de estas categorías:

La **piscicultura extensiva** es la que se realiza con fines de repoblación y/o aprovechamiento de cuerpos de agua no construidos con este objetivo (embalses, estanques, lagunas), bien sean naturales o artificiales, dejando que los peces se desarrollen con el alimento natural que allí se produce. En este sistema de cultivo no se proporciona alimento suplementario y la cosecha se practica en el momento que se detectan animales de talla comercial. Las densidades a las cuales se siembran los organismos son bajas y la intervención del hombre se limita a la siembra y al aprovechamiento de estos organismos.

La **piscicultura semi-intensiva** se practica en forma similar a la extensiva, pero en este caso se usan estanques o reservorios construidos por el hombre para este fin. Las técnicas

de manejo se limitan a la siembra de los peces, abonado y preparación del estanque en forma incipiente y esporádica. En ocasiones, si se suministra algún tipo de alimento, estará compuesto por desechos domésticos y residuos agrícolas. Cuando se suministra alimento concentrado es de bajo contenido proteico. Se emplean densidades un poco más altas que en el sistema anterior y se efectúa poco control sobre el cultivo. Con esta modalidad hay una mayor producción debido al suministro de alimento y al abonado.

Siguiendo con [5], la **piscicultura intensiva** se efectúa básicamente con fines comerciales y para ello se necesitan estanques técnicamente contruidos con entradas y salidas de agua. Las cosechas y las siembras se llevan a cabo periódicamente, obedeciendo a una programación de la producción. Se realiza un control permanente de la calidad del agua y se practican abonados frecuentes con estiércol de animales y/o fertilizantes químicos. Se suministra diariamente alimento concentrado con elevados niveles de proteína y se programa la densidad de siembra, la cual varía de acuerdo con la especie y el grado de explotación. Se aplica una mayor tecnología, cuya base está dada por los recambios de agua continuos y/o la aireación. En lagos, represas y embalses también se pueden llevar a cabo cultivos intensivos mediante la utilización de jaulas flotantes.

La **piscicultura superintensiva**, la cual se ha desarrollado en los últimos años como consecuencia de los avances tecnológicos, consiste en aprovechar al máximo la capacidad del agua y los estanques. La programación y la atención sobre el cultivo es total, utilizando el recambio de agua y aireación artificial, para obtener altas producciones. En ese sistema pierde importancia la producción natural y en consecuencia, se utilizan alimentos concentrados con alto contenido de proteínas (28 a 45%). El control permanente de los parámetros físicos y químicos del agua es fundamental para la obtención de las producciones esperadas, ya que se trabaja con elevadas densidades de siembra. Regularmente se realiza un control ictiopatólogico riguroso.

2.1.2. Calidad de Carne de Pescado

Es necesario anotar que la calidad de pescado es un concepto subjetivo, teniendo en cuenta el punto de vista desde el cual se analice. Como punto de referencia, se tienen los consumidores, las autoridades de control y el procesador de pescado.

Para el consumidor y para las autoridades de control, como elemento final de la producción de pescado, la calidad está determinada por lo que considera como pescado fresco, el cual está relacionado con aquel que se consume dentro de las primeras horas después de muerto el pescado, aunque se debe tener en cuenta, que este periodo de tiempo conlleva que el pescado sea más difícil de filetear y desollar, debido a que se encuentra en rigor mortis.

En el caso de la persona que se encarga de procesar el pescado, ocurre todo lo contrario, su preferencia tiende hacia el manejo de pescado con tiempo un poco mayor, sin exceder los límites necesarios, en el cual haya pasado el tiempo de rigor, con el objetivo de realizar un manejo del producto.

El control de calidad que se realiza hasta que llega a manos del consumidor, entre las cuales está la fase de producción y transformación, están determinados por factores como frescura, seguridad, tiempo de vida útil en almacenamiento, en los cuales hay que tener en cuenta aspectos determinantes como especie, método de captura, tamaño del pescado, zona de captura, tipo de almacenamiento, entre otros.

Respecto a los métodos de evaluación de la calidad del pescado, la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) [2], establece que hay dos categorías existentes: **métodos sensoriales y métodos instrumentales**. Indica además que “dado que el consumidor es el último juez de la calidad, la mayoría de los métodos químicos o instrumentales deben ser correlacionados con la evaluación sensorial antes de ser empleados en el laboratorio. Sin embargo, los métodos sensoriales deben ser realizados científicamente, bajo condiciones cuidadosamente controlados para que los efectos del ambiente y prejuicios personales, entre otros, puedan ser reducidos”.

Uno de los métodos más utilizados en el control de calidad de pescado, es el **método sensorial**, el cual determina el grado de frescura. Hans Henrick Huss [7], indica que: “Con estos métodos se evalúan la apariencia, textura, olor y sabor de una muestra de pescado

usando los sentidos del ser humano. Son los métodos que aplica el consumidor y que dan la mayor idea de frescura o grado de deterioro y de aspecto general. La desventaja de los métodos sensoriales es que son en cierto grado subjetivos y dependen de individuos que juzgan según sus gustos, prejuicios, fatiga y habilidad de expresar sus sensaciones cuando evalúan un producto de pescado. Sin embargo, con un entrenamiento adecuado estas dificultades pueden eliminarse. Muchas de las evaluaciones sensoriales de la calidad se efectúan sobre la base de una sola persona, es decir, un funcionario pesquero o un comprador de pescado. Su experiencia le permite evaluar lotes de pescado y corregir errores en las prácticas de manipulación o correlacionar calidad y precio.”

Precisamente, el objetivo con la aplicación informática desarrollada es reducir esta subjetividad natural del método sensorial, a través de la automatización del registro de la evaluación y la posibilidad de hacer seguimiento y control a los lotes de pescado de las distintas estaciones piscícolas o centros de acopio de las ciudades y municipios, dado que se pueden consultar los registros históricos de evaluación de carne de pescado.

En cuanto al proceso a realizar para efectuar el método sensorial, la FAO [2] indica que: “en el análisis sensorial, la apariencia, el olor, el sabor y la textura, son evaluados empleando los órganos de los sentidos. Científicamente, el proceso puede ser dividido en tres pasos: Detección de un estímulo por el órgano del sentido humano; evaluación e interpretación mediante un proceso mental; y posteriormente, la respuesta del asesor ante el estímulo”.

Cuando se evalúa la calidad de carne de pescado, es necesario tener un sistema de referencia, en el que se trabaje en torno a una puntuación determinada, con el objetivo de realizar la respectiva valoración y, por ende, análisis y comparación de estado del producto. [7] Plantea: “otro sistema, que está en funcionamiento en Canadá, utiliza un sistema de tres grados donde el Grado I: ausencia evidente de deterioro, Grado II: signos de inicio de deterioro y el Grado III: rechazo. Este sistema se puede desarrollar en detalle como se muestra en la Figura 5. Así, a medida que se adquiere experiencia, es posible mejorar la puntuación pasando de una escala de solo dos clasificaciones (aceptación/rechazo) a una de diez puntos”.

		Grado	Puntaje	
Aceptable	Ausencia de olores y sabores extraños	I	Olor y sabor característicos de las especies, muy fresco, algas marinas	10
			Pérdida de olor/sabor	9
			Neutro	8
				7
				6
	Ligeros olores y sabores extraños	II	Ligeros olores/sabores extraños como arratonado, a ajo, a pan, ácido, a fruta, rancio	5
			4	
Límite de aceptabilidad				
Rechazo	Fuertes olores y sabores extraños	III	Fuertes olores/sabores extraños	3
			como a repollo pasado NH ₃	2
			H ₂ S o sulfuro	1

Figura 5. Sistema de clasificación y puntuación para la evaluación de frescura basado en el olor y el sabor de pescado crudo y cocido ([7])

Otro de los esquemas desarrollados para el análisis sensorial de la calidad del pescado, es el Método de Índice de la Calidad. Según la FAO [2], este método hace referencia a que “la idea fundamental es que cada parámetro de la calidad es independiente de otros parámetros. Posteriormente, la evaluación fue modificada recolectando un grupo de características distintivas para ser expresadas en puntuación. Esto proporciona un valor para un amplio rango de características”. En la figura siguiente se muestran las características sensoriales propuestas por la FAO para la evaluación de calidad de carne de pescado y su escala de valoración:

Parámetro de la calidad	Característica	Puntuación (hielo/agua de mar)
Apariencia general	Piel	0 Brillante, resplandeciente
		1 Brillante
		2 Opaca
	Manchas de sangre (enrojecimiento) en opérculos	0 Ninguna
		1 Pequeños, 10-30%
		2 Grandes, 30-50%
		3 Muy grandes, 50-100%
	Dureza	0 Duro, en <i>rigor mortis</i>
		1 Elástico
		2 Firme
		3 Suave
	Ventre	0 Firme
		1 Suave
		2 Estallido de vientre
	Olor	0 Fresco, algas marinas/metálico
1 Neutral		
2 A humedad/Mohoso/ácido		
3 Carne pasada/rancia		
Ojos	Claridad	0 Claros
		1 Opacos
	Forma	0 Normal
		1 Planos
		2 Hundidos
Branquias	Color	0 Rojo característico
		1 Pálidas, descoloridas
	Olor	0 Fresco, algas marinas/metálico
		1 Neutral
		2 Dulce/ligeramente rancio
Suma de la puntuación		(Mínimo 0 y máximo 20)

Figura 6. Esquema para la evaluación de la calidad empleado para identificar el índice de calidad mediante deméritos ([2])

Otro método para evaluación de calidad de carne de pescado son los **métodos físicos**, entre los cuales, los más utilizados son la medición de Ph y Eh de la carne de pescado, los cuales proporcionan determinada información. Según Huss [8] indica que “las mediciones se llevan a cabo por medio de un pHmetro, colocando los electrodos ya sea directamente dentro de la carne o bien dentro de una suspensión de la carne de pescado en agua destilada. Las mediciones de Eh no se realizan habitualmente, pero es probable que un ensayo de frescura pueda estar basado en este principio.”

Otro de los métodos físicos para determinar la calidad del pescado es la medición de la textura, el cual brinda otra área de evaluación. Según el Deposito de documentos de la FAO

[8]: “La textura es una propiedad muy importante del músculo de pescado, ya sea crudo o cocido. El músculo del pescado puede tornarse duro como resultado del almacenamiento en congelación, o suave y blando debido a la degradación autolítica. La textura puede ser vigilada organolépticamente, pero por muchos años ha existido la necesidad de desarrollar una prueba reológica confiable que pueda reflejar en forma precisa la evaluación subjetiva de un panel de jueces bien entrenados.”

El tercer método para evaluación de calidad de carne son los **métodos microbiológicos**. Aquí es necesario indicar que la industria alimentaria y, por ende, los entes gubernamentales encargados utilizan tres métodos principales para el control de los microorganismos en los alimentos, determinados según la Comisión Internacional sobre Especificaciones Microbiológicas para los Alimentos. Según el Deposito de Documentos de la FAO [9], indica que: “estos son: (a) educación y formación, (b) inspección de las instalaciones y actividades y (c) ensayos microbiológicos. Estos programas se han dirigido hacia el desarrollo del conocimiento de las causas y consecuencias de la contaminación microbiana, y a la evaluación de las instalaciones, procedimientos y cumplimiento de las buenas prácticas de manipulación. Aunque éstas son partes esenciales en cualquier programa de control alimentario, tienen ciertas limitaciones y defectos. La rápida rotación del personal implica que la educación y la formación deben ser una práctica continua, lo que raramente ocurre.

Cuando se trata de evaluar específicamente la calidad del pescado, Huss [7] precisa que: “a diferencia de los otros métodos, los microbiológicos no dan ninguna información acerca de la frescura o calidad comestible del pescado, La finalidad de estos análisis es dar una imagen de la calidad higiénica del animal, el estándar de higiene durante el manipuleo y elaboración y la posible presencia de bacterias u organismos de importancia para la salud pública”.

Otro de los métodos que se trabajan para determinar la calidad del pescado son los **métodos bioquímicos y químicos**, los cuales están enfocados al establecimiento de estándares cuantitativos. Según el Depósito de los Documentos de la FAO [2]: “el establecimiento de niveles de tolerancia, a través de indicadores químicos de deterioro, eliminaría la necesidad de sustentar en opiniones personales las decisiones relacionadas con la calidad del producto. Por supuesto, en la mayoría de los casos los métodos sensoriales son de mucha utilidad para identificar productos de muy buena o de baja calidad. De esta forma, los métodos bioquímicos/químicos pueden ser usados para resolver

temas relacionados con la calidad marginal del producto. Además, los indicadores bioquímicos/químicos han sido usados para reemplazar los métodos microbiológicos que consumen gran cantidad de tiempo. Estos métodos objetivos deben, sin embargo, mostrar correlación con las evaluaciones sensoriales de la calidad y, además, el compuesto químico a ser medido debe incrementar o disminuir de acuerdo al nivel de deterioro microbiológico o de autólisis. También es importante que el compuesto a medir no pueda ser afectado por el procesamiento (por ejemplo, degradación de aminos o nucleótidos en el proceso de enlatado como resultado de las altas temperaturas)”.

2.1.3. Norma NTC 1443 – Productos de la Pesca y Acuicultura

La norma que establece los requisitos del pescado entero, medallones y trozos, refrigerados o congelados aptos para consumo humano es la Norma Técnica Colombiana NTC 1443, relacionada con los productos de la pesca y la acuicultura.

De acuerdo al Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC) [10], la información contemplada en la NTC 1443 tiene como insumos los siguientes documentos normativos, los cuales definen determinados aspectos relacionados con pescado entero, medallones y trozos, refrigerados o congelados:

- NTC 440, Productos alimenticios. Métodos de ensayo.
- NTC 512-1, Industrias alimentarias. Rotulado o etiquetado. Parte 1: Norma general.
- NTC 512-2:2006, Industrias alimentarias. Rotulado o etiquetado. Parte 2: Rotulado nutricional de alimentos envasados.
- NTC 1322, Productos de la pesca. Métodos de análisis físicos y químicos. NTC 4458, Microbiología de alimentos y de alimentos para animales. Método horizontal para el recuento de coliformes o *Escherichia coli* o ambos. Técnica de recuento de colonias utilizando medios fluorogénicos o cromogénicos.
- NTC 4491-3, Microbiología de alimentos y alimentos para animales. Preparación de muestras para ensayo, suspensión inicial y diluciones decimales para análisis microbiológico. Parte 3. Reglas específicas para preparación de muestras de pescado y productos de la pesca.
- NTC 4574, Microbiología de alimentos y de alimentos para animales. Método horizontal para la detección de *Salmonella* spp.

Se indican los siguientes requisitos generales, los cuales deben ser tenidos en cuenta con el objetivo de realizar una evaluación adecuada:

- Los productos contemplados en esta norma deben ser obtenidos de especies de una calidad apta para el consumo humano y permitidos por la legislación nacional vigente.
- El agua utilizada para el glaseado, o para las soluciones del mismo, debe ser agua potable o agua de mar limpia. Se entiende por agua de mar limpia, aquella que cumple con los requisitos microbiológicos que se aplican al agua potable y está exenta de sustancias objetables.
- microbiológicos que se aplican al agua potable y está exenta de sustancias objetables.
- El hielo utilizado para el enfriamiento de los productos contemplados en esta norma debe ser elaborado con agua potable y cumpliendo con Buenas Prácticas de Manufactura. El hielo debe estar en una proporción que garantice la conservación del producto. Por ejemplo, en escamas en una proporción de 2:1, o sea, 2 kg de hielo por 1 kg de pescado.
- Se permite el uso de los aditivos de acuerdo con lo establecido en la legislación nacional vigente o el Codex Alimentarius.
- Se debe tener en cuenta la legislación nacional vigente para la elaboración, preparación y manipulación del producto.
- Se debe tener en cuenta la normatividad nacional vigente en la aplicación de un sistema de trazabilidad y de las Buenas Prácticas de Producción Acuícola

Para efectos de conocer la clasificación y sus características correspondientes en cuanto olor, piel, carne, ojos, textura, color y branquias, se tiene la siguiente información:

Tabla 1. Características sensoriales del pescado entero fresco o refrigerado

Clasificación	Olor	Piel	Carne	Ojos	Textura	Color	Branquias
5*	Fresco, característico de la especie	Brillante e iridiscente, escamas uniformes firmemente adheridas	Firmemente adherida a los huesos, elástica, no suelta jugo, vasos sanguíneos intactos	Brillantes, glóbulo ocular saliente, iris nítido, transparentes, sin manchas.	Con rigor mortis, firme.	Característico de la especie.	Color rojo intenso, separadas, mucus escaso.
4*	Leve a pescado	Brillante, iridiscencia y color disminuidos	Carne adherida a los huesos pero se puede separar con presión ligera, suelta jugos al comprimirla; algunos vasos sanguíneos rotos.	Brillantes, algunas manchas de sangre fresca, ligeramente hundidos, iris borroso.	Firme, elástica al presionar con el dedo, la huella desaparece.	Levemente decolorado	Color rojo pálido, o rosado, algunas fácilmente separables; levemente decolorada, se observa mucus.
3	Algo rancio, olor leve	Levemente brillante, escamas flojas, fáciles de remover	Se desprende con facilidad de los huesos; suelta líquido fácilmente; pegajosa.	Ligeramente opacos	Deformación al presionar con el dedo.	Decolorado.	Color pardusco, amarillento; secas; mucus abundante, completamente unidas, decoloradas.
2	Rancidez avanzada, olor pútrido, ligeramente amoniacal	Algo decolorada, sin brillo, piel desgarrada, descolorida.	Se separa de los huesos; se desintegra fácilmente al presionarla; vasos sanguíneos destruidos; suelta abundante líquido.	Opacos, no se observa la parte interna.	Pescado blando.	Levemente blanquecino, lechoso.	Muy decoloradas, secas.
1	Algo pútrido amoniacal	Flácida, opaca		Glóbulo, ocular hundido, totalmente opacos	Excepcional-mente blando	Blanquecino lechoso	Completamente decoloradas, gran cantidad de mucus
* Únicamente los pescados clasificados como 5 y 4 se pueden utilizar para consumo humano o animal directo o para preparación de conservas.							

(Fuente: [10])

Para evaluar la calidad del pescado, es necesario tomar en cuenta la importancia del ablandamiento post mortem de la carne de pescado, ya que es un factor de calidad directamente relacionado con la firmeza y las características de los colágenos, teniendo en cuenta las características propias de cada especie. Suarez Mahecha [11], resalta que: “la firmeza es un factor muy importante para evaluar la calidad de la carne de pescado y fundamental al momento de comercializarla. Algunos estudios demuestran que con cierta frecuencia, la carne de pescado ablanda después de 24 horas de almacenamiento en frío (Toyohara y Shimizu, 1988; Mochizuki y Sato, 1996). La mayor parte de estos trabajos han sido realizados principalmente en peces marinos para estudiar la causa del ablandamiento post mortem de su carne, pero poco ha sido realizado en especies de agua dulce, siendo algunos en carpa (*Cyprinus carpio*) y trucha (*Oncorhynchus mykiss*, *Salmo irideus*; Ma y Yamanaka, 1991).”

[11] Indica que: “diversos estudios demuestran que los cambios ocurridos en relación con las propiedades físicas de la carne de los peces, conocidos generalmente como ablandamiento de la carne durante el almacenamiento, son más causados por cambios en las estructuras del tejido muscular que por cambios en los componentes de las proteínas”.

2.1.4 Ingeniería de software y aplicaciones informáticas móviles

A través del aporte de autores como Pressman y Sommerville y a través de las discusiones y material suministrado en el Master Universitario en Ingeniería de Software y Sistemas Informáticos de UNIR, es posible plantear que la Ingeniería de Software es una disciplina de la ingeniería que comprende el estudio y aplicación de métodos, técnicas y herramientas para producir software práctico, es decir, software operacional desarrollado dentro de unos límites económicos y organizativos determinados que sea útil y de calidad, logrando con esto que cumpla los requerimientos funcionales y no funcionales definidos y que sea en lo posible reutilizable [12].

El desarrollo de software como tal se realiza en el marco de un proceso de desarrollo y de acuerdo a [13], existen cuatro actividades fundamentales que son comunes para todos los procesos de desarrollo de software:

- **Especificación del software:** en el cual clientes e ingenieros definen el software a construir con sus restricciones. En este punto se identifican los requerimientos a los cuales debe responder la aplicación informática a desarrollar.
- **Desarrollo de software:** el software se diseña y se implementa a la vez que se verifica que se construya de manera correcta.
- **Validación del software:** el software se valida para comprobar que es correcto es decir, hace lo que el cliente ha solicitado. La validación se llevará a cabo teniendo en cuenta los requisitos de usuario.
- **Evolución del software:** el software se modifica para adaptarse a los cambios requeridos por el cliente o por el mercado.

Existen varios modelos de procesos de software, entre los más conocidos se tiene el de cascada, el de prototipo, el espiral, el incremental y algunos otros más sofisticados como es el caso del Proceso Unificado de Desarrollo de Software, del cual se explican a continuación sus fases [14]:

- **Inicio:** durante esta fase se desarrolla una descripción del producto final y se presenta el análisis estratégico para el producto. De esta manera, si la contribución del sistema software para el negocio es adecuada, entonces sigue adelante con el proyecto. En esta fase se genera el modelo de casos de uso, con los casos más críticos, se esboza la arquitectura a través de subsistemas más importantes, se identifican y priorizan los riesgos más importantes, se planifican en detalle la fase de elaboración y se realiza una estimación orientada del proyecto.
- **Elaboración:** en esta fase se comprende el dominio del problema y se diseña la arquitectura del sistema.
- **Construcción:** en esta fase la línea base de la arquitectura crece a hasta convertirse en el sistema completo. Como ya se comentaba anteriormente, la línea base constituye un conjunto de artefactos revisados y aprobados que representa un punto de acuerdo para la posterior evolución y desarrollo de sistema, solamente a través del procedimiento formal.
- **Transición:** durante esta fase se cubre el periodo durante el cual el producto se convierte en versión que se podría llamar beta, que se iría refinando hasta su versión final. En esta fase los desarrolladores corrigen los problemas e incorporan las mejoras que estimen convenientes.

Es importante indicar que el Proceso Unificado utiliza UML (Lenguaje de Modelamiento Unificado) para la elaboración de los diseños o artefactos que se van generando a lo largo del proceso e igualmente es importante mencionar que las características o los aspectos que identifican el Proceso Unificado son:

- Dirigido por casos de uso
- Centrado en la arquitectura
- Iterativo e incremental [15]

Las metodologías para guiar el proceso de desarrollo de software se dividen en dos: Fuertes (Tradicionales) y Ágiles. A continuación se presenta la siguiente tabla que explica las diferencias entre estos dos tipo de metodología, esta tabla fue tomada de [16]:

Tabla 2. Diferencias entre metodologías ágiles y metodologías tradicionales

Metodologías Ágiles	Metodologías Tradicionales
Basadas en heurísticas provenientes de prácticas de producción de código	Basadas en normas provenientes de estándares seguidos por el entorno de desarrollo
Especialmente preparados para cambios durante el proyecto	Cierta resistencia a los cambios
Impuestas internamente (por el equipo)	Impuestas externamente
Proceso menos controlado, con pocos principios	Proceso mucho más controlado, con numerosas políticas/normas
No existe contrato tradicional o al menos es bastante flexible	Existe un contrato prefijado
El cliente es parte del equipo de desarrollo	El cliente interactúa con el equipo de desarrollo mediante reuniones
Grupos pequeños (<10 integrantes) y trabajando en el mismo sitio	Grupos grandes y posiblemente distribuidos
Pocos artefactos	Más artefactos
Pocos roles	Más roles
Menos énfasis en la arquitectura del software	La arquitectura del software es esencial y se expresa mediante modelos

(Fuente: [16])

Una de las más conocidas metodologías ágiles es XP (Extreme Programming), cuyo padre es Kent Beck². Como lo estipula [16], XP se basa en realimentación continua entre el cliente y el equipo de desarrollo, comunicación fluida entre todos los participantes, simplicidad en las soluciones implementadas y coraje para enfrentar los cambios. XP se define como

² Ingeniero de software estadounidense, uno de los creadores de las metodologías de desarrollo de software de programación extrema (eXtreme Programming o XP) y el desarrollo guiado por pruebas (Test-Driven Development o TDD), también llamados metodología ágil. Beck fue uno de los 17 firmantes originales del Manifiesto Ágil en 2001.

especialmente adecuada para proyectos con requisitos imprecisos y muy cambiantes, y donde existe un alto riesgo técnico, y precisamente estas características son las que identifican el software a diseñar en este Trabajo Fin de Master y por esta razón se eligió la Metodología XP.

Una plataforma fundamental de ejecución para el software actual es la que ofrecen los dispositivos móviles. Según Burnette [17], los dispositivos móviles han generado cambios a nivel cultural, social y económico. Estos cambios se deben a la necesidad de satisfacer las exigencias de los usuarios en el mercado móvil. Se considera que la mayor evolución de ellos, hasta el momento, han sido los dispositivos móviles inteligentes o smartphones y tablets. En esencia, estos tipos de dispositivos son computadoras que están compuestas por una memoria en la que los programas y/o datos pueden ser almacenados; poseen unidades lógicas aritméticas las cuáles reciben información del usuario a través de un teclado y exhiben la información a través de una pantalla de alta resolución.

De acuerdo a Zhang [18], las aplicaciones móviles siguen desempeñando un rol central en el entorno de negocio, es por ello que las organizaciones de todo el mundo están aumentando sus servicios de misión crítica. Muchas empresas están procurando encontrar el mejor enfoque de desarrollo para lograr sus metas, pero muchas se están dando cuenta rápidamente de que cada enfoque conlleva limitaciones inherentes, y de que ningún enfoque en sí mismo puede abordar las crecientes necesidades y complejidades de la empresa móvil moderna.

Teniendo en cuenta a Zhang [18], elegir entre enfoques de desarrollo híbridos, nativos y web, si bien es una importante decisión, no es la única que las empresas deben tomar. Las empresas que estén creando su estrategia móvil también deben tener en cuenta el futuro de este mercado, representado por las siguientes tendencias y desarrollos:

- Una mayor fragmentación de dispositivos móviles y tecnologías, lo que a su vez, va a seguir aumentando los costos generales y las complejidades que conlleva el desarrollo, la integración y la gestión de las aplicaciones móviles.
- Una adopción móvil acelerada por parte de los consumidores y dentro de la empresa, lo que incrementa los requisitos en materia de seguridad, escalabilidad y control.
- Nuevas características de los dispositivos y tecnologías complementarias, tales como la comunicación NFC (en áreas cercanas), la geolocalización, la realidad

umentada, las redes sociales, etc., que sin lugar a dudas van a generar nuevos tipos y situaciones de uso de aplicaciones móviles.

- Nuevos canales de distribución para las aplicaciones, tanto públicos como privados, que permitirán a las organizaciones colocar fácilmente las aplicaciones en manos del usuario, implementar actualizaciones rápidamente y gestionar su portafolio completo de aplicaciones sin tener que pasar por un largo proceso de presentación y aprobación.

Continuando con lo que expone Zhang [18], teniendo en cuenta todos estos parámetros, las empresas deben elegir una solución que no sólo sea lo suficientemente flexible para dar soporte a todos los tipos de aplicaciones sino que también sustente una integración segura y escalable de las aplicaciones dentro de la infraestructura de TI, y les permita supervisar y controlar su portafolio completo de aplicaciones a partir de una única interfaz centralizada.

Tomando como referencia a Kumico [19], desarrollar una aplicación móvil dista mucho del desarrollo tradicional de aplicaciones, ya que hay que tomar en cuenta algunos aspectos como la usabilidad de la interfaz de usuario, la memoria limitada del dispositivo, la cantidad de tareas que se ejecutan en segundo plano, la documentación y actualizaciones que respaldan una aplicación.

Para el caso específico de desarrollo de aplicaciones en Android, existen tres grandes tareas que hay que tener en cuenta:

1. Instalación de las herramientas de desarrollo
2. Conocer la estructura de los proyectos de Android
3. Programar los componentes principales de una aplicación

2.2. Desarrollo

La tecnología informática y específicamente el software se ha hecho partícipe en la piscicultura fundamentalmente en dos áreas:

1. Sistemas de información integrales para la gestión de información de inventarios, producción, ventas, contabilidad y estadísticas de una estación piscícola.
2. Aplicaciones informáticas sofisticadas pertenecientes al campo de: visión por computadora, procesamiento digital de imágenes e inteligencia artificial.

Con respecto a la 1er área de aplicaciones, un referente importante es el Departamento de Pesca y Acuicultura de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) [20]; entre las aplicaciones informáticas más relevantes tenemos:

- **ARTFISH - Approaches, Rules and Techniques for Fisheries statistical monitoring.** Según [20]: “herramienta estandarizada adaptable a la mayoría de las pesquerías en los países en desarrollo. Su diseño fue impulsado por la necesidad de proporcionar a los usuarios enfoques robustos, fáciles de usar y libres de errores con software de computadora, y lograr la implementación de sistemas de estadísticas pesqueras rentables con mínima asistencia externa”.
- **BEAM1 and 2 - Bioeconomic modeling of artisanal and industrial sequential shrimp fisheries.** Según [20]: “son dos paquetes de software para el modelado bioeconómico de pesquerías secuenciales artesanales e industriales de camarón basadas en un modelo biológico de rendimiento por reclutamiento Thompson y Bell (en Ricker, 1975) estructurado por edad y un modelo microeconómico simple de entrada y salida. BEAM1 da sus resultados simulados por grupos de edad. BEAM2 los clasifica por categorías comerciales estándar tal como se utilizan en la industria pesquera del camarón”.

BEAM 3 y BEAM 4 son aplicaciones informáticas aún más sofisticadas que han implementado modelos estocásticos de simulación para producción acuícola. [20], también explica el software FAST como una herramienta de simulación de actividad pesquera.

- **FishStatJ - Software for fishery statistical time series.** De acuerdo a [20], es “una aplicación de escritorio basada en Java que proporciona a los usuarios acceso a una variedad de conjuntos de datos estadísticos de pesca. Consiste en una aplicación principal y varios espacios de trabajo que incluyen los conjuntos de datos”.
- **NANSIS - Software for Fishery Survey Data Logging and Analysis.** Atendiendo a lo expuesto por [20], es “un sistema de información topográfica para registrar, editar, analizar y recuperar datos biológicos y ambientales de las encuestas de investigación marina. Su uso principal es almacenar los datos de las encuestas de investigación pesquera y extraer estos datos nuevamente con fines de investigación y gestión de una manera sencilla”.
- Como se puede evidenciar en los ejemplos de software anteriores, que corresponden específicamente a la FAO, han estado orientados hacia análisis estadísticos, modelos de simulación y gestión de volúmenes de datos. En automatización del proceso de pesca, procesamiento y comercialización también se han registrado algunos avances, uno de ellos es el **Software de Procesamiento de Alimentos Innova** de Marel, proveedor global de avanzados sistemas y servicios de procesamiento de alimentos [21].
- Dentro de esta área de aplicación, se encuentran también los paquetes informáticos integrales que apoyan los procesos administrativos de las estaciones piscícolas, entre los cuales, es posible mencionar a **ControlPiscisGold** [22], el cual se basa en la administración de alimento en cultivos piscícolas de mojarra y cachama.
- Continuando con la automatización de las estaciones piscícolas, es importante mencionar a Gutiérrez, Hernández y Pinzón [23], quienes en un proyecto de grado para optar al título de Ingenieros de Sistemas en la Universidad de los Llanos, desarrollaron un prototipo de sistema informático para el monitoreo de variables físicas (oxígeno disuelto, pH y temperatura), análisis estadístico y activación de alarmas en una estación de producción piscícola.

En relación a la 2da área, Boaz Zion [24] explica que la informática y la visión por computadora se han enfocado en las siguientes cuatro áreas:

1. **Conteo:** fundamentalmente, para el tema de alevinos, a través, de métodos electrónicos que tienen incorporados paquetes informáticos de procesamiento digital

de imágenes. Importantes autores han incursionado en esta área, sin embargo, es importante mencionar las siguientes aplicaciones informáticas comerciales y trabajos de investigación o desarrollo tecnológico:

- A nivel de software comercial, [24] menciona los siguientes: “El **Bioscanner** de Vaki (Vaki Aquaculture Systems Ltd., Islandia) se basa en la detección óptica de peces (3 g-12 kg) a medida que se deslizan a lo largo de una rampa; el **AquaScan "Fishcounters"** (AquaScan AS, Noruega) se utiliza para contar pescado (0,2 g-18 kg) mientras se transfiere a través de un tubo o sobre un canal ancho y plano, y el contador de pescado de **SRI (Smith-Root Inc. WA , EE.UU.)** se basa en la conductividad eléctrica y se utiliza para evaluar el movimiento de los peces aguas arriba y aguas abajo en los ríos.”
 - Witthames y Walker [25] y Joyce y Rawson [26], cuentan con las publicaciones más antiguas en cuanto a la implementación de métodos y dispositivos electrónicos para el conteo de huevos de peces y peces.
 - Friedland [27] junto con otros autores en el 2005 usaron un paquete de software comercial para contar huevos de pescado plateado, mediante algoritmos sofisticados.
 - El mismo Zion [28] junto con otros investigadores, implementaron un sistema de visión computarizada basada en procesamiento digital de imágenes de lotes de alevines para procesos de conteo con un 98% de precisión.
2. **Medición de tamaño y estimación de masa:** en este punto, la visión por computadora y el procesamiento digital de imágenes han intentado estimar el tamaño de los peces y de acuerdo a esto, poder calcular la biomasa existente en un estanque de peces, es decir, el peso total de los individuos en el estanque; a esta práctica se le conoce como biometría, la cual es realizada actualmente por los piscicultores ingresando periódicamente al estanque para poder hacer estas mediciones y llevar un control de crecimiento, lo cual resulta ineficiente para la producción piscícola por cuanto los peces se estresan por aproximadamente 3 días, generando dificultad en su alimentación y crecimiento, y por tanto, en el rendimiento económico de la actividad productiva. En este punto y tomando como referencia a

Zion [24], es posible destacar las siguientes aplicaciones informáticas comerciales y trabajos de investigación:

- A nivel de software comercial y según Zion [24]: "El **Contador de Biomasa óptico comercial** (Vaki Aquaculture Systems Ltd.) es un marco de 0,6 x 0,65 m suspendido en el agua. Los peces vuelan voluntariamente por ella e interrumpen un conjunto de haces de luz infrarroja, se generan sus siluetas y se calculan sus tamaños. No se sabe si el marco del dispositivo influye en la muestra de peces que nadan a través de ella, introduciendo así un sesgo en la estimación de la biomasa. Sin embargo, ofrece una alternativa tecnológica al muestreo físico y pesaje de peces en jaulas."
 - Stracham [29], utilizó un sistema de visión computarizada para estimar la longitud de los peces a partir de sus imágenes binarias. Logró una precisión de (+/-) 3% en comparación con las mediciones manuales.
 - Odone [30] junto con otros autores en el 2001, tomaron simultáneamente imágenes de la parte superior y lateral de pescado singulado y orientado, extrajeron 13 características dimensionales y usaron una máquina de soporte vectorial para predecir su masa con una precisión absoluta del 97%.
 - Otro trabajo para destacar es el de Hufschmied [31] y otros investigadores quienes en el 2011 utilizaron el modelo de regresión lineal para estimar la masa del Esturión con un error relativo promedio del 5,7%.
 - En el 2012, Zion [32] y otros investigadores utilizaron un algoritmo de procesamiento de imágenes para estimar la masa promedio de grupos de pequeños peces ornamentales.
3. **Identificación de especies y poblaciones:** En la piscicultura y a un nivel mayor, en la acuicultura, se requiere clasificar las especies y las poblaciones con fines biológicos para procesos de caracterización y también para generar mayores rendimientos económicos en el sector.

Las tecnologías desarrolladas en esta área son potencialmente útiles para acuicultura y piscicultura de policultivo, donde varias especies se cultivan juntas en estanques o embalses y se hace necesaria su clasificación para una

comercialización óptima. Actualmente se utiliza mano de obra intensiva y costosa para esta práctica de clasificación que adicionalmente es perjudicial para los peces. Los siguientes son algunos de los trabajos de investigación desarrollados en esta línea:

- Según Zion [24]: “Strachan y Kell [33] en 1995 utilizaron 10 características de la forma y 114 características del color para discriminar entre las poblaciones de peces de eglefino de dos regiones de pesca diferentes. Utilizando el análisis discriminante canónico y las 10 características de la forma, lograron una clasificación correcta del 72,5% para un conjunto de calibración de 100 peces y un 71,7% para un conjunto de prueba de 900 peces. Con las características del color alcanzaron la clasificación 100% del sistema de la calibración y 90.9% y 95.6% identificaron correctamente el pescado de las dos poblaciones”.
- Más recientemente, Zion y un grupo de investigadores [34] mejoró sus métodos de identificación de especies, logrando que las imágenes de pescado fueran adquiridas con cámaras nadando al lado de los individuos. La iluminación de fondo fue usada para vencer la opacidad de agua y generar el alto contraste de imagen. El tamaño y rasgos invariantes de orientación fue extraído de las siluetas de pescado y procesado por un clasificador de Bahías, que clasificó el mújol, el pescado de San Peter y la carpa común con exactitudes del 98.9 %, el 94.2 % y el 97.7 %, respectivamente.

4. **Identificación de género y evaluación de calidad de carne:** área muy importante para la aplicación del procesamiento digital de imágenes en piscicultura. Contempla dos subáreas: la primera corresponde a la clasificación por género con fines de generar mayor rendimiento en los procesos productivos, por ejemplo: la mojarra macho crece y se desarrolla más que la mojarra hembra, por lo tanto, el productor piscícola requiere que se realicen estos procesos de selección, preferiblemente de forma automática.

La segunda subárea consiste en la evaluación de calidad de carne de pescado. Aquí hay una particularidad y es que el pez está muerto (a diferencia de las áreas de aplicación anteriores) y en consecuencia el procesamiento digital de imágenes puede ejecutarse con mayor facilidad que en las demás áreas donde el pez está en

continuo movimiento; esta subárea tiene potencialmente un gran desarrollo y aplicabilidad dado que busca garantizar la salud humana, mediante el desarrollo de aplicaciones informáticas que permitan automatizar el proceso de evaluación de calidad de carne, buscando que la misma llegue en óptimas condiciones a la mesa del consumidor.

Como se ha explicado anteriormente, para esta evaluación se realizan análisis físicos, sensoriales, químicos y microbiológicos. Para el primer análisis, se puede utilizar procesamiento digital de imágenes, almacenando primero la evaluación de un panel de expertos y también tomar fotografías para poderlas procesar y determinar de manera automática el estado de la carne de pescado.

A la aplicación informática desarrollada en este proyecto puede potencialmente integrarse con un algoritmo o técnica de procesamiento digital de imágenes con el fin de automatizar aún más estos análisis que conducirían a una evaluación mucho más objetiva de la calidad de carne de pescado. Por lo pronto, la aplicación informática desarrollada es una primera fase en este objetivo de automatizar el proceso sensorial de evaluación de calidad de carne, integrando algoritmos de procesamiento digital de imágenes.

Siguiendo con lo explicado por Zion [24], los siguientes son los principales ejemplos de trabajos de investigación y/o desarrollo tecnológico realizados:

- Gomelski [35] y otros autores, utilizaron un sistema de visión artificial para la calidad del desarrollo del color de la piel del pez dorado (*Carassius auratus*).
- Merz y Merz en el 2004 [36], explican que las funciones morfométricas discriminantes podrían usarse para determinar el sexo del Salmón Chinook con una precisión de más del 90%.

Específicamente, en cuanto a **software para evaluar calidad de carne de pescado**, se encontraron websites y blogs donde explican los parámetros a tener en cuenta para determinar si la carne de pescado es óptima para el consumo, pero a nivel informativo. En otros portales web enseñan a los usuarios a cómo determinar la frescura del pescado, cabe resaltar que este análisis no es muy riguroso, ni extenso, y también poco seguro, ya que la calificación la determina un usuario, sin previa instrucción sobre el tema, por lo tanto, no pueden saber con exactitud si su análisis es correcto.

Para el análisis que se planea incluir en la aplicación se realizará una sistematización de la normatividad técnica colombiana, NTC 1443 basada en estos parámetros que ya se encuentran estructurados, aprobados y certificados por un ente oficial, se enfocara la puntuación y la calidad del producto que se está evaluando en tiempo real, con evaluaciones rigurosas acertadas por el usuario que está haciendo la evolución sensorial de la carne del pescado desde un dispositivo y que es un experto en el área.

La empresa Stable Micro Systems [37], indica en su sitio web que “diseña, fabrica y comercializa instrumentación para el análisis de textura que ya se ha hecho estándar en la industria de la alimentación y cuyo uso creciendo rápidamente en las industrias farmacéuticas, cosmética, adhesivos y otros”. Presenta una serie de instrumentos que contribuyen a la evaluación de textura y otras propiedades de carne y de pescado, lo cual corresponde fundamentalmente a análisis físico de calidad de carne de pescado.

A continuación, se presenta la aplicación informática más conocida en evaluación sensorial de la calidad de carne de pescado, la cual está centrada en especies piscícolas de Estados Unidos y Europa, bajo la normatividad de dichas regiones geográficas:

- How fresh is your fish: según Miranda [38], es una aplicación (gratuita) para iPhone pensada para el mundo profesional, que da todas las pistas necesarias para descartar los pescados menos frescos a través del Método del Índice de Calidad (QIM). El aspecto de los ojos, la piel y agallas, la textura y el olor son las claves a tener en cuenta en ese empeño, y con la ayuda de esta app parece mucho más fácil escoger con éxito.



Figura 6. Aplicación How Fresh is your fish? ([38])

En la primera interfaz de esta App se puede elegir entre tres tipos de pescado: salmón, bacalao o solla (platija). Una vez escogida la especie, se manejará el aspecto de la piel, el mucus, el olor, el rigor mortis, los ojos, el aspecto y olor de las agallas, la presencia de sangre en el abdomen y su correspondiente olor. Tras realizar todo el test, se obtiene los resultados de calidad y frescura, y el tiempo aproximado que el pescado ha estado almacenado, con la opción de grabar los resultados para su posterior análisis y comparación. Es una guía con información relacionada con frescura del pescado y medición de textura.

A continuación, se presenta una tabla que condensa las principales aplicaciones informáticas comerciales o trabajos de investigación o desarrollo tecnológico implementados para el sector piscícola o acuícola:

Tabla 3. Aplicaciones informáticas comerciales y trabajos de investigación orientados a piscicultura

Área de la Piscicultura	Aplicación Informática Comercial	Trabajo de Investigación
Administración y automatización de estaciones piscícolas	<ul style="list-style-type: none"> - ControlPiscisGold [22], el cual se basa en la administración de alimento en cultivos piscícolas de mojarra y cachama. - Software de Procesamiento de Alimentos Innova de Marel, proveedor global de avanzados sistemas y servicios de procesamiento de alimentos [21]. 	
Análisis estadístico y modelos de simulación	<ul style="list-style-type: none"> - ARTFISH: Approaches, Rules and Techniques for Fisheries statistical monitoring. - BEAM 1 and 2: Bioeconomic modeling of artisanal and industrial sequential shrimp fisheries. - FishStatJ: Software for fishery statistical time series 	

	- NANSIS : Software for Fishery Survey Data Logging and Analysis.	
Conteo de alevinos	<ul style="list-style-type: none"> - Bioscanner de Vaki (Vaki Aquaculture Systems Ltd., Islandia) - AquaScan "Fishcounters" (AquaScan AS, Noruega) - SRI (Smith-Root Inc. WA, EE.UU.) 	<ul style="list-style-type: none"> - Witthames y Walker [25] y Joyce y Rawson [26]: implementación de métodos y dispositivos electrónicos para el conteo de huevos de peces y peces. - Friedland [27] junto con otros autores: usaron un paquete de software comercial para contar huevos de pescado plateado, mediante algoritmos sofisticados. - Zion [28] junto con otros investigadores: implementaron un sistema de visión computarizada basada en procesamiento digital de imágenes de lotes de alevinos para procesos de conteo con un 98% de precisión.
Medición de tamaño y estimación de masa	Contador de Biomasa óptico comercial (Vaki Aquaculture Systems Ltd.)	<ul style="list-style-type: none"> - Stracham [29]: sistema de visión computarizada para estimar la longitud de los peces a partir de sus imágenes binarias. Logró una precisión de (+/-) 3% en comparación con las mediciones manuales. - Odone [30] junto con otros autores: tomaron simultáneamente imágenes de la parte superior y lateral de pescado singulado y orientado, extrajeron 13 características dimensionales y usaron una máquina de soporte vectorial para predecir su masa con

		<p>una precisión absoluta del 97%.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Hufschmied [31] y otros investigadores: utilizaron el modelo de regresión lineal para estimar la masa del Esturión con un error relativo promedio del 5,7%. - Zion [32] y otros investigadores: utilizaron un algoritmo de procesamiento de imágenes para estimar la masa promedio de grupos de pequeños peces ornamentales.
<p>Identificación de especies y poblaciones</p>		<ul style="list-style-type: none"> - Strachan y kell [33]: utilizaron 10 características de la forma y 114 características del color para discriminar entre las poblaciones de peces de eglefino de dos regiones de pesca diferentes. - Zion y un grupo de investigadores [34]: mejoró sus métodos de identificación de especies, logrando que Las imágenes de pescado fueran adquiridas con cámaras nadando al lado de los individuos.
<p>Identificación de género y evaluación de calidad de carne</p>	<p>- App: How fresh is your fish: aplicación (gratuita) para iPhone para descartar los pescados menos frescos a través del Método del Índice de Calidad (QIM). Trabaja con las especies: salmón, bacalao o solla (platija), tipos de pez que se cultivan principalmente en EE.UU. y Europa.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Gomelski [35] y otros autores: sistema de visión artificial para la calidad del desarrollo del color de la piel del pez dorado (<i>Carassius auratus</i>). - Merz y Merz [36]: las funciones morfométricas discriminantes podrían usarse para determinar el sexo del Salmón Chinook con una precisión de más del 90%.

	<p>- Empresa: Stable Micro Systems [37]: diseña, fabrica y comercializa instrumentación para el análisis de textura en la industria de la alimentación, incluyendo carne de pescado.</p>	
--	---	--

(Elaboración propia)

2.3. Conclusiones

Después de realizar la revisión bibliográfica correspondiente en cuanto a la aplicación del software y la informática al sector piscícola, es posible indicar que dichas aplicaciones se han implementado para dos grandes áreas: la primera, correspondiente a la automatización de procesos de administración de información para manejo de inventarios y alimentación, para análisis estadísticos y para monitoreo y control de variables físico-químicas determinantes en la producción piscícola, se evidenció el desarrollo de algunas aplicaciones rudimentarias basadas en Excel y otras muy sofisticadas que han sido desarrolladas principalmente por el Departamento de Pesca y Acuicultura de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO).

La segunda área de aplicación en la que se han desarrollado software está orientada a procesos complejos donde a través de tecnologías como la visión por computadora y el procesamiento digital de imágenes se han tratado de resolver algunas necesidades que tiene el sector piscícola, resumidas básicamente en cuatro campos:

1. El conteo, principalmente de huevos de pescado y alevinos
2. La medición de tamaño y estimación de masa (Biometría)

En estas dos primeras hay software comercial europeo que se ha desarrollado para estos fines.

3. Identificación de especies y poblaciones
4. Identificación de género y evaluación de calidad de carne

En esta última área es donde está enmarcado el presente Trabajo Fin de Master y donde se evidenció que no existe en Colombia aplicaciones informáticas como la que se ha desarrollado. Sólo se encontró una aplicación móvil que está orientada a las especies de salmón, bacalao y solla (o platija), las cuales son especies europeas y/o norteamericanas.

Este software está basado en las políticas y normativas de esas regiones geográficas. En conclusión, no existe una aplicación informática móvil en Colombia para evaluar carne de pescado de Cachama (especie que se ha seleccionado para la implementación del software) ni de otras especies que se cultivan en Colombia ni en Sudamérica, de tal forma que se requiere contar con una aplicación informática móvil basada en la normatividad colombiana que permita la evaluación de carne de pescado, de una de las especies más cultivadas y además nativas de la región como es la Cachama (*Piaratus brachypomus*).

De igual forma, es importante resaltar que en las áreas anteriormente descritas estarán enmarcados los futuros desarrollos informáticos y tecnológicos, que buscarán seguir contribuyendo al sector económico de la piscicultura, tan importante en el Departamento del Meta, en Colombia y en el mundo, que tiene a su vez un papel fundamental en la seguridad alimentaria que necesita el ser humano. El objetivo es seguir contribuyendo desde la investigación en el área específica de evaluación de calidad de carne de pescado.

3. Objetivos concretos y metodología de trabajo

3.1. Objetivo general

Desarrollar un prototipo de aplicación informática móvil para análisis sensorial en el proceso de evaluación de calidad de carne de Cachama (*Piaractus brachypomus*)

3.2. Objetivos específicos

1. Contextualizar en los temas de piscicultura, calidad de carne, norma técnica colombiana NTC 1443 y aplicaciones informáticas móviles.
2. Definir los requisitos y diseñar un prototipo de aplicación informática móvil que automatice el registro del análisis sensorial en el proceso evaluación de calidad de carne de Cachama (*Piaractus Brachypomus*).
3. Codificar el prototipo de aplicación informática móvil que automatice el registro del análisis sensorial en el proceso evaluación de calidad de carne de Cachama.
4. Evaluar la funcionalidad de la aplicación informática móvil desarrollada.

3.3. Metodología del trabajo

Las fases definidas en la metodología para la realización de este Trabajo Fin de Master son:

1. Revisión bibliográfica y estado del arte: contextualización en los temas de piscicultura, calidad de carne, norma técnica colombiana NTC 1443 (establece los requisitos del pescado entero, medallones y trozos, refrigerados o congelados aptos para consumo humano) y aplicaciones informáticas móviles.

2. Análisis y diseño del software: aplicando la Metodología ágil XP, en esta etapa del proyecto se realiza la planeación del proyecto, indicando entregables, responsables y plazos; se identifican los requerimientos, se definen las historias de usuario y el diagrama de casos de uso, siempre con la participación permanente del usuario final.

3. Diseño y evaluación del software: en esta fase se elaboran los esquemas necesarios correspondientes al desarrollo del software y también los diagramas UML que ofrecen mayor claridad y exactitud en el diseño. El proceso de desarrollo de software culmina con un plan de pruebas aplicado por parte del usuario final para determinar si el aplicativo desarrollado cumple con los requerimientos funcionales y no funcionales.

4. Conclusiones y trabajos futuros: reflexionando sobre el trabajo desarrollado y el conocimiento suministrado por los expertos en acuicultura, se redactan las conclusiones y se explican los posibles trabajos futuros con el fin de dar continuidad al proyecto.

4. Desarrollo específico de la contribución

Este Trabajo Fin de Master corresponde al Tipo 1: Desarrollo práctico y en consecuencia la contribución se desarrolla y explica en los siguientes puntos:

4.1. Identificación de requisitos

Debido a la necesidad de contar con la permanente contribución del usuario final para un exitoso desarrollo del software, se ha optado por la **Metodología XP (Programación Extrema)**, la cual se fundamenta principalmente en la implementación de los siguientes apartados: historias de usuario, roles, proceso y prácticas. Sin embargo, para una mayor claridad y completitud en lo referente al análisis y diseño del aplicativo, se han desarrollado otros diagramas que se explicarán más adelante.

Antes de iniciar con el desarrollo de la metodología, es importante resaltar la contribución de las siguientes asignaturas del Master Universitario en Ingeniería de Software y Sistemas Informáticos en la elaboración de estas memorias:

- Metodologías, Desarrollo y Calidad de la Ingeniería de Software
- Dirección y Gestión de Proyectos de Software
- Plataformas de Desarrollo
- Seguridad en el Software

4.1.1. Planeación del proyecto

Tabla 4. Planeación del proyecto (Cronograma)

TRABAJO FINAL DE MASTER (TIPO 1: Desarrollo Práctico)																	
CRONOGRAMA																	
Fases Metodología	Actividad x Semana	Septiembre			Octubre				Noviembre				Diciembre				Enero
		1	2	3	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1
Revisión bibliográfica y estado del arte	Contextualización en temas de: piscicultura, calidad de carne, norma técnica colombiana NTC 1443 y aplicaciones informáticas móviles.																
Análisis y diseño del software	Planeación del proyecto																
	Entregable: Plan de trabajo (plazo)			25-Sep.													
	Entregable: Estructura en capítulos de la memoria (plazo)				09-Oct.												
	Identificación de requerimientos (que implica entrevista con el usuario final)																
	Historias de usuario y diagrama de casos de uso																
	Entregable: capítulo Identificación de requisitos del desarrollo de la contribución (plazo)																

4.1.2. Presupuesto

Tabla 5. Presupuesto del proyecto

COMPONENTE	Descripción	V/r Unitario	Cantidad	V/r Total
MANO DE OBRA				
Coach (Líder del equipo de desarrollo)	Nº de horas de dedicación al proyecto	\$ 14.500,00	480	\$ 6.960.000,00
Analista-Diseñador	Nº de horas de dedicación al proyecto	\$ 8.300,00	180	\$ 1.494.000,00
Programador	Nº de horas de dedicación al proyecto	\$ 8.300,00	180	\$ 1.494.000,00
Tester	Nº de horas de dedicación al proyecto	\$ 8.300,00	60	\$ 498.000,00
Consultor	Nº de horas de asesoría	\$ 14.500,00	20	\$ 290.000,00
Total Mano de Obra				\$ 10.736.000,00
HARDWARE				
Uso informático de 2 computadoras que utiliza el equipo de desarrollo	Nº de horas de uso	\$ 1.000,00	960	\$ 960.000,00
SOFTWARE				
Herramientas de diseño, modelado y programación y entornos de desarrollo	Software libre	\$ -	0	\$ -
SERVICIOS				
Energía eléctrica	Nº de meses de servicio	\$ 25.000,00	3	\$ 75.000,00
Internet	Nº de meses de servicio	\$ 45.000,00	3	\$ 135.000,00
Transporte y refrigerios (reuniones)	Nº de reuniones realizadas	\$ 40.000,00	6	\$ 240.000,00
Total Servicios				\$ 450.000,00
TOTAL PRESUPUESTO				\$ 12.146.000,00

(Elaboración propia)

4.1.2. Entrevista Inicial con el Usuario Final (Experta en Acuicultura)

Atendiendo a la Metodología XP, el objetivo es garantizar una interacción permanente y continua con el usuario final, en este caso particular una experta en el tema de Acuicultura. A continuación, se presenta la entrevista realizada a la Ing. Nubia Estella Cruz Casallas con quien se ha establecido un vínculo permanente para el desarrollo del software. Esta entrevista ha permitido tener un panorama claro sobre los parámetros a tener en cuenta en la evaluación de la calidad de carne de pescado siguiendo los lineamientos estipulados en la Norma Técnica Colombiana NTC 1443, con lo cual ha sido posible determinar los requerimientos funcionales y no funcionales a los cuales debe dar respuesta la aplicación informática móvil.

Nubia Stella Cruz Casallas es Ingeniera Agrónoma, especialista en Acuicultura y Magister en Acuicultura e Investigadora nivel Junior de acuerdo a ranking de Colciencias (Máximo órgano rector de la Investigación en Colombia) y quien actualmente se desempeña como Directora de Investigaciones en la Corporación Universitaria Minuto de Dios Vicerrectoría Regional Llanos en Villavicencio (Meta, Colombia).



Figura 7. Entrevista Ing. Nubia Cruz: experta en Acuicultura y potencial usuario final del software
(Elaboración propia)

Las preguntas y respuestas de esta entrevista se pueden consultar en el anexo 1 de este documento.

4.1.3. Listado de Requerimientos

En conjunto con el usuario final del aplicativo, se han definido los siguientes **requerimientos funcionales**, a los cuales debe dar respuesta el software:

1. Explicar de forma didáctica la norma NTC 1443 que implementa lo referente a la evaluación de carne de pescado fresco o refrigerado
2. Explicar los parámetros para el análisis sensorial de la carne de pescado
3. Registrar la información del lote de pescado a evaluar
4. Registrar la información del análisis sensorial de un lote de carne de pescado
5. Generar un reporte de la evaluación realizada al lote de pescado
6. Visualizar la información registrada en la evaluación de carne de un lote de pescado, por parte del Administrador del Sistema.

Los siguientes son los **requerimientos no funcionales** que se han definido para la aplicación informática móvil:

1. Este primer prototipo funcionará en plataforma Android
2. Campos como departamento, municipio, vereda, especie, brillo solar, sensación térmica y tipo de contenedor deben seleccionarse de una lista desplegable
3. El proceso de evaluación debe realizarse de forma secuencial, haciendo primero el registro del lote y luego el análisis de las características sensoriales. La velocidad de respuesta de estas transacciones debe ser alta.

4.1.4. Historias de Usuario

Tabla 5. Historias de usuario

Nombre	Req. 1. Explicar de forma didáctica la norma NTC 1443 que implementa lo referente a la evaluación de carne de pescado fresco o refrigerado.
Resumen	<p>El usuario selecciona uno de los botones de la interfaz que contiene el nombre de la norma. El programa debe redireccionar a la ventana donde se encuentra contenida la norma respectivamente documentada e indexada, para una posterior asimilación por parte del usuario. Una vez en la ventana, el programa provee los respectivos anexos y complementos que la norma necesita para su posterior comprensión.</p> <p>Adicionalmente, el programa debe generar un botón que permita al usuario devolverse al menú principal, donde podrá seguir interactuando con el aplicativo.</p>
Entradas	
Botón Norma NTC 1443	
Salidas	
Norma NTC 1443 explicada de forma didáctica con sus respectivos anexos	

Nombre	Req. 2. Explicar los parámetros para el análisis físico y sensorial de la carne de pescado.
Resumen	Una vez el usuario da click en el botón: Calidad de carne, el aplicativo lo lleva a una interfaz dónde se explican los conceptos básicos sobre el tema y los parámetros que se toman en cuenta para evaluar la calidad de carne en un lote de pescado, con lo cual también se ilustra al Experto Evaluador (también denominado Panelista) sobre el proceso de realizará a través del aplicativo.
Entradas	
Botón Norma NTC 1443	

Salidas	
Parámetros y procedimiento para evaluación de calidad de carne de pescado debidamente explicados	

Nombre	Req. 3. Registrar la información del lote de pescado a evaluar
Resumen	<p>El usuario selecciona el botón Evaluar Calidad y será direccionado a la ventana de registro de lote de pescado, en donde podrá registrar:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Fecha y hora del lote a evaluar 2. Condiciones Ambientales (Luz solar, temperatura) 3. Condiciones de almacenamiento, (refrigeración). 4. Ubicacion (Dpto., ciudad, estación piscícola) 5. Especie. 6. Peso promedio, cantidad, entre otros. <p>El programa a continuación muestra un resumen de los datos ingresados.</p>

Entradas	
Botón: Evaluar calidad	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Fecha y hora del lote a evaluar 2. Condiciones Ambientales (Luz solar, temperatura) 3. Condiciones de almacenamiento, (refrigeración). 4. Ubicacion (Dpto., ciudad, estación piscícola) 5. Especie. 6. Peso promedio, cantidad, entre otros. 	
Salidas	
Lote de pescado registrado en la base de datos y confirmación de registro.	

Nombre	Req. 4. Registrar la información del análisis sensorial y físico de un lote de carne de pescado.
---------------	---

Resumen	El usuario una vez haya registrado el lote a evaluar procede a realizar la evaluación de carne de pescado. El aplicativo solicita la valoración de una serie de ítems cualitativos teniendo en cuenta la norma NTC 1443 donde se busca una evaluación objetiva por parte del experto evaluador o panelista, quien finalmente ingresa una, de las posibles respuestas que genera el aplicativo con base a la norma. Algunas de las características sensoriales a evaluar son: Olor, textura, piel. Estas características junto con su escala de evaluación están debidamente explicadas en los anexos de la Norma Técnica Colombiana NTC 1443.
Entradas	
Evaluación de las características sensoriales en la carne del lote de pescado	
Salidas	
Evaluación sensorial registrada en base de datos y confirmación de registro.	

Nombre	Req. 5. Generar un reporte de la evaluación realizada al lote de pescado
Resumen	El aplicativo visualiza los resultados de la evaluación sensorial realizada a la calidad de carne de pescado, basada en la Norma Técnica Colombiana 1443. Esta interfaz de reporte incluye dos botones que le permitan devolverse al menú principal donde podrá seguir interactuando con el aplicativo, o realizar una próxima consulta.
Entradas	
Seleccionar el Lote (del cual se generará el reporte de evaluación)	
Salidas	
Reporte de la evaluación realizada a el lote de pescado	

Nombre	Req. 6. Visualizar la información registrada en la evaluación de carne de un lote de pescado, por parte del Administrador del Sistema
Resumen	El Administrador del aplicativo podrá consultar la información registrada en la evaluación de cada lote de pescado. El administrador tendrá un Log-in para ingresar a visualizar dicha información; el administrador estará registrado previamente en la base de datos del aplicativo.
Entradas	
Seleccionar el Lote (del cual se generará el reporte de evaluación para ser visualizado por el administrador del sistema)	
Salidas	
Reporte de la evaluación realizada a el lote de pescado	

(Elaboración propia)

4.1.5. Diagrama de Casos de Uso

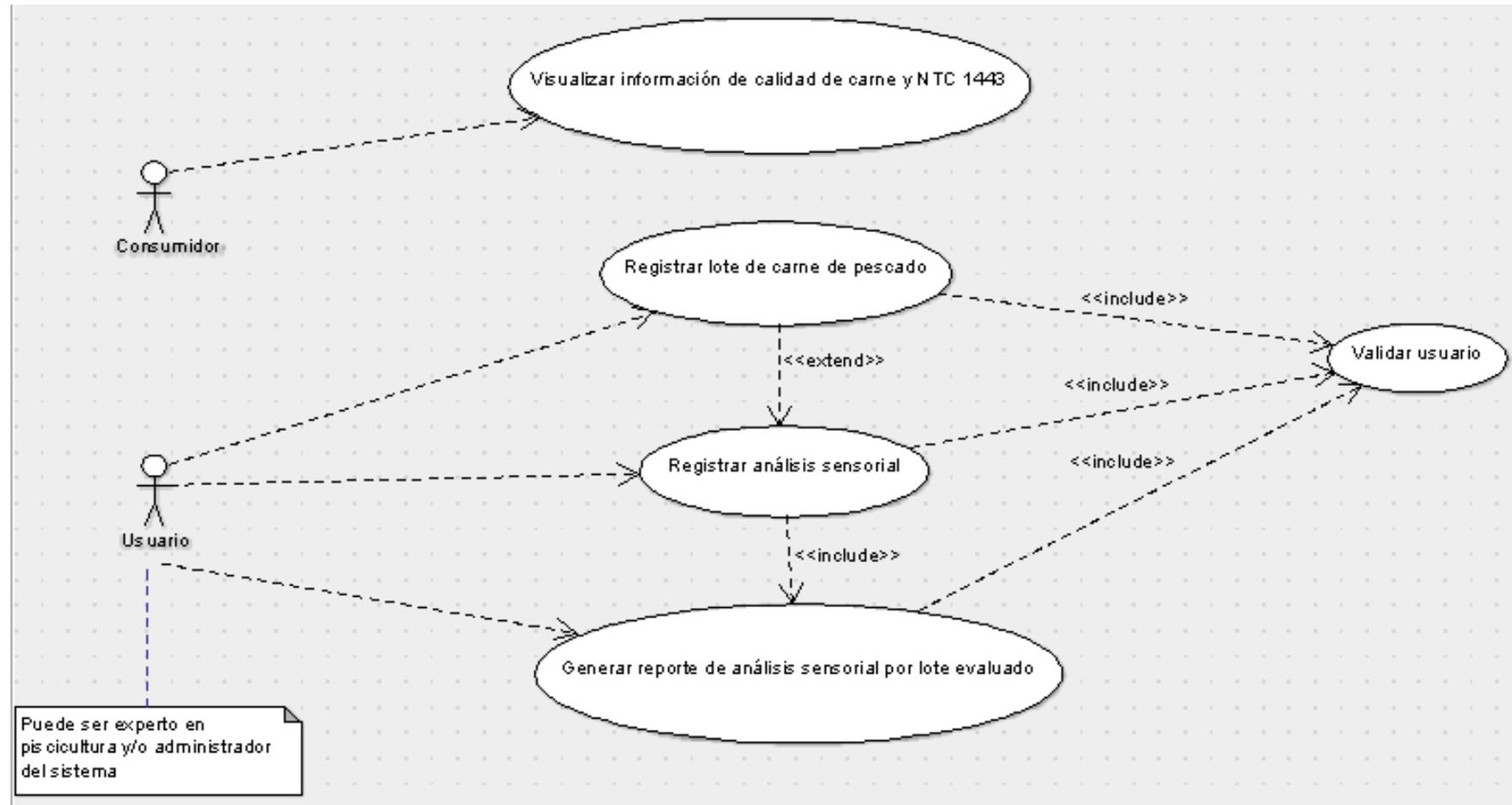


Figura 8. Diagrama de Casos de Uso (Elaboración propia)

4.2. Descripción del sistema software desarrollado

4.2.1. Tareas de Programación

Tabla 6. Tareas de programación

Epopeya	Historia de Usuario	Tareas requeridas para implementar la historia de usuario
Como usuario general visualizo la información referente a la calidad de carne de pescado y a la Norma Técnica Colombiana NTC 1443	Como usuario (consumidor, productor, experto, entidad de control) quiero documentarme sobre los parámetros y métodos utilizados para evaluar la calidad de carne de pescado	<ul style="list-style-type: none"> • Diseño de la historia • Desarrollo del módulo • Pruebas realizadas al módulo • Aceptación por parte del usuario final • Entrega al usuario final
	Como usuario (consumidor, productor, experto, entidad de control) quiero documentarme sobre la Norma Técnica Colombiana NTC 1443	<ul style="list-style-type: none"> • Diseño de la historia • Desarrollo del módulo • Pruebas realizadas al módulo • Aceptación por parte del usuario final • Entrega al usuario final
Como usuario (experto en piscicultura y/o administrador del sistema), registro lotes de carne de pescado	Como experto en piscicultura y/o administrador del sistema quiero registrar un lote de carne de pescado, realizado la respectiva validación de usuario.	<ul style="list-style-type: none"> • Diseño de la historia • Desarrollo del módulo • Pruebas realizadas al módulo • Aceptación por parte del usuario final • Entrega al usuario final
Como usuario (experto en piscicultura), registro el análisis sensorial al	Como experto en piscicultura registro la valoración a los parámetros estipulados	<ul style="list-style-type: none"> • Diseño de la historia • Desarrollo del módulo • Pruebas realizadas al módulo

lote de carne de pescado	por la Norma Técnica Colombiana NTC 1443 para evaluación de calidad de carne, utilizando el método sensorial.	<ul style="list-style-type: none"> • Aceptación por parte del usuario final • Entrega al usuario final
	Como experto en piscicultura visualizo el reporte final de la evaluación de carne de pescado	<ul style="list-style-type: none"> • Diseño de la historia • Desarrollo del módulo • Pruebas realizadas al módulo • Aceptación por parte del usuario final • Entrega al usuario final

Fuente: Elaboración propia

4.2.2. Roles y Operaciones

Los siguientes son los roles que se han implementado en este proyecto de desarrollo de software:

Tabla 7. Roles y operaciones en el equipo de desarrollo

ROL	OPERACIONES
ANALISTA - DISEÑADOR	Se encarga de comprender el funcionamiento del sistema, definir claramente los requerimientos del mismo y elaborar los diseños para la codificación.
PROGRAMADOR	Se encarga de codificar los módulos de software diseñados previamente
CLIENTE	Escribe las historias de usuario, les asigna una prioridad y propone las pruebas para evaluar la funcionalidad de cada uno de los módulos.
ENCARGADO DE PRUEBAS (TESTER)	Diseña las pruebas a partir de las propuestas y recomendaciones del cliente. Ejecuta periódicamente dichas pruebas y con los resultados que generen estas pruebas, hace la

	retroalimentación respectiva y en conjunto con el diseñador proponen la solución a las eventuales deficiencias encontradas para iniciar nuevamente la iteración.
ENTRENADOR (COACH)	Asigna las tareas a cada uno de los integrantes del equipo, define plazos que no pueden ser mayores a tres semanas y hace el seguimiento a estos compromisos.
CONSULTOR	Brinda asesoría en el tema de aplicaciones informáticas móviles

(Elaboración propia)

4.2.3. Diseño de Interfaces

Utilizando el software Balsamiq para diagramación de Mockups, se han diseñado las siguientes interfaces de la aplicación informática móvil:

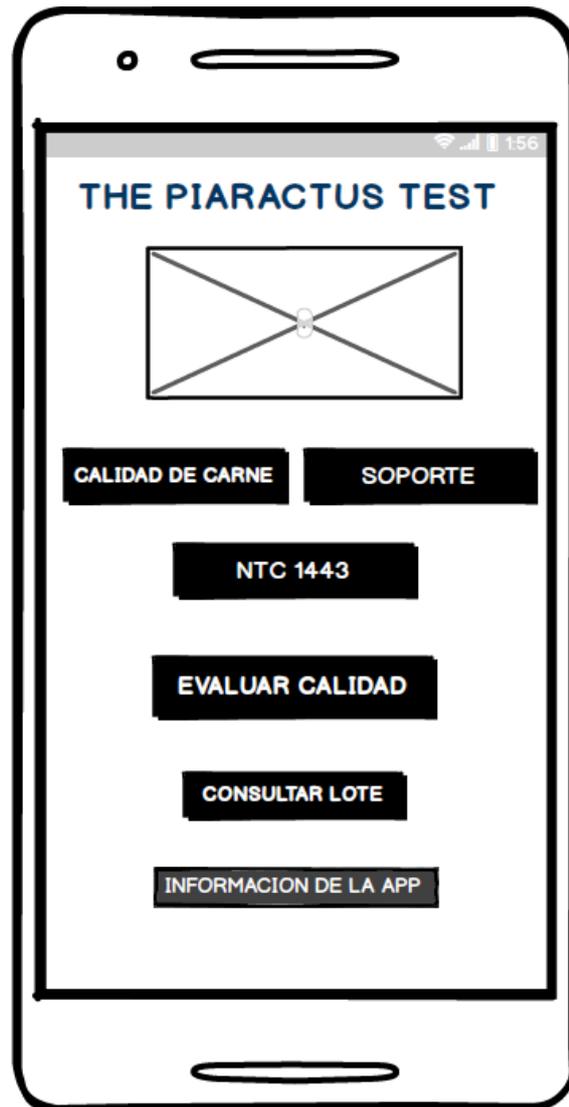


Figura 9. Index del aplicativo (Elaboración propia)

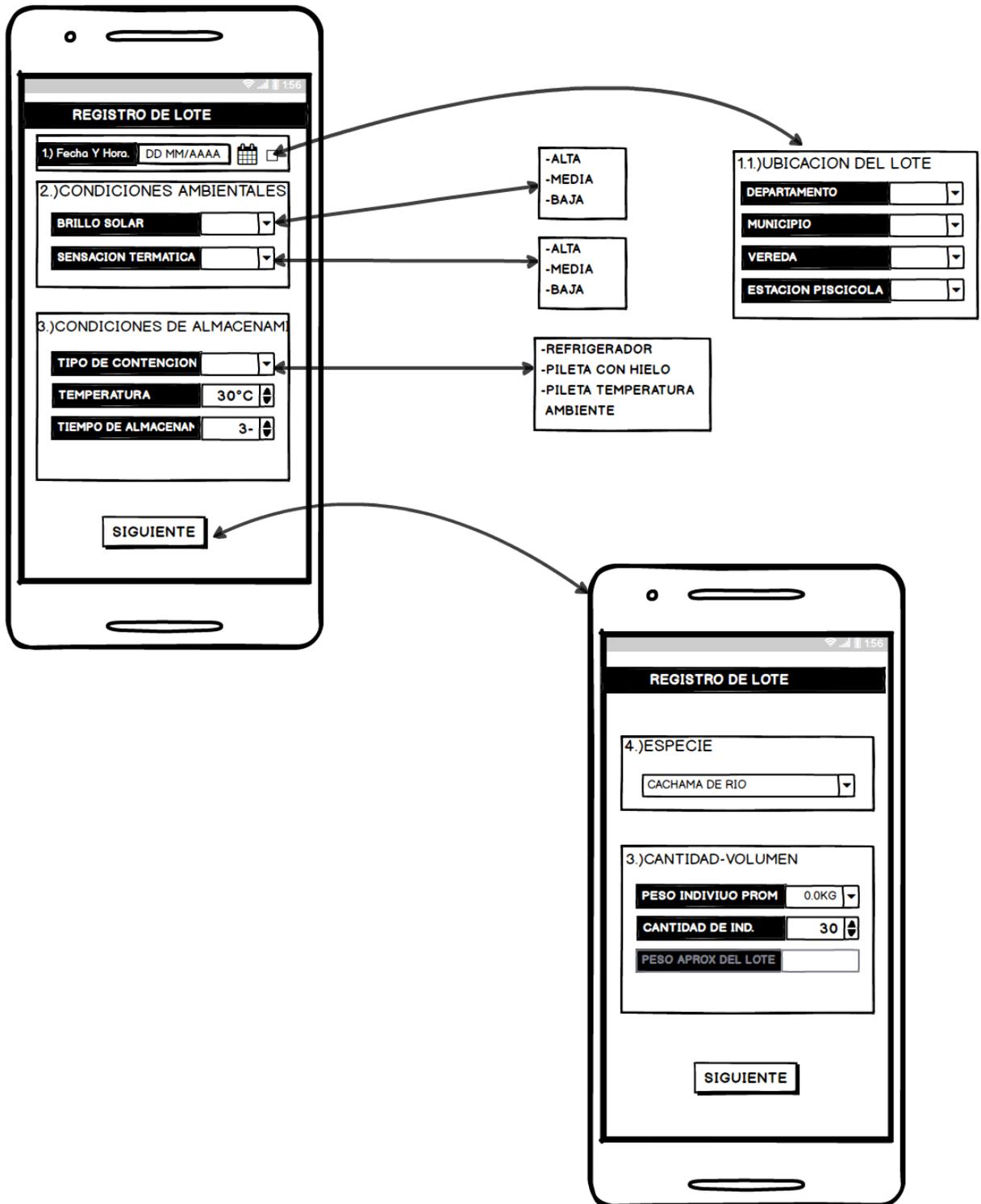


Figura 10. Interfaz de registro de lote de pescado (Elaboración propia)

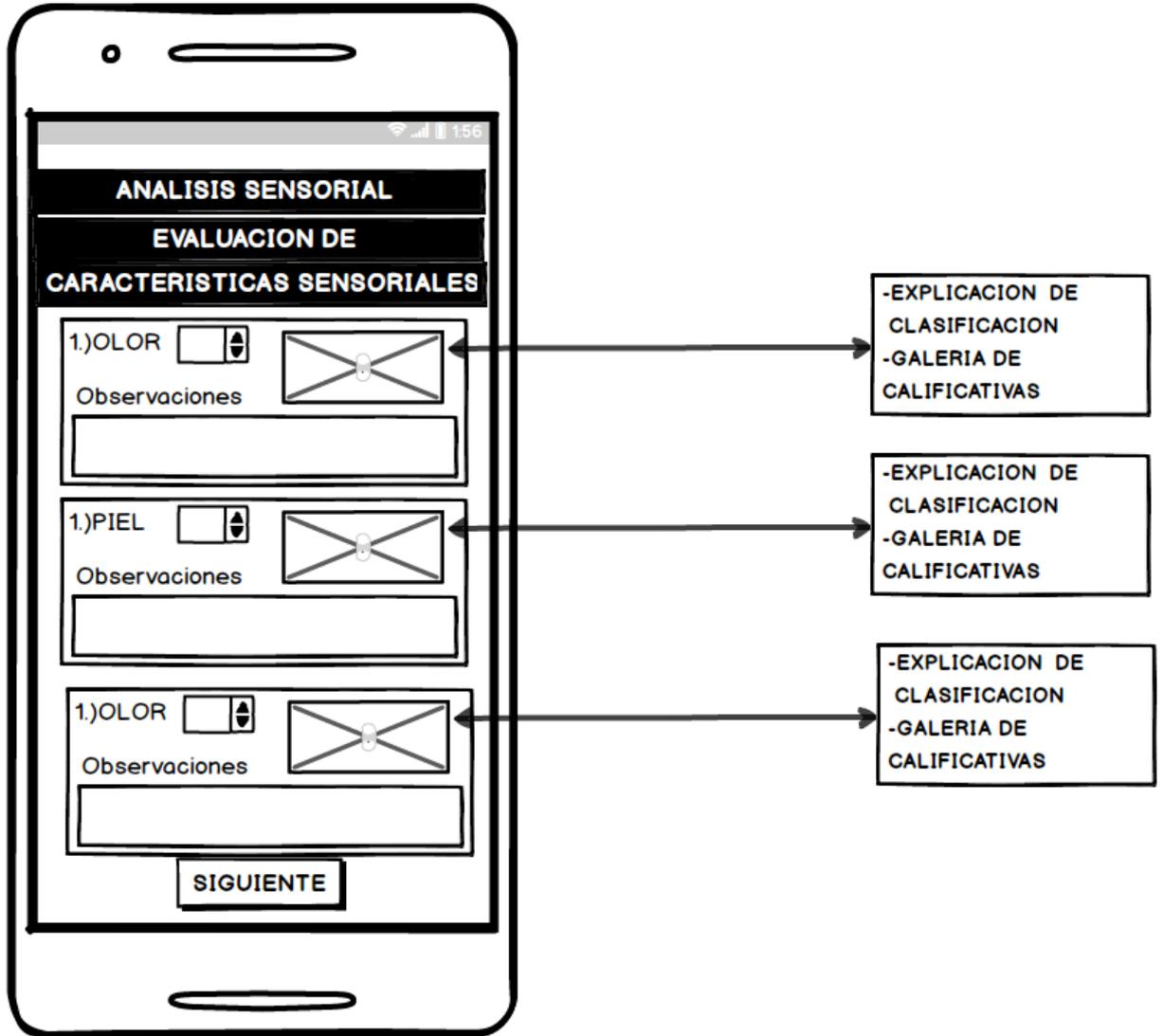


Figura 11. Interfaz de registro de evaluación sensorial a lote de carne de pescado (Elaboración propia)

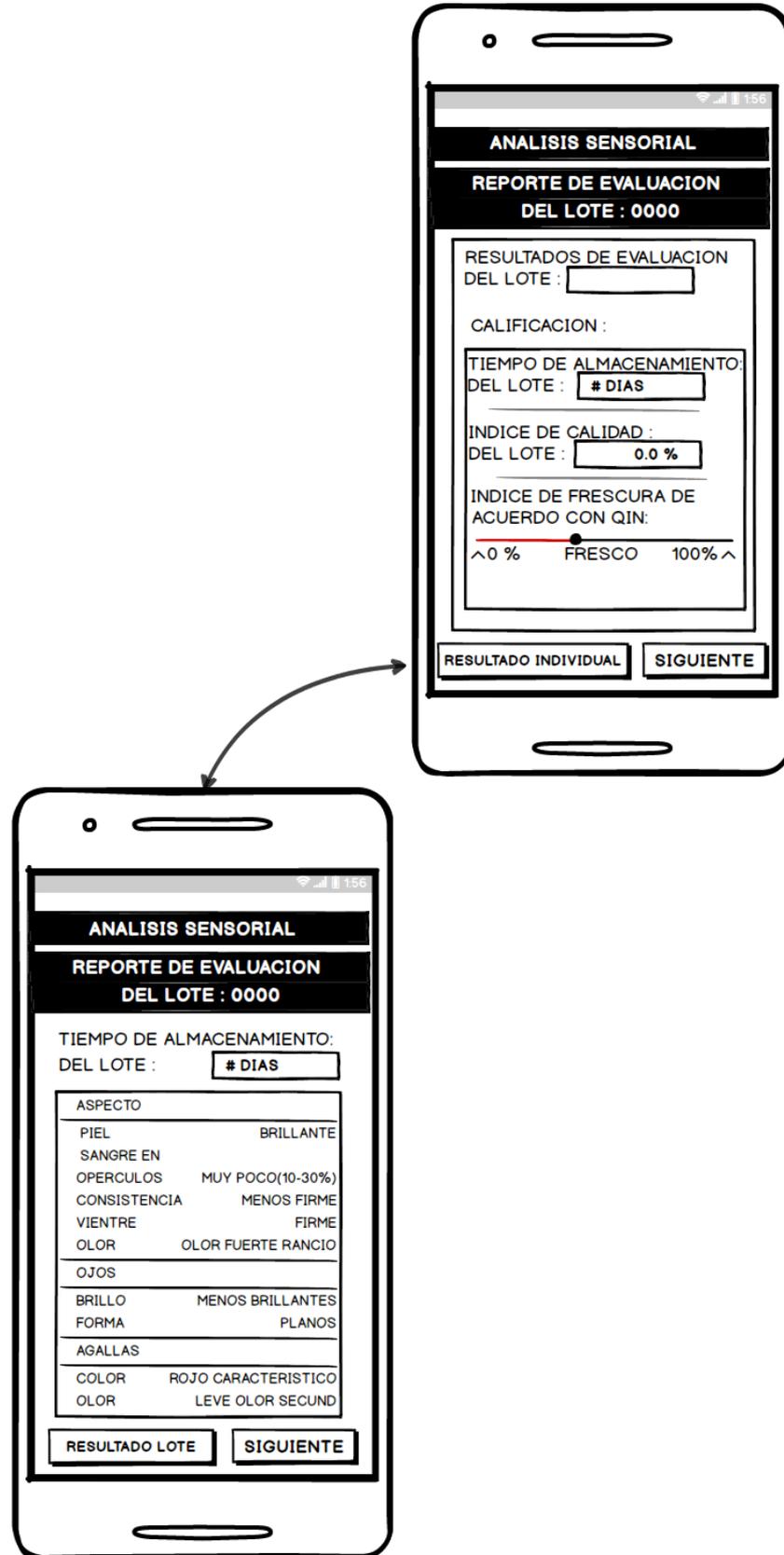


Figura 12. Interfaz de reporte de evaluación (Elaboración propia)

4.2.4. Modelo Entidad-Relación (MER)

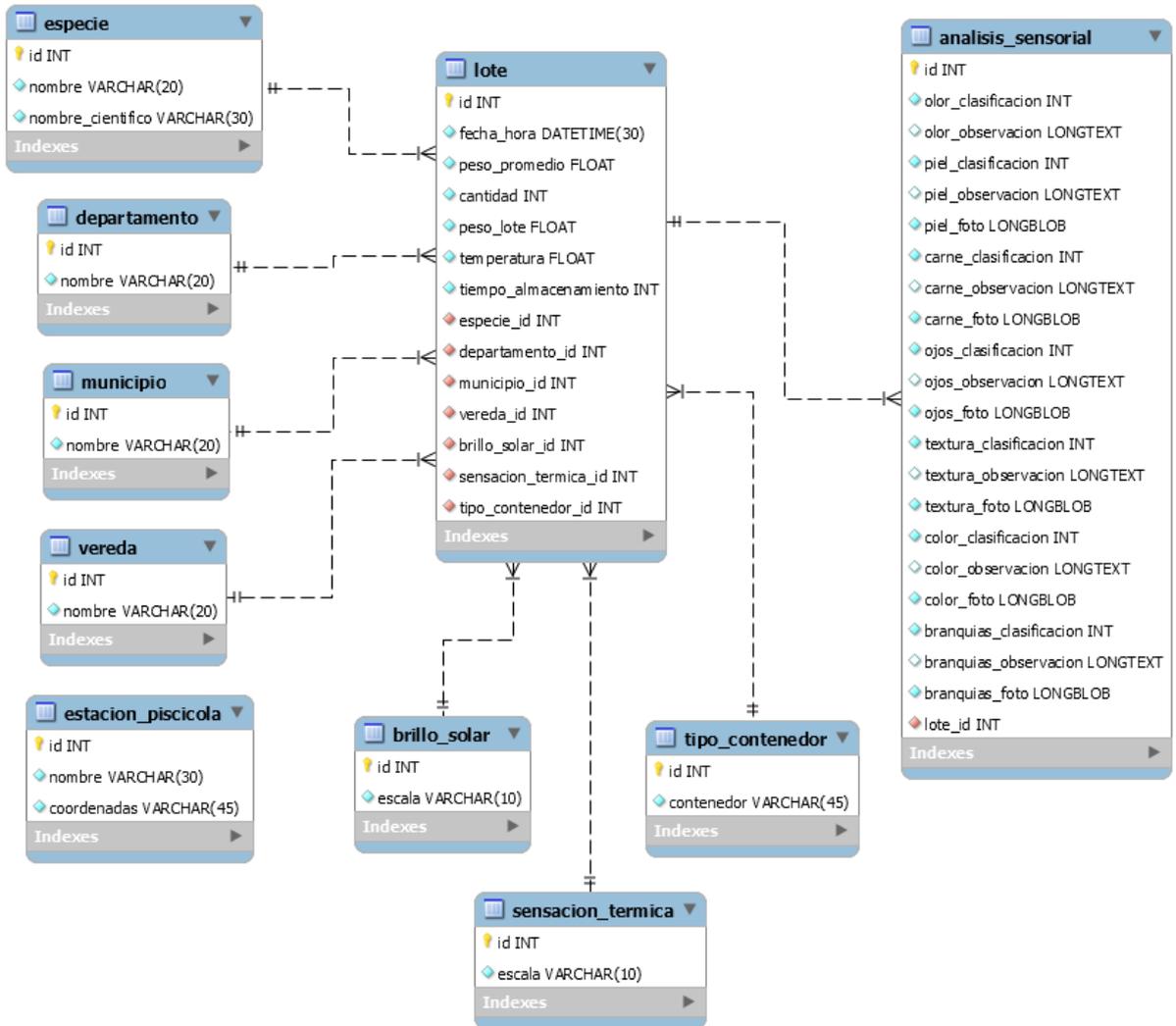


Figura 13. Modelo Entidad-Relación del Software (Elaboración propia)

4.2.5. Codificación de la Aplicación

Esta fase de codificación ha sido realizada teniendo en cuenta las Tareas de Programación definidas en la fase de Diseño y que corresponde a uno de los artefactos más importantes de la Metodología de Programación Extrema. Las principales herramientas que se han empleado para la codificación son las siguientes:

- ✓ **APACHE CORDOVA:** es la versión de código abierto de PhoneGap, es un entorno de desarrollo de aplicaciones móviles, originalmente creado por la empresa Nitobi, la cual fue comprada en el 2011 por Adobe. Apache Cordova permite al desarrollador de software crear aplicaciones empaquetadas e híbridas con base en HTML5, CSS3 y JavaScript.
- ✓ **NODEJS:** es un entorno en tiempo de ejecución multiplataforma, de código abierto. Funciona en la capa del servidor.
- ✓ **HTML5:** (*HyperText Markup Language*) Lenguaje etiquetado que se utiliza para implementar interfaces de usuario, las cuales son ejecutadas del lado del cliente. Cuenta con nuevos elementos y etiquetas para dar respuesta a los modernos sitios web que requiere el sector productivo y los nuevos modelos de negocio. Su desarrollo es regulado por el Consorcio W3C (*World Wide Web Consortium*)
- ✓ **CSS3:** (*Cascading Stylesheets – Hojas de estilo en cascada*). Es un lenguaje de diseño gráfico que permite definir la presentación visual de una interfaz de usuario, estructurada a través de un lenguaje de marcado como HTML5
- ✓ **JAVASCRIPT:** es un lenguaje de programación interpretado, orientado a objetos y basado en el paradigma de programación imperativo; funciona del lado del cliente y permite implementar sitios web dinámicos, realizar mejoras a las interfaces de usuario y validar datos ingresados a través de dichas interfaces antes de enviarlas al servidor.

A continuación, se presentan unas imágenes donde se puede apreciar el entorno de desarrollo que se ha utilizado para la aplicación informática móvil y las dos interfaces más importantes del aplicativo: registro de lotes de pescado y evaluación de características sensoriales (análisis sensorial):

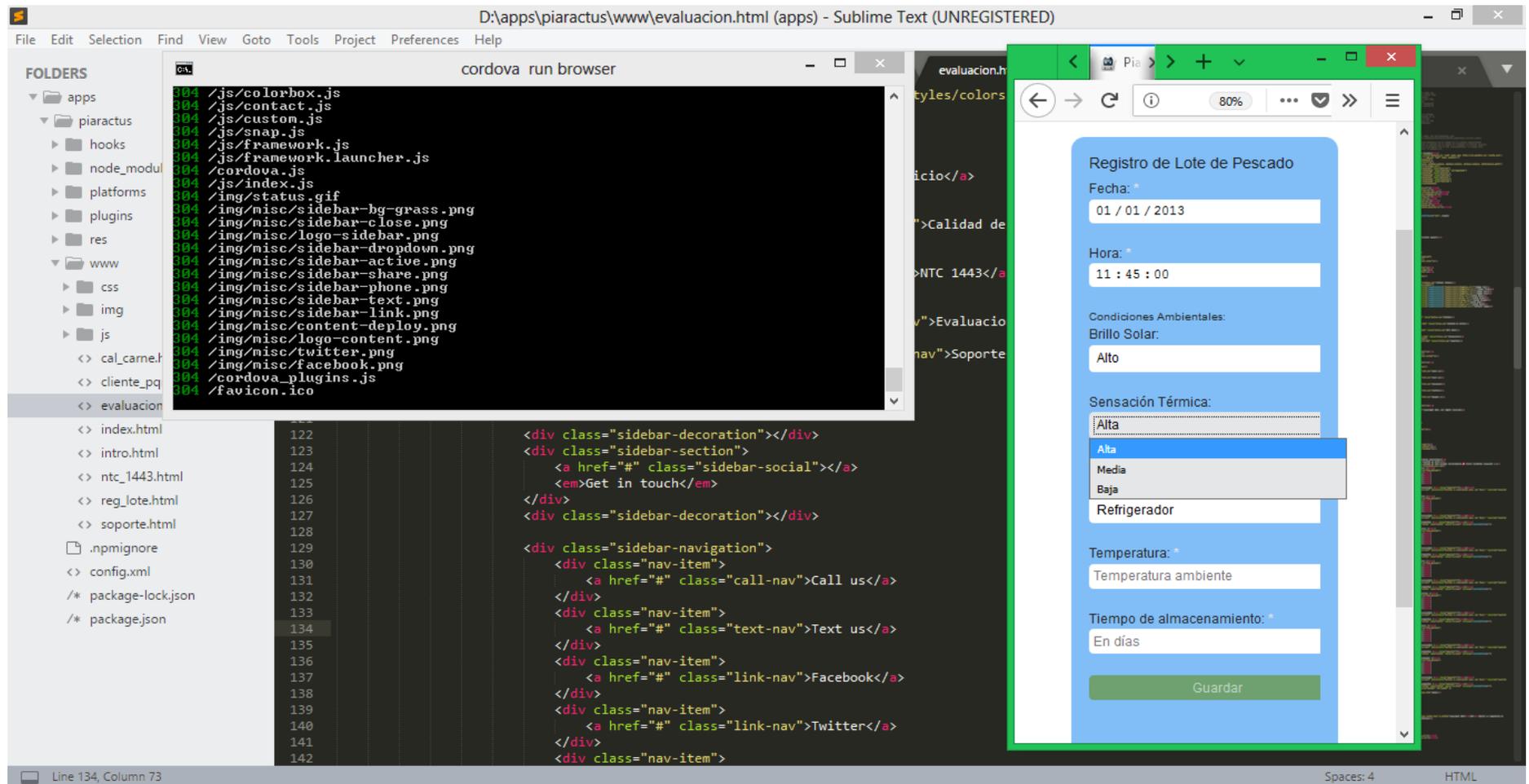


Figura 14. Codificación de la interfaz de registro de lote de pescado (Elaboración propia)

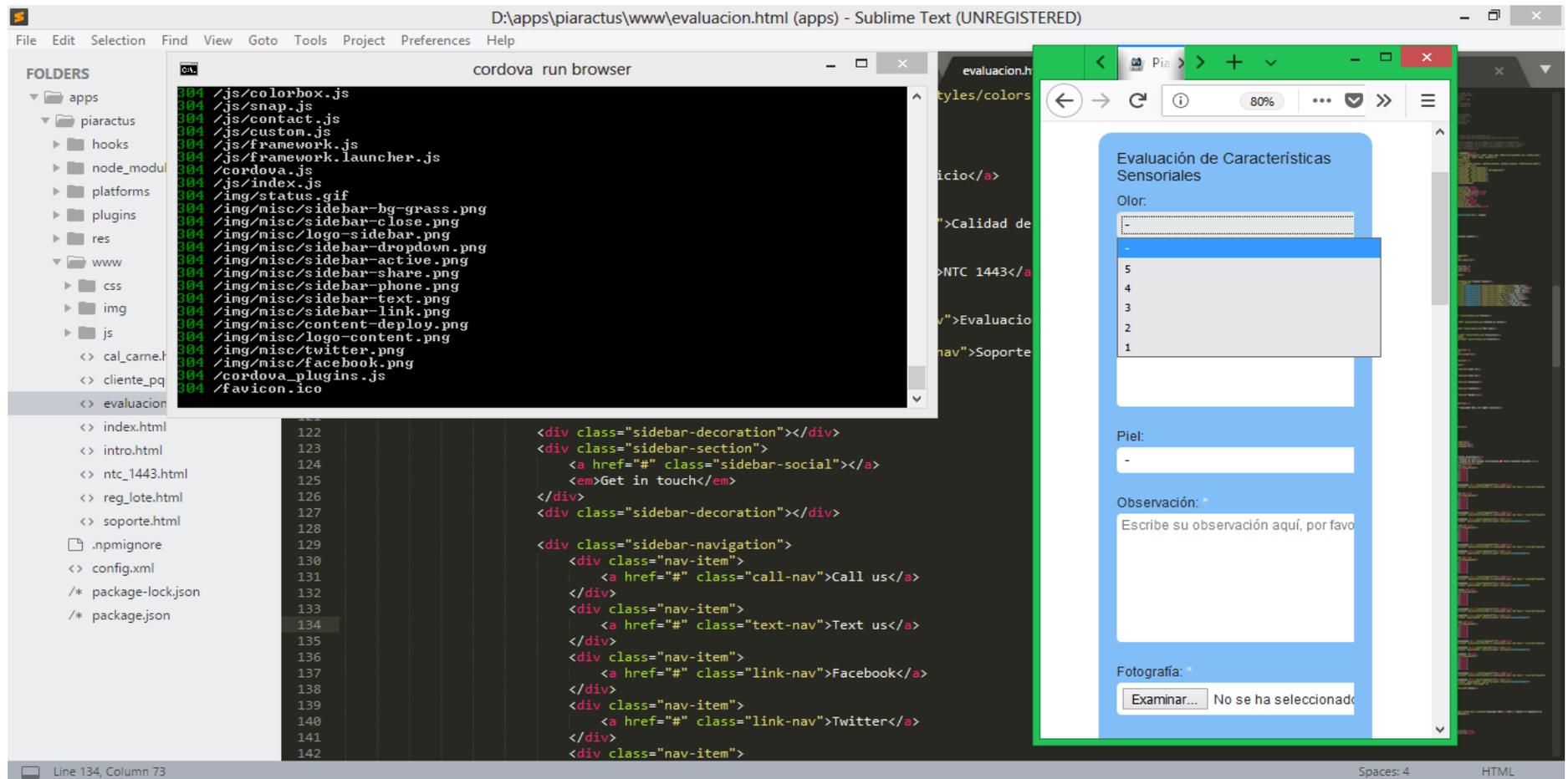


Figura 15. Codificación de la interfaz de evaluación de características sensoriales (Elaboración propia)

4.3. Evaluación

Con el fin de evaluar la aplicación informática desarrollada y determinar si satisface los requerimientos funcionales y no funcionales definidos en la fase de análisis, se ha diseñado un Plan de Pruebas. Esta evaluación fue realizada por el usuario final (Ing. Nubia Cruz, experta en Piscicultura); a continuación, una fotografía como evidencia de la reunión con el usuario para la evaluación de la aplicación informática:



Figura 16. Reunión con usuario final para evaluación de la aplicación informática (Elaboración propia)

A continuación, se presenta el plan de pruebas aplicado y la evaluación del usuario final:

Tabla 8. Plan de pruebas para evaluar aplicación informática móvil

Fecha:	02 de enero de 2017		
Software:	Aplicación informática móvil para análisis sensorial en evaluación de calidad de carne de pescado		
Usuario Final:	Nubia Estela Cruz Casallas, Mg en Acuicultura		
Teléfono:		E-mail:	
Prueba	De acuerdo:		Recomendación
	Si	No	
La presentación visual de la aplicación es agradable y de fácil uso	X		
La aplicación se ejecuta sin	X		Se recomienda que las futuras

dificultad en plataforma Android			versiones de la aplicación sea multiplataforma.
Es posible acceder a todas las opciones que ofrece la aplicación	X		
La aplicación explica de forma didáctica la norma NTC 1443	X		
La aplicación explica los parámetros para análisis sensorial en el proceso de evaluación de calidad de carne de pescado	X		
La App realiza satisfactoriamente el registro de la información del lote de pescado a evaluar	X		<p>El usuario recomienda que también se deben registrar las coordenadas de ubicación de la estación piscícola. Se aclara al usuario que este dato no se había considerado en la reunión de la fase de análisis.</p> <p>El usuario también solicita cambiar la palabra "Pileta" por "Tanque" en las opciones de: tipo de almacenamiento.</p>
Realiza el registro de la información del análisis sensorial de un lote de carne de pescado	X		<p>El usuario solicita eliminar el botón de solicitud de fotografía en la característica de Textura, dado que no aplica.</p> <p>El usuario solicita que en cada una de las características y entre paréntesis, se coloque la definición de dicha característica y la escala de medición, con el fin de dar mayor claridad en el momento de la evaluación.</p>
Genera un reporte de la evaluación realizada al lote de pescado	X		El reporte de evaluación es sencillo, se recomienda para futuras versiones incluir indicadores estadísticos.
Visualiza la información registrada en la evaluación de carne de un lote de pescado, por parte del Administrador del Sistema	X		

Campos como departamento, municipio, vereda, especie, brillo solar, sensación térmica y tipo de contenedor se seleccionan de una lista desplegable	X		
La velocidad de respuesta a solicitudes del usuario es alta	X		
Observación general del usuario:	En general, el aplicativo desarrollado es agradable, de fácil uso y será de gran apoyo al proceso de evaluación de calidad de carne de pescado por parte del productor piscícola, el consumidor y la autoridad de control competente.		

(Elaboración propia)

El equipo desarrollador de la aplicación informática móvil agradece la evaluación realizada por el usuario final y su acompañamiento en el proceso de desarrollo de software y aclara que las recomendaciones realizadas por el usuario son de forma y serán implementadas de inmediato en el aplicativo, con el fin de lograr un producto de calidad y de completa satisfacción para el usuario final.

5. Conclusiones y trabajo futuro

5.1. Conclusiones

1. A nivel de software para piscicultura, se encontraron aplicaciones comerciales y trabajos de investigación y/o desarrollo tecnológico, enfocados principalmente a análisis estadístico y modelos de simulación para grandes industrias pesqueras, sistemas de información integrales para administración de inventarios y alimentación en estaciones piscícolas, sistemas de automatización y monitoreo de calidad de agua, sistemas electrónicos, software y trabajos de investigación especializados para conteo de alevinos, estimación de tamaño de los peces y biomasa y clasificación de especies.

Específicamente, en el tema de evaluación de calidad de carne, sólo se encontró una aplicación (App: How fresh is your fish) que se basa en especies de salmón, bacalao y solla, las cuales corresponden a cultivos piscícolas estadounidenses y europeos, principalmente. En consecuencia, no se encontró evidencia de aplicaciones informáticas orientadas a evaluación de carne de especies nativas de peces de Colombia, como es el caso de la Cachama y desde luego, no hay aplicaciones informáticas donde se implemente la Norma Técnica Colombiana NTC 1443 que corresponde a la evaluación de calidad de carne de pescado fresco o refrigerado.

Lo anterior lo confirman los usuarios expertos en el tema que aseguran no conocer aplicaciones informáticas móviles en esta área de la piscicultura, resaltando el impacto importante que potencialmente tiene la aplicación para el sector piscícola del Departamento del Meta y de Colombia, dado que se pueden realizar estos procesos en las mismas estaciones piscícolas teniendo en cuenta que la aplicación realiza análisis sensorial y se ejecuta en dispositivos móviles.

2. En la fase de análisis se comprendió la experiencia del usuario final en los procesos de evaluación de calidad de carne de pescado, se tomó como referencia la Metodología XP donde es fundamental la comunicación permanente con el usuario final, se realizó una planeación del proyecto y se definieron en conjunto con el usuario final los requerimientos y las historias de usuario y se procedió al interior del equipo de desarrollo a realizar el diagrama de casos de uso, para guiar el proceso de diseño y programación.

3. En cuanto a la fase de diseño, al interior del equipo de desarrollo, se elaboró el listado de tareas de programación y se definieron los roles y responsabilidades de cada uno de los actores del equipo, de acuerdo a lo estipulado en la Metodología XP. De igual forma, se elaboró el Modelo Entidad-Relación (MER) de la base de datos y se realizaron los mockups de las interfaces que integran la aplicación informática móvil. Para el diseño de la base de datos se utilizó el software MySQL Workbench y para su implementación, el SMBD MySQL. En relación a los diseños de las interfaces, se utilizó Balsamiq.

4. Para la fase de codificación se utilizó Apache Cordova y la Suite de Android Studio, dado que se trata de una aplicación informática móvil. De igual forma, se utilizó para las interfaces: HTML5, CSS3, JavaScript y para el procesamiento de transacciones del lado del servidor, se ha empleado el lenguaje de programación PHP. Como Entorno de Desarrollo Integrado (IDE) se ha utilizado Sublime.

5. Respecto a la evaluación y teniendo en cuenta que hubo una comunicación permanente con el usuario final durante el proceso de desarrollo, se diseñó un plan de pruebas y se realizó la evaluación en conjunto con el usuario final para determinar si el aplicativo cumple con lo requerimiento funcionales y no funcionales definidos en la fase de análisis del proceso de desarrollo de software. Dicha evaluación fue satisfactoria y se concluyó que el aplicativo desarrollado efectivamente cumple con los requerimientos del sistema.

5.2. Líneas de trabajo futuro

1. Desarrollar una nueva versión de la aplicación que integre al menos otra especie de pez nativa de la región de la Orinoquia colombiana y que sea multiplataforma con el fin de que pueda ser ejecutada en distintas plataformas de dispositivos móviles.
2. Aplicar a la evaluación de calidad de carne de pescado modernas técnicas de computación como el procesamiento digital de imágenes, las redes neuronales y la visión por computadora.
3. Implementar análisis estadístico a la evaluación de análisis sensorial registrado y técnicas de bigdata una vez se cuente con un importante volumen de información registrada, producto de las evaluaciones realizadas a la calidad de carne de pescado.

7. Bibliografía

- [1] Ministerio de Agricultura de Colombia, «Cadena Nacional de Acuicultura,» Ministerio de Agricultura de Colombia, Santafé de Bogotá DC, 2016.
- [2] FAO, «Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO),» FAO, [En línea]. Available: <http://www.fao.org/docrep/v7180s/v7180s09.htm>. [Último acceso: 1 Julio 2017].
- [3] I. B. M. Nunez, «Aplicação do índice de qualidade (QIM) na avaliação da frescura do pescado,» *IPIMAR. Divulgação*, vol. 29, nº 4, 2004.
- [4] ASOPROAPES, «Asociación de Productores de Alevinos (ASOPROAPES),» ASOPROAPES, [En línea]. Available: <http://alevinos.com.co/productos/>. [Último acceso: 29 Diciembre 2017].
- [5] Mancini, «Mancini. Introducción a la biología de los peces. Cursos Introducción a la producción animal y Producción animal I,» FAV UNRC, 2002. [En línea]. Available: http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_peces/piscicultura/07-introduccion_biologia_peces.pdf. [Último acceso: 1 Julio 2017].
- [6] Petracini, «Morfología, anatomía y fisiología de los peces.,» ELACUARISTA, 2012. [En línea]. Available: <http://www.elacuarista.com/secciones/biologia3.htm>. [Último acceso: 1 Julio 2017].
- [7] H. Huss, «Evaluación de la Calidad del Pescado,» de *El Pescado Fresco: su calidad y cambios de calidad*, Roma, Italia., 1988, pp. 61-75.
- [8] H. Huss, «El Pescado Fresco: Su Calidad y Cambios de su Calidad. Depósito de Documentos de la FAO.,» FAO, 1997. [En línea]. Available: <http://www.fao.org/docrep/V7180S/v7180s00.htm#Contents> . [Último acceso: 1 Julio 2017].
- [9] H. Huss, «Aseguramiento de la calidad de los productos pesqueros. Depósito de Documentos de la FAO.,» FAO, 1997. [En línea]. Available: <http://www.fao.org/docrep/003/T1768S/T1768S00.htm#TOC> . [Último acceso: 1 Julio 2017].

- 2017].
- [10] ICONTEC, Norma Técnica Colombiana NTC 1443, Santafé de Bogotá DC: ICONTEC, 2009.
- [11] H. Suarez, «Pérdida de textura post mortem de la carne de pescado durante el almacenamiento en frío,» 26 Febrero 2007. [En línea]. Available: <http://www.scielo.org.co/pdf/abc/v12n1/v12n1a1.pdf>. [Último acceso: 26 Diciembre 2017].
- [12] R. Pressman., Ingeniería del software. Un enfoque práctico., McGraw-Hill, 2010.
- [13] I. Sommerville, Ingeniería del Software, Pearson Addison-Wesley, 2005.
- [14] G. B. J. R. I. Jacobson, El Proceso Unificado de Desarrollo de Software, Addison Wesley, 2000.
- [15] J. R. y. I. J. G. Booch, Unified Modeling Language User Guide, Addison-Wesley, 2005.
- [16] P. L. y. E. Sánchez., «Actas Metodologías Agiles en el Desarrollo de Software. Aula Virtual UNIR. Asignatura: Metodologías, Desarrollo y Calidad de la Ingeniería de Software,» UNIR, [En línea]. Available: <http://issi.dsic.upv.es/archives/f-1069167248521/actas.p>. [Último acceso: 1 Agosto 2017].
- [17] E. Burnette, Hello, Android: Introducing Google's Mobile Development Platform, Pragmatic Bookshelf, 2009.
- [18] Zhang, IBM Software. El desarrollo de aplicaciones móviles nativas, web o híbridas, 2005.
- [19] A. Kumico., Ananalysis of Young people's use of and attitudes toward cell pones. Telematics and informatics. 2003., 2003.
- [20] O. d. I. N. U. p. I. A. y. I. A. (FAO), «Departamento de Pesca y Acuicultura - Software,» FAO, [En línea]. Available: <http://www.fao.org/fishery/topic/16067/en>. [Último acceso: 1 Noviembre 2017].
- [21] MAREL, «Software de excelente calidad para un salmón de alta calidad,» MAREL, [En línea]. Available: <https://marel.com/latam/noticias-y-eventos/software-de-excelente->

calidad-para-un-salmon-de-alta-calidad/5043. [Último acceso: 5 Diciembre 2017].

- [22] C. E. S. Cerquera, «ControlPiscisGold,» [En línea]. Available: https://www.youtube.com/watch?v=OJzAMCL_FDw. [Último acceso: 1 Octubre 2017].
- [23] M. H. L. P. M. Gutiérrez, «Sistema informático para el monitoreo de variables físicas (oxígeno disuelto, pH y temperatura), análisis estadístico y activación de alarmas en una estación de producción piscícola,» *Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia*, vol. 54, nº 2, p. 247, 2007.
- [24] B. Zion, «The use of computer vision technologies in aquaculture – a review,» *Computers and Electronics in Agriculture*, vol. 88, pp. 125-132, 2012.
- [25] M. W. P. Witthames, «An automated-method for counting and sizing fish egg,» *J. Fish Biol*, nº 30, p. 225–235, 1987.
- [26] K. R. T. Joyce, «Accuracy and precision of counting eyed eggs with an electronic fish counter,» *Prog. Fish-Cult.* , nº 50, p. 113–115., 1988.
- [27] D. A.-A. M. M. L. C. G. K. R. C. K. Friedland, «Automated egg counting and sizing from scanned images: rapid simple processing and large data volumes for fecundity estimates.,» *J. Sea Res*, nº 54, p. 307–316, 2005.
- [28] N. D. V. O. V. A. R. S. A. B. I. K. B. Zion, «Ornamental Fish Fry Counting by Image Processing.,» *Agricultural Research Organization, Bet Dagan.*, 2006.
- [29] N. Strachan, «Length measurement of fish by computer vision,» *Comput. Elect. Agric.*, nº 8, p. 93–104, 1993.
- [30] E. T. A. V. F. Odone, «A trainable system for grading fish from images,» *App. Art. Int.*, nº 15, p. 735–745., 2001.
- [31] T. F. D. P. P. Hufschmied, «Automatic stress-free sorting of sturgeons inside culture tanks using image processing,» *J. Appl. Ichthyol*, nº 27, p. 622–626, 2011.
- [32] V. O. I. K. G. L. A. B. B. Zion, «Ornamental Fish Mass Estimation by Image Processing,» *Agricultural Research organization, Bet Dagan.*, 2012.
- [33] L. K. N. Strachan, « 1995. A potential method for the differentiation between haddock

- fish stocks by computer vision using canonical discriminant analysis.,» *ICES J. Mar. Sci.*, nº 52, p. 145–149, 1995.
- [34] V. A. V. O. I. B. I. K. B. Zion, «Real-time underwater sorting of edible fish species,» *Comput. Elect. Agric.*, nº 56, p. 34–45, 2007.
- [35] N. C. G. H. N. B.-D. B. Gomelski, «Color variability in normal and gynogenetic progenies of ornamental (Koi) common carp (*Cyprinus carpio* L.),» *Aquaculture*, nº 137, p. 102, 1995.
- [36] W. M. J. Merz, «Morphological features used to identify chinook salmon sex during fish passage,» *Southwest. Nat.*, nº 49, p. 197–202.
- [37] S. M. Systems, «Stable Micro Systems,» [En línea]. Available: <https://www.stablemicrosystems.com>. [Último acceso: 1 Octubre 2017].
- [38] M. Miranda, «How fresh is your fish, una app para conocer la frescura del pescado,» *Directo al Paladar*, 21 Diciembre 2011. [En línea]. Available: <https://www.directopaladar.com/nuevas-tendencias/how-fresh-is-your-fish-una-app-para-conocer-la-frescura-del-pescado>. [Último acceso: 01 Agosto 2017].
- [39] FAO, «Thompson and Bell Yield Analysis Using Excel Spreadsheets,» Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 2017. [En línea]. Available: <http://www.fao.org/fishery/topic/16077/>. [Último acceso: 2 Noviembre 2017].
- [40] FAO, «SPATIAL - Space time Dynamics in Marine Fisheries,» Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 2017. [En línea]. Available: <http://www.fao.org/fishery/topic/16076/>. [Último acceso: 1 Noviembre 2017].

Anexos

Anexo N° 1. Artículo científico

Prototipo de Aplicación Informática Móvil para Análisis Sensorial en el Proceso de Evaluación de Calidad de Carne de Cachama (*Piaractus brachypomus*)

M. Gutiérrez, *Member* IEEE, C. Quemada, N. Cruz and J. Sicilia

Abstract— This paper presents the process of developing a mobile computer application that seeks to automate the sensory analysis used to evaluate the quality of meat in a lot of fish, specifically Cachama (*Piaractus brachypomus*). The fishfarming has progressively become one of the most important productive activities in the agricultural sector for Colombia and for regions such as the Department of Meta. One of the most pressing needs of fish farming is to assess the quality of fish meat that reaches consumers, which is currently done in a rudimentary way, using paper sheets or verbally.

Keywords— Fishfarming, evaluation, quality, sensory, software.

I. INTRODUCCION

La Piscicultura es una actividad económica de gran importancia para la región del Departamento del Meta y de Colombia, y al igual que todo el sector agropecuario, tiene necesidades y ofrece también oportunidades que desde la investigación y la ingeniería se pueden resolver o aprovechar, respectivamente.

Este artículo es un producto de un Trabajo Fin de Master (TFM) del Programa de Master Universitario en Ingeniería de Software y Sistemas Informáticos de la Universidad Internacional de La Rioja y describe el proceso para el desarrollo de una aplicación informática móvil que permita automatizar la evaluación de carne de pescado, específicamente de Cachama (*Piaractus brachypomus*), utilizando el método sensorial, tomando como referencia la Norma Técnica

Colombiana NTC 1443.

Este proceso de desarrollo contempla la revisión bibliográfica constituida por los siguientes temas: generalidades de la piscicultura, calidad de carne de pescado, Norma Técnica Colombiana NTC 1443, la cual corresponde al marco normativo bajo el cual se realizan los procesos de evaluación de carne de pescado fresco o refrigerado y finalmente, generalidades de un proceso de desarrollo de software y de la metodología de Programación Extrema (XP), dado que bajo estos parámetros técnicos se ha realizado el desarrollo del App.

Como antecedentes se presenta un resumen de los principales paquetes de software comercial y proyectos tecnológicos que se han desarrollado en Piscicultura y específicamente para calidad de carne.

Este proceso de desarrollo culmina con la presentación del listado de requerimientos, el diagrama de casos de uso, el diseño de interfaces, el modelo entidad-relación de la base de datos del aplicativo, una descripción de las herramientas de desarrollo utilizadas y el plan de pruebas aplicado para determinar la funcionalidad del aplicativo y el cumplimiento de los requerimientos funcionales y no funcionales.

II. CONTEXTO Y ESTADO DEL ARTE

PISCICULTURA

La Acuicultura corresponde al conjunto de actividades técnicas y conocimientos de crianzas de especies acuáticas vegetales y animales; de manera específica, la Piscicultura corresponde a un área dentro de la acuicultura que se dedica específicamente al estudio y aplicación de técnicas y conocimientos dirigidos a peces. A

nivel de seguridad alimentaria y desde luego, también a nivel económico, la acuicultura y piscicultura juegan un papel fundamental en la economía mundial y particularmente, en la de Colombia y el departamento del Meta. En Colombia y en Sudamérica las especies más cultivadas son: el pacú, la cachama y la tilapia. Dado que la aplicación informática móvil se enfoca en la Cachama.

De acuerdo a ASOPROAPES (Asociación de Productores de Alevinos) [4], La Cachama blanca (*Piaractus brachypomus*), es una especie nativa de las cuencas de la Orinoquía y Amazonía, distribuida ampliamente en América del Sur desde el Orinoco y toda la cuenca Amazónica hasta el río de la Plata. En Colombia es una de las especies de cultivo más importante para el desarrollo de pequeñas economías de sustento. Además, son consideradas como las especies de mayor potencial productivo y comercial en piscicultura extensiva en aguas cálidas continentales de América Latina.



Figura 16. Cachama - *Piaractus Brachypomus* ([4])

CALIDAD DE CARNE

Respecto a los métodos de evaluación de calidad de carne de pescado, la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) [2], establece que hay dos maneras de hacer el respectivo seguimiento.

En cuanto al proceso a realizar para efectuar el método sensorial, la FAO [2] indica que: “en el análisis sensorial, la apariencia, el olor, el sabor y la textura, son evaluados empleando los órganos de los sentidos. Científicamente, el proceso puede ser dividido en tres pasos: detección de un estímulo por el órgano del sentido humano; evaluación e interpretación mediante un proceso mental; y posteriormente la respuesta del asesor ante el estímulo.” Esta respuesta se compara con unos parámetros definidos en una norma específica que para este caso es la Norma Técnica Colombiana NTC 1443 que permite darle un valor a la característica que está siendo evaluada; este

categorías existentes: métodos sensoriales y métodos instrumentales. Indica además que “Dado que el consumidor es el último juez de la calidad, la mayoría de los métodos químicos o instrumentales deben ser correlacionados con la evaluación sensorial antes de ser empleados en el laboratorio.

Sin embargo, los métodos sensoriales deben ser realizados científicamente, bajo condiciones cuidadosamente controladas para que los efectos del ambiente y prejuicios personales, entre otros, puedan ser reducidos”.

Uno de los métodos más utilizados en el control de calidad de pescado, es el método sensorial, el cual determina el grado de frescura. Hans Henrick Huss [7], indica que: “con estos métodos se evalúan la apariencia, textura, olor y sabor de una muestra de pescado usando los sentidos del ser humano. Son los métodos que aplica el consumidor y que dan la mayor idea de frescura o grado de deterioro y de aspecto general.”

Es innegable la naturaleza subjetiva de este método, dado que puede influir los gustos, prejuicios, fatiga y habilidad de la persona que está evaluando, sin embargo, para eliminar estos inconvenientes debe buscarse un evaluador experto en el tema, que con un adecuado entrenamiento pueda realizar una evaluación objetiva.

Precisamente, el objetivo de la aplicación informática móvil desarrollada es reducir esta subjetividad natural del método sensorial, a través de la automatización del registro de la evaluación y la posibilidad de hacer seguimiento y control a los lotes de pescado de las distintas estaciones piscícolas o centros de acopio de las ciudades y municipios, dado que se pueden consultar los registros históricos de evaluación de carne de pescado y valor determina el nivel de calidad de la carne de pescado.

NORMA TECNICA COLOMBIANA NTC 1443

La norma que establece los requisitos del pescado entero, medallones y trozos, refrigerados o congelados aptos para consumo humano es la Norma Técnica Colombiana NTC 1443, relacionada con los productos de la pesca y la acuicultura.

De acuerdo al Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC) [10], la información contemplada en la NTC 1443 tiene como insumos los siguientes documentos normativos, los cuales definen determinados aspectos relacionados con pescado entero,

medallones y trozos, refrigerados o congelados:

- NTC 440, Productos alimenticios.

Métodos de ensayo.

- NTC 512-1, Industrias alimentarias.

Rotulado o etiquetado. Parte 1: Norma general.

- NTC 512-2:2006, Industrias alimentarias.

Rotulado o etiquetado. Parte 2:

Rotulado nutricional de alimentos envasados.

- NTC 1322, Productos de la pesca.

Métodos de análisis físicos y químicos. NTC

4458, Microbiología de alimentos y de alimentos

para animales. Método horizontal para el

recuento de coliformes o Escherichia coli o

ambos. Técnica de recuento de colonias

utilizando medios fluorogénicos o cromogénicos.

- NTC 4491-3, Microbiología de

alimentos y alimentos para animales.

Preparación de muestras para ensayo,

suspensión inicial y diluciones decimales para

análisis microbiológico. Parte 3. Reglas

específicas para preparación de muestras de

pescado y productos de la pesca.

- NTC 4574, Microbiología de alimentos

y de alimentos para animales. Método horizontal

para la detección de Salmonella spp.

La NTC 1443 presenta una tabla con la

categorización de las características

sensoriales: olor, piel, carne, ojos, textura, color

y branquias. A continuación, se presenta una

tabla con la categorización de dos de las

características mencionadas:

Tabla 1. Características sensoriales del pescado entero fresco o refrigerado

Clasificación	Olor	Piel
5*	Fresco, característico de la especie	Brillante e iridiscente, escamas uniformes firmemente adheridas
4*	Leve a pescado	Brillante, iridiscencia y color disminuidos
3	Algo rancio, olor leve	Levemente brillante, escamas flojas, fáciles de remover
2	Rancidez avanzada, olor pútrido, ligeramente amoniacal	Algo decolorada, sin brillo, piel desgarrada, descolorida

1	Algo pútrido, amoniacal	Flácida, opaca
* Únicamente los pescados clasificados como 5 y 4 se pueden utilizar para consumo humano o animal directo o para preparación de conservas.		

(Fuente: [10])

INGENIERÍA DE SOFTWARE Y APLICACIONES INFORMÁTICAS MÓVILES

El desarrollo de software se realiza en el marco de un proceso y de acuerdo a [13], existen cuatro actividades fundamentales:

- Especificación del software: en el cual clientes e ingenieros definen el software a construir con sus restricciones. En este punto se identifican los requerimientos a los cuales debe responder la aplicación informática a desarrollar.

- Desarrollo de software: el software se diseña y se implementa a la vez que se verifica que se construya de manera correcta.

- Validación del software: el software se válida para comprobar que es correcto, es decir, hace lo que el cliente ha solicitado. La validación se llevará a cabo teniendo en cuenta los requisitos de usuario.

- Evolución del software: el software se modifica para adaptarse a los cambios requeridos por el cliente o por el mercado.

Existen varios modelos de procesos de software, entre los más conocidos se tiene el de cascada, el de prototipo, el espiral, el incremental y algunos otros más sofisticados como es el caso del Proceso Unificado de Desarrollo de Software, del cual se explican a continuación sus fases [14]:

- Inicio: durante esta fase se desarrolla una descripción del producto final y se presenta el análisis estratégico para el producto. De esta manera, si la contribución del sistema software para el negocio es adecuada, entonces sigue adelante con el proyecto. En esta fase se genera el modelo de casos de uso, con los casos más críticos, se esboza la arquitectura a través de subsistemas más importantes, se identifican y priorizan los riesgos más importantes, se planifican en detalle la fase de elaboración y se realiza una estimación orientada del proyecto.

- Elaboración: en esta fase se comprende el dominio del problema y se diseña la arquitectura del sistema.

- Construcción: en esta fase la línea base de la arquitectura crece a hasta convertirse en el sistema completo. Como ya se comentaba anteriormente, la línea base constituye un conjunto de artefactos revisados

y aprobados que representa un punto de acuerdo para la posterior evolución y desarrollo de sistema, solamente a través del procedimiento formal.

- Transición: durante esta fase se cubre el periodo durante el cual el producto se convierte en versión que se podría llamar beta, que se iría refinando hasta su versión final. En esta fase los desarrolladores corrigen los problemas e incorporan las mejoras que estimen convenientes.

Es importante indicar que el Proceso Unificado utiliza UML (Lenguaje de Modelamiento Unificado) para la elaboración de los diseños o artefactos que se van generando a lo largo del proceso e igualmente es importante mencionar que las características o los aspectos que identifican el Proceso Unificado son:

- Dirigido por casos de uso
- Centrado en la arquitectura
- Iterativo e incremental [15]

La metodología que se ha usado para guiar el proceso de desarrollo de software es XP (Extreme Programming). Como lo estipula [16], XP se basa en realimentación continua entre el usuario final y el equipo de desarrollo, comunicación fluida entre todos los participantes, simplicidad en las soluciones implementadas y coraje para enfrentar los cambios. XP se define como especialmente adecuada para proyectos con requisitos imprecisos y muy cambiantes, y donde existe un alto riesgo técnico, y precisamente estas características son las que identifican la aplicación informática móvil que se ha desarrollado.

Ahora bien, una plataforma fundamental de ejecución para el software actual es la que ofrecen los dispositivos móviles. Según Burnette [17], los dispositivos móviles han generado cambios a nivel cultural, social y económico. Estos cambios se deben a la necesidad de satisfacer las exigencias de los usuarios en el mercado móvil. Se considera que la mayor evolución de ellos, hasta el momento, han sido los dispositivos móviles inteligentes o smartphones y tablets. En esencia, estos tipos de dispositivos son computadoras que están compuestas por una memoria en la que los programas y/o datos pueden ser almacenados; poseen unidades lógicas aritméticas las cuáles reciben información del usuario a través de un teclado y exhiben la información a través de una pantalla de alta resolución.

De acuerdo a Zhang [18], las aplicaciones móviles siguen desempeñando un rol central en el entorno de negocio, es por ello que las organizaciones de todo el mundo están aumentando sus servicios de misión crítica. Muchas empresas están procurando encontrar el mejor enfoque de desarrollo para lograr sus metas, pero muchas se están dando cuenta rápidamente de que cada enfoque conlleva limitaciones inherentes, y de que ningún enfoque en sí mismo puede abordar las crecientes necesidades y complejidades de la empresa móvil moderna.

Teniendo en cuenta a Zhang [18], elegir entre enfoques de desarrollo híbridos, nativos y web, si bien es una importante decisión, no es la única que las empresas deben tomar. Las empresas que estén creando su estrategia móvil también deben tener en cuenta el futuro de este mercado, representado por las siguientes tendencias y desarrollos:

- Una mayor fragmentación de dispositivos móviles y tecnologías, lo que a su vez, va a seguir aumentando los costos generales y las complejidades que conlleva el desarrollo, la integración y la gestión de las aplicaciones móviles.

- Una adopción móvil acelerada por parte de los consumidores y dentro de la empresa, lo que incrementa los requisitos en materia de seguridad, escalabilidad y control.

- Nuevas características de los dispositivos y tecnologías complementarias, tales como la comunicación NFC (en áreas cercanas), la geolocalización, la realidad aumentada, las redes sociales, etc., que sin lugar a dudas van a generar nuevos tipos y situaciones de uso de aplicaciones móviles.

- Nuevos canales de distribución para las aplicaciones, tanto públicos como privados, que permitirán a las organizaciones colocar fácilmente las aplicaciones en manos del usuario, implementar actualizaciones rápidamente y gestionar su portafolio completo de aplicaciones sin tener que pasar por un largo proceso de presentación y aprobación.

Continuando con lo que expone Zhang [18], teniendo en cuenta todos estos parámetros, las empresas deben elegir una solución que no sólo sea lo suficientemente flexible para dar soporte a todos los tipos de aplicaciones sino que también sustente una integración segura y escalable de las aplicaciones dentro de la infraestructura de TI, y les permita supervisar y controlar su portafolio completo de aplicaciones a partir de una única interfaz

centralizada.

Tomando como referencia a Kumico [19], desarrollar una aplicación móvil dista mucho del desarrollo tradicional de aplicaciones, ya que hay que tomar en cuenta algunos aspectos como la usabilidad de la interfaz de usuario, la memoria limitada del dispositivo, la cantidad de tareas que se ejecutan en segundo plano, la documentación y actualizaciones que respaldan una aplicación. Para el caso específico de desarrollo de aplicaciones en Android, existen tres grandes tareas que hay que tener en cuenta:

1. Instalación de las herramientas de desarrollo
2. Conocer la estructura de los proyectos de Android
3. Programar los componentes principales de una aplicación

SOFTWARE EN PISCICULTURA

Después de realizar la revisión bibliográfica correspondiente en cuanto a la aplicación del software y la informática al sector piscícola, es posible indicar que dichas aplicaciones se han implementado para dos grandes áreas: la primera, correspondiente a la automatización de procesos de administración de información para manejo de inventarios y alimentación y para análisis estadísticos; en este punto, se evidenció el desarrollo de algunas aplicaciones rudimentarias basadas en Excel y otras muy sofisticadas que han sido desarrolladas principalmente por el Departamento de Pesca y Acuicultura de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO).

La segunda área de aplicación en la que se han desarrollado aplicaciones informáticas está orientada a procesos complejos donde a través de áreas como la visión por computadora y el procesamiento digital de imágenes se han tratado de resolver algunas necesidades que tiene el sector piscícola, resumidas básicamente en cuatro áreas:

1. El conteo principalmente de huevos de pescado y alevinos
 2. La medición de tamaño y estimación de masa (Biometría)
- En estas dos primeras hay software comercial europeo que se ha desarrollado para estos fines.
3. Identificación de especies y poblaciones
 4. Identificación de género y evaluación de calidad de carne

En esta última área es donde está enmarcado el software desarrollado y donde se evidenció que no existe en Colombia aplicaciones informáticas como la que se ha desarrollado. Sólo se encontró una aplicación móvil que está orientada a las especies de salmón, bacalao y solla (o platija), las cuales son especies europeas y/o norteamericanas.

Este software está basado en las políticas y normativas de esas regiones geográficas. En conclusión, no existe una aplicación informática móvil en Colombia para evaluar carne de pescado de Cachama (especie que se ha seleccionado para la implementación del software) ni de otras especies que se cultivan en Colombia ni en Sudamérica, de tal forma que se requiere contar con una aplicación informática móvil basada en la normatividad colombiana que permita la evaluación de carne de pescado, de una de las especies más cultivadas y además nativas de la región como es la Cachama (*Piaractus brachypomus*).

De igual forma, es importante resaltar que en las áreas anteriormente descritas estarán enmarcados los futuros desarrollos informáticos y tecnológicos, que buscarán seguir contribuyendo al sector económico de la piscicultura, tan importante en el Departamento del Meta, en Colombia y en el mundo, que tiene a su vez un papel fundamental en la seguridad alimentaria que necesita el ser humano. El objetivo es seguir contribuyendo desde la investigación y la ingeniería en el área específica de evaluación de calidad de carne de pescado.

II. DESARROLLO ESPECÍFICO DE LA CONTRIBUCIÓN

IDENTIFICACIÓN DE REQUISITOS

Debido a la necesidad de contar con la permanente contribución del usuario final para un exitoso desarrollo del software, se ha optado por la Metodología XP (Programación Extrema), la cual se fundamenta principalmente en la implementación de los siguientes apartados: historias de usuario, roles, proceso y prácticas. Sin embargo, para una mayor claridad y completitud en lo referente al análisis y diseño del aplicativo, se han desarrollado otros diagramas que se explicarán más adelante.

LISTADO DE REQUERIMIENTOS

En conjunto con el usuario final del aplicativo,

se han definido los siguientes requerimientos funcionales, a los cuales debe dar respuesta el software:

1. Explicar de forma didáctica la norma NTC 1443 que implementa lo referente a la evaluación de carne de pescado fresco o refrigerado.
 2. Explicar los parámetros para el análisis sensorial de la carne de pescado.
 3. Registrar la información del lote de pescado a evaluar
 4. Registrar la información del análisis sensorial de un lote de carne de pescado.
 5. Generar un reporte de la evaluación realizada al lote de pescado.
 6. Visualizar la información registrada en la evaluación de carne de un lote de pescado, por parte del Administrador del Sistema
- Los siguientes son los requerimientos no funcionales que se han definido para la aplicación informática móvil:

1. Este primer prototipo funcionará en plataforma Android
2. Campos como: departamento, municipio, vereda, especie, brillo solar, sensación térmica y tipo de contenedor deben seleccionarse de una lista desplegable
3. El proceso de evaluación debe realizarse de forma secuencial, haciendo primero el registro del lote y luego el análisis de las características sensoriales. La velocidad de respuesta de estas transacciones debe ser alta.

DIAGRAMA DE CASOS DE USO

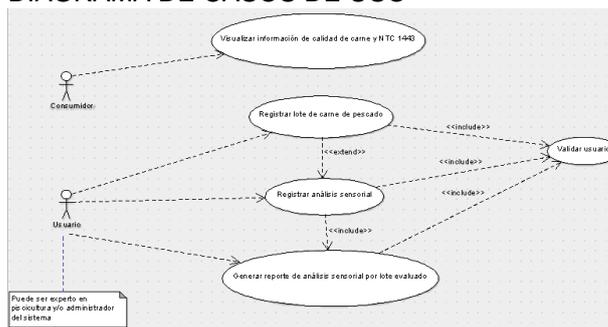


Figura 2. Diagrama de Casos de Uso

DISEÑO DE INTERFACES

Utilizando el software Balsamiq para diagramación de Mockups, se han diseñado las interfaces de la aplicación informática móvil; un ejemplo es la que se muestra a continuación:

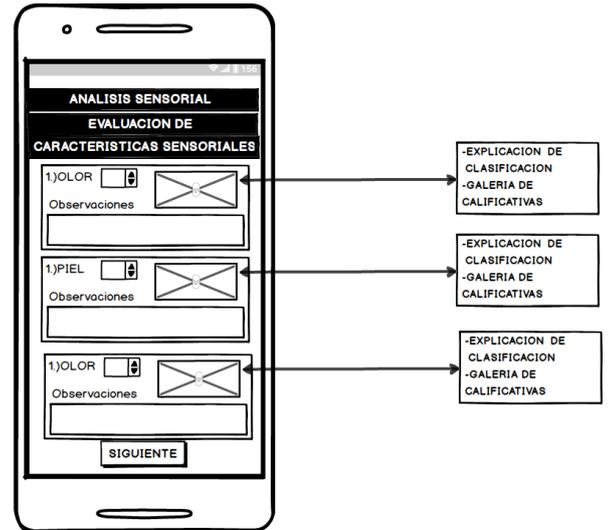


Figura 3. Interfaz de registro de evaluación sensorial a lote de carne de pescado

BASE DE DATOS

A continuación, se presenta el Modelo Entidad-Relación (MER) de la base de datos que fue implementada para el desarrollo de la App:

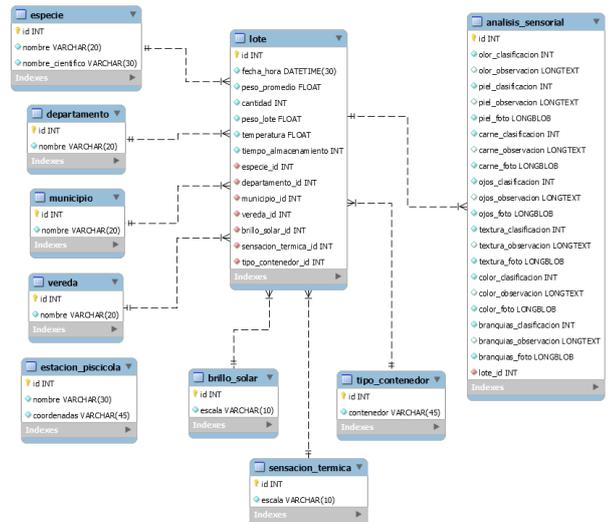


Figura 4. Modelo Entidad-Relación

CODIFICACIÓN DE LA APLICACIÓN

Esta fase de codificación ha sido realizada teniendo en cuenta las Tareas de Programación definidas en la fase de Diseño y que corresponde a uno de los artefactos más importantes de la Metodología de Programación Extrema. Las principales herramientas que se han empleado para la codificación son las siguientes:

- APACHE CORDOVA: es la versión de código abierto de PhoneGap, es un entorno de desarrollo de aplicaciones

móviles, originalmente creado por la empresa Nitobi, la cual fue comprada en el 2011 por Adobe. Apache Cordova permite al desarrollador de software crear aplicaciones empaquetadas e híbridas con base en HTML5, CSS3 y JavaScript.

- **NODEJS:** es un entorno en tiempo de ejecución multiplataforma, de código abierto. Funciona en la capa del servidor.
- **HTML5:** (HyperText Markup Language) Lenguaje etiquetado que se utiliza para implementar interfaces de usuario, las cuales son ejecutadas del lado del cliente. Cuenta con nuevos elementos y etiquetas para dar respuesta a los modernos sitios web que requiere el sector productivo y los nuevos modelos de negocio. Su desarrollo es regulado por el Consorcio W3C (World Wide Web Consortium)
- **CSS3:** (Cascading Stylesheets – Hojas de estilo en cascada). Es un lenguaje de diseño gráfico que permite definir la presentación visual de una interfaz de usuario, estructurada a través de un lenguaje de marcado como HTML5
- **JAVASCRIPT:** es un lenguaje de programación interpretado, orientado a objetos y basado en el paradigma de programación imperativo; funciona del lado del cliente y permite implementar sitios web dinámicos, realizar mejoras a las interfaces de usuario y validar datos ingresados a través de dichas interfaces antes de enviarlas al servidor.

A continuación, se presenta un ejemplo de interfaz implementada:

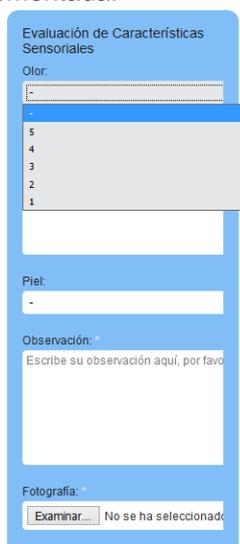


Figura 5. Interfaz implementada de evaluación de características sensoriales

EVALUACIÓN

Se aplicó un plan de pruebas al usuario final de la aplicación informática móvil con el fin de determinar la funcionalidad del software y el cumplimiento de los requerimientos. Se resaltan las siguientes observaciones del usuario final:

- El aplicativo desarrollado es agradable, de fácil uso y será de gran apoyo al proceso de evaluación de calidad de carne de pescado por parte del productor piscícola, el consumidor y la autoridad de control competente.
- El usuario recomienda que se deben registrar las coordenadas de ubicación de la estación piscícola. Se aclara al usuario que este dato no se había considerado en la reunión de la fase de análisis. El usuario también solicita cambiar la palabra “Pileta” por “Tanque” en las opciones de: tipo de almacenamiento.
- El usuario solicita eliminar el botón de solicitud de fotografía en la característica de Textura, dado que no aplica. De igual forma, solicita que en cada una de las características y entre paréntesis, se coloque la definición de dicha característica y la escala de medición, con el fin de dar mayor claridad en el momento de la evaluación.

IV. CONCLUSIONES

1. A nivel de software para piscicultura, se encontraron aplicaciones comerciales y trabajos de investigación y/o desarrollo tecnológico, enfocados principalmente a análisis estadístico y modelos de simulación para grandes industrias pesqueras, sistemas de información integrales para administración de inventarios y alimentación en estaciones piscícolas, sistemas de automatización y monitoreo de calidad de agua, sistemas electrónicos, software y trabajos de investigación especializados para conteo de alevinos, estimación de tamaño de los peces y biomasa y clasificación de especies. Específicamente, en el tema de evaluación de calidad de carne, sólo se encontró una aplicación (App: How fresh is your fish) que se basa en especies de salmón, bacalao y solla, las cuales corresponden a cultivos piscícolas estadounidenses y europeos, principalmente. En consecuencia, no se encontró evidencia de aplicaciones informáticas orientadas a evaluación de carne de especies nativas de

peces de Colombia, como es el caso de la Cachama y desde luego, no hay aplicaciones informáticas donde se implementé la Norma Técnica Colombiana NTC 1443 que corresponde a la evaluación de calidad de carne de pescado fresco o refrigerado.

Lo anterior lo confirman los usuarios expertos en el tema que aseguran no conocer aplicaciones informáticas móviles en esta área de la piscicultura, resaltando el impacto importante que potencialmente tiene la aplicación para el sector piscícola del Departamento del Meta y de Colombia, dado que se pueden realizar estos procesos en las mismas estaciones piscícolas teniendo en cuenta que la aplicación realiza análisis sensorial y se ejecuta en dispositivos móviles.

2. La fase de análisis se desarrolló la experiencia del usuario final en los procesos de evaluación de calidad de carne de pescado, se tomó con referencia la Metodología XP donde es fundamental la comunicación permanente con el usuario final, se realizó una planeación del proyecto y se definieron en conjunto con el usuario final los requerimientos y las historias de usuario y se procedió al interior del equipo de desarrollo a realizar el diagrama de casos de uso, para guiar el proceso de diseño y programación.

3. En cuanto a la fase de diseño, al interior del equipo de desarrollo, se elaboró el listado de tareas de programación y se definieron los roles y responsabilidades de cada uno de los actores del equipo de desarrollo, de acuerdo a lo estipulado en la Metodología XP. De igual forma, se elaboró el Modelo Entidad-Relación (MER) de la base de datos y se realizaron los mockups de las interfaces que integran la aplicación informática móvil. Para el diseño de la base de datos se utilizó el software MySQL Workbench y para su implementación, el SMBD MySQL. En relación a los diseños de las interfaces, se utilizó Balsamiq.

4. Para la fase de codificación se utilizó Apache Cordova y el Suite de Android Studio, dado que se trata de una aplicación informática móvil. De igual forma, se utilizó para las interfaces: HTML5, CSS3, JavaScript y para el procesamiento de transacciones del lado del servidor, se ha empleado el lenguaje de programación PHP. Como Entorno de Desarrollo Integrado (IDE) se ha utilizado Sublime.

5. Respecto a la evaluación y teniendo en cuenta que hubo una comunicación permanente con el usuario final durante la codificación, se diseñó un plan de pruebas y se realizó la evaluación en conjunto con el

usuario final para determinar si el aplicativo cumple con lo requerimiento funciones y no funciones definidos en la fase de análisis del proceso de desarrollo de software.

AGRADECIMIENTOS

Agradecimiento especial a la Corporación Universitaria Minuto de Dios – UNIMINUTO Vicerrectoría Regional Llanos (Centro Regional Villavicencio, Meta), por el apoyo brindado en el desarrollo de la investigación y al Ing. Omar Eduardo Guevara Riveros – CEO Ingenio Innovación Digital, por la asesoría en el tema de desarrollo de aplicaciones para dispositivos móviles.

REFERENCIAS

- [1] Ministerio de Agricultura de Colombia, «Cadena Nacional de Acuicultura,» Ministerio de Agricultura de Colombia, Santafé de Bogotá DC, 2016.
- [2] FAO, «Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO),» FAO, [En línea]. Available: <http://www.fao.org/docrep/v7180s/v7180s09.htm>. [Último acceso: 1 Julio 2017].
- [3] I. B. M. Nunez, «Aplicação do índice de qualidade (QIM) na avaliação da frescura do pescado,» IPIMAR. Divulgação, vol. 29, nº 4, 2004.
- [4] ASOPROAPES, «Asociación de Productores de Alevinos (ASOPROAPES),» ASOPROAPES, [En línea]. Available: <http://alevinos.com.co/productos/>. [Último acceso: 29 Diciembre 2017].
- [5] Mancini, «Mancini. Introducción a la biología de los peces. Cursos Introducción a la producción animal y Producción animal I,» FAV UNRC, 2002. [En línea]. Available: http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_peces/piscicultura/07-introduccion_biologia_peces.pdf. [Último acceso: 1 Julio 2017].
- [6] Petracini, «Morfología, anatomía y fisiología de los peces.,» ELACUARISTA, 2012. [En línea]. Available: <http://www.elacuarista.com/secciones/biologia3.htm>. [Último acceso: 1 Julio 2017].
- [7] H. Huss, «Evaluación de la Calidad del Pescado,» de El Pescado Fresco: su calidad y cambios de calidad, Roma, Italia., 1988, pp. 61-75.
- [8] H. Huss, «El Pescado Fresco: Su Calidad y Cambios de su Calidad. Depósito de Documentos de la FAO.,» FAO, 1997. [En línea]. Available: <http://www.fao.org/docrep/V7180S/v7180s00.htm#Contents>. [Último acceso: 1 Julio 2017].

- [9] H. Huss, «Aseguramiento de la calidad de los productos pesqueros. Depósito de Documentos de la FAO.» FAO, 1997. [En línea]. Available: <http://www.fao.org/docrep/003/T1768S/T1768S00.htm#TOC>. [Último acceso: 1 Julio 2017].
- [10] ICONTEC, Norma Técnica Colombiana NTC 1443, Santafé de Bogotá DC: ICONTEC, 2009.
- [11] H. Suarez, «Pérdida de textura post mortem de la carne de pescado durante el almacenamiento en frío,» 26 Febrero 2007. [En línea]. Available: <http://www.scielo.org.co/pdf/abc/v12n1/v12n1a1.pdf>. [Último acceso: 26 Diciembre 2017].
- [12] R. Pressman., Ingeniería del software. Un enfoque práctico., McGraw-Hill, 2010.
- [13] I. Sommerville, Ingeniería del Software, Pearson Addison-Wesley, 2005.
- [14] G. B. J. R. I. Jacobson, El Proceso Unificado de Desarrollo de Software, Addison Wesley, 2000.
- [15] J. R. y. I. J. G. Booch, Unified Modeling Language User Guide, Addison-Wesley, 2005.
- [16] P. L. y. E. Sánchez., «Actas Metodologías Agiles en el Desarrollo de Software. Aula Virtual UNIR. Asignatura: Metodologías, Desarrollo y Calidad de la Ingeniería de Software,» UNIR, [En línea]. Available: <http://issi.dsic.upv.es/archives/f-1069167248521/actas.p>. [Último acceso: 1 Agosto 2017].
- [17] E. Burnette, Hello, Android: Introducing Google's Mobile Development Platform, Pragmatic Bookshelf, 2009.
- [18] Zhang, IBM Software. El desarrollo de aplicaciones móviles nativas, web o híbridadas, 2005.
- [19] A. Kumico., Ananalysis of Young people's use of and attitudes toward cellphones. Telematics and informatics, 2003.
- [20] O. d. I. N. U. p. I. A. y. I. A. (FAO), «Departamento de Pesca y Acuicultura - Software,» FAO, [En línea]. Available: <http://www.fao.org/fishery/topic/16067/en>. [Último acceso: 1 Noviembre 2017].
- [21] MAREL, «Software de excelente calidad para un salmón de alta calidad,» MAREL, [En línea]. Available: <https://marel.com/latam/noticias-y-eventos/software-de-excelente-calidad-para-un-salmon-de-alta-calidad/5043>. [Último acceso: 5 Diciembre 2017].
- [22] C. E. S. Cerquera, «ControlPiscisGold,» [En línea]. Available: https://www.youtube.com/watch?v=OJzAMCL_FDw. [Último acceso: 1 Octubre 2017].
- [23] M. H. L. P. M. Gutiérrez, «Sistema informático para el monitoreo de variables físicas (oxígeno disuelto, pH y temperatura), análisis estadístico y activación de alarmas en una estación de producción piscícola,» Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia, vol. 54, nº 2, p. 247, 2007.
- [24] B. Zion, «The use of computer vision technologies in aquaculture – a review,» Computers and Electronics in Agriculture, vol. 88, pp. 125-132, 2012.
- [25] M. W. P. Witthames, «An automated-method for counting and sizing fish egg,» J. Fish Biol, nº 30, p. 225–235, 1987.
- [26] K. R. T. Joyce, «Accuracy and precision of counting eyed eggs with an electronic fish counter,» Prog. Fish-Cult. , nº 50, p. 113–115., 1988.
- [27] D. A.-A. M. M. L. C. G. K. R. C. K. Friedland, «Automated egg counting and sizing from scanned images: rapid simple processing and large data volumes for fecundity estimates.,» J. Sea Res, nº 54, p. 307–316, 2005.
- [28] N. D. V. O. V. A. R. S. A. B. I. K. B. Zion, «Ornamental Fish Fry Counting by Image Processing.,» Agricultural Research Organization, Bet Dagan., 2006.
- [29] N. Strachan, «Length measurement of fish by computer vision,» Comput. Elect. Agric., nº 8, p. 93–104, 1993.
- [30] E. T. A. V. F. Odone, «A trainable system for grading fish from images,» App. Art. Int., nº 15, p. 735–745., 2001.
- [31] T. F. D. P. P. Hufschmied, «Automatic stress-free sorting of sturgeons inside culture tanks using image processing,» J. Appl. Ichthyol, nº 27, p. 622–626, 2011.
- [32] V. O. I. K. G. L. A. B. B. Zion, «Ornamental Fish Mass Estimation by Image Processing,» Agricultural Research organization, Bet Dagan., 2012.
- [33] L. K. N. Strachan, « 1995. A potential method for the differentiation between haddock fish stocks by computer vision using canonical discriminant analysis.,» ICES J. Mar. Sci., nº 52, p. 145–149, 1995.

Anexo N° 2. Entrevista a usuario final: Ing. Nubia Estella Cruz Casallas, Mg. en Acuicultura

Marco Gutiérrez (MG): ¿Ing. Nubia, en qué consiste la evaluación de calidad de carne de pescado?

Nubia Cruz (NC): Estamos diciendo que es el proceso desde cuando el pez está vivo hasta cuando ya lo sacrificamos, lo llevamos hasta la mesa del consumidor,... pues hay unas etapas de descomposición que naturalmente pueden estar aceleradas de acuerdo a las condiciones, hay dos tipos de degeneración en donde lo primero es la actividad enzimática propia de la carne, es decir donde la carne misma empieza a generar unas enzimas específicas que lo que hace es que afecte las fibras musculares, eso es lo primero que pasa, la autólisis, la descomposición de todos esos tejidos, pero también está la actividad bacteriana que es la que se origina por el agua, por la manipulación, por el ambiente, por la temperatura, que hace que las bacterias se reproduzcan y se acelere la descomposición. Cuando uno habla de la evaluación de la calidad del pescado, hay varios métodos que se pueden utilizar, obviamente hay métodos químicos que es llevar la carne al laboratorio y determinar qué sustancias químicas están haciendo presencia y en qué nivel... que todas ellas están estipuladas en la norma técnica colombiana y cuáles son los niveles y la carne se categoriza de acuerdo a los parámetros estipulados en esa norma.

MG: me decías que esos niveles no están ajustados exactamente en cada especie...

NC: Son, digamos, unas condiciones generales promedio porque no se han estipulado para cada especie, hay también unos métodos microbiológicos para detectar la presencia de algunas bacterias.

MG: Pero también implica llevar la muestra a un laboratorio...

NC: Implican llevarlas a un laboratorio, pero también hay unos métodos sensoriales en cuanto a dureza y flexibilidad, en cuanto a iridiscencia (que tanto brilla el ojo, la piel la escama), los métodos sensoriales es prácticamente todo lo que tiene que ver con la nariz básicamente, el olor que puede generar o el sabor y lo que puede determinar a través de la inspección visual y por el tacto.

Qué es lo que hace la entidad reguladora de carne, INVIMA, tiene en sus manos una norma que regula unas condiciones, de acuerdo a un test ellos miran el stop de pescado y le dan su valoración, normalmente: es al ojo, porque no hay un equipo que le mide a usted químicamente la presencia de alguna sustancia, sin embargo lo que hace la entidad

reguladora es que escoge muestras, ejemplo, va a la bodega de Alkosto , va a la bodega de un distribuidor en San Benito que es un distribuidor departamental , a esas bodegas que están registradas, - hacen lo mismo con el aguardiente-, con cualquier producto, llegan en cualquier momento, a cualquier hora, solicitan abrir los contenedores y llevar una muestra del producto y eso se lo llevan al laboratorio y hacen pruebas de calidad y luego si se pasa del límite, se cierra la bodega, que fue lo que hicieron con Atun Vam Camps que paso los niveles de mercurio, la autoridad con un análisis sensorial o físico determina que hay mercurio, hicieron pruebas y arrojaron niveles superiores a los permitidos, pero son pruebas químicas que se demora de 15 a 20 días para arrojar el resultado.

La pregunta es qué pasa en ese tiempo, si puede haber una intoxicación, lo que queremos entrar a investigar es que tanto se ha castigado al productor por la calidad de ese pescado, yo lo hice como productora de carne cuando llegada el dueño del furgón al estanque, él miraba, lo revisaba y me decía: eso vale tanto, no hay un método ni nada que sea objetivo, es a lo que el análisis del señor le diga y a uno lo pueden estar castigando.

No todas las carnes de las especies se comportan lo mismo, ni por ejemplo si hablamos específicamente del pescado, todas las carnes del pescado duran lo mismo, no es lo mismo que estés hablando de la carne de tilapia a la carne de pescado de yamú, el yamú es un pescado de una palatabilidad enorme es decir es muy rico, mucho mayor que la mojarra es de los peses acá en el Orinoco más sabroso, pero se descompone muy fácil, cual es el problema con el yamú que es un pescado que se estresa demasiado, en el momento de sacarlo del agua, de bajar el nivel del estanque, en el momento de meter la atarraya que los pescadores entren, en ese momento el pescado se estresa y empieza a generar ácido láctico, sustancias en el cuerpo, enzimas que hace que el proceso de descomposición se acelere y tú puedes tener un yamú que lo pescaste hoy y a las cinco de la tarde ya está descompuesto, entonces es muy delicado, por eso los productores de yamú aquí les va bien porque es un pescado que pagan muy bien, pero tomas ese riesgo enorme, es que en el momento de la cosecha algo se le escape y la carne se dañe.

MG: ¿...y si se le pone hielo (al yamú)?

NC: No mira, hay trabajos por ejemplo, este profesor Héctor, mi director de tesis, él trabajó con yamú mucho tiempo y él por ejemplo me dice que han evaluado hasta hacer descargas eléctricas en el agua para generar una muerte súbita e instantánea en los peces de tal manera que no le dé tiempo de estresarse, pero es muy complicado cuando estamos evaluando volúmenes grandes, en un estanque pequeño pues uno lo hace con cuidado pero si estamos hablando de hectáreas de yamú sembrado se tiene que buscar un método que

se ágil, pero por ejemplo qué pasa con el pescado de río que sale, quien sabe con qué condiciones de estrés .

MG: El aplicativo lo que haría básicamente es registrar esos análisis sensoriales...

NC: Si, exactamente. Sería un aporte enorme a la piscicultura y también al objetivo de garantizar calidad en los alimentos que llegan a la mesa del consumidor.

Para contextualizar un poco le voy a contar en que se basó mi trabajo de grado de maestría, yo tenía una carne de pescado específica que era de Yaque, lo que quería ver era como se comportaba la carne de yaque en el transcurso del tiempo, yo cogí la carne de yaque, la almacené durante cuatro meses y cada mes iba sacando unas muestras de carne y lo que hacía era hacer un análisis químico, un análisis físico y un análisis sensorial, el químico lo hacía con pruebas químicas (laboratorio), el físico lo hacía a través de un equipo y el sensorial mediante un panel que forme de catadores de carne de pescado, hervía la carne sin sal y sin nada y lo ponía bajo unas condiciones a unos cinco personas y ellos hacían unas pruebas y me daban unas calificaciones de acuerdo a un test que uno genera , entonces qué fue lo que hicimos: determinar cómo se comporta esa carne en ese tiempo, que es lo que yo quisiera hacer con eso con las especies que tenemos en la Orinoquia que son cachama, yamú y mojarra hacer, un análisis químico, físico y sensorial e ir correlacionándolo con la estructura de la app, para que yo pueda decir, por ejemplo a través de un análisis sensorial qué posibilidades hay de una presencia química que esté afectando, es decir, que al pasar los datos a la app y yo diga que la branquia esta de este color, que el ojo esta de esta manera, porque yo ya lo he hecho en el laboratorio, obviamente eso es mediante unas pruebas de ensayo y error que se deben hacer muchas veces.

MG: pero no entiendo, si el pescado está en el estanque, están frescos...

NC: No, que hace uno como productor, va a pescar un día entonces uno hace la negociación al posible comprador, obviamente hay unos preacuerdos y tú ya tienes que tener el pescado encanastillado y el tipo llega y le valora la calidad de carne a su lote de pescado.

MG: uno parte de la buena fe de que lo hayan acabado de sacrificar...

NC: Uno parte de la buena fe del tipo lo valore como debe ser, entonces debe ser simplemente a lo que él determine, nos pasó a nosotros cuando sacamos la producción, podemos vender un pescado a 600 pesos la libra pero al otro día el mismo pescado bajo las mismas condiciones le puede costar a usted 300 pesos por que ellos no se fijan tanto en la

calidad sino en cómo se está moviendo el mercado, pero si uno tiene las bases de esas empresas que son serias, donde uno firma unos acuerdo de negociación por un año, dos años y si hay un método de verificación de la calidad que sea objetivo puede tener una seguridad para el productor de que no se le esté vulnerando sus condiciones iniciales, que era lo que nos decía los acuicultores, es que todo bien, todo bien y luego el señor del camión y todo se hecho a pique.

MG: ¿en el laboratorio, exactamente cuántos días se demoran en dar una respuesta de cómo está la carne?

NC: En el laboratorio puede durar de 15 a 20 días para emitir un resultado, pero esos resultados son más para confirmar.

MG: Finalmente las cosas son graduales, yo estuve leyendo sobre el tema y está la tabla de la Norma Técnica Colombiana NTC 1443, lo que entiendo y ya le veo mucho más cuerpo al asunto, es que la App va a tener una interfaz donde el experto va a empezar a medir la calidad de carne de pescado, de acuerdo a experticia; es lo mismo que pasa con un médico al alimentar un sistema experto en medicina

¿Pero de todos modos, se ha hecho algún aplicativo informático como el que se está proponiendo para cachama, yamú o mojarra?

NC: Para especies nativas de Colombia, no conozco ningún software. Sería muy importante hacer un software para la cachama dada la importancia comercial que tiene para el país. En Europa o Estados Unidos conozco uno que se desarrolló para especies nativas de salmón y bacalao. Es necesario que el software permita el registro de lote de pescado a evaluar y las características sensoriales que están descritas precisamente en la tabla que tu mencionas de la NTC 1443.

MG: Muchas gracias Ing. Nubia por este espacio y el conocimiento que nos ha suministrado, con lo cual ya podemos identificar los primeros requerimientos a los cuales debe dar respuesta el software o la App. Agradezco que por favor nos podamos reunir próximamente para definir los campos que se deben considerar en las interfaces que integrarán el aplicativo.

NC: Con gusto y espero continuar apoyando este proceso de investigación.