



Viabilidad de una truchifactoría como alternativa de producción sostenible en la zona del Páramo de Letras, Caldas y Tolima, Colombia¹

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN

Francisco Javier López-Macías², Mónica Buitrago-López³, Juan Felipe Reyes-González³

²Profesor Universidad de Caldas, Manizales, Colombia. Departamento de Desarrollo Rural.

³Asistente de Investigación, Médico Veterinario Zootecnista.

francisco.lopez@ucaldas.edu.co

(Recibido: 2 mayo, 2007; aprobado: 6 junio, 2007)

RESUMEN: Mediante este proyecto se investiga la viabilidad de la piscicultura en el Páramo de Letras (Departamentos de Caldas y Tolima). Este surge de la necesidad de plantear alternativas productivas sostenibles para disminuir el alto impacto ambiental de las actividades agropecuarias, como son: la ganadería y los cultivos de papa, en una zona tan frágil e importante por su producción hídrica. Para conocer, igualmente, cuál es el mercado del producto, se identificaron los principales distribuidores y consumidores de la trucha en la zona de producción y en la ciudad de Manizales, principal centro de consumo, y se determinó que el producto tiene una demanda no satisfecha localmente, por lo que hay que importarlo de otras regiones. Se diseñó una estación truchícola bajo las condiciones del Páramo de Letras, incluyendo costos de infraestructura y producción, con base en los recursos analizados en la región. Se valoró el impacto ambiental que podría tener la estación piscícola diseñada sobre el ecosistema de páramo, y se concluyó que es bajo, viable y aceptable, mediante la aplicación de las medidas correctoras evaluadas.

Palabras clave: truchicultura, recursos hídricos, peces, seguridad alimentaria, impacto ambiental.

Feasibility of a trout fish farm as a sustainable production alternative, in the Letras Moor zone, Caldas and Tolima, Colombia

ABSTRACT: This project evaluated the fish-breeding feasibility in Letras Moor (Caldas and Tolima states). It was originated by the necessity to propose maintainable and profitable alternatives to diminish the high environmental impact of the agricultural activities such as livestock and potato cultivations, in such a fragile and important area due to its water sources. In order to know the product's market, the principal trout distributors and consumers were identified, within the production area and the city of Manizales, the main consumption center. It was also concluded that the product's demand is not satisfactorily met locally, reason why it must be imported from other regions. A trout-breeding station was designed according to the Letras Moor conditions including infrastructure and production costs, in accordance to the region's resources. The environmental impact that the fish-breeding station could have on drizzle ecosystem was evaluated, concluding that it is a low and acceptable impact by taking corrective steps.

Key words: trout-breeding, water sources, fish, alimentary security, environmental impact.

¹ Contribución de la línea de investigación: Dinámica y Perspectivas de Desarrollo de las Sociedades Rurales, Facultad de Ciencias Agropecuarias.

Introducción

Esta investigación plantea la posibilidad de evaluar alternativas de producción de menor contaminación en zonas de páramo, ya que “es reconocido científicamente, que los páramos son ecosistemas de gran importancia económica, puesto que prestan múltiples servicios ambientales, y revisten gran importancia para las comunidades rurales y urbanas. Su papel más sobresaliente es la producción, la preservación y la regulación hídrica. Los páramos, en Colombia, se encuentran en las tres cordilleras de los Andes y en la Sierra Nevada de Santa Marta; los límites altitudinales en que suelen ubicarse estos ecosistemas son: para el subpáramo por encima de los 2.600 msnm, para el páramo entre 3.200 a 4.500 msnm. y el superpáramo por encima de esta altitud” (Jaramillo et al., 2002).

La importancia de estos ecosistemas frágiles y estratégicos estriba según especialistas en el tema: “El páramo no solo debe considerarse como un productor de agua sino como un almacenador de ese recurso (que viene de la lluvia, la niebla y los deshielos) y un regulador natural de su flujo. Además alberga especies de flora y de fauna únicas, muchas de ellas en vía de extinción” (Sosa, 2004).

En la zona objeto de estudio, el pastoreo extensivo de ganado y el cultivo de la papa constituyen las dos actividades económicas más relevantes, lo que ocasiona en el primer caso una destrucción de bosques por el proceso de ganaderización y, en el segundo proceso, contaminación por el uso de agroquímicos. Ambas actividades ocasionan una presión permanente sobre los recursos y la biodiversidad, al tiempo que estimulan la presencia demográfica no controlada.

La autoridad gubernamental competente y el sector privado se comprometen a adelantar y apoyar las acciones pertinentes tendientes a lograr el cumplimiento de las normas en estas materias, es así como: “En razón a que el mercado nacional e internacional presenta tendencias cada vez más claras hacia una mayor exigencia de

productos no tóxicos y de procesos productivos o industriales de menor impacto con el medio ambiente, se iniciará un proceso encaminado a que la cadena productiva de la papa aplique a la Norma ISO 14.000. Para tal fin el Ministerio del Medio Ambiente asesorará al Consejo Nacional de la Papa en el diseño de la metodología que induzca a las empresas de la cadena a entrar gradualmente en la adopción de esta norma” (Instituto Interamericano De Cooperación Para La Agricultura, 1999).

El agua es el medio ambiente en el que se desarrolla la vida de los peces, lo que la convierte en el factor fundamental para su cultivo; por esto, se deben evaluar todas sus propiedades físicas, químicas y bacteriológicas antes de establecer una empresa fundamentada en la producción de Trucha Arco Iris. Para establecer el lugar de origen de la especie y las condiciones naturales de desarrollo, diferentes investigaciones han determinado que: “La trucha arco iris es nativa de la costa Pacífica de Norteamérica. La evidencia indica que la habitación original y nativa de la trucha arco iris extendió desde un área aislado de la Sierra Madre (México) en el sur hasta el sistema del Río Kuskokwim de Alaska en el norte. Pero, hoy en día está por todo el mundo: de hecho en todos los continentes salvo Antártica” (García-Carbajal, 1987).

Por otra parte, se considera que: “La trucha en condiciones naturales es un pez que puede vivir en aguas comprendidas entre 0° y 25° C, sin embargo, tenemos que decir que los límites entre los cuales su crecimiento y desarrollo son los correctos, corresponden a 9°C como límite inferior y a 17°C como límite superior” (Blanco-Cachafeiro, 1995).

La truchicultura es una actividad que requiere de un flujo abundante y constante de agua, por esto “debe considerarse información que cubra los flujos máximos y mínimos durante dos o tres años así como flujo mínimo en épocas de sequía y flujos máximos en lluvia intensa” (Stevenson, 1989). El oxígeno es el limitante, ya que “Con cifras inferiores a 5,5 mg/L de oxígeno, la trucha

tiene gran dificultad para transportarlo a través de las branquias al torrente sanguíneo, se hace por lo tanto obligado conocer aquellos factores que influyen concentraciones de oxígeno en el agua y la disponibilidad de este para los peces” (Camues-Viteri, 2000).

Con respecto a los caudales requeridos: “El cálculo del caudal de agua necesario para una instalación acuícola debe realizarse para asegurar un óptimo aporte de oxígeno para la respiración de los peces y una adecuada eliminación del amoníaco excretado y de los restos sólidos de pienso y heces” (Jover, 2003). Así mismo, “Se ha establecido que para la producción de una tonelada de truchas se necesitan de 960 a 1440 m³ diarios por tonelada de producción para disponer de un caudal abundante” (Stevenson, 1989).

Dentro de las propiedades físicas del agua se encuentran: la temperatura, el pH, oxígeno, turbidez, alcalinidad, entre otros, los cuales varían de acuerdo con los factores externos como cambios atmosféricos y climáticos. “Las propiedades químicas por lo general son más estables con variaciones muy pequeñas siempre y cuando no se presenten contaminaciones en el agua, lo cual puede ser desastroso. Las propiedades biológicas están determinadas por la existencia de microorganismos infecciosos o parásitos en el agua” (Camues-Viteri, 2000).

Los efluentes de una piscifactoría pueden tener tres elementos contaminantes: partículas en suspensión, demanda biológica de oxígeno (DBO) y sustancias químicas residuales de los tratamientos de las enfermedades de los peces (Drummond-Sedgwich, 1988).

Diferentes autores han establecido que “Los kilogramos de peces por unidad de caudal se miden en metros cúbicos por hora, pero al ser estos dependientes del propio tamaño de los peces y de la temperatura del agua, es muy difícil a priori establecer la capacidad de producción de una piscifactoría considerando el caudal de agua, pues en un momento dado, existen diferentes cantidades de peces de distintos tamaños,

que requieren caudales distintos. Existe una recomendación muy general y fácil de recordar para el caso de la trucha arco iris, es posible mantener entre 1,0-1,5 kilogramos de trucha por cada litro por minuto de agua disponible” (Martínez-Silva, 2003).

En cuanto a las temperaturas óptimas: “Para el desarrollo de manera normal la trucha tiene un rango que va desde los 9 °C hasta los 17°C y la temperatura más adecuada para un desarrollo bueno de la trucha es de 15°C” (Camués-Viteri, 2000).

Es indispensable desarrollar una estrategia que concilie el potencial aprovechamiento de los bienes y servicios ambientales, con la conservación y sostenibilidad de estas eco-regiones estratégicas, vitales para la supervivencia de las comunidades humanas de la región, sin afectar el agua para el consumo humano.

La evaluación y consideración del impacto ambiental causado por los proyectos de inversión pública y privada constituyen hoy en día una tarea ineludible, que incluso en muchos países se encuentra respaldada por normativas, regulaciones y acuerdos de carácter constitucional. Con el fin de conocer con anticipación los efectos que una determinada obra pueda ocasionar, hay que introducir desde un comienzo precauciones pertinentes y si fuera el caso estipular las medidas de mitigación y manejo adecuado.

La piscicultura constituye una alternativa de producción sostenible porque genera un impacto ambiental menor que las demás explotaciones agropecuarias existentes en las zonas de páramo y, por tanto, es una de las mejores técnicas ideadas por el hombre para incrementar la disponibilidad de alimento, y una nueva alternativa para la administración de los recursos acuáticos y la generación de ingresos.

Pero el factor más importante que se debe considerar es la calidad de las aguas, específicamente las materias en suspensión y la demanda de oxígeno. Algunos autores han puntualizado que: “Las

diversas materias en suspensión presentes en las aguas, en función de su concentración, pueden matar directamente a las truchas y en el mejor de los casos, dar origen a mayor susceptibilidad para padecer enfermedades” (Blanco-Cachafeiro, 1995).

En relación con la Demanda Biológica de Oxígeno para el óptimo desarrollo de la truchicultura, se considera que: “Es la cantidad de oxígeno disuelto en mg/l que se necesita en la estabilización de la materia orgánica descomponible en el agua mediante la acción bioquímica aeróbica, y da una medida de la cantidad e materia orgánica presente en el agua” (Stevenson, 1989).

Tanto el crecimiento de la especie como su rendimiento dependen esencialmente de aspectos nutricionales: “Un buen alimento, debe promover un crecimiento rápido, una menor conversión alimenticia, una menor contaminación, que mejoren la resistencia a las enfermedades y que logre un costo beneficio adecuado” (Tacon et al., 2000).

El cultivo de truchas puede convertirse en una estrategia para la protección y conservación de las fuentes de agua, al sustituir otras actividades muy contaminantes. La trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) es la de mayor producción en el mundo, ya que esta especie tiene mayor adaptabilidad y rendimientos, además, tiene muy buena aceptación por el consumidor, por la coloración de su carne y exquisito sabor.

El diseño de una instalación para la producción de truchas requiere el análisis previo de diferentes alternativas, entre las que cabe destacar: la ubicación, el volumen de producción y el número de lotes en los que se organiza la producción anual, sin dejar de considerar las oportunidades y limitaciones del mercado.

“Los mejores suelos para la construcción de estanques son los franco-arcillosos, puesto que retienen bien el agua y son fáciles de trabajar ya sea con maquinaria o mano de obra. El suelo debe tener por lo menos un 20% de arcilla, lo que puede

determinarse con un examen de laboratorio” (Piscicultura cría, 2001).

Esta investigación tuvo por objetivos evaluar la factibilidad y viabilidad del establecimiento de una truchifactoría en la región del Páramo de Letras de los departamentos de Caldas y Tolima, y realizar el análisis económico financiero del proyecto.

De acuerdo con cifras del DANE, la balanza comercial de esta cadena ha presentado superávit durante los últimos nueve años. Los bajos niveles de importaciones junto con la dinámica de las exportaciones, las cuales crecieron en un 28% para el mismo periodo, han llevado a que se presenten dicho saldo positivo. Sin embargo, en realidad las exportaciones crecieron hasta el 2000, desde entonces han disminuido pasando de US\$ 1.926.502 en el 2000 a US\$ 1.432.233 en el 2002 (Martínez-Covaleda et al., 2005).

La evaluación económica se hizo en dólares (US\$), con un tipo de cambio de \$2100/1US\$, correspondiente a marzo de 2007, con una Tasa de Interés de Oportunidad (TIO) del 7,14%.

Materiales y Métodos

Para evaluar la conciencia del problema del alto impacto ambiental y de las actuales explotaciones agropecuarias desarrolladas en la zona del páramo, y para sondear la actitud de la comunidad frente al proyecto de truchicultura, se auscultó a los propietarios de las fincas de la zona, por medio de entrevista directa. Paralelo a lo anterior, por medio de observación y análisis, se determinó el sitio para realizar la investigación, buscando la disponibilidad de fuentes hídricas con condiciones óptimas para la truchicultura, excelentes vías de acceso, temperatura ambiente adecuada y la colaboración o buena disposición del propietario para llevar a cabo el estudio.

Posteriormente, para el estudio del mercado en la ciudad de Manizales, se empleó un diseño metodológico descriptivo-analítico, que permitió

observar el estado actual en que se encuentra la producción, distribución y consumo de la trucha. El sitio del estudio fue la ciudad de Manizales, departamento de Caldas. La información se obtuvo por medio de entrevista directa a 10 pescaderías, 10 avícolas, 20 supermercados y 17 restaurantes.

Una vez identificado el sitio exacto, se determinó el tipo de estudio que se realizaría, el tamaño que podría tener la explotación, así como la producción mensual, para dimensionar los principales factores inherentes al estudio de inversión de la truchifactoría. Se tomaron muestras puntuales del agua de la “Quebrada La Leona”, y se analizaron sus características fisicoquímicas en el laboratorio de aguas de la Universidad de Caldas. Con base en los análisis de calidad y caudal, se determinó su potencial para el uso en truchicultura. Así mismo, para diagnosticar el tipo de suelo, se realizaron tres excavaciones aleatorias en el área escogida para la construcción de los estanques, se observó la consistencia del suelo y se determinó la necesidad de hacer el recubrimiento de los estanques.

Se calculó el consumo de alimento balanceado de la truchícola, después de multiplicar la ganancia de peso por un índice de conversión alimenticia de 1,5. También se estableció el costo del alimento con base en los precios ofertados en el mercado local. Por otra parte, por medio de consulta directa y sondeo telefónico, se recopiló información acerca de la oferta de alevinos para la zona del departamento de Caldas.

De acuerdo con lo observado, se diseñó la estación truchícola con base en el caudal de la “Quebrada La Leona”, según la demanda encontrada en el estudio de mercado. Por otra parte, se calculó el posible impacto ambiental que tendría el proyecto, fundamentado en experiencias similares y, de allí, se plantearon las medidas correctoras correspondientes.

Para determinar los costos de construcción de la estación, se calcularon los costos de la mano de obra y la cantidad de materiales necesarios. Los

costos de los materiales de construcción y de los equipos para el funcionamiento de explotación, se obtuvieron por medio de consulta directa en las ferreterías de la ciudad de Manizales. Se cuantificó el precio de venta de la trucha, con base en el precio promedio, obtenido en el estudio de mercado realizado en la ciudad de Manizales.

Se calcularon los costos fijos, los costos variables, los costos totales, la depreciación acumulada, los presupuestos de: consumo de materias primas, de ventas, de producción; el costo unitario de producción (kilogramo), el punto de equilibrio en ventas y producción, el margen neto, el valor presente neto (VPN), la tasa interna de retorno (TIR), la relación beneficio costo y, finalmente, se efectuó un análisis de sensibilidad, modificando el 10% del precio de venta de la trucha y los volúmenes producidos, con el fin de establecer la rentabilidad del proyecto.

Resultados y Discusión

La comunidad que habita en el área del proyecto es consciente de que vive en un sector indispensable para la subsistencia de las comunidades urbanas y conoce los efectos nocivos que generan estas explotaciones sobre el medio ambiente. Ellos están empezando a considerar algunas medidas ecológicas, aunque son de bajo impacto, ante la magnitud del problema; además, las soluciones planteadas tienen márgenes de rentabilidad inferiores a los que se consiguen con las prácticas tradicionales. Ante los planteamientos anteriores, los propietarios están buscando adoptar nuevas alternativas de producción; entre ellas, la más llamativa es la truchicultura. Todos están interesados en determinar en su finca la viabilidad y rentabilidad del proyecto de piscicultura para climas fríos; en caso de que sea viable y rentable, expresan su interés de establecer nuevas truchifactorías.

La microlocalización fue ubicada en la vereda Frailes del municipio de Villamaría del departamento de Caldas, en el kilómetro uno de la carretera que se desvía de la vía al Magdalena

hacia Murillo, con una altitud de 3.460 msnm y con una temperatura ambiente promedio de 11°C. El agua para este proyecto proviene de la Quebrada La Leona y tiene una temperatura en promedio de 9,42°C.

El área de estudio se encuentra enmarcada en los alrededores del Parque Nacional de los Nevados, en el sector de Letras (Caldas y Tolima), localizado en la plancha topográfica 206 del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), con la siguiente referencia específica a escala 1:25000:206-II-C, 206-II-D, 206-IV,206-IV-B, 206IV-C, 206-IV-D.

Con la información obtenida sobre el estudio de mercado, realizado en la ciudad de Manizales (Figura 1), se determinó que en el mercado local la presentación que mayor demanda tiene es el corte mariposa empacado al vacío, con pigmento, la cual alcanza el 77,5%.

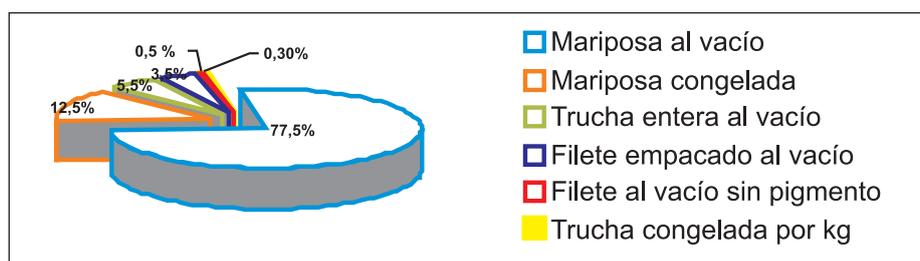


Figura 1. Presentaciones de la comercialización de trucha en Manizales.

Los restaurantes se surten de los siguientes proveedores: Tauomar, El Marinero (Cali), Comercializadora de Buenaventura, Villamar y un productor artesanal de Villamaría (Caldas). También se surten de algunas pescaderías (Pescadería del Mar, Súper huevo, Frumar, Tauomar, Pezamar), avícolas (Yema Rica) y los supermercados, dependiendo de cuál empresa les ofrezca las mejores características de precio y peso.

El margen de rentabilidad de las empresas en promedio es del 8,52% en supermercados, 17,1% en pescaderías, 13,2% en avícolas. En los restaurantes se maneja un valor de venta más alto, debido al valor agregado que allí se le da al producto. En promedio, el kilogramo de trucha

El peso por unidad que se maneja para la venta en este tipo de establecimientos, se distribuye así: en los supermercados aceptan desde 230 hasta 350 g por unidad; en las pescaderías y avícolas desde 250 hasta 500 g por unidad. Los restaurantes de Manizales, en su mayoría, prefieren para la venta unidades de trucha con un peso superior a los 400 g. El peso de mayor demanda es de 350 g.

Los supermercados, pescaderías y avícolas de Manizales son abastecidos por los siguientes proveedores: La 14 (Marca Propia), Galeón (Marca Propia de Carulla), Vitamar, Cócora, La Sirena, Bahía Cupíca, Tauomar, Antillana, Altamar, Marinero (Palmira), Frigocarnes (Palmira), Pez Fresco (Santa Rosa), Belmira (Medellín), San Vicente (Santa Rosa), Fresmar, Productores artesanales varios (Ríosucio, Villamaría, Manzanares).

en los supermercados se vende a US\$6,63 y en las pescaderías a US\$4,63. Los supermercados compran en promedio el kilogramo de trucha a US\$6,06; las pescaderías a US\$3,83; las avícolas a US\$4,15 y los restaurantes a \$4,08.

Se encontró que en su mayoría los establecimientos se abastecen de trucha semanalmente, algunos quincenalmente y otros de acuerdo con la demanda tal y como se aprecia en la Figura 2, en la que se evidencia que el abastecimiento semanal es el más común (77,04%). Con relación a los kilogramos de trucha comercializados en la ciudad de Manizales, se constató que cada mes se comercializan aproximadamente 2.279,4 kg, y que los supermercados tienen una mayor participación (Figura 3), con 1.132 kg en promedio.

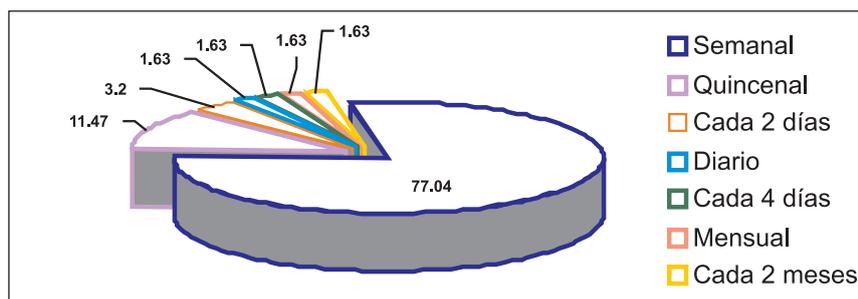


Figura 2. Frecuencia (%) de abastecimiento de los establecimientos que comercializan trucha en la ciudad de Manizales.

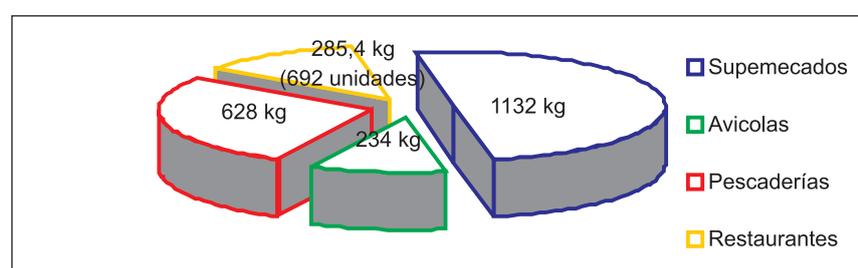


Figura 3. Kilogramos de trucha comercializados en la ciudad de Manizales mensualmente.

De acuerdo con las proyecciones de población del DANE sobre los municipios del departamento de Caldas, para el año 2005 Manizales contaba con un total de 382.193 habitantes. El Consumo de trucha entera (sin tener en cuenta subproductos como embutidos) para la ciudad de Manizales era de 27.352,8 kg. El consumo per cápita de trucha era de 0,072 kg por habitante, aproximadamente.

Se calculó el consumo aparente proyectado, con base en la producción nacional y en las exportaciones e importaciones, y el resultado fue de 9.357,505 toneladas. Posteriormente, se calculó el crecimiento porcentual anual de la oferta y la demanda esperada en Colombia. En lo relacionado con la brecha entre oferta y demanda,

se dedujo que existe una demanda insatisfecha para la trucha en el mercado de Manizales; por lo tanto, se justificaba continuar con el análisis del estudio de inversión.

En la Tabla 1 se presentan los resultados de los análisis de agua. El agua no presenta valores que afecten la producción truchícola en las variables evaluadas (temperatura, caudal, saturación de oxígeno, oxígeno disuelto, pH, materiales en suspensión -MES, conductividad, demanda biológica de oxígeno- DBO, nitratos, NTK y fosfatos), se puede considerar que el agua no tiene un grado de contaminación que afecte el proyecto.

Tabla 1. Resultados de los análisis del agua de la quebrada La Leona.

Ítem	
Demanda biológica de oxígeno (DBO)	3,50 mg/L.
Nitratos	N.D
NTK	0,56
Fosfatos	0,07 mg/L

Con base en la información obtenida, se definió el tamaño para una estación piscícola; si se toma el 43% del caudal de la Quebrada La Leona, en el punto en que se construiría la bocatoma, se podrá tener una explotación que produzca 1.950 truchas mensuales, para iniciar. Se precisó que para adelantar un proceso productivo eficiente de 1.950 truchas mensuales a una temperatura de 10°C, en dedinaje, levante y ceba se necesitan 65,32 L/min, 132,6 L/min y 554,77 L/min, respectivamente.

En el análisis de suelo se observó que el perfil de éste es homogéneo y el espesor varía entre 30 y 40 cm, predominando los colores oscuros en la superficie, variando a pardo amarillento en profundidad. La textura en la superficie es franca, y se hace más fina en profundidad; el contenido de materia orgánica es abundante; el drenaje externo e interno es alto; el suelo descansa sobre arena con grava, con lo que se deduce que este suelo tiene alta filtración de agua.

Lo anterior nos indica que este suelo no es apto para estanques en tierra, ya que este tipo de suelo presentaría filtraciones, por lo que se hace indispensable utilizar revestimiento en los estanques. El tipo de revestimiento recomendado para este proyecto es el cemento, puesto que a pesar de su mayor costo inicial, tiene ventajas tales como: la duración, la resistencia y la facilidad de manejo.

Para el cálculo del costo y el consumo de alimento balanceado, en primera instancia se presenta el consumo de alimento (Tabla 2), de acuerdo con las recomendaciones técnicas, calculado por mes y por año. Anualmente, se tiene un consumo estimado del orden de 12.530,4 kg.

Seguidamente, en la Tabla 3 se detalla el consumo de concentrado en bultos de 40 kg cada uno y su valor en pesos. A partir del primer año, se disminuye el consumo de alimento sin pigmento de 122,6 bultos a 78 bultos por año, ya que se aprovecharían los productos del eviscerado de los peces, al balancear una ración con melaza y salvado de trigo.

Tabla 2. Consumo de alimento para la Empresa Truchícola (Kilogramos).

	% de consumo	Consumo total/lote (kg)	Consumo 1 lote/mes (kg)	Consumo Truchera/mes (kg)	Consumo Truchera/año (kg)
Concentrado sin pigmento	39,14%	384.75	34.055	408.66	4904.39
Concentrado C.C.	60, 86%	598,5	52.955	635.46	7626.01
Total	100%	983, 25	87, 01	1044.12	12 530, 4

Tabla 3. Consumo de alimento en bultos y su costo para la Truchícola (US\$).

	Consumo total / lote (bultos)	Valor conc. Total/lote US\$	Consumo Truchera Anual (bultos)	Valor alimento Truchera/anual. US\$.	Valor alimentos Truchera/ mes. US\$.
Concentrado S.P	9,62	\$324,33	122,60	\$4133,37	\$344,45
Concentrado C.C	14,95	\$616,15	190.65	\$7857,50	\$654,79.
Total	24,57	US\$9.404,85	313.25	US\$11.990,90	US\$999,25

Luego de analizar la propuesta de varios proveedores de alevinos, se optó por el que ofrecía las mejores condiciones de precio, calidad y oferta constante. Este productor se ubica en el municipio de Villamaría (Caldas), Vereda Potreritos, el cual tiene la capacidad de proveer los 1.950 alevinos mensuales, garantizando un 98% de hembras a un precio de US\$ 0,15 cada uno, con transporte incluido hasta Manizales.

Diseño de la estación truchícola

Se consideraron tres fases para la producción de trucha, en la estación truchícola: dedinaje, levante y ceba.

Se determinó que para la fase de dedinaje se necesitan dos estanques de 6,5 m de largo por 1 m de ancho, con profundidad total de 1,20 m y profundidad efectiva de 1 m; es decir, el volumen de los estanques es de 6,5 m³; cada estanque requiere un caudal de 65,32 L/min. Esta fase tiene una duración de 60 d.

Se estableció que para la fase de levante se necesitan tres estanques de 8 m de largo por 1 m de ancho, con una profundidad total de 1,20 m, y una profundidad efectiva de 1 m; es decir, el volumen de los estanques es de 8 m³, para lo cual cada estanque requiere un caudal de 132,6 L/min. Esta fase tiene una duración de 90 d.

Se definió que para la fase de ceba se necesitan cinco estanques de 10 m de largo por 1,5 m de ancho, con una profundidad total de 1,20 m, y una profundidad efectiva de 1 m; es decir, el volumen de los estanques es de 15 m³. Cada estanque requiere un caudal de 554,77 L/min. Esta fase tiene una duración de 150 d.

Todo el ciclo de producción en la explotación dura alrededor de 300 d. Es conveniente aclarar que como se está trabajando con seres vivos, se está condicionado a cambios determinados por la biología de los peces; por esto, se deben ajustar estos cálculos una vez esté en marcha el proyecto.

Estas instalaciones están diseñadas para la siembra mensual de 1.950 alevinos y una producción mensual de 1.900 truchas de 350 g; si se considera una mortalidad total de 2,5%, se estima una producción mensual total de 565 kg mensuales, descontando un porcentaje de pérdidas por evisceración del 15%.

En el punto en el que se va a tomar el agua en la Quebrada La Leona, se construirá una bocatoma con desviación lateral. Desde el sitio de construcción de la bocatoma, hasta el sitio donde quedan localizados los estanques, es necesario construir el canal de conducción principal del agua, de aproximadamente 150 m de longitud, con capacidad suficiente para conducir 3.302,32 L/min.

También se debe construir un desarenador antes de la entrada del agua a los estanques; éste consiste en un tanque con diferentes barreras de protección, para retener los sedimentos y las partículas en suspensión. Las dimensiones son: 1 m de alto, 2 m de largo y 1 m de ancho. Para el presente proyecto, se recomienda la construcción de estanques excavados en tierra y recubiertos con cemento, para poder tener densidades de población adecuadas en ellos y un uso racional del agua.

Como se determinó que para la producción de 1.950 truchas mensuales en las tres fases es necesaria la construcción de los diez estanques mencionados, se recomienda construirlos en el sistema Danés o en espina de pescado, ya que se dispone de agua y espacio suficientes.

Cada estanque debe tener las siguientes partes: dique, entrada y salida de agua independiente, desagüe con recambio del agua del fondo, caja de pesca y una pendiente de 1,5%, para facilitar el vaciado del estanque y la circulación del agua. Para controlar el agua, que sale de la estación, que se vierte de nuevo a la quebrada, es necesario construir un tanque de sedimentación. También es necesario considerar las instalaciones adjuntas, tales como bodega de almacenamiento de alimento y beneficiadero del pescado.

Impacto sobre la fauna

Como los alevinos que se van a utilizar para la siembra provienen de ovas importadas, ya que en el país el mejoramiento genético en truchas es incipiente, hay riesgo de infecciones a las poblaciones naturales del río al que se va a verter los desechos de la piscifactoría; sin embargo, no hay antecedentes en la literatura de que hasta el momento hayan ocurrido percances de este tipo en Colombia. Existe, asimismo, el riesgo de la entrada de individuos de las poblaciones naturales hacia la explotación, que quedará minimizado por la instalación de dispositivos como rejillas, tanto en la bocatoma como en la salida del estanque de sedimentación.

El referido impacto se califica como: negativo, directo, puntual, a corto plazo, permanente, irreversible, recuperable y discontinuo, pudiendo establecerse como dictamen que la actuación no afecta a recursos protegidos o de gran valor; su probabilidad de ocurrencia es alta y se considera admisible mediante la adopción de medidas correctoras expuestas, siendo su incidencia de moderada magnitud.

Impacto sobre el agua

En la puesta en marcha de la producción piscícola se tomará el 43,89% del caudal de la quebrada La Leona, lo que no supone una alteración en la calidad de las aguas.

En primer lugar, la presencia de la instalación producirá una modificación de las variables fisicoquímicas del agua, al modificarse el sustrato por donde discurre el agua, lo que no modifica las condiciones de habitabilidad.

Así mismo, el embalsado de agua en los estanques implica una mayor insolación y, por tanto, un incremento de temperatura, que aunque modifica la calidad con que entró el agua a la instalación, tiene poca incidencia causa-efecto, haciendo que no sea necesario el establecimiento de medidas correctoras, para restablecer la temperatura inicial.

Con base en los criterios anteriores, se puede clasificar en negativo, directo, moderado, a mediano plazo, temporal, reversible, recuperable y continuo, pudiendo establecerse como dictamen que la actuación no afecta recursos protegidos o de gran valor; su probabilidad de ocurrencia es alta y se considera admisible mediante la adopción de medidas correctoras, siendo su incidencia de magnitud compatible.

Impacto sobre la vegetación

No hay impacto, ya que esta área está dedicada a la ganadería o al cultivo de papa.

Impacto sobre el suelo

La modificación de los perfiles del suelo por la necesidad de ejecutar la excavación necesaria para la realización de los estanques es la principal incidencia sobre el entorno. El referido impacto se califica como: negativo, directo, puntual, a corto plazo, permanente, irreversible, recuperable y discontinuo, pudiendo establecerse como dictamen que la actuación no afecta la producción de trucha; su probabilidad de ocurrencia es alta y se considera admisible mediante la adopción de medidas correctoras expuestas, siendo su incidencia de moderada magnitud.

Impacto sobre el medio socioeconómico

La presencia de infraestructuras y componentes, así como el funcionamiento de la instalación, van a producir modificaciones sobre las alternativas de producción tradicionales en la zona; así mismo, proponen una estrategia de seguridad alimentaria para los habitantes, teniendo un impacto puntual, directo y positivo.

En lo que respecta al medio físico, las alteraciones sobre las que se tienen que introducir medidas correctoras, son las que afectan la calidad de agua. En la fase de funcionamiento, se aplicarán las medidas correctoras (estanque de sedimentación,

distintas medidas para asegurar los límites en los parámetros característicos de contaminación del efluente, que establece la concesión de agua y la autorización del vertido de las aguas de acuerdo con los términos de referencia exigidos por la Corporación Autónoma Regional de Caldas (CORPOCALDAS). Los lodos obtenidos del estanque de sedimentación se retirarán periódicamente y se utilizarán como fertilizantes agrícolas. Así mismo, para evitar el riesgo de la entrada de las poblaciones naturales hacia la explotación, se instalarán dispositivos de rejilla con malla de 5 mm, tanto en la entrada como a la salida de las balsas de decantación. Para mejorar la calidad del agua en cuanto a la concentración

de sedimentos, se promoverá la oxigenación artificial por medio de saltos de agua.

Análisis de inversión

Se planteó un horizonte de planeación a diez años y los resultados fueron los siguientes: los costos de instalación de la truchícola (Tabla 4) en total ascendieron a US\$10.544,40, representados principalmente en construcciones, equipos, terrenos, mobiliario y artículos de oficina. Los ingresos anuales (Tabla 5) por ventas de pescado, durante el primer año, son del orden de US\$ 29.170.

Tabla 4. Costos de instalación.

Item	Costo (US\$)
Construcciones	⇒ \$9.634,70
Terrenos	⇒ \$ 238,10
Equipos	⇒ \$ 546,50
Mobiliario para oficina	⇒ \$ 109,50
Artículos para oficina	⇒ \$ 15,60
Total	⇒ US\$10.544,40

Tabla 5. Presupuesto de ventas año 1. (US\$).

Unidades a vender (kg) (Después de descontar 15% de evisceración)	⇒ 6.783
Precio de venta (\$)	⇒ US\$ 4,30
Importe total de ventas (\$).	⇒ US\$29170.

El costo total de producción para el año cero (0) es de US\$18.878,40, distribuidos de la siguiente forma: los costos fijos son del orden de US\$7798,90 y los costos variables ascienden a un valor de US\$11079,50 (siendo su principal componente los alimentos balanceados).

El punto de equilibrio en ventas es de \$ 19065,60 en el primer año y de US\$33604,50 en el décimo año. Por otro lado, el punto de equilibrio en

volumen se calculó en un nivel de producción de 4.423 kg por año.

La cuantificación del flujo de fondos sin financiación arrojó los siguientes resultados: el valor presente neto de US\$12544,80 es mayor que cero (positivo), y la Tasa Interna de Retorno – TIR de 15%, es mayor que la Tasa Interna de Oportunidad - TIO (7,14%), lo cual establece la conveniencia de adelantar el proyecto de la

truchifactoría sin financiación, en la zona objeto de estudio.

Para el caso de la evaluación con financiación, es necesario obtener un crédito; en las condiciones de financiamiento actuales, es posible para un pequeño productor acceder al mismo con una tasa anual del 11%, en un período de 5 años con un periodo de gracia de un año; el crédito requerido deberá ser por un valor de US\$ 10.528,80.

El proyecto con financiación ofrece más baja rentabilidad por los altos costos financieros (del

orden del 11% en el sistema financiero); el Valor Presente Neto-VPN es de US\$ 985,50 y la TIR es del 8%, la cual, versus una tasa de interés de oportunidad de 7,14%, ratifica la conveniencia de instalar la empresa truchícola.

En el análisis de sensibilidad (Tabla 6) se observa que el proyecto se hace más rentable cuando aumentan los ingresos o disminuyen los costos en un 10%, como en el caso del alimento balanceado, pero es muy sensible ante la disminución de los ingresos o frente a un aumento de los costos.

Tabla 6. Resultados del análisis de sensibilidad.

	VPN	TIR
Aumentan los ingresos en 10%.	US\$27.783,20	22%.
Disminuyen los ingresos en 10%.	-US\$25.812,30	-12%.
Aumentan los costos en 10%.	-US\$12.810,20	-1.57%.
Disminuyen los costos en 10%.	US\$36.048,70	27%.

Conclusiones

En la zona del Páramo de Letras se encontraron los recursos y condiciones requeridas para la truchifactoría, en cuanto a cantidad y calidad del agua (temperatura, oxígeno, pH y materiales en suspensión).

Después de analizar el estudio de mercado, se encontró que se presenta una brecha entre la demanda y la oferta esperadas, lo que implica la existencia de una demanda insatisfecha de la trucha y confirma la existencia de un déficit en la producción local. Con lo anterior, se deduce que hay posibilidad de mercado real para la producción de trucha en la ciudad de Manizales.

La construcción de los estanques de la estación requiere de la construcción de una bocatoma, de canales de conducción del agua, de un desarenador, un tanque de sedimentación y una caseta de beneficio y almacenamiento; el costo total de las construcciones se estimó en US\$9.634,80.

Para mantener este volumen de producción, se cuantificó la utilización de un área de aproximadamente 730 m cuadrados y un caudal aproximado de los 3.300 L/m, con un consumo total de 1.480 mm de oxígeno por minuto, dando un oxígeno residual de 7.2 mm por minuto y por litro de agua.

Al realizar la evaluación del impacto ambiental, se precisó que sí se mantienen las densidades de población adecuadas y se aplican las medidas apropiadas de manejo en la explotación; la contaminación generada por la truchifactoría es moderada y reversible, mediante la aplicación de medidas correctoras, tales como el tanque de sedimentación y las caídas de agua.

El principal rubro de los costos de producción de la empresa truchícola son los alimentos balanceados (70%).

El proyecto es viable y rentable, tanto con recursos propios como con financiación en zonas de páramo.

Basados en el horizonte de planeación realizado para un período de 10 años, y en el flujo neto de fondos sin financiación, se obtuvieron como resultados valores que permitieron calcular un Valor Presente Neto mayor que cero (>0) y una $TIR > TIO$, lo cual confirma que sin financiación el proyecto es viable y rentable. Igual situación ocurre cuando el proyecto de truchicultura se realiza con financiación incluida.

Al efectuar el análisis de sensibilidad, aplicando variaciones del 10% en los ingresos y en los costos, tanto de aumento como de disminución, se constató que el proyecto es más sensible a una reducción de los costos que a un aumento de los ingresos.

Se concluye que el proyecto es viable comercial, técnica, económica, financiera y ambientalmente; y que se constituye en una alternativa de producción sostenible para las comunidades campesinas que habitan la región del Páramo de Letras.

Referencias Bibliográficas

- Blanco-Cachafeiro, M.C. **La Trucha Cría Industrial**. Madrid, España: Mundi prensa, 1995. p.17-96.
- Camues-Viteri, L.F. **Geocites: cartilla básica para el cultivo de la trucha en la zona andina de Colombia**. Colombia, 2000. Disponible en: <http://www.geocities.com/mateo1234562000/doc/truchas.htm1> > Accedido en: 24/06/2005.
- Drummond-Sedguwich, S. **Cría de la trucha**. Zaragoza: Acribilla, 1988. p.131-140. <http://www.nuestromar.com/Acuicultura/especies_potenciales.htm> Accedido en: 24/06/2005.
- García-Carbajal, E.O. **La alimentación de los peces cultivados en la Región Andina del Perú**. Subdirección de Pesca Continental, División de Pesquería de la Sierra, Ministerio de Pesquería. Lima, Perú. 1987. Disponible en: <<http://www.fao.org/docrep/field/003/AB459S/AB459S03.htm>> Accedido en: 3/3/2005
- Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. **Acuerdo marco de competitividad de la cadena agroalimentaria de la papa**. Bogotá, Colombia: 1999. Disponible en: <<http://www.redepapa.com.org>> Accedido en: 26/02/2005.
- Jaramillo, C.A.; Castaño, U.C.; Rodríguez, J.V. et al. Editores. In: Congreso Mundial de Páramos, 2002, Bogotá. **Memorias...** Ministerio del Ambiente. Tomos I y II, p.1185.
- Jover, M. et al. Alternativas de diseño de una granja de truchas: volumen de producción y número de lotes anuales con dos perfiles de temperaturas. Valencia. **Revista AquaTIC**, n.19, p.35-40, 2003. Disponible en: <<http://www.revistaaquatic.com/aquatic/art.asp>> Accedido en: 17/06/2005.
- Martínez-Covaleda, H.J.; González-Rodríguez, F.A.; Espinal, C.F. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Observatorio Agrociudades Colombia. **La cadena de la piscicultura en Colombia. Una mirada global de su estructura y dinámica 1991-2005**. p.44, 2005. Disponible en: <<http://www.agrocadenas.gov.co>> Accedido en: 04/04/2006.
- Martínez-Silvia. Propuesta metodológica para el diseño de instalaciones piscícolas. Valencia. **Revista AquaTIC**. n.19, p.17-26, 2003. Disponible en: <<http://www.revistaaquatic.com/aquatic/art.asp>> Accedido en: 17/06/2005.
- Piscicultura. **Cría de peces**. Argentina, 2001. Disponible en: <<http://www.angelfire.com/ia2/ingenieriaagricola/piscicultura.htm>> Accedido en: 27/06/2005.
- Sosa, D. **Los paramos en Colombia**. Bogotá, Colombia: 2004. Disponible en: <<http://www.elespectador.com>> Accedido en: 3/02/2005.
- Stevenson, J.P. **Manual de Cría de la Trucha**. Zaragoza: Acribia, 1989. p.17-90.
- Tacon, A.G.; Cruz-Suarez, E. Gestión de la acuicultura "Alimentación y Nutrición". **Panorama Acuícola**, v.5, n.2, p.52-53, 2000.