

32/1 ✓

664.66.
Q7.
2002

55 Hojas

INFORME FINAL
CODIGO DEL PROYECTO : 200-2434

ESTUDIO DE ESTABILIDAD DE LA VITAMINA C
PARA FORMULACION DE ALIMENTOS EN
ACUICULTURA

Empresa beneficiaria : Quimagro S.A.
Entidad ejecutora : Ing. Reinaldo Begliomini T.

664.66
Q 7
2002

Fecha de entrega : Febrero 28, 2002

PRESENTACIÓN

En el último decenio, se constata que el país ha sabido enfrentar con éxito el desafío impuesto por la política de apertura en los mercados internacionales, alcanzando un crecimiento y desarrollo económico sustentable, con un sector empresarial dinámico, innovador y capaz de adaptarse rápidamente a las señales del mercado.

Sin embargo, nuestra estrategia de desarrollo, fundada en el mayor esfuerzo exportador y en un esquema que principalmente hace uso de las ventajas comparativas que dan los recursos naturales y la abundancia relativa de la mano de obra, tenderá a agotarse rápidamente como consecuencia del propio progreso nacional. Por consiguiente, resulta determinante afrontar una segunda fase exportadora que debe estar caracterizada por la incorporación de un mayor valor agregado de inteligencia, conocimientos y tecnologías a nuestros productos, a fin de hacerlos más competitivos.

Para abordar el proceso de modernización y reconversión de la estructura productiva del país, reviste vital importancia el papel que cumplen las innovaciones tecnológicas, toda vez que ellas confieren sustentación real a la competitividad de nuestra oferta exportable. Para ello, el Gobierno ofrece instrumentos financieros que promueven e incentivan la innovación y el desarrollo tecnológico de las empresas productoras de bienes y servicios.

El Fondo Nacional de Desarrollo Tecnológico y Productivo FONTEC, organismo creado por CORFO, cuenta con los recursos necesarios para financiar Proyectos de Innovación Tecnológica, formulados por las empresas del sector privado nacional para la introducción o adaptación y desarrollo de productos, procesos o de equipos.

Las Líneas de financiamiento de este Fondo incluyen, además, el apoyo a la ejecución de proyectos de Inversión en Infraestructura Tecnológica y de Centros de Transferencia Tecnológica a objeto que las empresas dispongan de sus propias instalaciones de control de calidad y de investigación y desarrollo de nuevos productos o procesos.

De este modo se tiende a la incorporación del concepto "Empresa - País", en la comunidad nacional, donde no es sólo una empresa aislada la que compete con productos de calidad, sino que es la "Marca - País" la que se hace presente en los mercados internacionales.

El Proyecto que se presenta, constituye un valioso aporte al cumplimiento de los objetivos y metas anteriormente comentados.

FONTEC - CORFO

INDICE

	Página
A) Resumen Ejecutivo.....	1
B) Exposición del problema.....	3
C) Metodología y plan de trabajo.....	4
D) Resultados obtenidos.....	10
E) Impactos del proyecto.....	49
F) Anexos.....	50

A) Resumen Ejecutivo:

A.1. Antecedentes de la empresa:

Quimagro es una empresa nacional, dedicada desde 1980 a la elaboración, importación, exportación y distribución de productos veterinarios.

Quimagro aporta tecnología a la ciencia veterinaria, en diversos estudios y uno de ellos es la incorporación de vitaminas y elementos termosensibles a los alimentos después del proceso de extrusión.

También la empresa elabora mezclas de vitaminas, minerales, antibióticos y quimioterápicos y una amplia gama de desinfectantes para diversos usos industriales.

Es una sociedad anónima compuesta por don Javier Pacull y doña Lidia Espinoza ambos con el 50% respectivamente.

A.2. Síntesis del proyecto de innovación:

El proyecto de innovación tecnológica, consistió en el desarrollo y adaptación del proceso químico que permitiera estabilizar la vitamina c en los alimentos para la acuicultura, a través de reacciones químicas entre esta vitamina (Acido Ascorbico) pura y compuestos inorgánicos como ácido fosfórico, fosfatos, sulfitos, sulfatos y sulfatos.

Esta investigación se fundamenta en que la no incorporación de ácido ascorbico en el alimento provoca desde un crecimiento deficiente hasta graves deformaciones del esqueleto (Escoliosis, lordosis y fracturas vertebrales).

La vitamina C es altamente inestable en presencia de factores como:

Altas temperaturas, aceites de pescado, soluciones acuosas y contactos con metales. Estos factores están presentes de una u otra manera en la peletización, extrusión y almacenamiento de los piensos, provocando de esta manera, la inactivación y pérdida de la vitamina.

A.3.Principales resultados del proyecto y conclusiones:

Los principales resultados derivados de la Estabilización de la vitamina C en los alimentos para la acuicultura, se pueden resumir de la siguiente manera:

Científico-Tecnológico : Desarrollo químico nuevo y único para la empresa y el país, generando conocimientos de nuevos procesos y producto, con una tecnología operacional simple.

_Comerciales : La producción de Vitamina C estabilizada nacional permitirá en un principio la disminución en partes de las importaciones estimado en un 50%, generando de esta manera, las condiciones propicias de apoyo a la pujante industria salmonera chilena, la que se encuentra en segundo lugar de la producción mundial después de Noruega.

El mercado actual indica un consumo de alrededor de 2.5 millones de dólares de este producto. Por lo tanto, el proyecto productivo tendría un gran impacto comercial para Quimagro y el País.

Conclusiones : Por lo expuesto anteriormente, se concluye que la implementación de un proyecto productivo es altamente recomendable para la empresa y para la industria salmonera nacional ya que después del cobre, la industria salmonera se enmarca como segundo producto de exportación con ingresos de 800 millones de dólares anuales aproximadamente y con proyecciones al año 2.010 de 3.000 millones.

B) Exposición del problema :

B.1. Problema a resolver que justifico la ejecución del proyecto tecnológico:

El ácido ascorbico (Vitamina C), es una vitamina esencial en la nutrición de los peces y además es una vitamina de marcada inestabilidad en presencia de temperatura, oxígeno, Ph, tiempo y aceite de pescado, los cuales están presente tanto en el proceso de producción como en el almacenaje del alimento, lo que hace difícil su dosificación.

Es por esto, que se han investigado diferentes sistemas de protección, uno de los cuales son las formas recubiertas que ofrecen una limitada protección. En este sentido se han determinado pérdida de vitamina entre un 40-60% después del paso de la extrusora.

Fue esta problemática que llevó a Quimagro a investigar un proceso químico que permitiera estabilizar la vitamina c en la elaboración de alimentos para la acuicultura y de esta manera disminuir las sobredosis utilizadas.

B.2. Objetivos técnicos del proyecto y los resultados específicos perseguidos :

B.2.1. Desarrollar y adaptar un proceso químico y tecnológico para estabilizar la vitamina c en los alimentos para la acuicultura, a través de reacciones Químicas entre la vitamina c pura y compuestos inorgánicos como ácido fosfórico y sulfatos.

B.2.2. Definir las condiciones necesarias para implementar el proyecto en su etapa productiva.

B.2.3. Fabricación de un producto nuevo para la empresa que conlleva a nuevas tecnologías y sustitución en parte de las importaciones.

B.3. Tipo de Innovación desarrollada :

La innovación buscada, apunta a definir, desarrollar y probar un nuevo producto y proceso para la estabilización de la vitamina c en el aceite de pescado el que se incorporará posteriormente al alimento de salmones y otras especies similares.

C) Metodología y plan de trabajo :

C.1. Metodología :

La metodología escogida para llevar a cabo el proyecto, se inicio con una investigación bibliográfica que sirvió para recopilar antecedentes sobre : materias primas reactivas con la vitamina c (Acido fosfórico, Tripolifosfato de sodio y Trimetafosfato de sodio).

Parámetros críticos en las reacciones (Ph, temperaturas, tiempo de reacción, concentraciones y tiempo de estabilización).

* Procesos tecnológicos para la obtención de la vitamina c estabilizada, conjuntamente con tipos de equipos usados.

* Equipos de análisis y ensayos utilizados para medir los diferentes grados de estabilización de la vitamina.

A partir de los antecedentes reunidos en la investigación bibliográfica, se diseñaron las pruebas de laboratorio con sus respectivos equipos.

A continuación se desarrolló la etapa experimental de estabilización con el propósito de evaluar los diferentes parámetros aplicados, y que permitió definir las operaciones y proceso final de obtención de una vitamina c estabilizada.

Finalmente se evaluó el producto para determinar su equivalencia a los productos usados comercialmente, lo cual permitió especificar las condiciones técnicas y operacionales que serán necesarias para materializar la etapa productiva.

Descripción de las etapas :

C.1.1. Investigación bibliográfica :

En la investigación, se utilizaron las siguientes fuentes de información :

- Enciclopedia Kirk Olhmer

- Halver, J. E. Ascorbic Acid requirement of coho salmon and Rainbow Trout 1996
- Product Data, Roche, 1998
- Clayton Gill, Vitamina c in aquafeeds 1991
- Liquid chromatographic Determination of L-Ascorbate in Fish feeds.
- Ascorbic Acid in domestic animals. 1990 Symposium, Suiza.

Con dichos antecedentes, se lograron parte de los objetivos propuestos. Es decir, se obtuvo información de :

- _ Tipos de reactivos utilizados para lograr la estabilización de la vitamina y preparación de pruebas a desarrollar en laboratorio.
- _ Variables operacionales (concentraciones, temperatura, tiempo de estabilización, materiales solventes.
- _ Equipos a nivel de laboratorio y productivos para lograr las reacciones químicas.

C.1.2. Diseño del proceso de obtención a nivel de laboratorio y piloto :

En esta etapa se tomó como base de estudio, los principios de reacciones químicas tipo "batch". Este método está graficado con el punto D, Resultados obtenidos.

Descripción : en un balón de 500 cc y en un reactor de acero inoxidable de 500 lts. en forma independiente se introdujeron los reactivos y la vitamina c en las concentraciones determinadas. Luego se agitaron a la temperatura ambiente por el tiempo necesario para realizar una buena mezcla acuosa. Después, esta mezcla

estabilizada se mezcló con aceite de pescado formando una emulsión.

En esta etapa se evaluaron las variables de temperatura concentraciones, comportamiento, con aceite de pescado refinado y no refinado, vitamina c sin estabilizantes , tiempo de estabilización comportamiento de la solución estabilizada con respecto a la vitamina c estabilizada importada y comportamiento frente a distintos sorbentes.

C.1.3. Etapa experimental :

En esta etapa se efectuaron una serie de pruebas, indicadas más adelante en los resultados, las cuales las soluciones de vitamina al 10% estabilizada con ácido fosfórico concentrado, dieron el mejor comportamiento de estabilización al mezclarla con los diferentes compuestos que integran el pienso alimenticio.

C.1.4. Definición del proceso :

Como lo indican los resultados obtenidos. El proceso definitivo para obtener vitamina c estabilizada, esta regido bajo los parámetros de :
Temperatura operacional : Normal.

Reactivos : Ac. Fosfórico, A. Ascorbico, Metabisulfito (absorbe oxígeno) y sacarosa (reductor).

Agitación : 40 R.P.M.

Estos resultados se lograron determinar a través de los análisis cromatográficos realizados en el laboratorio.

C.1.5. Evaluación del producto en empresas :

Las pruebas de evaluación del producto obtenido, se realizaron en las instalaciones de la empresa Piscícola “Entre Ríos”, décima región, supervisada por el Veterinario de la empresa, señor Carlos Galleguillos y ejecutadas por la Médico Veterinario, señora Luisa Jiménez A.

Estas pruebas se indican en los resultados obtenidos.

C.2. Cronograma del proyecto :

D) Resultados obtenidos :

A continuación se presentan resumen y conclusiones del trabajo de estabilización conjuntamente con las pruebas experimentales para evaluar el producto en sus efectos biológicos y anatómicos sobre la Trucha Arcoiris.

RESUMEN

En esta segunda parte de este estudio se vió el comportamiento de la vitamina C estabilizada en una emulsión con aceite de pescado, resultando un comportamiento parecido a stayC (Monofosfato de ascorbilo) en los primeros 20 días, después de este periodo la vitamina C decae en un 40%, mientras el stayC permanece casi constante.

Se estudio el uso de distintos sorbentes para anclar la vitamina C, como el Sipernat, tierra de diatomea, harinilla, dando mejores resultados la harinilla.

Posterior a esto se vio la mejor manera de adicionar la vitamina C sobre la harinilla, dando como resultado, la incorporación después de extruida la harinilla, teniendo en cuenta que daría mejores resultados el secado es un ambiente reductor, esta es una operación importante. Esta tuvo una perdida entre un 15% a un 20% de vitamina C. A estas mismas ya extruidas se empaparon en aceite de pescado durante 10 días a 4°C y se vio que su contenido de vitamina C permanecía constante. Resultado importante ya que el alimento debe llevar un contenido de este aceite de pescado.

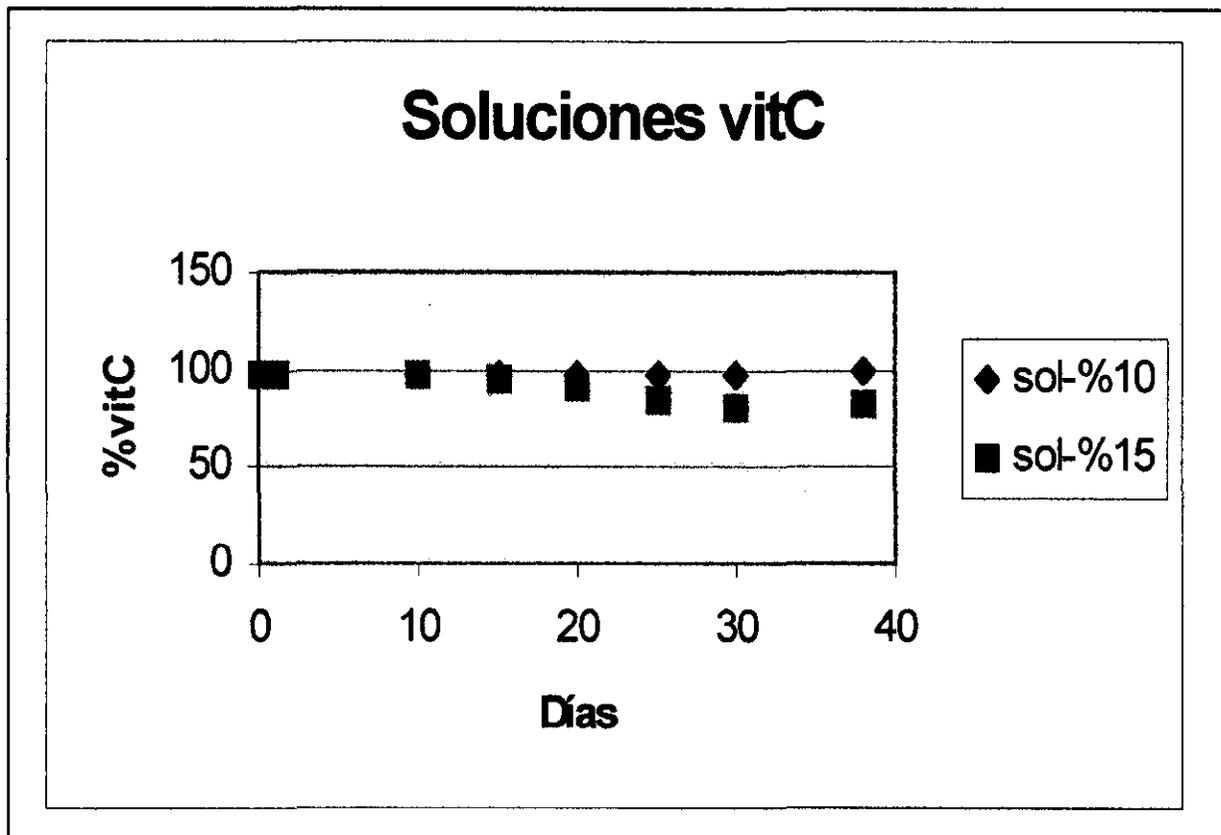
Se estudió la formación de polifosfato de ascorbilo, con distintos reactivos, como el monofosfato de sodio, difosfato de sodio, trifosfato de sodio, pirofosfato de sodio, tripolifosfato de sodio, metatrilfosfato de sodio, dando resultados positivos con el tripolifosfato de sodio y con el trimetafosfato de sodio. Con tripolifosfato de sodio se obtuvo entre un 15 % a 20% de monofosfato de ascorbilo, y con el trimetafosfato de sodio se obtuvo un 90% de polifosfato de ascorbilo. Quedando muchas pruebas para optimizar la reacción con el tripolifosfato de sodio que es de cinética mas lenta. Este reactivo resulta atractivo por que se encuentra en el mercado mientras que el trimetafosfato de sodio hay que sintetizarlo para ser utilizado.



SOLUCIONES ESTABILIZADAS:

Comportamiento de las soluciones al 10% y 15% de vitamina C almacenada a 4°C.

La baja observada de vitamina C en la solución al 15%, se debe a la cristalización de una porción de ella.

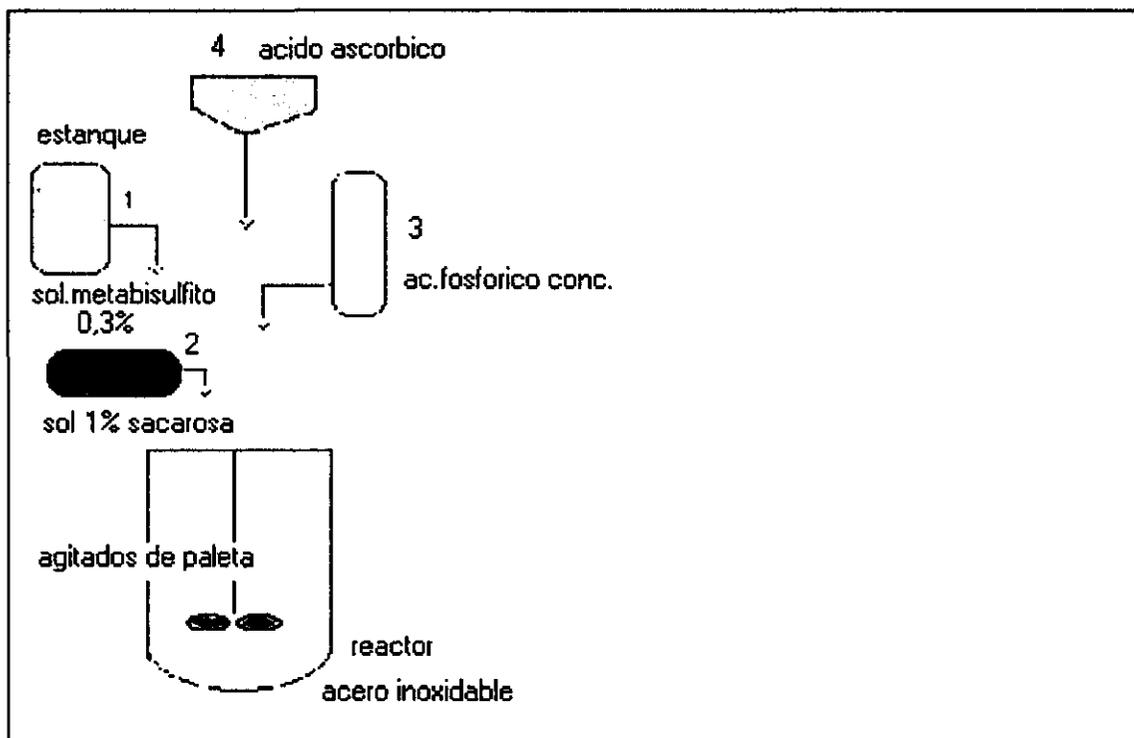


Composición de las soluciones al 10% y 15% de vitamina C.

	Solución 10% vitaminaC %	Solución 15% vitaminaC %
Vitamina C	10	15
Acido fosfórico	7.7	11.6

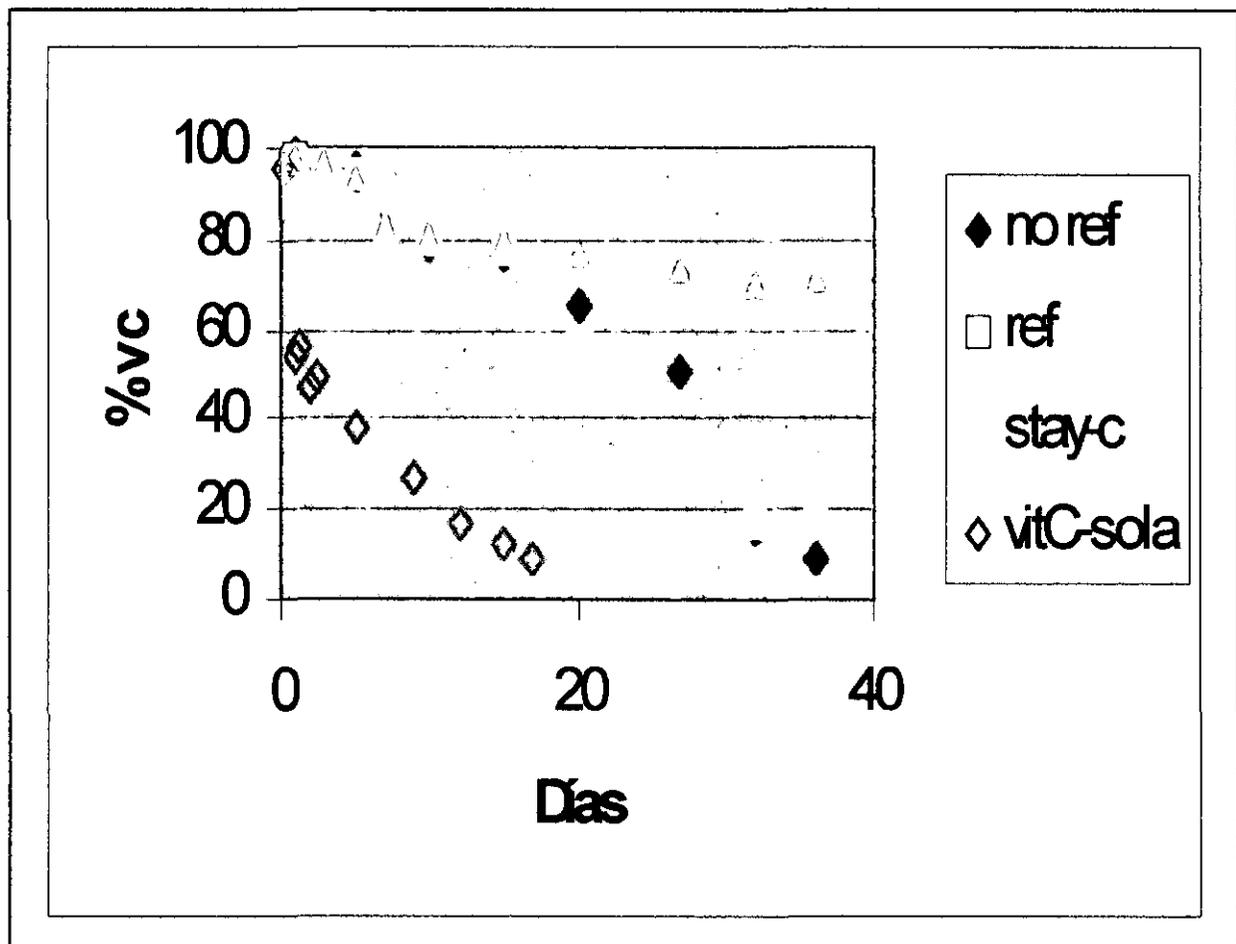
Diagrama de preparación de las soluciones estabilizadas de vitamina C, tanto en laboratorio como en proceso piloto.

Previamente se prepara una solución de metabisulfito(1) para verterla dentro del reactor, luego se adiciona una solución de 1% de sacarosa(2) despues el ácido fosfórico(3), con agitación, por último se agrega el ácido Ascórbico(4) se agita hasta que se disuelve completamente el ácido ascorbico.



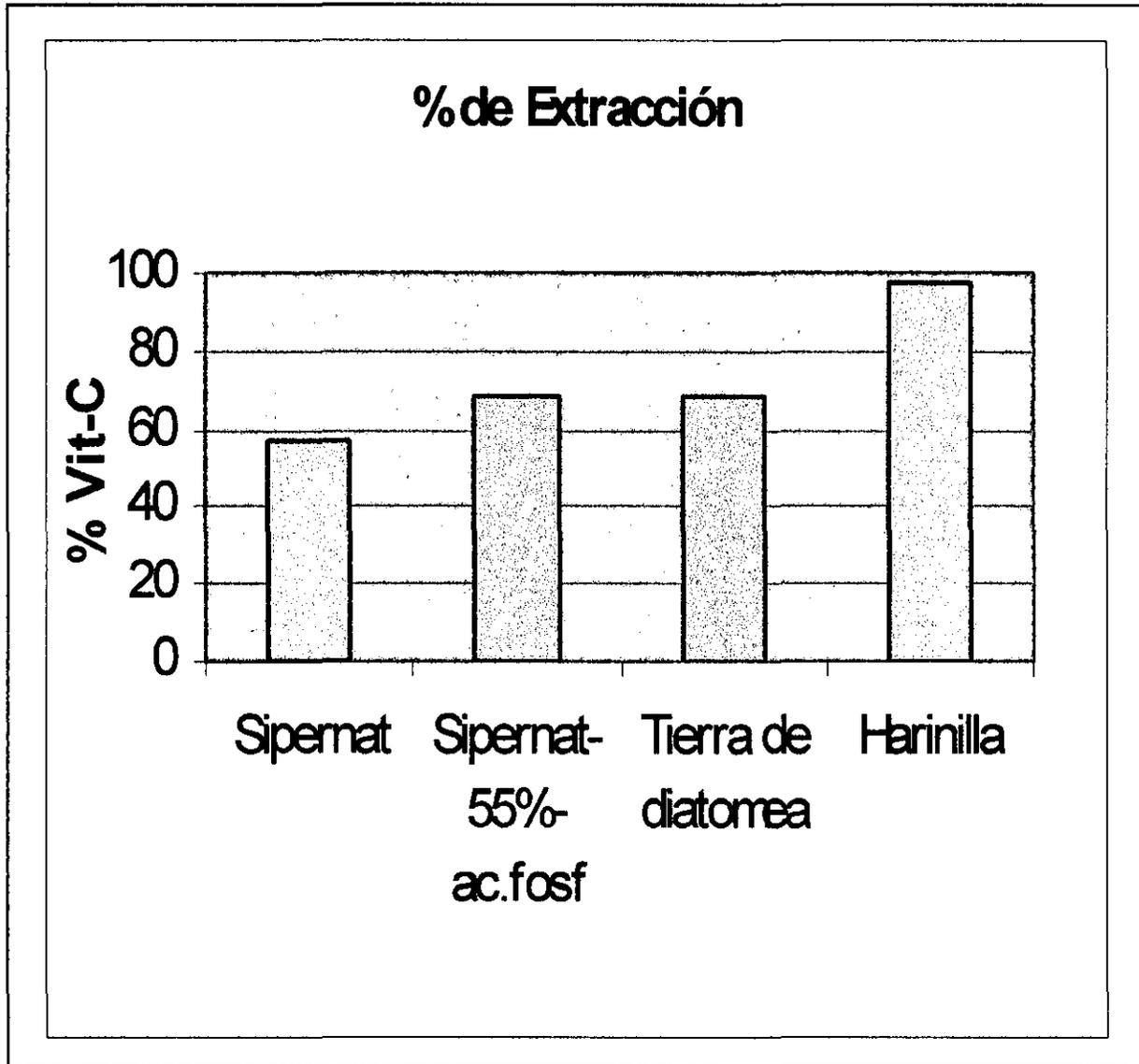
Comportamiento de cuatro emulsiones , con aceite no refinado(**no ref**), aceite refinado(**ref**), aceite refinado con vitamina C sin estabilizante (**vit-sola**),conteniendo 400mg de vitamina C en 200gr de aceite de pescado y otra con 800mg de stayC, compuesto constituido por monofosfato de ascorbilo(**stay-C**), en 200gr de aceite de pescado, todas se mantuvieron a 4°C.

Se observa que alrededor de los veinte días hay una tendencia similar en las emulsiones (no ref), (ref), (stayC). Posterior a este tiempo, la emulsión con stayC se mantiene en alrededor del 70% como monofosfato de ascorbilo, mientras que las otras decayeron hasta un 10% de vitamina C y la emulsión que no tiene estabilizante decae rápidamente con una pendiente bastante mas grande, decayendo antes de los 5 días en un 70%.

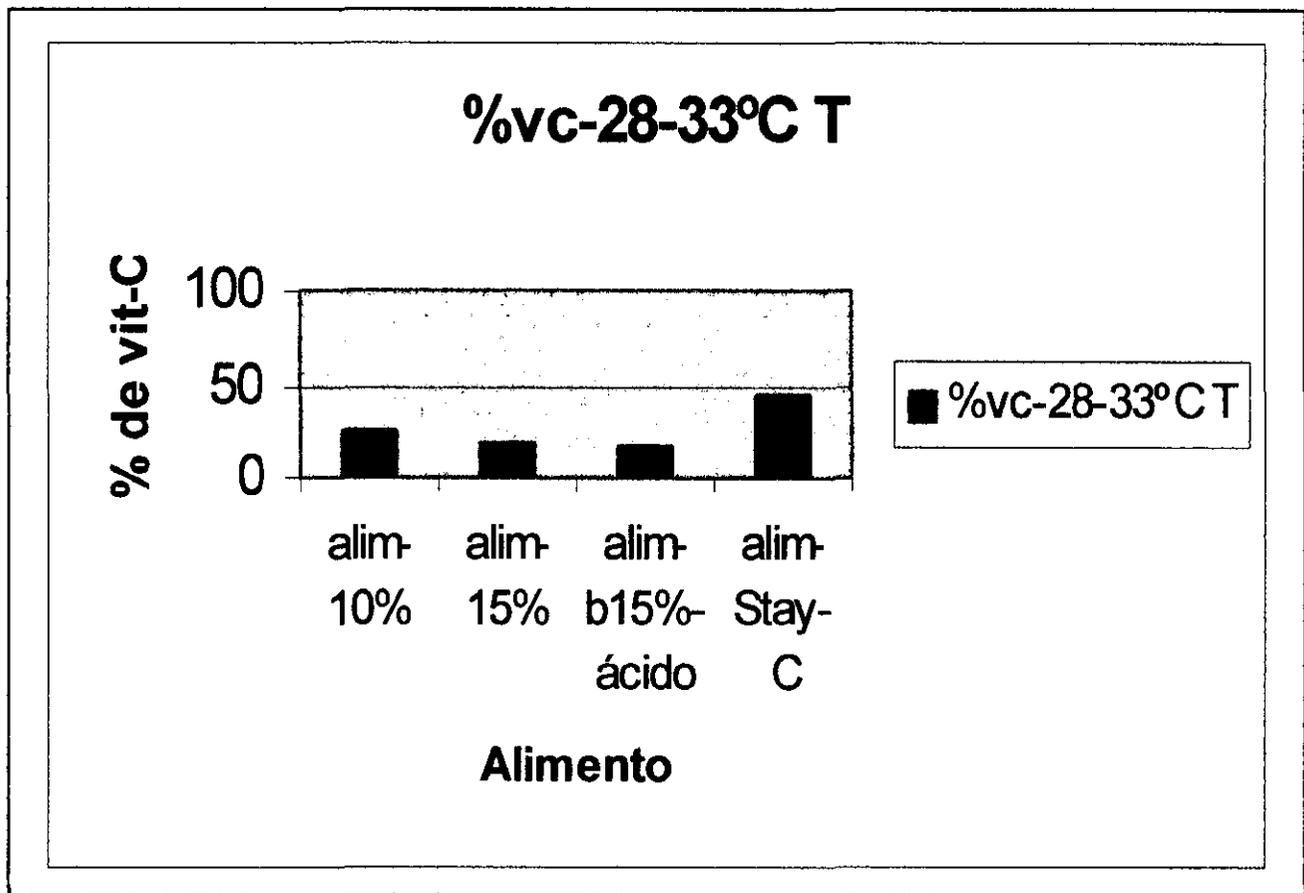


Comportamiento de la solución estabilizada de vitamina C y stayC frente a distintos sorbentes, como sipernat, sipernat 55, tierra de diatomea y harinilla.

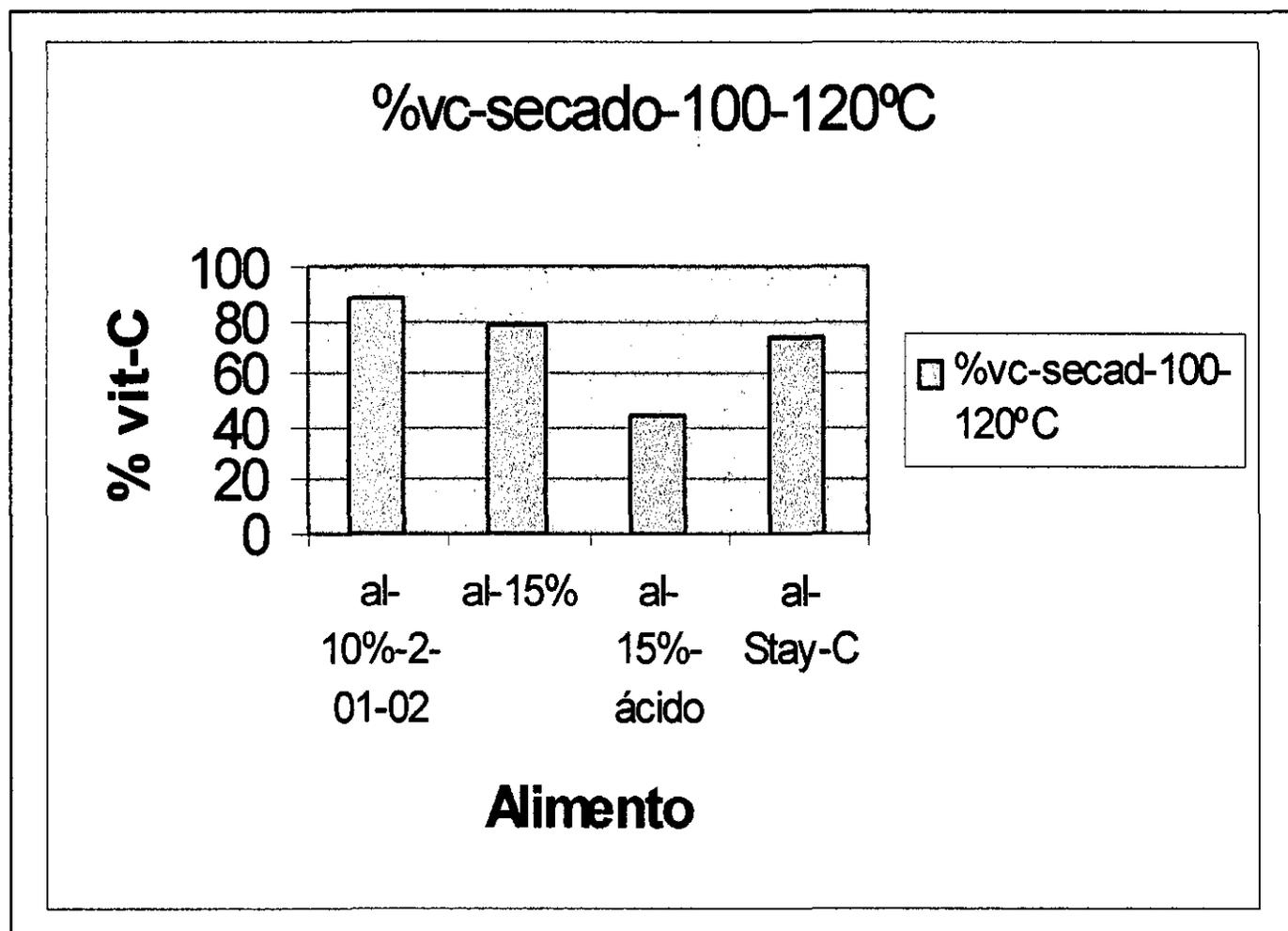
La harinilla posee una retención moderada frente a la extracción, mientras las otras presentan mayor polaridad y menor disponibilidad



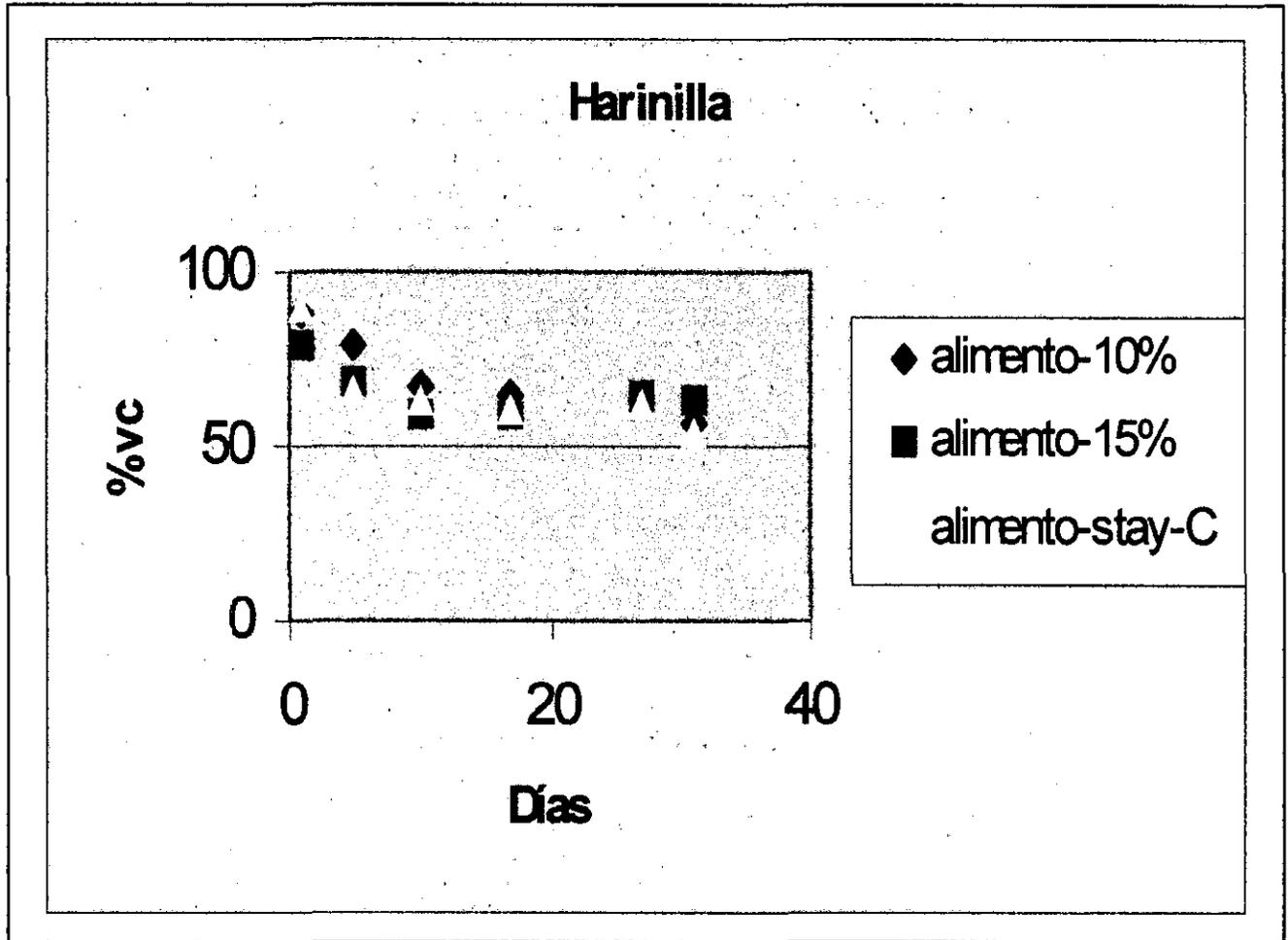
Comportamiento de harinillas con 10%,15% de vitC y harinilla con stayC frente al secado a 28 a 33°C por tres días, se observan pérdidas mayor al 50% en el stayC, y mayores en las harinillas al 10% y 15% de vitamina C.



Comportamiento de 50gr de harinilla con 10%, 15 % de vitamina C y 20 gr de harinilla con 1600 mg de stayC, estas se secaron a 100-120°C por 3 horas . La harinilla con un 10%vitC, tuvo menor caída de vitamina C.

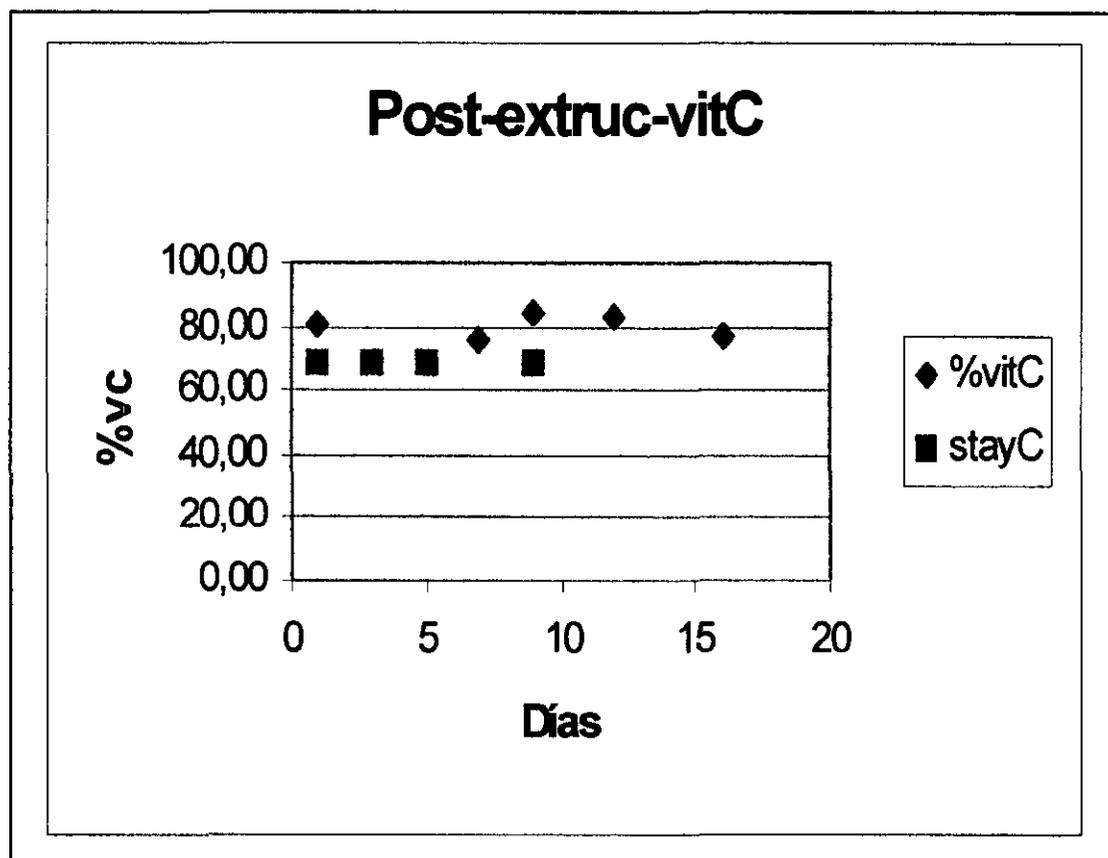


Comportamiento de las mismas en el tiempo, de harinillas con 10%,15% de vitamina C y harinilla con stayC, a los 30 días .

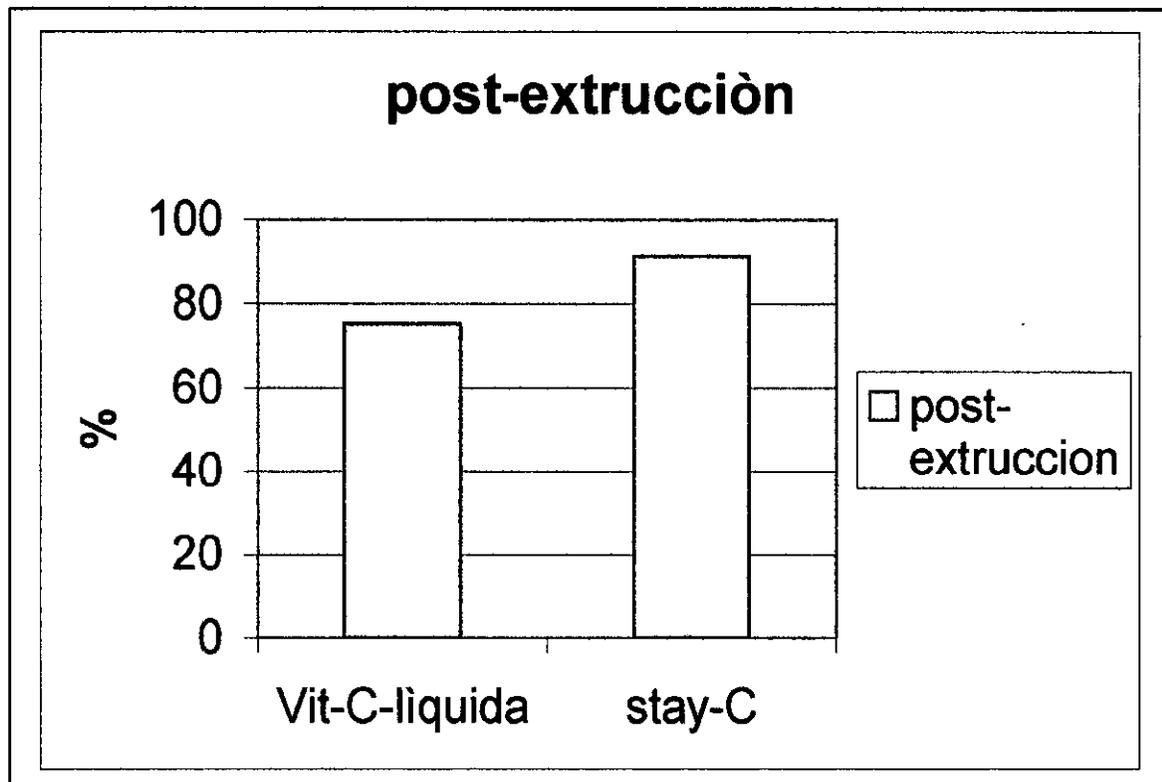


Comportamiento de 200gr de alimento ya extruído, con posterior adición de 7500mg de vitamina C, secada a 70-80°C y alimento con 2700mg de stayC
Hay una perdida inicial de vitamina C, de alrededor de un 20%

La adición posterior de aceite de pezcado a estas muestras no produjo alteración en el contenido de vitamina C y stayC en 10 días de almacenamientos a 4°C.



Comportamiento de vitamina C líquida y stayC (monofosfato de ascorbilo) en alimento extruido



Síntesis de polifosfatos

Se realizaron pruebas con fosfato monosódico, fosfato trisódico, pirofosfato, tripolifosfato de sodio, y metatrilfosfato sódico.

Se obtuvieron resultados positivos con tripolifosfato de sodio y metatrilfosfato de sodio.

a) Reacción Ácido ascórbico con tripolifosfato de sodio ($\text{Na}_5 \text{P}_3\text{O}_{10}$):

Se probaron relaciones de moles de 0.5:1 , 1:1, a pH 10 , a 35°C, 55°C, 90°C, por 24 horas, 48 horas, 72 horas. En ninguna de estas se obtuvo presencia de polifosfato.

Se repitió la reacción 1:1 a pH 10, a 35°C y a 55°C en presencia de magnesio. A 35°C se obtuvo un 6% de monofosfato de ascórbico y a 55°C se produjo un 15% a 20% de monofosfato de ascórbico.

b) Reacción Ácido ascórbico con metatrilfosfato de sodio ($\text{Na}_6 \text{P}_3\text{O}_9$), preparado a partir de fosfatomonosódico:

Se hicieron reacciones con relaciones de moles 1:1 , 1:3 , 1:4 a 35°C por 24 horas a pH de 10,5
Se obtuvo 60 % de trifosfato de ascórbico en la mezcla 1:1 y mucho menores en las otras relaciones mezcla.

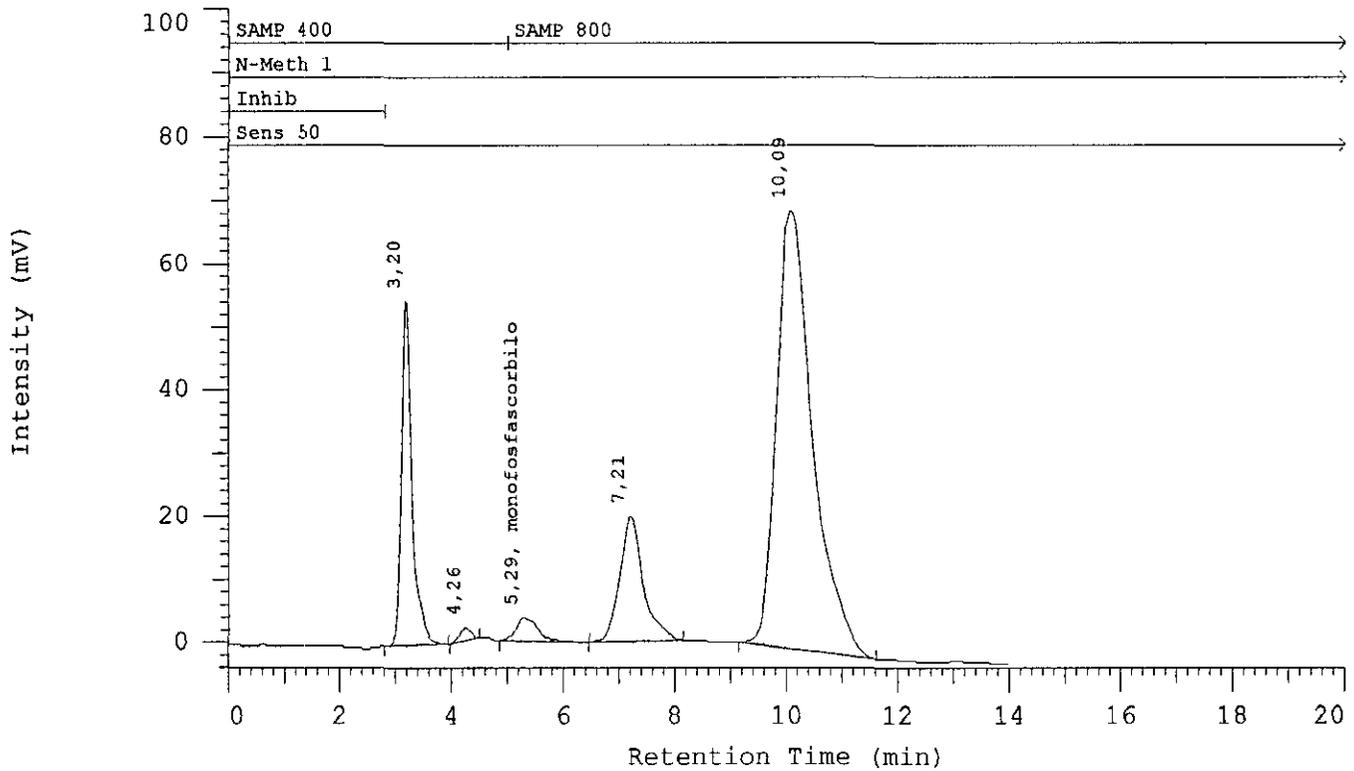
Se hizo reaccionar a 55°C la mezcla de relación 1:1 por 24 horas a pH 10,5 obteniéndose un 90% de trifosfato de ascórbico.

Polifos-aas - Vial 2 Inj 1 MIX-MTFNa-3d - Channel 1

Current Data Path: C:\Win32App\HSM\Polifos\DATA\0235

Data Desc.: IFM CH1 2-D

Vial Number: 2 Inj Number: 1 Sample Name: MIX-MTFNa-3dmix



Cromatograma de la mezcla de trimetafosfato de sodio y vitamina C

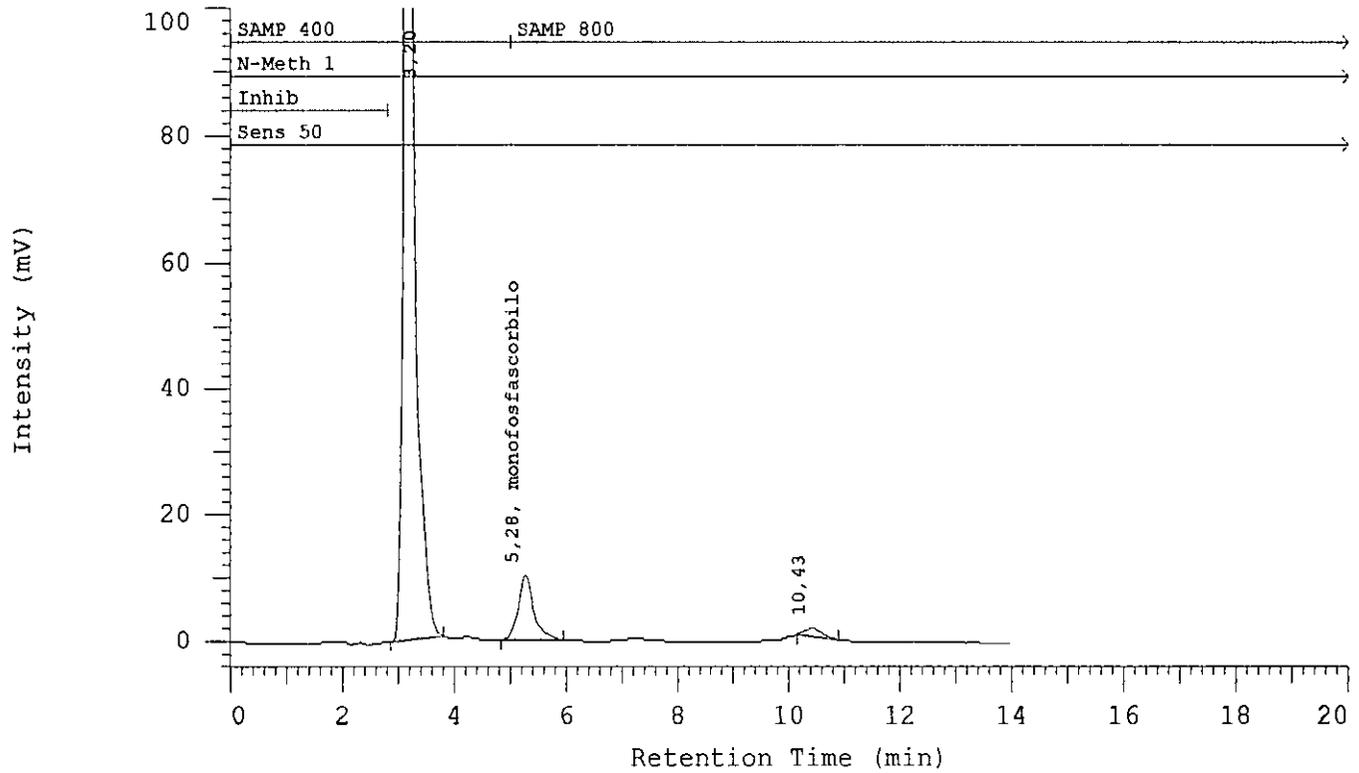
Vitamina C, 3,20min ; Monofosfato de ascorbilo 5,29min; Difosfato de ascorbilo, 7,21min;
Trimetafosfato de ascorbilo,10,09min.

Polifosf-aas - Vial 4 Inj 1 Mix-stppMg-5 - Channel 1

Current Data Path: C:\Win32App\HSM\Polifos\DATA\0235

Data Desc.: IFM CH1 2-D

Vial Number: 4 Inj Number: 1 Sample Name: Mix-stppMg-55°C3d



Cromatograma de la mezcla de tripolifosfato de sodio y vitamina C
Vitamina C, 3,20min ; Monofosfato de ascorbilo 5,28min.

DISCUSIÓN

En las emulsiones se observa la gran estabilidad de la solución vitamina C con respecto a la vitamina C sola. Para minimizar aún más la pérdida de vitamina C se debe buscar una combinación con otro estabilizante que no compita con el ácido ascórbico, este debe combinarse con algún otro que cause un efecto sinérgico ya que por sí solo el aceite de pescado consume vitamina C. Podría utilizarse mezcla de quercitina, alfa-tocoferol.

La disminución de concentración del stayC, en harinilla puede verse favorecida por la incorporación húmeda, conjuntamente con el secado. Esta se incorporó húmeda para fines comparativos.

La adición de stayC en forma sólida al alimento antes de extraer es la forma adecuada.

La prueba de estabilidad de la solución de vitamina C y stayC (monofosfato de ascórbico) en harinilla, muestra una pérdida en vitamina C líquida de un 25%, mientras que el StayC sufrió una pérdida de un 10%. De acuerdo a esto, el stayC demuestra una mejor resistencia frente a la operación de extracción.

La vitamina C líquida posee una mayor fuente de pérdida, ya que al adicionarse a la harinilla en forma líquida esta debe secarse, produciéndose una baja de ésta. El líquido concentrado de vitamina C, al ser diluido se produce pequeñas pérdidas, lo cual sumando todas estas fuentes, puede llegar a una disminución con respecto a la adición original de un 30% aproximadamente.

En cuanto a las síntesis de polifosfato, se debe acotar mejores condiciones de reacción que aumenten el rendimiento de la reacción de ácido ascórbico y tripolifosfato de sodio ($\text{Na}_5 \text{P}_3\text{O}_{10}$) ya que este reactivo es mucho más asequible y económico. Quedan muchas pruebas pendientes, para aumentar la cinética y rendimiento de esta reacción.

La reacción ácido ascórbico y trimetafosfato ($\text{Na}_6 \text{P}_3\text{O}_9$) resultó con mayor rendimiento pero al cristalizar el trimetafosfato de ascórbico se va hidrolizando a monofosfato de ascórbico por lo que se debe buscar condiciones favorables en esta operación. El detalle de esta, es que se debe previamente sintetizar el trimetafosfato de sodio ya que no está disponible en el mercado.

CONCLUSIONES

- a) Las soluciones concentradas estabilizadas al 10% de vitamina C, tuvo mejor resultado en cuanto a estabilidad.
- b) La solución concentrada de vitamina C al 15%, a los 20 días cristaliza alrededor del 12%, bajando su concentración en solución.
- c) Existe una limitante en la concentración de soluciones de vitamina C a 4°C, y es su solubilidad a esta temperatura, encontrándose la mas adecuada entre 10% y 12% como máximo. A mayores concentraciones existe cristalización.
- d) Las emulsiones con aceite de pescado con solución de vitamina C estabilizada con ácido fosfórico y con stayC(monofosfato de ascorbilo), tienen un comportamiento similar en los primeros 20 días resultando más estable la emulsión con monofosfato de ascorbilo a mas largo plazo.
- e) El sorbente más adecuado resulto, la harinilla
- f) La incorporación de vitamina C, mas adecuada a la harinilla, resultó después de extraer
- g) La minimización de perdidas en la incorporación de vitamina C en la harinilla, pasa por el control de la temperatura de secado en ambiente reductor.
- h) La vitamina C adicionada al pellets es estable, al empaparla en aceite de pescado posteriormente.

“EVALUACIÓN DE LOS EFECTOS DE LA ADICION EN EL ALIMENTO DE TRES FUENTES DE ACIDO ASCORBICO SOBRE LA RESPUESTA PRODUCTIVA DE LA TRUCHA ARCOIRIS Oncorhynchus mykiss (Walbaum, 1792)”

***Luisa Jiménez Araya.
Médico Veterinario***

Febrero – 2002.

Resumen

Se estudio el efecto de la incorporación de tres fuentes de ácido ascórbico en el alimento de alevines de trucha arcoiris por un período de 90 días.

Se utilizaron 1200 truchas de un peso inicial de mas o menos 15 gramos, repartidas al azar en cantidad de 100 peces por jaula. Se conformaron cuatro tratamientos de 100 ejemplares, cada uno en triplicado.

Dietas extruidas para trucha arcoiris fueron suplementadas con 200 ppm de ácido ascórbico (AA). El tratamiento N° 1 fue alimentado con la dieta base mas 200 ppm de AA cristalizado normal. El tratamiento N°2 fue para las truchas alimentadas con la dieta base mas 200 ppm de AA (Rovimix Stay-C 35, que corresponde a Acido L-Ascorbico monofosfato al 35 %, de Hoffman La Roche). El tratamiento N° 3, también alimentado con la dieta basal mas 200 ppm de AA (Quim – C, que es un ácido ascórbico en solución al 15 %, estabilizado en ácido fosfórico, de Quimagro S.A.). Además un cuarto tratamiento, cuyas truchas fueron alimentadas con la dieta base, pero sin la incorporación de AA.

Los niveles de AA en el alimento fueron medidos por HPLC los días 1, 30, 60 y 90 del ensayo, manteniendo concentraciones superiores al 75 % de la cantidad inicial para los tratamientos con Rovimix Stay C y para Quim – C. En cambio, el ácido ascórbico normal bajó considerablemente su concentración desde el día inicial del ensayo, ya a los 30 días tenía concentraciones menores a 10 %.

El crecimiento, la eficiencia de conversión alimenticia y porcentaje de sobrevivencia de los tratamientos suplementados con las dos fuentes de AA estabilizado fue completamente normal y similar para ambos grupos, sin embargo, en el tratamiento con AA cristalizado, los peces lograron un menor crecimiento y una mayor mortalidad. Lo mismo ocurrió pero en forma mas dramática en el grupo sin AA, donde además se apreciaron deformaciones del esqueleto.

Por lo anterior, se concluye que ambas fuentes de ácido ascórbico estabilizado, es decir, tanto el Rovimix Stay-C como el Quim-C pueden ser utilizados como suplemento de AA en dietas de salmónidos en reemplazo del ácido ascórbico cristalizado, dando una mayor seguridad al productor, lo cual queda demostrado por los resultados del presente estudio.

INTRODUCCION

La alimentación de las especies de salmónidos cultivados en Chile, representa entre un 50 a 70 % del costo total de producción de estos peces carnívoros.

Si bien los fabricantes de alimentos para peces han mejorado mucho la calidad de los mismos a través de la implementación de modernos procesos tecnológicos, sigue siendo prioritario, la utilización de materias primas de excelente calidad y buena digestibilidad, para formular un alimento completo y balanceado, donde la incorporación de aditivos como vitaminas y minerales en la cantidad adecuada, dan como resultado un alimento apropiado para su utilización en dietas de salmónidos.

Siendo tan importante el porcentaje que representa el alimento dentro del costo total, resulta cada vez más necesario investigar y dar a conocer al sector salmonero algunos avances en este aspecto.

La vitamina C o ácido ascórbico es esencial para el buen crecimiento y desarrollo de las especies salmónidas, sin embargo, estos peces no pueden sintetizarla, por lo tanto, es absolutamente indispensable adicionarla en sus alimentos.

Las deficiencias de ácido ascórbico dan como resultado en estos peces un menor crecimiento, una eficiencia de conversión alimenticia pobre, deformaciones del esqueleto, disminución de la inmunidad y un aumento progresivo de la mortalidad a medida que la deficiencia se mantiene en el tiempo.

Normalmente se ha utilizado el ácido ascórbico cristalizado en dietas de salmónidos, sin embargo, esta posee una baja estabilidad y su deterioro es mayor en los procesos de fabricación de alimento, además por la composición de estos alimentos, los cuales poseen

altos niveles de materia grasa su oxidación es mayor, lo que da como resultado una menor duración en el tiempo lo que obliga a la preparación constante de alimento fresco ya que no es estable o duradera en el tiempo.

Debido a lo anterior se han buscado soluciones como proteger esta vitamina con cubiertas de gelatina y celulosa, pero lamentablemente tampoco han dado buenos resultados. Posteriormente se realizaron pruebas sintéticas con el llamado Sulfato de Ascorbilo, el cual es bastante estable, sin embargo, estos peces no poseen enzimas sulfatasas para liberar el ácido ascórbico en el sistema digestivo de los mismos. Por último, se ha logrado crear algunos compuestos mas estables y duraderos en el tiempo a base de combinaciones de ácido ascórbico con compuestos fosforados, formando Monofosfatos o Polifosfatos de Ascorbilo que son los que se utilizan en mayor medida en la actualidad, estos productos son importados lo que implica una salida de divisas de nuestro país. Por ello, QUIMAGRO S.A., en su constante labor de investigación, ha creado un ácido ascórbico en solución al 15 % estabilizado en ácido fosfórico, de manera que el sector salmonero nacional no dependa sólo de un producto importado.

Los resultados prácticos son entregados en el presente informe..

METODOLOGIA

El ensayo se realizó en las instalaciones de la Piscícola Entre Ríos, en la zona de Panguipulli, X región.

Se utilizaron 1.200 ejemplares de trucha arcoiris, con pesos iniciales entre 14 y 17 gramos, las cuales fueron seleccionadas al azar para conformar los distintos grupos.

Los grupos en estudio fueron los siguientes:

- Grupo N° 1: Acido Ascórbico cristalizado 200 ppm
- Grupo N° 2: Rovimix Stay – C 35 - 200 ppm
- Grupo N° 3: Quim - C solución al 15 % - 200 ppm.
- Grupo N° 4: Control, dieta sin ácido ascórbico..

Cada grupo de 100 ejemplares fue ubicado en jaulas de 0,65 m³, instaladas al interior de raceways, sin contacto con otras truchas. Se realizó tres repeticiones por tratamiento.

Los peces fueron alimentados con una dieta extruida. Este alimento o dieta base tenía la siguiente composición: 10 % de humedad, 45 % de proteína 18 % de grasa, 12 % de cenizas y una fibra cruda de 2 %. La alimentación se realizó en forma manual, 3 veces al día, y se suspendía cuando se observaba que los pellets pasaban de largo o los peces perdían el interés en consumir. El consumo de alimento se registro semanalmente. El ácido ascórbico cristalizado y el Rovimic Stay-C fueron incorporados a la mezcla de alimento antes de la extrusión, en cambio, el Quim-C en solución al 15 % fue adicionado al aceite en la cobertura final del pellet.

El experimento tuvo una duración de 90 días. Cada 30 días los pcces fueron pesados y también al final del ensayo previa anestesia.

Se llevó un registro diario de la mortalidad.

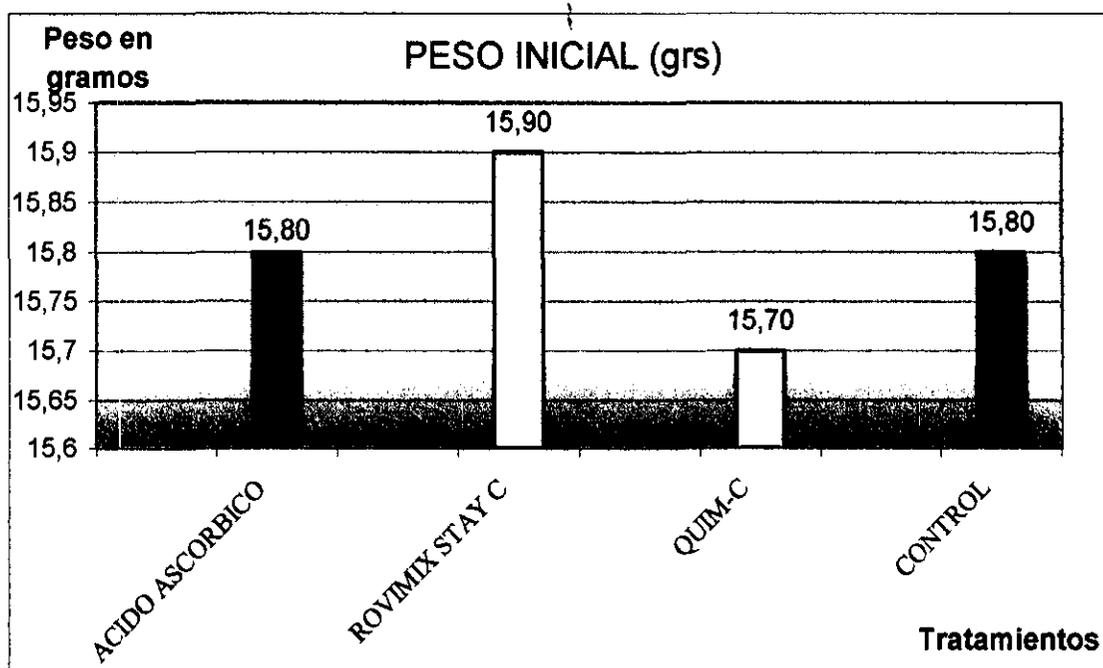
RESULTADOS

Peso vivo Inicial:

El ensayo se realizó con truchas arcoiris, seleccionandose al azar ejemplares entre 14 y 17 gramos, los cuales fueron ubicados en jaulas 0,65 m³, con 100 ejemplares cada uno, existiendo tres repeticiones por cada tratamiento.

CUADRO N°1 : PESO INICIAL

GRUPOS	TRATAMIENTOS	PESO INICIAL (gr)
1	ACIDO ASCÓRBICO	15.8
2	ROVIMIX STAY-C	15.9
3	QUIM-C	15.7
4	CONTROL	15.8



Peso vivo final:

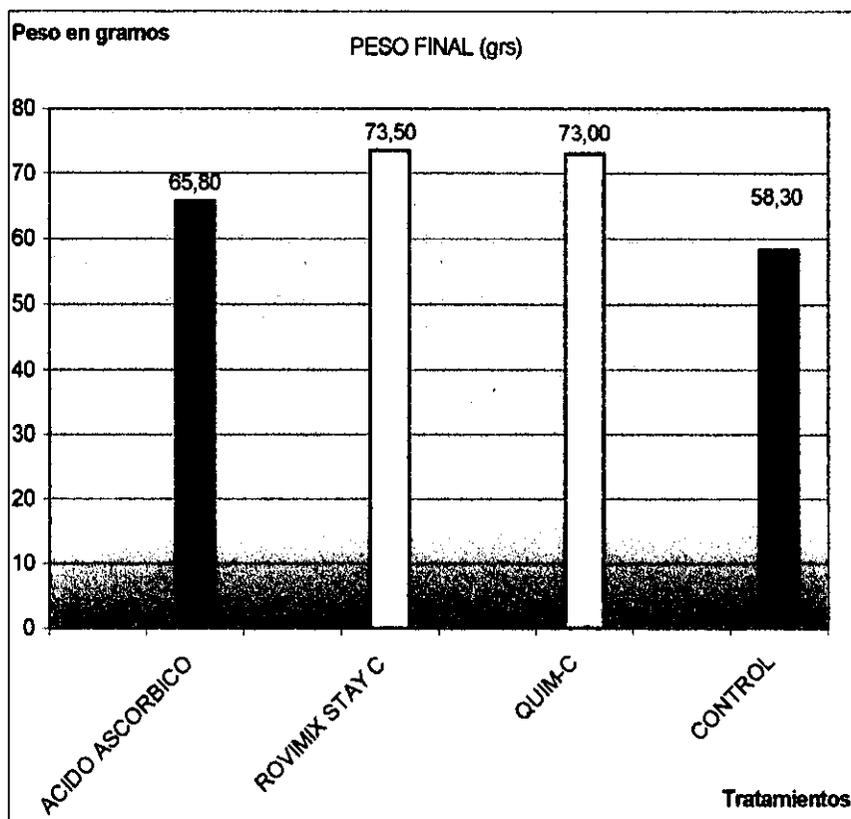
Al analizar los resultados de peso vivo promedio final registrados en la experiencia, se observaron incrementos de peso en los 4 grupos de peces. Existiendo diferencias significativas entre los tratamientos 1 - 4 , 2 - 4 y 3 -4, y los tratamientos 2 y 3 con respecto al tratamiento 1 con ácido ascórbico cristalizado, sin embargo estas diferencias no ocurrieron entre los grupos 2 y 3.

La dieta que contenía 200 ppm de ácido ascórbico a partir del Rovimix Stay-C fue la que obtuvo el mayor peso final (73,5 g), seguida de la dieta con Quim-C 200 ppm con (73 g), en tercer lugar quedó el grupo N° 1 con 200 ppm de ácido ascórbico cristalizado (65,8 g) y en último lugar el grupo control (58,3 g).

El incremento de peso sobre el peso inicial de cada uno de los tratamientos fue de 365 % (Quim-C), 362 % (Rovimix Stay-C), 316 % (ácido ascórbico) y de solo 269 % para el grupo control.

CUADRO N°2: PESO FINAL

GRUPOS	TRATAMIENTOS	PESO FINAL (gr)
1	ACIDO ASCORBICO	65.8
2	ROVIMIX STAY-C	73.5
3	QUIM-C	73.0
4	CONTROL	58.3



Ganancia de Peso:

Las diferentes ganancias de peso obtenidas por los distintos grupos dieron diferencias significativas entre los grupos con vitamina C estabilizada en relación al grupo con ácido ascórbico cristalizado y el grupo control.

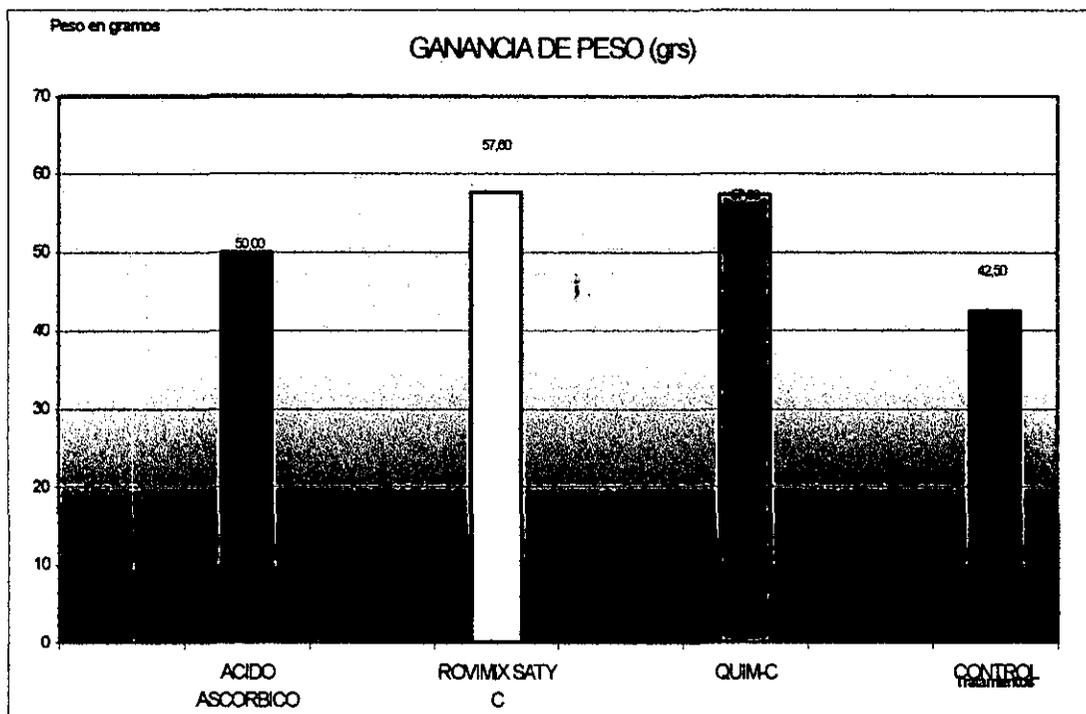
La dieta que contenía Rovimix Stay-C fue la que logró el mayor incremento de peso (57,6 g), seguida del tratamiento con 200 ppm de Quim-C (57,3 g), luego la dieta con ácido ascórbico cristalizado (50 g) y finalmente el grupo control (42,5 g).

El aumento de peso sobre el grupo control resulto ser mayor en un 35,5 %, 34,8 % y 17,6 % respectivamente para los grupos N° 2 (Rovimix Stay-C), N°3 (Quim-C) y N° 1 (ácido ascórbico cristalizado).

Lo anterior nos confirma el efecto claro de la presencia de esta vitamina en una dieta balanceada sobre la ganancia de peso con respecto al grupo control.

CUADRO N°3: GANANCIA DE PESO (gr)

GRUPOS	TRATAMIENTOS	GANANCIA (gr)
1	ACIDO ASCÓRBICO	50.0
2	ROVIMIX STAY-C	57.6
3	QUIM-C	57.3
4	CONTROL	42.5



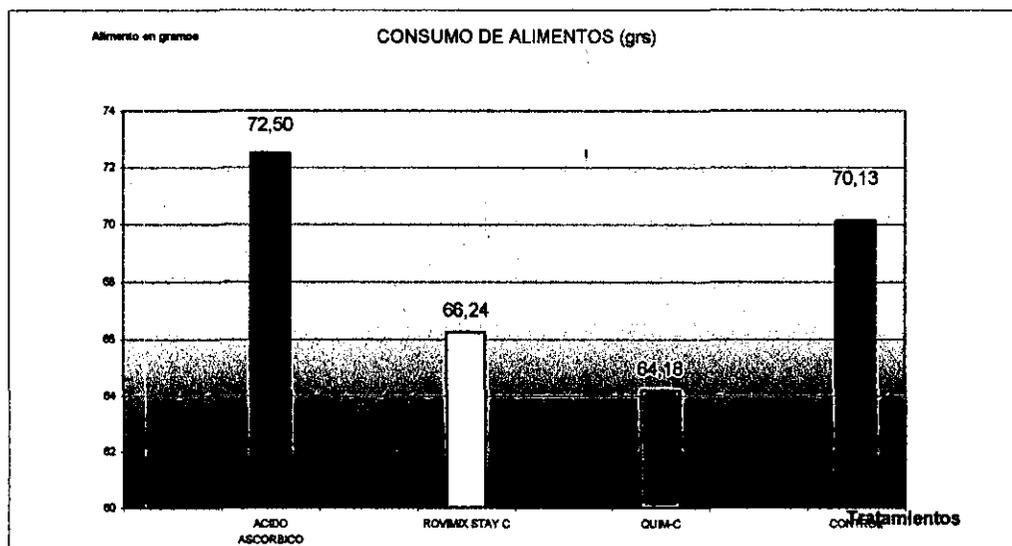
Consumo de Alimento:

El consumo de alimento fue mayor para el grupo que contenía ácido ascórbico cristalizado y para el grupo control, con respecto a los tratamientos que contenían vitamina C estabilizada, estas diferencias son entre un 6 a 13 % mas de consumo de alimento, lo cual podría ser explicado que por el hecho de tener una menor cantidad o no poseer vitamina C en el caso del grupo control, estos peces traten de paliar esa deficiencia consumiendo una mayor cantidad de alimento.. El grupo de mayor consumo fue el N° 1 con 72,5 gramos, seguido del N° 4 con 70,13 gramos, el N° 3 con 66,24 gramos y finalmente el grupo con Quim-C con 64,18 gramos..

Prácticamente no hay diferencias entre los tratamientos con Rovimix Stay-C y con Quim-C.

CUADRO N°4: CONSUMO DE ALIMENTOS (gr)

GRUPOS	TRATAMIENTOS	CONSUMO (gr)
1	ACIDO ASCÓRBICO	72.5
2	ROVIMIX SATY-C	66.24
3	QUIM-C	64.18
4	CONTROL	70.13



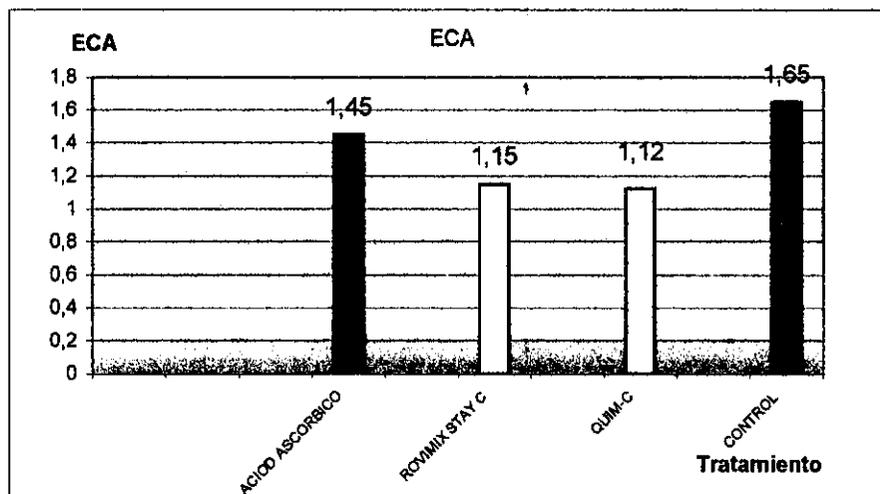
Eficiencia de Conversión Alimenticia (ECA):

Al finalizar el ensayo se observaron diferencias significativas entre las ECA correspondiente a los peces en experimentación, con respecto al grupo control. Siendo el grupo N° 3 (Quim-C) el de mejor conversión, seguido del N° 2 (Rovimix Stay-C), luego el N° 1 (ácido ascórbico cristalizado) y la ECA más pobre fue para el control sin ácido ascórbico..

Es importante señalar, que estas mejores eficiencias de conversión alimenticia obtenidas por los grupos con ácido ascórbico estabilizado se deben seguramente al hecho de haber recibido un alimento completo pero además balanceado en todos sus ingredientes, ya que para que exista una buena nutrición todos los nutrientes deben ir incorporados en la cantidad adecuada para cada especie. Cualquier desbalance por déficit o superávit de alguna vitamina u otro nutriente puede generar trastornos metabólicos que afecten los resultados productivos..

CUADRO N° 5: EFICIENCIA DE CONVERSION ALIMENTICIA

GRUPOS	TRATAMIENTOS	ECA
1	ACIDO ASCÓRBICO	1.45
2	ROVIMIX STAY-C	1.15
3	QUIM-C	1.12
4	CONTROL	1.65

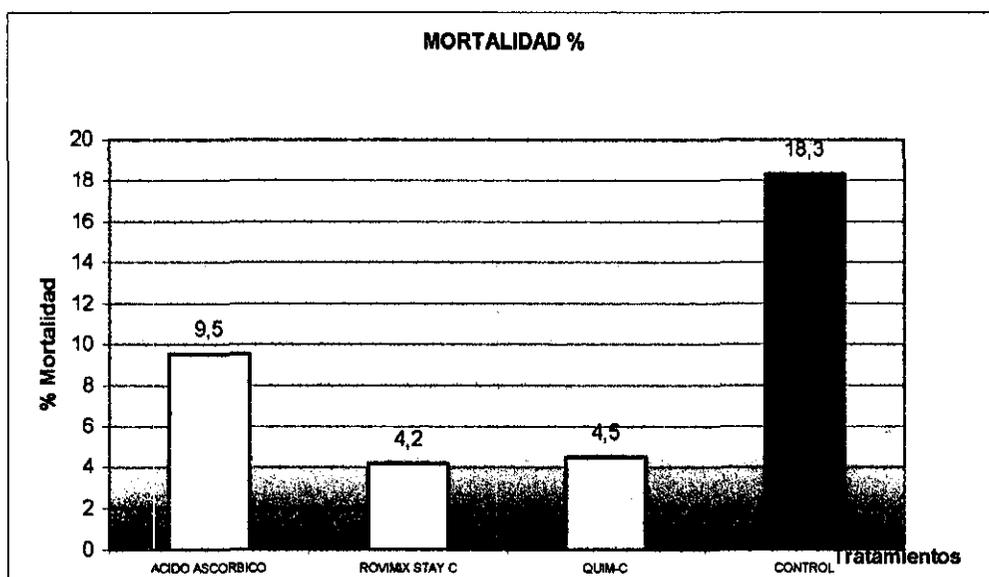


Mortalidad:

Se llevó un registro diario de la mortalidad. Los peces tratados con ácido ascórbico cristalizado tuvieron el doble de mortalidad que los peces tratados con Rovimix Stay-C y con Quim-C, en cambio los peces sin adición de vitamina C su porcentaje de mortalidad fue bastante alto, lo que pone de manifiesto su necesidad en la alimentación de estos peces de cultivo. El porcentaje de mortalidad obtenido en los tratamientos con ácido ascórbico estabilizado es completamente normal para peces en esta etapa de desarrollo..

CUADRO N° 6: MORTALIDAD

GRUPOS	TRATAMIENTOS	MORTALIDAD (%)
1	ACIDO ASCÓRBICO	9.5
2	ROVIMIX STAY C	4.2
3	QUIM-C	4.5
4	CONTROL	18.3



A medida que se desarrollaba el estudio algunos de los peces del grupo control sin incorporación de ácido ascórbico comenzaron a dar manifestaciones de comportamiento diferente al resto, por ejemplo, se aislaban nadando a la orilla de las jaulas y la coloración de su piel se tornaba de color oscuro. Esta sintomatología comenzó a aparecer en los peces del grupo con adición de ácido ascórbico cristalizado a partir del segundo mes del ensayo.

Durante el segundo mes de ensayo los peces sin incorporación de ácido ascórbico empezaron a manifestar deformaciones en su columna vertebral como lordosis y escoliosis.

Las necropsias efectuadas a los pescados en el grupo sin incorporación de vitamina C durante el primer mes de ensayo no revelaron signos macroscópicos, a excepción de la coloración oscura de la piel, sin embargo, se pudieron observar hemorragias petequiales en el hígado e intestino.

En las necropsias efectuadas durante el segundo y tercer mes de ensayo se pudo observar claramente lesiones macroscópicas de la columna vertebral (lordosis y escoliosis) en los pescados que no tuvieron incorporación de ácido ascórbico en sus dietas y hemorragias petequiales evidentes en distintos órganos del cuerpo. Estas manifestaciones también se encontraron en algunos pescados muertos del grupo que tenía incorporado ácido ascórbico cristalizado pero en menor magnitud.

Los pescados muertos de los grupos con Rovimix Stay-C y Quim-C no manifestaron a la necropsia signos de deficiencia de ácido ascórbico.

Estabilidad del Acido Ascórbico

El alimento confeccionado para los distintos grupos fue analizado mediante técnica de HPLC para medir los niveles de ácido ascórbico en el tiempo y de esta manera comprobar su estabilidad.

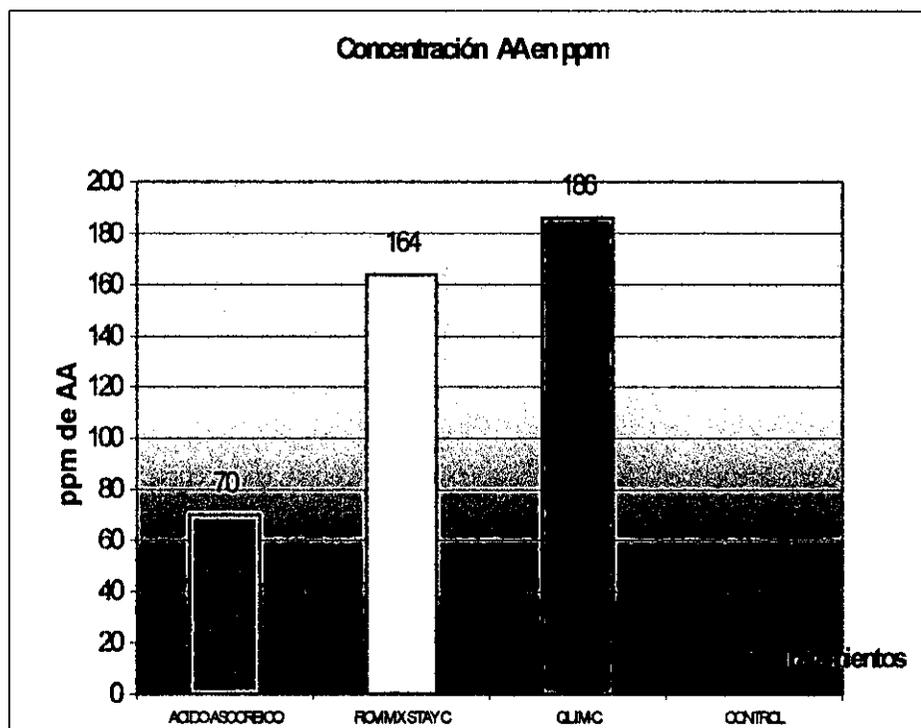
En el gráfico a continuación se logra observar la clara disminución del ácido ascórbico cristalizado en el tiempo ya que su concentración inicial es solo de 70 ppm y a los 30 días de comenzado el ensayo su nivel había disminuido 20 ppm, lo que viene a confirmar primero lo termolábil que es al proceso de extrusión (110 °C) y posteriormente su baja estabilidad en el tiempo. Estos resultados nos señalan que durante el segundo y tercer mes de ensayo este tratamiento tenía escasa o nula cantidad de vitamina C en su alimento.

Los resultados para el Rovimix Stay-C son bastante buenos ya que tiene baja destrucción con el proceso de extrusión (termoestable) y niveles bastante buenos de concentración en el tiempo confirmando su estabilidad, llegando a los 90 días con cerca de un 75 % de su concentración inicial.

El Quim-C solución al 15 %, tiene la ventaja que al ser incorporado en el aceite en la cobertura final del pellet no sufre destrucción por el proceso de extrusión, si bien igualmente hay un deterioro inicial en su concentración. Además, sus niveles de concentración en el alimento se mantienen altos durante todo el tiempo de duración del ensayo, alcanzando a los 90 días casi un 80 % de su concentración inicial.

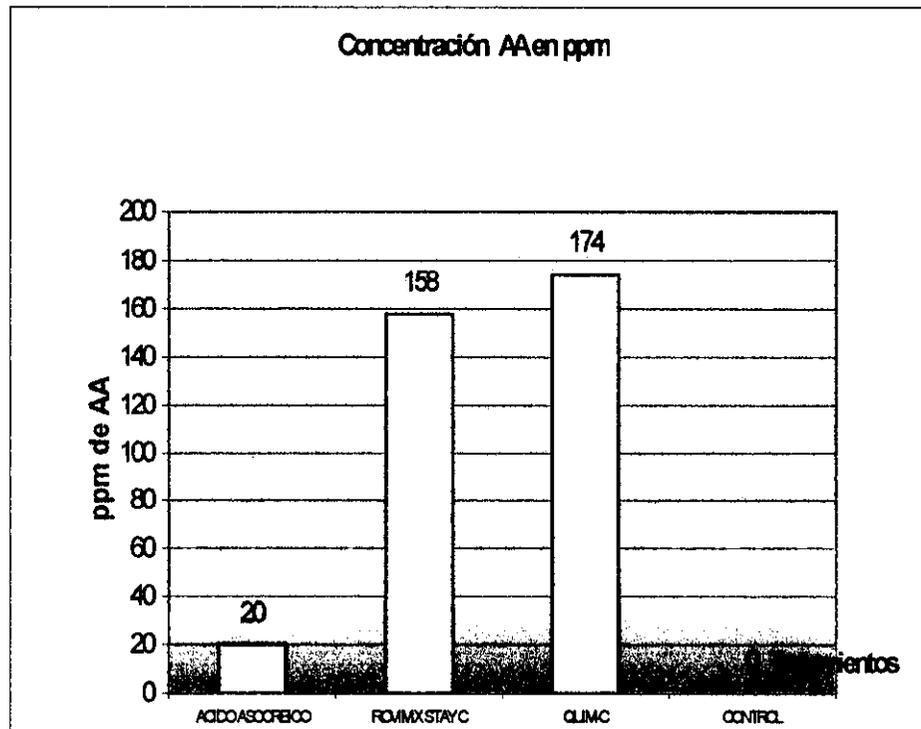
CUADRO N° 7: ESTABILIDAD ACIDO ASCÓRBICO
CONCENTRACIÓN INICIAL

GRUPOS	TRATAMIENTOS	ESTABILIDAD AA CONCENTRACIÓN (ppm)
1	ACIDO ASCÓRBICO	70
2	ROVIMIX STAY-C	164
3	QUIM-C	186
4	CONTROL	0



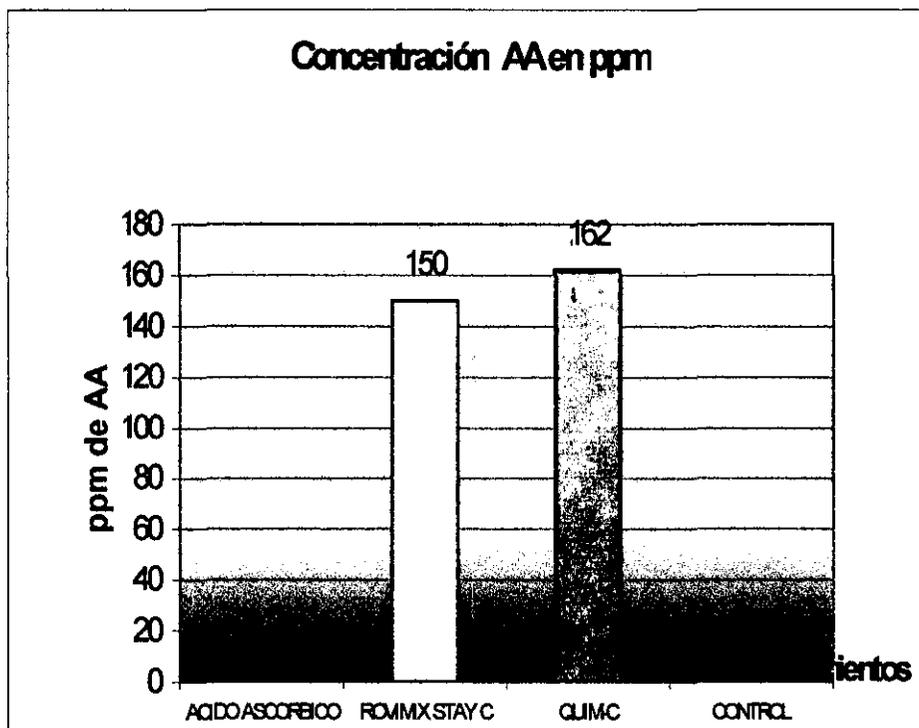
CUADRO N° 8: ESTABILIDAD ACIDO ASCÓRBICO
CONCENTRACIÓN 30 DIAS

GRUPOS	TRATAMIENTOS	ESTABILIDAD AA CONCENTRACIÓN (ppm)
1	ACIDO ASCÓRBICO	20
2	ROVIMIX STAY-C	158
3	QUIM-C	174
4	CONTROL	0



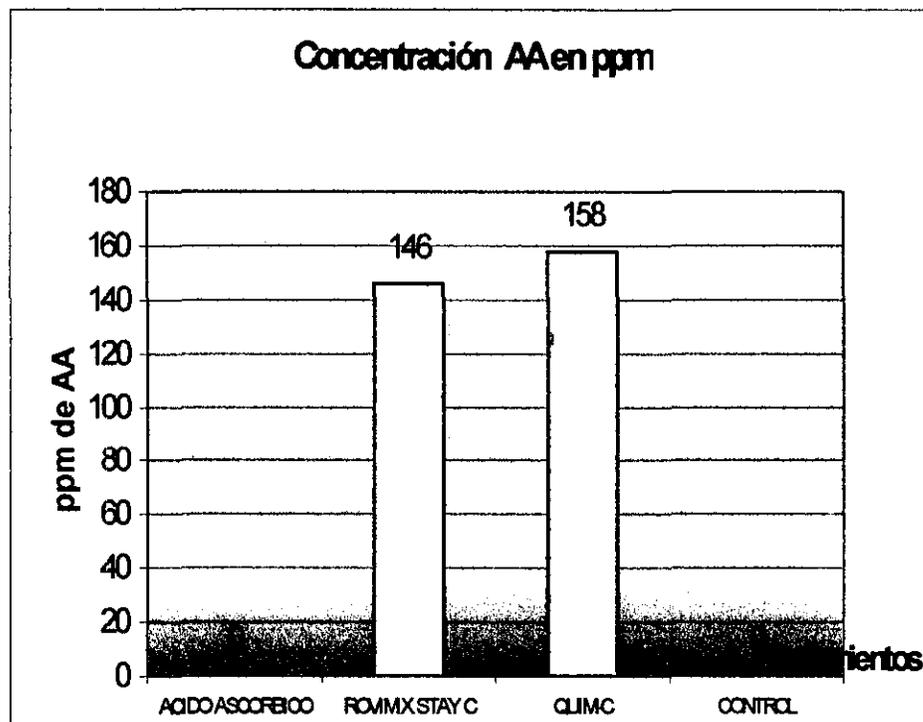
CUADRO N° 9: ESTABILIDAD ACIDO ASCÓRBICO
CONCENTRACIÓN 60 DIAS

GRUPOS	TRATAMIENTOS	ESTABILIDAD AA CONCENTRACIÓN (ppm)
1	ACIDO ASCÓRBICO	0
2	ROVIMIX STAY-C	150
3	QUIM-C	162
4	CONTROL	0



CUADRO N° 10: ESTABILIDAD ACIDO ASCÓRBICO
CONCENTRACIÓN 90 DIAS

GRUPOS	TRATAMIENTOS	ESTABILIDAD AA CONCENTRACIÓN (ppm)
1	ACIDO ASCÓRBICO	0
2	ROVIMIX STAY-C	146
3	QUIM-C	158
4	CONTROL	0



CONCLUSIONES

1.- La incorporación de ácido ascórbico estabilizado como el Rovimix Stay-C y el Quim-C en dosis de 200 ppm, respectivamente, dieron como resultado efectos positivos en los parámetros productivos.

2.- El efecto del déficit de vitamina C, quedo claramente demostrado en los parámetros estudiados en el presente ensayo, obteniendo bajos crecimientos, malas eficiencias de conversión, anormalidades en el crecimiento óseo de los peces y en un aumento de la mortalidad..

3.- No existieron diferencias en los parámetros estudiados al comparar el efecto de los productos Rovimix Stay-C y Quim-C como fuente de ácido ascórbico en la dieta de peces salmónidos..

4.- El Quim-C solución al 15 %, es una buena fuente de ácido ascórbico para estos peces y puede ser utilizado en las fases de alevinaje, crianza y engorda de salmónidos en cultivo intensivo ya que además de ser aprovechado íntegramente por las truchas su estabilidad quedo confirmada por los porcentajes obtenidos en el alimento a lo largo de la duración del ensayo.

Resumen

Acorde con los promisorios resultados obtenidos con el producto QUIM – C Solución al 15 %, en alevines de trucha arcoiris, se procedió a efectuar una prueba masiva en una población de 120.000 truchas arcoiris de un peso promedio de 150 gramos.

Esta prueba se efectuó a los 45 días de haber comenzado el ensayo en alevines de trucha arcoiris.

Se utilizaron 60.000 truchas para el ensayo con suplementación de QUIM – C a dosis de 200 ppm por kg de alimento durante 30 días de tratamiento. Otras 60.000 truchas de peso similar fueron alimentadas con dieta normal conteniendo 200 ppm del producto ROVIMIX STAY – C 35.

Las truchas fueron repartidas al azar en grupos de 20.000 cada uno y puestas en raceways de 75 m³ (25 x 3 x 1).

Al cabo de 30 días los consumos de alimento, de ganancia de peso, eficiencia de conversión alimenticia y mortalidad fueron similares para los grupos en estudio. Además no se detectaron síntomas o signos de deficiencia de ácido ascórbico.

Como conclusión al presente estudio se puede afirmar que el producto QUIM – C, es tan eficiente como el ROVIMIX STAY – C, logrando resultados similares al ser incorporado al alimento de truchas.

E) Impactos del proyecto :

El proyecto de innovación tecnológico, trae consigo un gran impacto positivo técnico – económico para la empresa. Ellos pueden resumirse en los siguientes términos :

Impactos Técnicos :

- La empresa desarrolla un nuevo producto que la posiciona como líder en el país con dicho producto.
- Se adquiere un proceso químico y tecnología propia y única.

Impactos económicos :

- Se generarán nuevos ingresos a la empresa por un valor aproximado de US\$150.000 el primer año, hasta lograr después de cinco años un ingreso de US\$300.000
- Estas cifras pueden significar un ahorro de divisas por US\$ 450.000 y US\$900.000
- Los índices financieros del proyecto productivo, indican resultados bastante atractivos, generando un VAN de M\$110.370 y una TIR de 34%

- Mecanismos de implementación :

El mecanismo de implementación del nuevo proyecto, se ejecutará como sigue :

- Utilización de los actuales canales de distribución a través de la venta directa, mediante sus vendedores técnicos y asesores (ocho

en total) que cubren la zona central y sur del país.

- La empresa participa frecuentemente en reuniones de exportación a través de su departamento de comercio exterior.
- Participación activa en publicidad en revistas del ramo (Aqua Chile)

F) Anexos :

Anexo N°1 Resumen Actividades Desarrolladas Proyecto

Informe de Avance N°2 Periodo desde Noviembre 2001 hasta Febrero 2002

Hitos verificables programado: Etapas: 5B, 6, 7, 8

Logros de hitos verificables : 100%

Detalle Actividades	Programadas					Realizadas			
	Meses					Meses			
	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb.	Nov	Dic	Ene	Feb.
5. Transformación del producto obtenido en A, en un producto de uso comercial.	5					5			
6. Definición del proceso de estabilización.		6				6			
7. Etapa experimental de la evaluación de producto en empresas usuarias.	7	7	7	7	7	7	7	7	7
8. Informe final.					8				8