



20 AGO. 2008

4144

10:55

Santiago, 18 de agosto de 2008

Señor

**Mauricio Cañoles S.**

Jefe Unidad Estudios y Proyectos  
Fundación para la Innovación Agraria  
Presente.-

De mi consideración:

Junto con saludarle, doy respuesta a su carta en relación a las correcciones del informe técnico final del proyecto "Evaluación técnica y económica de productos agroindustriales ricos en antioxidantes en base a berries nativos (*Aristotelia chilensis*, *Ugni molinae* y *Fragaria chiloensis*)" código FIA-PI-C-2005-1-A-054.

Se mejoró el resumen del proyecto exponiendo los puntos más importantes de la investigación, esto se adjunta con la presente. Por otra parte se adjunta la nueva copia digital del proyecto con el nuevo resumen.

En lo que respecta a lo solicitado, en la parte de la evaluación técnica y económica del proyecto, punto del que era responsable el Sr. Fernando Martino, no se pudo llevar a cabo lo solicitado en su carta, debido a que el profesional a quien se contrató la ejecución de este objetivo esgrimió razones técnicas que explicaban el por qué no se podía hacer entrega de un informe técnico financiero con el nivel de profundidad pedido en la carta enviada por usted.

De acuerdo a esto, hacer lo pedido en la carta enviada, hubiera significado un tiempo y costo adicional por dicho trabajo, lo cual de acuerdo a lo señalado por el Sr. Martino no estaba considerado en la propuesta del proyecto aprobada por FIA. En relación al tiempo que toma un estudio de mayor profundidad, el Sr. Martino me indicó que toma cerca de un mes hacer cada estudio de factibilidad económica de los dos productos en base a berries nativos pedidos por usted, lo que hacía inviable un estudio de ese nivel de complejidad y profundidad con el presupuesto aprobado. Dado que es un tema del que ninguno de los componentes del equipo del proyecto es especialista, solo podemos aceptar de buena fe lo comentado por el profesional a quien se le solicitó realizará el estudio económico.

En cuanto al atraso en la entrega de estas correcciones las que debían haberse presentado a FIA el día 30 de julio se debió a que el equipo técnico estaba a la espera de poder contar con los antecedentes de todas las modificaciones solicitadas, pensando que se podría contar con una complementación en el estudio económico, lo que finalmente no ocurrió por las razones ya comentadas, por lo que le presento mis disculpas, esperando no haber generado algún tipo de problema administrativo para FIA.

Sin otro particular y esperando una favorable acogida a la presente, lo saluda atentamente,



Álvaro Peña Neira

Coordinador Proyecto

FIA-PI-C-2005-1-A-054

## I. RESUMEN EJECUTIVO DEL PROYECTO.

El presente proyecto de investigación tiene como objetivo principal evaluar técnica y económicamente la producción de pulpas congeladas, yogures, infundidos y deshidratados ricos en antioxidantes en base a berries nativos (*Aristotelia chilensis*, *Ugni molinae* y *Fragaria chiloensis*) y como objetivos específicos determinar la biodisponibilidad de los compuestos antioxidantes de frutos maqui, murtila y frutilla silvestre *in vivo*, formular pulpas congeladas, yogures, infundidos y deshidratados en base a estos berries nativos ricos en antioxidantes, determinar los contenidos de antioxidantes y capacidad antioxidante *in vitro* de los productos formulados, evaluar sensorialmente los productos formulados y evaluar la factibilidad técnica y económica de la producción de éstos.

En cuanto al contenido de antioxidantes, se aprecia que los berries nativos presentaron un alto contenido de estos al compararlos con otras frutas disponibles en el mercado, destacándose especialmente el maqui, el cual presenta una gran cantidad de compuestos antioxidantes así como también pigmentos, aun así fue posible apreciar la alta variación en cuanto al contenido de estas especies químicas en las distintas zonas y subzonas del país. En términos generales, para los parámetros determinados no se observan diferencias claras entre los maquis recolectados de diferentes zonas geográficas. En cuanto al promedio por zonas, para maqui, tenemos que para fenoles, taninos y antocianos en ese mismo orden, la RM presenta 20,9; 24,4 y 17,9 g/Kg respectivamente, la VI Región presenta 21,8; 31,3 y 25,4 g/Kg respectivamente, la VII Región presenta 24,2; 27,3 y 23,5 g/Kg respectivamente, la VIII Región presenta 24,2; 33,2 y 23,5 G/Kg respectivamente y finalmente la X Región presenta 20,3; 28,7 y 22,2 g/Kg respectivamente. Es así que por zonas los que presentan contenidos más altos en fenoles totales son las muestras de la VII y VIII Región (24,2 gEAG/Kg, para ambas zonas), en cuanto a taninos totales las muestras con más altos valores son las provenientes de la VI y VIII Región (31,3 y 33,2 g catequina/Kg respectivamente), finalmente para antocianos la VI Región (25,4 g malvidina/Kg) es la que presenta valores más altos pero se observa una tendencia similar en las restantes zonas geográficas del país. En cuanto al promedio de compuestos fenólicos por zona geográfica, en el caso de murtila, para fenoles totales, taninos totales y antocianos totales en ese mismo orden, la VII Región presenta 4,4; 2,7 y 0,2 g/Kg respectivamente, la VIII Región presenta 8,6; 7,4 y 0,4 g/Kg respectivamente, la IX Región presenta 9,1; 4,4 y 0,3 g/Kg respectivamente, la X Región presenta 9,3; 3,2 y 0,2 g/Kg respectivamente y finalmente la XIV Región presenta 10,6; 12,6 y 0,2 g/Kg respectivamente. En cuanto al promedio de compuestos fenólicos de los frutos de frutilla blanca chilena, por zona geográfica para fenoles

totales y taninos totales en ese mismo orden, la VIII Región presenta 3,4 y 2,9 g/Kg respectivamente y la IX Región presenta 2,7 y 3,5 g/Kg respectivamente.

Los contenidos de fenoles y taninos promedios en maqui para las distintas zonas geográficas del país fueron de 22,3 g y 29,0 g respectivamente. En cuanto a murtillo los contenidos para fenoles y taninos fueron de 8,4 g y 6,1 g respectivamente. Estos contenidos son superiores al resto de especies analizadas que son consumidas habitualmente por la población, especialmente cuando hablamos de maqui, el cual es el fruto que presenta los mayores niveles de antioxidantes y se convierte en una real alternativa a la hora de hablar de productos funcionales beneficiosos para la salud humana, la murtillo también cae dentro de lo anterior y en menor medida la frutilla blanca, pero los tres frutos son alternativas reales para el desarrollo de productos con un alto valor agregado. En el caso del maqui, aparte de las propiedades antioxidantes beneficiosas en cuanto a la prevención de ciertos tipos de cáncer, problemas cardíacos, entre otras funciones (Scalbert *et al.*, 2005), pudiendo utilizarse como un producto nutracéutico, también presenta altas concentraciones de antocianos, es decir, pigmentos que pueden ser utilizados en la industria alimentaria como colorante de alimentos entre otras funciones y además por el alto contenido de taninos, estos pigmentos se vuelven muy estables al estar unidos a taninos, ante lo cual pueden soportar en mejor forma la oxidación y reacciones de hidratación (Zamora, 2003) siendo una buena fuente de pigmentos altamente estables a las condiciones del medio. Por las razones anteriores es que no solo el consumo de productos frescos es altamente beneficioso para la salud sino que también se abre la puerta para el uso de estos frutos en la agroindustria, como colorantes o como suplementos de antioxidantes que pueden agregarse a otros alimentos de consumo diario.

Además se encontró un alto contenido de fibra dietaria en las muestras de maqui, murtillo y frutilla blanca. Se aprecia que los valores de fibra total son similares en todas las zonas estudiadas promediando un valor de 23 g de fibra total, muy superior si lo comparamos con los valores de fibra dietaria de frutas consumidas habitualmente. Dentro de los berries nativos estudiados, el maqui, es el que presenta los mayores valores de fibra tanto insoluble como soluble, convirtiéndose en una buena fuente de fibra para los consumidores, lo cual se repite en el caso de la murtillo que presenta un buen nivel de fibra siendo en este caso similares a algunas frutas consumidas habitualmente dentro del grupo de berries comerciales especialmente en los valores de fibra dietaria insoluble, pero si analizamos el contenido de fibra dietaria total podemos apreciar que es muy superior al resto de frutas consumidas habitualmente por la población y que sus valores son similares a los obtenidos en maqui, lo que convierte a la murtillo en una buena fuente de fibra.

Con respecto a los productos agroindustriales, la duración esperada para las pulpas congeladas fue de 8 meses para todos los tratamientos. La duración para los infundidos de murtilla fue de 6 meses. En esta etapa se analizaron los resultados de los ensayos para las 2 tesis programadas para infundidos y pulpas concentradas para inclusión en yogures. Los resultados mostraron un buen contenido y estabilidad de los compuestos antioxidantes en pulpas congeladas siendo evaluadas positivamente en el plano sensorial, por otro lado los infundidos también mostraron el mismo comportamiento con buena estabilidad de los antioxidantes en el tiempo de almacenaje, además de contar con una buena aceptación por parte de los degustadores. La pérdida de fenoles después de 8 meses de almacenaje a una temperatura de  $-20^{\circ}$  C fue mínima, lo cual da cuenta de la estabilidad de estos compuestos en un producto como lo sería una pulpa congelada ofrecida en el mercado, en este caso es interesante de observar que el producto en almacenamiento de 8 meses no cambia en mayor forma su contenido de compuestos antioxidantes lo cual es beneficioso para el producto en sí y también para los consumidores, en este caso la estabilidad del producto se debe exclusivamente a la propia estabilidad que dan los compuestos antioxidantes y no a la adición de compuestos preservantes en la elaboración de la pulpa. De acuerdo a los resultados en pulpa de murtilla se puede apreciar que existe una mínima pérdida de compuestos fenólicos, cuando se somete el fruto al tratamiento para obtener la pulpa, ya que si nos damos cuenta que la pulpa fue elaborada con murtillas provenientes de la zona de Cauquenes que como promedio presentaron un valor en fenoles de 4,4 g EAG/Kg de fruta con la pulpa que presenta un valor de fenoles de 4,09 g EAG/Kg de pulpa, nos damos cuenta que es una buena alternativa la elaboración de pulpas congeladas que son importantes tanto desde el punto de vista de un producto nativo novedoso como desde el punto de vista funcional en cuanto al aporte de compuestos antioxidantes beneficiosos para la salud humana. Los compuestos fenólicos son poderosos antioxidantes lo cual aparte de ser beneficioso para la salud humana, es positivo en cuanto a la estabilidad de los productos que los contienen, es así que si un producto presenta un gran contenido de antioxidantes puede soportar mejor la oxidación propia del tiempo de conservación al que se someta ya que esos mismos compuestos, que en este caso serían compuestos fenólicos, se oxidan permitiendo una mayor estabilidad del producto. Lo anterior sería de alguna forma relevante en cuanto a la estabilidad y al contenido de antioxidantes en las pulpas de frutilla, ya que al tener una menor cantidad de compuestos fenólicos debido a que en la fruta presenta una menor concentración de estos, afectaría a la concentración a través del tiempo de estos compuestos en el producto, debido a que al tener menos compuestos

fenólicos estos se oxidan más rápido lo que conlleva a la disminución de su concentración en el tiempo.

Se puede apreciar una buena estabilidad en el contenido de fenoles en los infundidos de murtila, así a lo largo de los 8 meses de almacenaje, el infundido de murtila soporto en buena forma el almacenaje a bajas temperaturas, produciéndose bajísimas pérdidas de fenoles.

En el caso de los yogures elaborados con pulpas de berries nativos mostraron un buen contenido de antioxidantes y una buena aceptabilidad por parte de los degustadores tanto entrenados como público en general, especialmente en el yogurt de frutilla y murtila, el yogurt de maqui tuvo menos aceptación debido al amargor del producto. Como resumen podemos apreciar al analizar la aceptabilidad medida tanto por un panel entrenado en alimentos como por un panel no entrenado, es decir, personas consumidoras o no de productos lácteos, que los mayores porcentajes de aceptación del producto lo tiene el yogurt con pulpa de frutilla, esto podría deberse a que el consumidor esta más acostumbrado a consumir frutillas tanto en forma fresca como en yogurt, pero con la diferencia que en este caso la materia prima serían frutillas nativas con un buen contenido de fibras y compuestos antioxidantes, que le entregaría un valor agregado al producto.

En el mes de noviembre se comenzó con los ensayos de biodisponibilidad de compuestos antioxidantes en ratas de laboratorio los cuales fueron realizados por un equipo de profesionales de la Facultad de Medicina guiados por el Dr. Ramón Rodrigo. Estos resultados muestran que las ratas en tratamiento con extracto de murtila, maqui y frutilla, tienen mayores valores de capacidad antioxidante v/s control (FRAP). Este aumento del poder antioxidante ha sido previamente comunicado en ratas con un consumo más crónico de ácido elágico a una concentración similar y se asocia a un menor tenor oxidativo a nivel plasmático y en los distintos órganos. Esto también se expresó en mayores niveles de ácido úrico en los tratamientos de los grupos que consumieron extracto de murtila, maqui y frutilla silvestre.

Por otra parte los niveles de lipoperoxidación tanto plasmática (F2 isoprostanos) no difieren en los grupos de ratas tratadas con respecto a los valores control. Por lo tanto, la administración de los distintos extractos no afecta el status oxidativo basal, por el contrario induce, en condiciones de consumo moderado en la rata (3 semanas), un reforzamiento del sistema antioxidante a nivel plasmático. Por lo tanto, se podría sugerir que este tratamiento prepara a las ratas para enfrentar una carga radicalaria (injuria oxidativa) sin sufrir disminución de las defensas endógenas (valores basales de F2 sin modificación). Sin embargo, para corroborar esta afirmación debieran realizarse

estudios de estos parámetros en condiciones que incluyan un desafío oxidativo de los animales previamente tratados con los extractos (ej. modelo de rhabdomiolisis).

Existe a su vez una tendencia a que la administración de extractos con mayor contenido fenólico induzca un mayor reforzamiento del sistema antioxidante plasmático, por lo tanto, estos hallazgos serían una forma empírica de inferir biodisponibilidad de los compuestos antioxidantes de los distintos berries estudiados. Siendo el parámetro FRAP una determinación fácil y a bajo costo se le permite ser considerado como una herramienta para determinar el efecto antioxidante *in vivo* e *in vitro*.

En resumen se aprecia claramente que los frutos de berries nativos, así como también los productos agroindustriales obtenidos de los mismos, presentan, altos contenidos de compuestos antioxidantes, lo cual los convierte en una real alternativa a la hora de elegir alimentos funcionales que sean de aporte para la dieta habitual de la población, lo cual se suma al hecho de que estos productos son nativos, lo cual daría un mayor valor agregado a los mismos.