



Facultad de Medicina Humana y Ciencias de la Salud

Escuela Profesional de Farmacia y Bioquímica

TESIS

ACTIVIDAD INMUNOESTIMULANTE PREBIÓTICA DEL RIZOMA DE  
*Smallanthus sonchifolius*, YACÓN

PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

QUIMICO FARMACÉUTICO

BACHILLER: COTILLO CORREA, JAYLY EDAYIN

ASESORA: MG. JARAMILLO BRICEÑO, MARILÚ R.

LIMA- PERÚ

2014

## **DEDICATORIA**

A mis padres, porque creyeron en mí y porque me sacaron adelante, dándome ejemplos dignos de superación y entrega, porque en gran parte gracias a ustedes, hoy puedo ver alcanzada mi meta. Va por ustedes, por lo que valen, porque admiro su fortaleza y por lo que han hecho de mí.

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios todo poderoso y a la Virgen María, por haberme permitido llegar hasta este punto de mi vida y haberme dado salud para lograr mis objetivos.

A mis padres y a mis hermanos, por ser mi mayor inspiración en la vida, por darme su apoyo y su amor incondicional, por creer en mí y sobre todo por ser el motor que me impulsa a seguir adelante.

A mi metodóloga, Lic. Silvia Valdéz, por su paciencia y por corregirme de la mejor manera siempre que fuera necesario y a mi asesora de tesis, Mg. Marilú R. Jaramillo Briceño, por la orientación, dedicación, amistad, confianza y ayuda que me brindo y a lo largo de la realización de esta tesis.

## RESUMEN

**Introducción:** El cáncer constituye una de las principales causas de muerte en el mundo, siendo el cáncer de colon la segunda causa de muerte, después del cáncer del pulmón en el hombre y de la mama en la mujer. El estreñimiento afecta preferentemente a determinados grupos de población, especialmente niños, mujeres y ancianos. **Objetivo:** Revisar y analizar las investigaciones realizadas y publicadas sobre la actividad inmunoestimulante prebiótica del rizoma de *Smallanthus sonchifolius*, yacón. **Métodos:** El presente estudio es de tipo descriptivo, transversal y documental. Se analizaron entre otros, los artículos publicados por Luis Ernesto Hurtado y Armando Estrada R. (2009), Gonzales Rubén (2008), Juan Seminario, Miguel Valderrama, Ivan Manrique (2003), Ana María Muñoz Jáuregui (2009). **Resultados:** Se observó que los estudios realizados en seres humanos dan resultados diferentes y contradictorios. La mayoría de estos efectos fisiológicos han sido estudiados en animales de experimentación, por lo que es necesario validarlos también en seres humanos, realizando estudios clínicos bien diseñados. **Conclusiones:** De la información analizada y revisada se concluye lo siguiente: El consumo del rizoma de *Smallanthus sonchifolius*, yacón, genera actividad inmunoestimulante prebiótica. Los fructooligosacáridos que contiene reducen el riesgo de desarrollar cáncer de colon porque favorecen el desarrollo de las bifidobacterias y lactobacillus en los consumidores. Además, reduce el estreñimiento debido a su alto contenido de fibra y agua, porque incrementa la frecuencia y el volumen de las deposiciones logrando la disminución del estreñimiento.

**Palabras clave:** *Smallanthus sonchifolius*, yacón, fructooligosacáridos, prebióticos, inmunoestimulante.

## ABSTRAC

**Introduction:** Cancer is a leading cause of death worldwide, with colon cancer the second leading cause of death after lung cancer in men and breast in women. Constipation mainly affects certain population groups, especially children, women and elderly. **Objective:** To review and analyze research conducted and published on the immunostimulatory activity of the rhizome prebiotic yacón, yacon. **Methods:** This study is descriptive, transverse and documentary. We analyzed among others, the articles published by Luis Ernesto Hurtado and Armando Estrada R. (2009), Ruben Gonzales (2008), Juan Seminary, Miguel Valderrama, Ivan Manrique (2003), Ana Maria Muñoz Jáuregui (2009). **Results:** It was observed that studies in humans give different and contradictory results. Most of these physiological effects have been studied in experimental animals, so it is also necessary to validate in humans, performing well-designed clinical trials. **Conclusions:** In the analyzed and reviewed information we conclude the following: Consumption of rhizome yacón, yacon, generates prebiotic immunostimulatory activity. Fructooligosaccharides containing reduce the risk of developing colon cancer because they favor the development of bifidobacteria and lactobacillus on consumers. It also reduces constipation due to its high fiber and water, for increasing the frequency and stool volume achieving the reduction of constipation.

**Keywords:** *Smallanthus sonchifolius*, yacon, fructooligosaccharides, prebiotic, immunostimulant.

## ÍNDICE

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTOS .....	iii
RESUMEN .....	iv
ABSTRACT .....	v
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	ix
ÍNDICE DE CUADROS .....	x
ÍNDICE DE TABLAS .....	x
INTRODUCCIÓN.....	xi
<b>CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....</b>	<b>13</b>
<b>1.1 Descripción de la realidad problemática .....</b>	<b>13</b>
<b>1.2 Delimitaciones de la Investigación .....</b>	<b>15</b>
<b>1.2.1 Delimitación Espacial .....</b>	<b>15</b>
<b>1.2.2 Delimitación Temporal .....</b>	<b>15</b>
<b>1.2.3 Delimitación Social .....</b>	<b>15</b>
<b>1.3 Formulación del Problema.....</b>	<b>15</b>
<b>1.3.1 Problema General.....</b>	<b>15</b>
<b>1.3.2 Problemas Específicos.....</b>	<b>15</b>
<b>1.4 Objetivos de la Investigación .....</b>	<b>16</b>
<b>1.4.1 Objetivo General.....</b>	<b>16</b>
<b>1.4.2 Objetivos Específicos.....</b>	<b>16</b>
<b>1.5 Hipótesis de la Investigación .....</b>	<b>16</b>
<b>1.5.1 Hipótesis General.....</b>	<b>16</b>
<b>1.5.2 Hipótesis Específicas .....</b>	<b>16</b>
<b>1.6 Justificación e Importancia de la Investigación.....</b>	<b>17</b>

<b>CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO</b> .....	19
<b>2.1 Antecedentes de la Investigación</b> .....	19
<b>2.1.1 Internacionales</b> .....	19
<b>2.1.2 Nacionales</b> .....	20
<b>2.2 Bases Teóricas</b> .....	21
<b>2.2.1 <i>Smallanthus sonchifolius</i></b> .....	21
<b>2.2.2 Origen Geográfico</b> .....	22
<b>2.2.3 Taxonomía</b> .....	24
<b>2.2.4 Condiciones de Cultivo</b> .....	24
<b>2.2.5 Descripción de la Planta</b> .....	26
<b>2.2.6 Composición Química del Rizoma</b> .....	26
<b>2.2.7 Fructooligosacáridos</b> .....	29
<b>2.2.8 Prebióticos</b> .....	30
<b>2.2.9 Efectos de los Prebióticos en la Salud</b> .....	32
<b>2.2.10 Cáncer de Colon</b> .....	36
<b>2.2.11 Estadios del Cáncer de Colon Rectal</b> .....	38
<b>2.3 Definición de términos básicos</b> .....	39
<b>2.3.1 Fructooligosacáridos</b> .....	39
<b>2.3.2 Inulina</b> .....	39
<b>2.3.3 Oligofructosa</b> .....	39
<b>2.3.4 Galactooligosacárido</b> .....	40
<b>2.3.5 Bífidobacterias</b> .....	40
<b>2.3.6 Rizoma</b> .....	40
<b>2.3.7 <i>Lactobacillus rhamnosus GG</i></b> .....	40
<b>2.3.8 <i>Cándida albicans</i></b> .....	40
<b>2.3.9 <i>Listeria monocytogenes</i></b> .....	40

2.3.10 <i>Salmonella typhimurium</i> .....	41
2.3.11 Probiótico.....	41
2.3.12 Prebiótico.....	41
2.3.13 Fructanos.....	41
<b>CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>42</b>
<b>3.1 Tipo de Investigación.....</b>	<b>42</b>
3.1.1 Método .....	42
<b>3.2 Población y Muestreo de la Investigación.....</b>	<b>42</b>
3.2.1 Población .....	42
3.2.2 Muestra.....	43
<b>3.3 Variables e Indicadores.....</b>	<b>43</b>
<b>3.4 Tecnicas e Instrumento.....</b>	<b>44</b>
3.4.1 Tecnicas .....	44
3.4.2 Instrumento .....	44
<b>CAPÍTULO IV: PRESENTACIÓN, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE :</b>	
<b>4.1 RESULTADOS .....</b>	<b>45</b>
<b>DISCUSIÓN.....</b>	<b>48</b>
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>50</b>
<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>51</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>52</b>
<b>ANEXO 1: PRESENTACION DE YACÓN .....</b>	<b>60</b>
<b>ANEXO 2: MATRIZ DE CONSISTENCIA.....</b>	<b>61</b>



## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico N°1</b> Yacón ( <i>Smallanthus sonchifolius</i> ).....	22
<b>Gráfico N°2</b> Origen prehispánico del Yacón.....	22
<b>Gráfico N°3</b> Campo de cultivo del yacón.....	25
<b>Gráfico N°4</b> Presentación de Yacón.....	60

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro N°1</b>	Clasificación Taxonómica.....	24
<b>Cuadro N°2</b>	Efectos en la Salud de los Prebióticos.....	35

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla N°1</b>	Composición del Yacón.....	27
<b>Tabla N°2</b>	Plantas con mayor contenido de fructanos.....	28
<b>Tabla N°3</b>	Clasificación de Carbohidratos como prebiótico.....	31
<b>Tabla N°4</b>	Efectos de fructanos en el tracto gastrointestinal y la función inmune.....	45
<b>Tabla N°5</b>	Efectos de consumo de <i>Smallanthus sonchifolius</i> , yacón, en cáncer de colon y estreñimiento.....	46
<b>Tabla N°6</b>	Estudios sobre el efecto de prebióticos en cáncer de colon y recto...47	

## INTRODUCCION

*Smallanthus sonchifolius*, yacón, es una planta domesticada hace varios siglos por los pobladores de las culturas preincaicas. Hasta hace poco tiempo se cultivaba solo en los jardines y huertos caseros de la serranía para autoconsumo y para el consumo ocasional en festividades religiosas especiales.

Sin embargo, debido a que recientemente se han empezado a descubrir y difundir algunas de sus propiedades promisorias, se ha generado en la población un creciente interés por este producto. Es así como, algunos años, el yacón ha empezado a llegar a los mercados urbanos, incluyendo las principales cadenas de supermercados.

El consumo de *Smallanthus sonchifolius*, yacón, contribuiría indirectamente a mejorar la salud del tracto gastrointestinal, fortaleciendo la flora intestinal, mejorando el sistema inmune y beneficiando a pacientes con enfermedades como el cáncer. Además *Smallanthus sonchifolius*, yacón, genera un efecto positivo sobre el estreñimiento debido a su alto contenido de agua y fibra, que incrementa la frecuencia de deposiciones y el volumen de la masa fecal con la disminución del estreñimiento.

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), en el Perú se detectan anualmente 2000 casos de cáncer de colon, de los cuales 1100 fallecen, ubicando a esta neoplasia en el cuarto lugar de mortalidad, por ello es importante detectar en estadios iniciales esta enfermedad puesto que será mayor la posibilidad de sobrevivir debido a que es una neoplasia silenciosa, que presenta síntomas cuando la enfermedad se encuentra muy avanzada.

El profesional químico farmacéutico como integrante del equipo de salud tiene un rol muy importante en la orientación que debe brindar a la población para que conozca los beneficios del consumo de *Smallanthus sonchifolius*, yacón, y adopte un estilo de vida saludable.

Un estudio realizado por el Centro Duphar sobre Estreñimiento (CIDE) ha analizado una muestra de 1.460 hombres y mujeres y ha concluido que el sexo femenino es un factor de riesgo para padecer estreñimiento. Las características fisiológicas y hormonales propias de las mujeres y su estilo de vida favorecen la aparición de esta dolencia.

## CAPITULO I

### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

#### 1.1. DESCRIPCION DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA

El cáncer constituye una de las principales causas de muerte en el mundo. Se estima que a nivel mundial se diagnostican aproximadamente 12.7 millones de casos nuevos de cáncer cada año, sin que se produzca una mejora sustancial en el control del cáncer, se prevé que para el año 2030, esta cifra anual se elevará a 21.3 millones de casos nuevos. Según la Organización Panamericana de la Salud, un tercio de las muertes a nivel mundial se producen en la región de las Américas donde el número de muertes aumentará de 1.2 millones en 2008 hasta 2.1 millones en 2030 por efecto del envejecimiento poblacional y por el cambio de los estilos de vida (consumo de tabaco, alcohol, dieta poco saludable, inactividad física), así como, por la exposición a contaminantes ambientales, cancerígenos y radiación solar.<sup>1</sup>

Según los estudios realizados por el Dr. Poles Dante (2011- Argentina) y un estudio realizado por el laboratorio Sanofi Aventis (2014- España) , el cáncer de colon es la segunda causa de muerte por cáncer, después del cáncer de pulmón en el hombre y de la mama, en la mujer. El cáncer de colon ha ido aumentando su frecuencia en los países desarrollados. Representa en conjunto el 15% de los tumores diagnosticados en el hombre. Entre un 22% y un 36% de los casos, se detecta cuando la enfermedad está avanzada y, en estos casos, el índice de supervivencia esta alrededor de cero.<sup>2, 3</sup>

En nuestro país se producen 11.000 nuevos casos por año. La mortalidad inducida por este cáncer es de 10 muertes por cada 100.000 habitantes por año, con tendencia al aumento.

El estreñimiento afecta preferentemente a determinados grupos de población, especialmente niños, mujeres y ancianos. El consumo de yacón es beneficioso para problemas de estreñimiento por ser un alimento rico en fibra.<sup>4</sup>

*Smallanthus sonchifolius*, yacón, contiene fructooligosacáridos, (oligosacáridos naturales) que al ser utilizados como una molécula fermentable por la flora intestinal, permiten una disminución en el pH del colon, incrementando con ello la solubilidad de numerosos compuestos minerales. Además tiene propiedades físico-químicas especiales, como su elevada capacidad de retención de agua, estabilidad a temperaturas altas y de refrigeración, así como en rangos de pH de 4 a 7; poseen cerca de un tercio del poder edulcorante de la sucrosa y es bajo en calorías, por lo que se considera una alternativa al uso del azúcar comercial (sacarosa).<sup>5</sup>

El yacón se ha convertido en un recurso altamente importante de productos dietéticos y de personas que padecen diabetes. La evidencia científica ha demostrado que los Fructooligosacáridos pueden disminuir los niveles de triglicéridos y colesterol, incrementar la asimilación de calcio en los huesos, fortalecer la respuesta al sistema inmunológico, reducir el riesgo de desarrollar cáncer de colon y restaurar la microflora intestinal.<sup>4</sup>

Hoy en día, la inulina y los fructooligosacáridos, son incluidos en numerosos productos alimentarios para uso humano y veterinario, por su efecto positivo como prebiótico y estimulante del crecimiento de la flora intestinal no patógena.

6

*Smallanthus sonchifolius*, yacón, podría constituirse en una excelente materia prima para la extracción y exportación de fructooligosacáridos e inulina, así como, sus derivados. Actualmente la Universidad Nacional Agraria La Molina está desarrollando investigaciones sobre la aplicación de la biotecnología con el objetivo de realizar el mejoramiento genético de las diversas variedades peruanas de yacón, buscando conseguir un rizoma que contenga una mayor proporción de fructooligosacáridos.

## **1.2. DELIMITACION DE LA INVESTIGACION**

### **1.2.1. Delimitación Espacial**

El presente trabajo de investigación se realizó en la Universidad Alas Peruanas – Sede Lima; de la Facultad de Medicina Humana y Ciencias de la Salud, Escuela Académica Profesional de Farmacia y Bioquímica ,basándose en los artículos de investigación desarrollados en Colombia, Argentina, México y Perú.

### **1.2.2. Delimitación Temporal**

La investigación obtenida de los artículos de Investigación científica son desde 2008 al 2013.

### **1.2.3. Delimitación Social**

Esta investigación se ha realizado para que la población conozca las propiedades inmunoestimulantes y prebióticas del rizoma de *Smallanthus sonchifolius*, yacón y cuando lo consuma pueda obtener dichos beneficios para su salud.

## **1.3. FORMULACION DEL PROBLEMA**

### **1.3.1. Problema General**

¿Presentará el rizoma de *Smallanthus sonchifolius*, yacón, actividad inmunoestimulante prebiótica?

### **1.3.2. Problemas Específicos**

- ❖ ¿Los fructooligosacáridos contenidos en el rizoma de *Smallanthus sonchifolius*, yacón, reducirán el riesgo de desarrollar cáncer de colon?
- ❖ ¿Los fructooligosacáridos contenidos en el rizoma de *Smallanthus sonchifolius*, yacón, reducirán el estreñimiento?

## **1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION**

### **1.4.1. Objetivo General**

Revisar y analizar las investigaciones realizadas y publicadas sobre el rizoma de *Smallanthus sonchifolius*, yacón y la actividad inmunoestimulante prebiótica.

### **1.4.2. Objetivos Específicos**

- ❖ Revisar y analizar las investigaciones realizadas sobre la actividad de los fructooligosacáridos contenidos, en el rizoma de *Smallanthus sonchifolius*, yacón y el riesgo de desarrollar cáncer de colon.
- ❖ Revisar y analizar las investigaciones sobre los fructooligosacáridos contenidos en el rizoma de *Smallanthus sonchifolius*, yacón y el estreñimiento.

## **1.5. HIPOTESIS DE LA INVESTIGACION**

### **1.5.1. Hipótesis General**

El rizoma de *Smallanthus sonchifolius*, yacón, presentaría actividad inmunoestimulante prebiótica en la población que lo consume.

### **1.5.2. Hipótesis Específicas**

- ❖ Los fructooligosacáridos presentes en el rizoma de *Smallanthus sonchifolius*, yacón, reducirían significativamente el riesgo de desarrollar lesiones precancerosas en el colon.
- ❖ Los fructooligosacáridos presentes en el rizoma de *Smallanthus sonchifolius*, yacón, reducirían el riesgo de padecer estreñimiento.



## 1.6. JUSTIFICACION E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACION

El presente trabajo de investigación se realizó con el objetivo de contribuir a la difusión sobre el consumo del rizoma *Smallanthus sonchifolius*, yacón, y su actividad inmunoestimulante prebiótica que permitiría prevenir el desarrollo de lesiones precancerosas en el colon. La incidencia y mortalidad del cáncer de colon está en constante aumento, se presenta sobre todo a partir de los 50 años, y es más frecuente en los varones.<sup>7</sup> En nuestro país se diagnostican dos mil casos de cáncer de colon anualmente de los cuales fallecen 1100 pacientes por cada 100 000 habitantes, porque son detectados en estadio avanzado.

Según Cummings y Macfarlane (2002), se consideran a los prebióticos como un grupo de carbohidratos de cadena corta constituidos por la polimerización de 2 a 60 monómeros conocidos como fructooligosacaridos. Los cuales no son digeridos por enzimas humanas ni animales, beneficiando al consumidor al estimular selectivamente el crecimiento de las bifidobacterias y lactobacilos residentes del colon.

Las investigaciones realizadas hasta el momento, parecen poner de manifiesto que la incorporación en la dieta de compuestos prebióticos incide en el aumento del número de bífidobacterias en el colon humano, sus efectos más reconocidos son el de conseguir un mantenimiento de la microflora intestinal beneficiosa y/o el restablecimiento de la misma.<sup>9</sup>

El consumo de yacón, debido a su contenido de fructooligosacaridos, nos ayudaría en los desórdenes gastrointestinales, como el estreñimiento, colitis, previniendo infecciones en el sistema digestivo y evitando la formación de células cancerosas en el colon. Contribuiría a promover su utilidad prebiótica con el consiguiente ahorro de recursos en salud, para diversos sectores de la población afectados de colitis, a fin de prevenirla, superarla o coadyuvar en su tratamiento al incrementar o restablecer la microflora intestinal de lactobacillus y bifidobacterium.<sup>10</sup>

Los resultados obtenidos en la presente investigación podrían servir de base para la elaboración de planes y estrategias de intervención en la población,

promocionando el consumo de rizoma de *Smallanthus sonchifolius*, yacón como parte de una dieta saludable que permita la prevención del estreñimiento y cáncer de colon.

El consumo de *Smallanthus sonchifolius*, yacón, contribuiría indirectamente a mejorar la calidad de vida de los agricultores que se dedican al cultivo de yacón porque al incrementarse su consumo aumentaría la demanda lo que redundaría en mayor cantidad de hectáreas de cultivo con la consiguiente mejora de sus ingresos.

Además el *Smallanthus sonchifolius*, yacón es importante porque al ser un producto natural presentaría menos efectos colaterales.

Como profesionales químicos farmacéuticos integrantes del equipo de salud debemos cumplir un papel protagónico en la orientación que debemos brindar a la población, para que conozca los beneficios del consumo de *Smallanthus sonchifolius* yacón y de esta manera lo incorpore como parte de una dieta saludable y adopte un estilo de vida adecuado.

## CAPITULO II

### MARCO TEORICO

#### 2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACION

##### 2.1.1. Internacionales

**D. Morales –Koelliker y J.F. Vélez – Ruíz. , en su artículo Prebióticos: su importancia en la salud humana y propiedades funcionales en tecnología de alimentos. México (2013).** Concluyen que, la utilización de prebióticos como ingredientes alimentarios permite a los fabricantes satisfacer y superar las expectativas de los consumidores que viven preocupados por su salud.

Los prebióticos tienen el poder de controlar la composición de la microbiota del colon y así, conferir beneficios al bienestar y salud del huésped, este aumento en su utilización también responde, debido a las propiedades funcionales y físicas inherentes a los prebióticos, a las exigencias del consumidor por obtener productos con sabor agradable, de bajo valor calórico y que contengan poca cantidad de grasa. <sup>12</sup>

**Luis Ernesto Hurtado y Armando Estrada R., en su artículo El Yacón. Colombia (2009).** Concluye que cuando una persona ingiere fructooligosacáridos, estos se desplazan en casi todo su recorrido por el tracto digestivo sin ser modificados. Cuando los fructooligosacáridos alcanzan la última porción del intestino grueso (el colon), son fermentados por un grupo específico de bacterias que forman parte de la microflora intestinal (probióticos). La fermentación de los fructooligosacáridos produce ácido láctico y ácidos grasos de cadena corta (SCFA), butirato, propionato y acetato principalmente, los cuales disminuyen el pH del colon e imposibilitan así la multiplicación de bacterias putrefactivas y perjudiciales del colon. Estos agentes han sido vinculados con diversas propiedades asignadas a los fructooligosacáridos, especialmente la de mejorar la asimilación de

calcio y el metabolismo de los lípidos, fortalecer y modular la respuesta del sistema inmunológico, prevenir infecciones gastrointestinales y reducir el riesgo de desarrollar algunos tipos de cáncer, en especial el cáncer de colon.<sup>5</sup>

**Gonzales Rubén, en su publicación denominada, Proyecto: Cultivos Andinos, el grupo cooperativo Portal del patrimonio y la Comisión Municipal de Volcán. Argentina (2008).** Refiere que los azúcares del yacón se consideran “prebióticos” lo que se define como un alimento no digerible que afecta favorablemente la salud del consumidor al estimular selectivamente la proliferación de un grupo de bacterias benéficas en el tracto digestivo, mejorando así el balance intestinal. El balance positivo de estas bacterias frente a otras directa o indirectamente dañinas, se asocia a una serie de propiedades benéficas para la salud humana, entre ellas: mejorar la absorción del calcio y otros minerales, prevenir infecciones gastrointestinales, fortalecer y modular la respuesta del sistema inmunológico y aliviar el estreñimiento.<sup>11</sup>

### **2.1.2. Nacionales:**

**Ana María Muñoz Jáuregui en su artículo Monografía del yacón *Smallanthus sonchifolius* (Poepp. & Endl). Perú (2009).** Afirma que la Inulina y fructooligosacáridos pasan al intestino grueso sin metabolizarse, donde estimulan selectivamente el crecimiento de las poblaciones de bacterias conocidas con el nombre de bífidobacterias (acción prebiótica), estas bacterias son las que, favorecen la producción del complejo de la vitamina B y el ácido fólico, inhiben el crecimiento de microorganismos patógenos incluyendo Salmonella, Shiguella, Stafilococcus y Cándida.

Los fructooligosacáridos al ser utilizados como una molécula fermentable por la flora intestinal, permiten una disminución en el pH del colon, un incremento de la solubilidad de numerosos compuestos

minerales, la disminución de toxinas y consecuentemente menos riesgos de que se produzca un cáncer al colon.<sup>14</sup>

**Juan Seminario, Miguel Valderrama, Iván Manrique, El yacón: Fundamentos para el aprovechamiento de un recurso promisorio. Perú (2003)** en su artículo refieren que los diferentes estudios han revelado que ciertas bacterias del colon, productoras de los metabolitos asociados al cáncer de colon, son producidas en menor cantidad cuando se incluye fructooligosacáridos en la dieta de las ratas (Koo & Rao 1991, Reddy et al. 1997, Rowland et al. 1998, Buddington et Al. 2002). Readdy et al. (1997) observaron que después de usar un químico mutagénico específico, la formación de focos de colonias aberrantes ligadas al cáncer de colon se producía en menor cantidad en las ratas que habían sido alimentadas con fructooligosacáridos. Pierre et al. (1995) reportaron una reducción en la tasa de formación de tumores en el intestino delgado y en el colon, después de añadir fructooligosacáridos en la dieta de los roedores. Similares resultados han sido confirmados recientemente por Buddington et al. (2002). No existen estudios científicos concretos en humanos que evidencien que el consumo de fructooligosacáridos este asociado con un menor riesgo de incidencia de cáncer de colon, probablemente porque este tipo de estudios es mucho más difícil de realizar en humanos que en animales de laboratorio.<sup>13</sup>

## **2.2. BASES TEORICAS:**

### **2.2.1. *Smallanthus sonchifolius***

*Smallanthus sonchifolius* yacón, es un tubérculo cultivado en las zonas cálidas y templadas de la Cordillera de los Andes, hace aproximadamente 1200 a.C. por su *textura crujiente* y sabor dulce.<sup>15</sup>

### **Grafico N° 1: Yacón (*Smallanthus sonchifolius*)**



**Fuente:** Anónima

#### **2.2.2. Origen Geográfico**

El yacón es una planta arbustiva nativa de los Andes, domesticada por la población de Tahuantinsuyo, muy conocida por la población peruana prehispánica, por el dulzor de sus raíces engrosadas que la consumían como "fruta" fresca, o después de exponerla al sol por unos días para aumentar su dulzura. El primer registro escrito sobre yacón, aparece en la obra del cronista Bernabé Cobo que en 1633 refiere que se consumía como fruta cruda, que mejoraba su sabor si se exponía al sol y que duraba muchos días después de ser cosechado, sin malograrse; por el contrario se volvía más agradable. Por su parte Yacovleff (1933) dice que el yacón se encuentra en casi todos los fardos funerarios de Paracas. También se han encontrado diseños de sus raíces en pinturas de Nazca Embrionaria.<sup>16</sup>

### **Grafico N°2: Origen prehispánico del Yacón**



**Fuente:** Tafur 2007

Esta especie ha sido domesticada y se ha expandido su cultivo desde las montañas húmedas hacia el norte y sur, a lo largo de los declives húmedos andinos y valles interandinos secos y la costa peruana, por lo que es cultivado en muchas localidades aisladas a través de los Andes, Ecuador, el sur de Colombia, hasta el nor-oeste argentino (provincias de Salta y Jujuy), entre los 1800 y 2800 msnm, se desarrolla en climas templados montañosos. Sin embargo, se adapta fácilmente a una diversidad amplia de climas y suelos, desde el nivel del mar hasta los 3500 msnm, siendo altitudes medias entre 1500 y 2000 msnm las mejores para la producción de raíces reservantes. En casi todos los departamentos del Perú se siembra yacón, siendo Amazonas, Cajamarca, Oxapampa, Huánuco y Puno los lugares con mayor área sembrada. En el Perú, el área estimada de siembra con fines comerciales en el 2002 fue de 600 Has. En Bolivia y Ecuador su cultivo es menor y se destina principalmente al auto consumo.

Llegó por primera vez a Japón en la década de 1970, y desde allí se extendió a otros países de Asia, en especial Corea del Sur, China, Filipinas, Taiwán y hoy está ampliamente disponible en sus mercados. Posteriormente, en 1985, llega a Nueva Zelanda. Crece muy bien en sur de Australia (incluido Tasmania) y Nueva Zelanda, donde el clima es templado y es larga la temporada de crecimiento.

Recientemente, fue introducido también a los mercados de agricultores y tiendas de comida natural (dietéticas) en los Estados Unidos.<sup>17</sup>

### 2.2.3. Taxonomía

**CUADRO N° 1: Clasificación Taxonómica**

<b>REYNO</b>	Plantae
<b>DIVISION</b>	Magnoliophyta
<b>CLASE</b>	Magnoliopsida
<b>ORDEN</b>	Asterales
<b>FAMILIA</b>	Asteráceae
<b>SUBFAMILIA</b>	Asteroideae
<b>TRIBU</b>	Millerieae
<b>GÉNERO</b>	<i>Smallanthus</i>
<b>ESPECIE</b>	<i>S. sonchifolius</i>
<b>N.C.</b>	<i>S. sonchifolius</i> (Poepp & Endl) H. Robinson

**Fuente:** Polanco, 2011

### 2.2.4. Condiciones de Cultivo

La temperatura óptima para el desarrollo del yacón se da entre los 18° y 25°C. Sin embargo, el follaje es capaz de tolerar altas temperaturas si se proporciona suficiente agua.

Por el contrario, es sensible a las heladas. Esto hace que sea más factible su cultivo durante todo el año en lugares donde no se registran temperaturas bajas. De lo contrario, es necesario programar la siembra para que las heladas se presenten al final del cultivo.

Habitualmente, se siembra en setiembre y se cosecha en mayo o junio del siguiente año. Asimismo, se concluyó en distintos estudios que la formación adecuada de las raíces está relacionada con el registro de amplitudes térmicas diarias pronunciadas.



El yacón tiene una demanda hídrica de entre 650 y 1,000 milímetros anuales de precipitación a lo largo del cultivo. La planta puede sobrevivir a largos periodos de sequía, pero la productividad de las raíces se ve afectada.

Aunque el yacón se adapta a una amplia variedad de suelos, crece mejor en terrenos ricos, con buena estructura y bien drenados. Dadas estas características, su crecimiento en suelos pesados es pobre.

Igualmente, el cultivo puede tolerar suelos ácidos y levemente alcalinos. Las plantas de yacón se ven poco afectadas por insectos o enfermedades, porque sus pelos y las características químicas de sus hojas no permiten el surgimiento de plagas.

El ciclo total del cultivo puede variar entre 8 y 12 meses, aunque depende de la zona. Si se realiza en regiones templadas o de menor altitud, la maduración se adelanta en el tiempo.

La cosecha se realiza a mano, cuando concluye la floración y el follaje empieza a secarse. Con un azadón clásico es posible realizarla, separando con cuidado las raíces de la planta.<sup>18</sup>

### **Grafico N° 3: Campo de cultivo del yacón**



**Fuente:** Hermann, 2002

### **2.2.5 Descripción de la planta**

El yacón (*Smallanthus sonchifolius*) es una planta perenne herbácea de tallo blando, de 1.5 a 3 metros de altura. Presenta flores terminales en cabezuela de color amarillo anaranjado.

El sistema radicular está compuesto de raíces reservantes, tuberosas grandes, alargadas y carnosas en número de 4 a 20, de pulpa dulce, que pueden alcanzar hasta un tamaño de 25 cm. de longitud por 10 cm. de diámetro, y un sistema extensivo de delgadas raíces fibrosas.

Los tubérculos son fusiformes, pero a menudo adquieren formas irregulares debido al contacto con piedras del suelo o por la presión de las raíces vecinas; y su cáscara varía de color canela al marrón oscuro. Un tubérculo generalmente pesa entre 200 a 500 gr., pero puede llegar a pesar 2 Kg.

Estos tubérculos o raíces comestibles se caracterizan por tener una pulpa crema o amarillo-naranja, algunas de ellas presentan estrías de color púrpura, es muy jugosa y con un leve sabor dulce.<sup>19</sup>

### **2.2.6 Composición Química del Rizoma**

Posee prebióticos y se cree tiene un efecto favorable en la flora intestinal; su raíz posee vitaminas B1, C y está compuesta mayormente de agua y oligofruktanos.

A diferencia de otras raíces o rizomas reservantes comestibles, el 85 al 90% del peso fresco de este tubérculo es agua. Los carbohidratos representan el 90% del peso seco de las raíces recién cosechadas, de los cuales entre el 50 al 70% son Fructooligosacáridos (FOS), el resto de los carbohidratos lo conforman la sacarosa, fructuosa, y glucosa<sup>20</sup>, como se puede ver en la tabla N°1.

**Tabla N° 1.** Composición nutricional del yacón (100 g de raíz fresca sin cáscara)

COMPUESTO	RANGO
AGUA	85- 90 g
OLIGOFRUCTOSA (OF)	6-12 g
AZUCARES SIMPLES *	1.5 – 4 g
PROTEINAS	0.1 – 0.5 g
POTASIO	185 – 295 mg
CALCIO	6 – 13 mg
CALORIAS	14 – 22 Kcal
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Incluye sacarosa, fructosa y glucosa.</b></li> <li>• <b>Fuente.</b> Ficha Técnica Yacón, Centro Internacional de la Papa (CIP) Perú. Manrique et Al., 2004.</li> </ul>	

La raíz tiene un alto contenido de Inulina y Fructooligosacáridos (FOS) (polímeros de fructosa), los cuales no pueden ser hidrolizados por el organismo humano y atraviesan el tracto digestivo sin ser metabolizados, proporcionando calorías inferiores al de la sacarosa, excelentes para las dietas hipocalóricas y dietas para diabéticos.<sup>17</sup> Hay evidencias para considerar los fructooligosacáridos y la inulina como alimentos funcionales: son resistentes a la digestión, pero fermentados por la micro flora del colon, lo que conlleva al desarrollo de las funciones colónicas (especialmente el aumento del bolo fecal), también tiene efectos fisiológicos sistémicos, estimular selectivamente el crecimiento de bífidobacterias en el colon, lo que permite clasificarlos como prebióticos; además de su carácter dietético respaldado en su bajo poder calórico (4- 10 Kj/g), como se puede ver en la tabla N°2. En el yacón, no existe inulina y el azúcar predominante son los

fructooligosacáridos. El yacón es quizás la planta con mayor contenido de fructooligosacáridos.<sup>21</sup>

**Tabla 2.** Plantas con mayor contenido de fructanos

Nombre Común	Nombre científico	Familia	Órgano Utilizado	Fructano Predominante	% en materia comestible
Achicoria	<i>Cichorium intybus</i>	Asteráceae	Raíz	Inulina	16-20%
Topinambur	<i>Helianthus tuberosus</i>	Asteráceae	Tubérculo	Inulina	15- 20
Dalia	<i>Dahlia sp.</i>	Asteráceae	Rizoma	Inulina	6- 14
Yacón	<i>Smallanthus sonchifolius</i>	Asteráceae	Raíz	Fructooligosacárido	9- 12
Ajo	<i>Allium sativum</i>	Liliaceae	Bulbo	Inulina	9- 11
Cebolla	<i>Allium cepa</i>	Liliaceae	Bulbo	Inulina	2-6
Espárrago	<i>Asparagús officinalis</i>	Liliaceae	Turion	Inulina	2-3
Trigo	<i>Triticum durum</i>	Poaceae	Grano	Inulina	1-6
Plátano	<i>Musa sp.</i>	Musaeae	Fruta	Inulina	0.3 – 0.7
<b>Fuente:</b> Niness 1999 <sup>a</sup> , Roberfroid 1999 <sup>a</sup> , Roberfroid 2000.					

La inulina y los Fructooligosacáridos, están considerados por la FDA (Food and Drugs Administration) como ingredientes alimenticios GRAS (Generally Recognized As Safe) o seguros para el consumo. Según Baba *et al.*, (1996) y Morohashi *et al.*, (1998) se ha demostrado mediante estudios in vivo, que un consumo de hasta un 5% de Fructooligosacáridos en la dieta diaria, promueve la absorción de calcio, magnesio y fósforo, al realizar balances de estos minerales a través de la medida en el aumento del volumen óseo femoral.<sup>22</sup>

Algunos autores han señalado que la inulina y fructooligosacáridos son importantes en la prevención y/o disminución de los riesgos de algunas enfermedades, tales como: la constipación, debido al volumen fecal y a la movilidad intestinal; inhibición de diarreas, relacionado con el efecto inhibitorio de las bifidobacterias sobre las bacterias patógenas, gram positivas y gram negativas; reducción de riesgos de osteoporosis, debido a un incremento en la biodisponibilidad del calcio; reducción de los riesgos de arterioesclerosis cardiovascular, especialmente la asociada con la hipertrigliceridemia y resistencia a la insulina, relacionadas con dietas hipocalóricas; y reducción de los riesgos de cáncer al colon.<sup>22</sup>

### **2.2.7 Fructooligosacáridos**

Los Fructooligosacáridos son oligosacáridos naturales que se componen de una cadena de unidades de fructosa con una unidad de glucosa terminal. La longitud de la cadena polimérica puede variar entre 2 y 60. La oligofructosa es definida como una fracción de oligosacáridos con un grado de polimerización menor de 20, aunque los productos comerciales suelen tener un valor medio de nueve. Los Fructooligosacáridos se extraen industrialmente de la "Achicoria". Mediante esta extracción, se obtiene la inulina, que se describe como un fructooligosacáridos con un grado de polimerización de 20 a 60 monómeros de fructosa; reservándose el nombre de FOS, para los

productos obtenidos por hidrólisis enzimática de la inulina que tienen un valor medio de 9 monómeros.<sup>22</sup>

### **2.2.8 Prebióticos**

El concepto de prebióticos fue definido por primera vez por Gibson y Roberfroid (1995) como “ingredientes no digeribles que benefician al huésped estimulando selectivamente el crecimiento y/o la actividad de una o de un limitado número de bacterias residentes del colon (bifidobacterias y lactobacilos principalmente)”. Posteriormente la definición fue actualizada por los autores para describirlos como ingredientes selectivamente fermentados que permiten cambios específicos en la composición de la microbiota gastrointestinal y que confieren beneficios en el bienestar y la salud del huésped”. Dada la naturaleza de la fermentación por lactobacilos o bifidobacterias, es poco probable que existan prebióticos de origen proteico o lipídico. Cummings y Macfarlane (2002) propusieron una definición alterna delimitando a los prebióticos como un grupo de carbohidratos de cadena corta no digeribles por enzimas humanas ni animales y con un grado de polimerización que va de dos a sesenta.<sup>12</sup>

#### **❖ Clasificación de los prebióticos:**

Los oligosacáridos candidatos a prebióticos pueden clasificarse de acuerdo a sus componentes químicos y a su grado de polimerización, se incluyen entonces a los fructooligosacáridos (FOS), galactooligosacáridos (GOS), oligosacáridos de soya, isomaltooligosacáridos, xylooligosacáridos, pirodextrinas y lactulosa. (Mcfarlane *et al.*, 2008).<sup>12</sup>

**En la Tabla 3.** Clasificación de carbohidratos como ingredientes prebióticos

Nombre	Composición	Prebiótico	Grado de Polimerización
<b>Inulina</b>	Fructanos $\beta$ - (1 $\leftarrow$ 2)	Si	11-65
<b>Fructooligosacáridos</b>	Fructanos $\beta$ - (1 $\leftarrow$ 2)	Si	2-10
<b>Galactooligosacáridos</b>	Oligogalactosa 85%, glucosa y lactosa.	Si	2-5
<b>Lactulosa</b>	Disacárido sintético (gal-fruct) $\beta$ (1 $\rightarrow$ 4)	IP	2-4
<b>Oligosacáridos de soya</b>	Mezcla de rafinosa y estaquiosa	ND	3-4
<b>Pirodextrinas</b>	Oligosacáridos y glucosa	ND	Variable
<b>Xylooligosacáridos</b>	Xylosa $\beta$ (1 $\rightarrow$ 4)	IP	2-4
<b>Isomaltooligosacáridos</b>	Glucosa $\beta$ (1 $\rightarrow$ 4), glucosa ramificada $\beta$ (1 $\rightarrow$ 6)	IP	2-8
<b>Fuente:</b> Adaptado de Macfarlane et al. (2006) y Roberfroid (2007).GP, grado de polimerización; IP, Información preliminar, hace falta mayor investigación; ND, información no disponible.			

## 2.2.9 Efectos de los Prebióticos en la Salud

### A. En el Tracto Gastrointestinal (TGI)

El tracto gastrointestinal es un ecosistema complejo y la interacción de su flora bacteriana es un tópico de gran interés actual. Un epitelio intestinal sano, en asociación a una flora intestinal óptima, proporciona una barrera vital contra la penetración de microorganismos patógenos, antígenos y compuestos dañinos provenientes de la luz intestinal. Las funciones fisiológicas principales de la microflora intestinal son barrera funcional y restauración de la misma, estimulación del sistema inmune, mantenimiento de la mucosa, producción de nutrientes y estimulación de motilidad intestinal <sup>12</sup> (Honzapfel y Schillinger, 2002).

Algunos grupos de bacterias residentes en el colon como las bifidobacterias, los lactobacilos y las eubacterias pueden ser estimuladas selectivamente por los carbohidratos indigeribles de la dieta o prebióticos. Es importante que los prebióticos alcancen la región del intestino llamada ciego para ser fermentados y utilizados por bifidobacterias y lactobacilos o bien, inhiban varias cepas bacterianas patogénicas para el hombre (*Clostridium difficile*, *Escherichia coli*, *Campylobacter jejuni*, *Enterobacterium*, *Salmonella enteritidis* o *S. typhimurium*, entre otras). (Sada et al., 2013). <sup>12</sup>

### B. Estreñimiento

Es una condición que consiste en la falta de movimiento regular de los intestinos, lo que produce una defecación infrecuente o con esfuerzo, generalmente de heces escasas y duras. La frecuencia defecatoria normal varía entre personas, desde un par de veces al día hasta tres veces a la semana. Puede considerarse un trastorno según altere o no la calidad de vida.



En América se usan como sinónimos estitiquez o estiptionez (del latín *styp̄ticus*, y este a su vez del griego *στυπτικός*, astringente); y en medicina también se le denomina constipación de vientre o intestinal.<sup>23</sup>

Al ingerir altas dosis de prebióticos, se presentan algunas molestias o intolerancia debido al potencial osmótico y/o una fermentación excesiva, en ocasiones se presentan algunos efectos indeseables como: mayor cantidad de flatulencias, inflamación, dolor abdominal e incluso diarrea. Sin embargo, a las dosis sugeridas el beneficio fundamental de los prebióticos es indirecto pues, alimentan selectivamente a uno o más microorganismos que modifican la microflora intestinal. Son estas modificaciones en la microflora intestinal y no los prebióticos por sí mismos las que producen efectos reconocidos como tratamiento de desórdenes intestinales, influencia favorable en la digestión y absorción de azúcar, prevención de cáncer y disminución de colesterol sérico, entre otros. (Honzapfel y Schillinger, 2002).

### **C. Prevención de Cáncer de Colon**

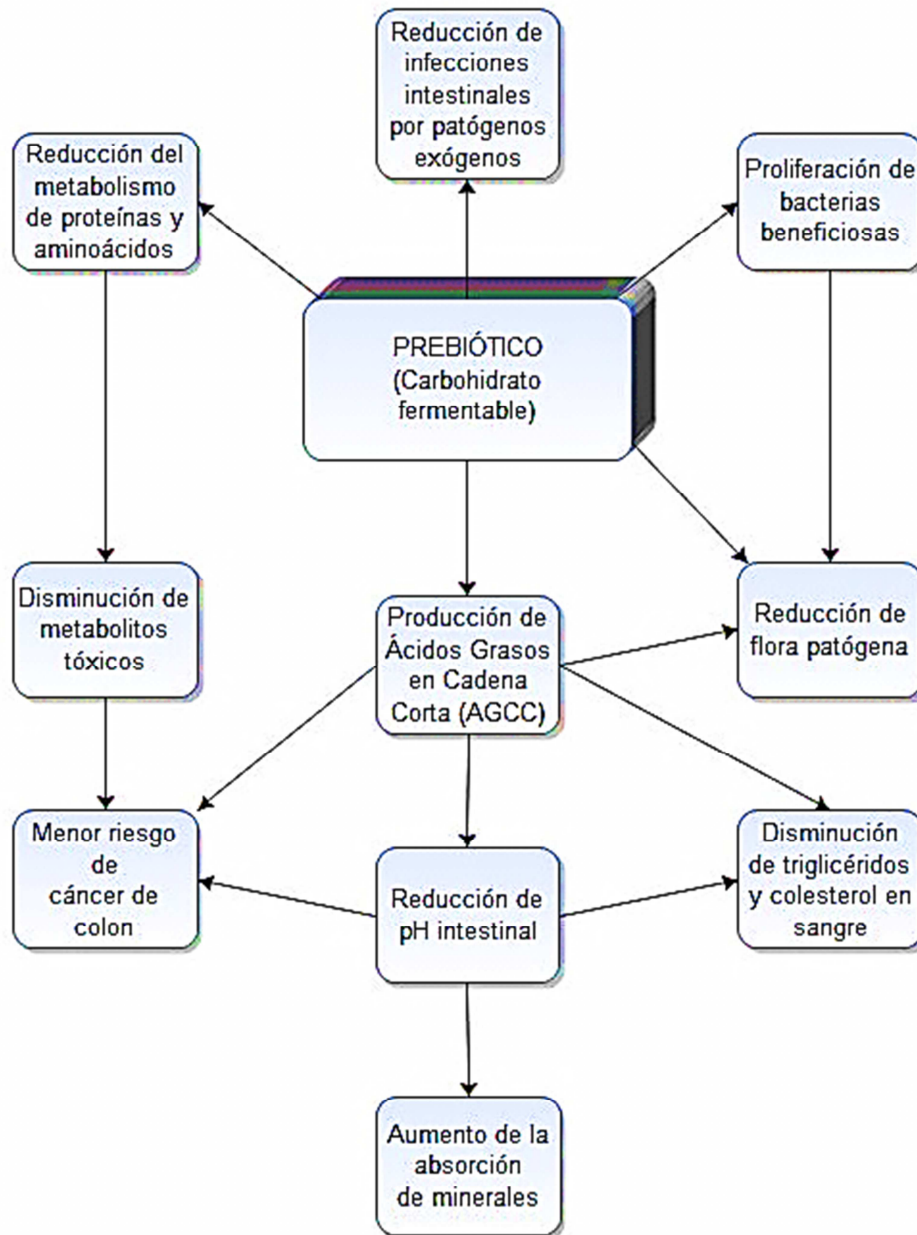
Se han realizado investigaciones en relación a prebióticos y cáncer en animales, donde el papel de los prebióticos parece ser beneficioso, mientras que los estudios en humanos se han centrado en la identificación temprana de biomarcadores y en su posible efecto contra el cáncer, al lograr reducir la inflamación mediante su unión con las sustancias carcinogénicas, coadyuvando a disminuir la síntesis de enzimas que metabolizan pro- carcinógenos en carcinógenos y favoreciendo la actividad antitumoral (Macfarlane et al., 2008). Se ha observado que los prebióticos previenen el cáncer de colon y recto, en células humanas, los derivados de productos de la fermentación de prebióticos inhiben el crecimiento celular, la diferenciación y modulan las actividades de reducción de la

reproducción y proliferación de células cancerígenas <sup>12</sup> (Pool-Zobel, 2005; Clark et al, 2012).

El consumo de prebióticos como parte del tratamiento del síndrome de intestino irritable, se justifica por los beneficios conferidos al consumo de los mismos ya que se encuentran asociados a la optimización de la función y metabolismo del colon, tales como el incremento en el peso de la materia fecal, la reducción en el pH del intestino, el decremento en productos nitrogenados finales y la modulación del sistema inmune (Sada et al., 2013). <sup>12</sup>

Los prebióticos modifican la microflora intestinal por lo que se utilizan como tratamiento de desórdenes intestinales, influencia favorable en la digestión y absorción de azúcar, prevención de cáncer y disminución de colesterol sérico, entre otros <sup>12</sup> (Honzapfel y Schillinger, 2002). Los prebióticos podrían ser un complemento útil en el tratamiento de colitis ulcerativa tan efectivo como el tratamiento con antibióticos.

## CUADRO N° 2: Efectos en la Salud de los Prebióticos



Fuente: Fontecha, 2003

### 2.2.10 Cáncer de Colon

El incremento de esta enfermedad tiene una proyección alarmante en el mundo. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), anualmente esta enfermedad registra, 677,000 muertes y para el 2030 habrá cobrado cerca de 12 millones de víctimas.<sup>24</sup>

El cáncer del colon es bastante común. Una de cada 15 personas padece de cáncer del colon.<sup>25</sup> Es la cuarta causa más común de cáncer en el mundo con aproximadamente 875.000 nuevos casos por año (WHO 1996) correspondientes al 8,5% de todos los casos nuevos de cáncer.<sup>26</sup>

En el Perú anualmente suman cerca de 2 mil casos de cáncer de colon, 1,100 de los cuales fallecen.<sup>27</sup>

Existen dos tipos diferentes de cáncer de colon:

- Poliposis adenomatosa familiar (FAP)
  - Cáncer de colon hereditario no asociado con poliposis (HNPCC)
- ❖ **Poliposis adenomatosa familiar**, en este caso se producen cientos de pequeños pólipos en el intestino delgado. Aparece generalmente en edades tempranas, incluso antes de los 25 años, y con mucha frecuencia se encuentran antecedentes familiares del mismo tipo de tumor. En el 80 % de los casos está causado por mutaciones en el gen APC (Adenomatous Poliposis Cáncer), que es un gen supresor tumoral que codifica una proteína que juega un importante papel en la supresión de tumores. La pérdida de su función que puede estar ocasionada por diferentes mutaciones, facilita la aparición de cáncer colorectal y provoca la enfermedad denominada poliposis adenomatosa familiar. El gen APC humano se encuentra situado en el brazo largo del cromosoma 5, entre las posiciones 21 y 22, desde la base 112.118.468 hasta la 112.209.532, está

compuesto de 21 exones y codifica una proteína formada por 2843 aminoácidos.<sup>28</sup>

Las mutaciones en la línea germinal del gen APC, es decir las que afectan a las células productoras de gametos, son las responsables de la aparición de poliposis adenomatosa familiar, enfermedad genética de herencia autosómica dominante, que puede transmitirse a los descendientes y ocasiona entre otras manifestaciones una alta probabilidad de desarrollar cáncer de colon. Por el contrario, las mutaciones esporádicas, es decir las que afectan a las células somáticas o no germinales, tienen lugar en el 80% de los cánceres de colon no hereditario y no son transmisibles a la descendencia.<sup>28</sup>

- ❖ **Cáncer de colon hereditario no asociado con poliposis (HNPCC):** el Cáncer de colon hereditario no asociado con poliposis, también conocido como síndrome de Lynch, representa alrededor del 2% al 4% de todos los cánceres colorrectales. En la mayoría de los casos, este trastorno es causado por un defecto hereditario en el gen MLH1 (es un gen humano que está situado en el brazo corto del cromosoma 3). Tiene una importante función en el proceso de reparación de errores durante la duplicación del ADN. Se encuentra frecuentemente mutado en el síndrome de Lynch (condición hereditaria que incrementa la probabilidad de presentar cáncer de colon, cáncer de recto y otros tumores malignos) o el gen MSH2 (es un gen humano que se encuentra situado en el brazo corto del cromosoma 2, entre las bases 47.630.205 y 47.710.366). Codifica una proteína que juega un papel muy importante en la reparación de los errores que se producen durante el proceso de replicación de la molécula de ADN. El gen MSH2 se encuentra frecuentemente mutado en el síndrome de Lynch, condición hereditaria que incrementa la probabilidad de presentar varios tipos de cáncer). Los cánceres en este síndrome también se desarrollan cuando las personas

son relativamente jóvenes, aunque no tan jóvenes como en la poliposis adenomatosa familiar (FAP).

Otros genes también pueden causar el cáncer de colon hereditario no asociado con poliposis. Los genes involucrados ayudan normalmente a reparar el ADN dañado. Algunas anomalías genéticas aumentan el riesgo de cáncer del colon. Algunas de estas, además de acrecentar el riesgo de cáncer del colon, también pueden aumentar el riesgo de cáncer de próstata en los hombres.

Las personas con el cáncer de colon hereditario no asociado con poliposis también pudieran presentar pólipos, pero sólo presentan pocos, no cientos de ellos, como en el caso de la poliposis adenomatosa familiar. El riesgo de cáncer colorectal en el transcurso de la vida de una persona con esta afección puede ser tan alto como 80%.

Una inflamación continua en el colon, conocida como colitis puede aumentar la probabilidad de desarrollar cáncer del colon. Las personas con colitis deben someterse a exámenes médicos regularmente, para comprobar si existe algún signo de cáncer de colon.<sup>28</sup>

### **2.2.11 Estadios del cáncer colon rectal**

Los médicos describen el cáncer colon rectal con los estadios o etapas siguientes:

- ❖ **Estadio 0:** El cáncer se encuentra sólo en el revestimiento más interno del colon o del recto. Carcinoma in situ es otro nombre para cáncer colorectal en etapa 0.

- ❖ **Estadío I:** El tumor ha crecido dentro de la pared interior del colon o recto. El tumor no ha atravesado la pared al crecer.
- ❖ **Estadío II:** El tumor se extiende con más profundidad dentro o a través de la pared del colon o recto. Es posible que haya invadido tejido cercano, pero las células cancerosas no se han diseminado a los ganglios linfáticos.
- ❖ **Estadío III:** El cáncer se ha diseminado a los ganglios linfáticos cercanos, pero no a otras partes del cuerpo.
- ❖ **Estadío IV:** El cáncer se ha diseminado a otras partes del cuerpo, como al hígado o a los pulmones.

**Cáncer recurrente:** Este es el cáncer que ha sido tratado y que ha regresado después de un período de tiempo en el que no podía ser detectado. La enfermedad puede regresar al colon o al recto o a otra parte del cuerpo.<sup>28</sup>

## 2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

**2.3.1. Fructooligosacáridos.-** (FOS) son oligosacáridos naturales que se componen de una cadena de unidades de fructosa con una unidad de glucosa terminal. La longitud de la cadena polimérica puede variar entre 2 y 60.<sup>22</sup>

**2.3.2. Inulina.-** Constituye la reserva glucídica de muchas plantas, así como las hortalizas y frutas, que no acumulan almidón. Se encuentran formando parte de la fibra alimentaria de las mismas, encontrándose en mayor concentración en ciertas partes como en raíces y rizomas.<sup>30</sup>

**2.3.3. Oligofruktosa.-** También conocida como fructooligosacáridos u oligofruktanos, es una clase de oligosacárido utilizado como edulcorante artificial o alternativo. La oligofruktosa es un prebiótico que presenta niveles de dulzura entre el 30 y el 50 por ciento del azúcar en jarabes preparados comercialmente.<sup>31</sup>

- 2.3.4. Galactooligosacáridos.-** Son polvos derivados de la lactosa con acción prebiótica que apoya el fortalecimiento del sistema inmune y bienestar del organismo. Algunos de ellos son altamente solubles, estables y ofrecen eficacia ante niveles bajos de inclusión.<sup>32</sup>
- 2.3.5. Bífidobacterias.-** Son un grupo de bacterias que normalmente viven en los intestinos. Pueden ser cultivadas fuera del cuerpo y luego se pueden tomar por vía oral como medicina para prevenir la diarrea en los bebés y en los niños; para la diarrea de viajero en los adultos para restaurar la flora intestinal después de haber recibido tratamientos de diarrea, la radiación, la quimioterapia, los antibióticos u otros problemas.<sup>33</sup>
- 2.3.6. Rizoma.-** Es un tallo subterráneo con varias yemas que crece de forma horizontal emitiendo raíces y brotes herbáceos de sus nudos. Los rizomas crecen indefinidamente. En el curso de los años mueren las partes más viejas pero cada año producen nuevos brotes, pudiendo de ese modo cubrir grandes áreas de terreno. Sus ramas engrosadas suelen presentar entrenudos cortos, tienen catafilos incoloros y membranáceos, raíces adventicias y yemas.<sup>34</sup>
- 2.3.7. *Lactobacillus rhamnosus GG*.-** Una cepa prebiótica usada desde 1990 en productos lácteos fermentados en varios países o en forma liofilizada y congelada para efectos farmacéuticos. El atributo más importante de esta bacteria es su capacidad para adherirse a las células del intestino, colonizando así el tracto gastrointestinal, lo que le permite desempeñar sus múltiples beneficios.<sup>35</sup>
- 2.3.8. *Cándida albicans*.-** Es un hongo cuya su temperatura óptima de crecimiento es 37° C (temperatura corporal). Además, para su supervivencia necesita humedad, así que sus zonas preferidas para habitar son las mucosas, la piel y las uñas y el colon en forma normal.<sup>36</sup>
- 2.3.9. *Listeria monocytogenes*.-** Es una bacteria que se desarrolla intracelularmente y es causante de la Listeriosis. Infecciones alimentarias virulentos, con una tasa de mortalidad entre un 20 a 30%, más alta que casi todas las restantes toxico infecciones alimentarias. *L.*



*monocytogenes* es un bacilo Gram positivo, pequeño (0,4 a 0,5 micrones de ancho x 0,5 a 1,2 de largo) no ramificado y anaerobio facultativo capaz de proliferar en un amplio rango de temperaturas (1 °C a 45 °C) y una elevada concentración de sal. Habitan en el suelo.<sup>37</sup>

**2.3.10. *Salmonella typhimurium*.**- El nombre *entérica* está asociado al intestino. La salmonella es un bacilo gram negativo que pertenece a la familia *Enterobacteriaceae* puede causar cuadros enteritis, diarrea, se le dice también salmonella entérica. Esta bacteria se encuentra a menudo en el tracto intestinal en pollos y puede contaminar sus huevos y en reptiles como las tortugas, por eso no es recomendable mantener a estos animales como mascotas.<sup>38</sup>

**2.3.11. Probiótico.**- Es un microorganismo vivo que, al ingerirlo, aporta un efecto beneficioso sobre nuestro cuerpo. Sobreviven a una digestión llegando vivas al colon y ayudando a restituir la flora intestinal que pueda haber sido alterada por alguna de estas causas comentadas y que son las que nos ayudan a reforzar nuestro sistema inmunológico.<sup>39</sup>

**2.3.12. Prebiótico.**- Grupo de carbohidratos de cadena corta no digeribles por enzimas humanas ni animales y con un grado de polimerización que va de dos a sesenta.<sup>12</sup>

**2.3.13. Fructanos.**- son polímeros de fructosa derivados de la molécula de sacarosa, la cual es un disacárido de fructosa y glucosa.

## CAPITULO III

### METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION

#### 3.1. TIPO DE INVESTIGACION

Descriptiva, documental y retrospectiva: Porque es una investigación basada en publicaciones científicas de hechos históricos pasados relacionados al tema de investigación que se someten a un análisis minucioso de acuerdo a las variables establecidas.

##### 3.1.1. Método

Deductivo: Porque se analizan varias investigaciones sobre el consumo del rizoma de *Smallanthus sonchifolius*, yacón. Se parte de datos generales para obtener datos específicos sobre la actividad inmunoestimulante prebiótica del rizoma de *Smallanthus sonchifolius*, yacón. Para obtener conclusiones mediante la deducción.

Transversal: Porque la investigación del efecto del rizoma de *Smallanthus sonchifolius*, yacón, se realizó entre Mayo a Agosto del año 2014.

#### 3.2. POBLACION Y MUESTRA DE LA INVESTIGACION

##### 3.2.1. Población

Todos los artículos publicados sobre el rizoma de *Smallanthus sonchifolius*, yacón.

### 3.2.2. Muestra

Los trabajos de investigación desarrollados en Colombia, Argentina, México y Perú; sobre *Smallanthus sonchifolius*, yacón, en el cáncer de colon y estreñimiento.

### 3.3. VARIABLES

Variable Independiente (X):

VARIABLE (X)	INDICADOR
▪ Rizoma de <i>Smallanthus sonchifolius</i> yacón.	Contenido de fructooligosacáridos.

Variable Dependiente (Y):

VARIABLE (Y)	INDICADOR
▪ Actividad inmunoestimulante.	Población de bifidobacterias del colon.

### **3.4. TECNICA E INSTRUMENTO**

#### **3.4.1. Técnica**

Revisión bibliográfica de la información publicada en diversas fuentes científicas y selección de la bibliografía relacionada al tema de investigación para posteriormente realizar el análisis correspondiente.

#### **3.4.2. Instrumento**

Lista de cotejo de las investigaciones seleccionadas, a las cuales se les realizó el análisis estadístico y presentación de los resultados obtenidos mediante cuadros.

## CAPÍTULO IV:

### PRESENTACIÓN, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

#### 4.1. RESULTADOS

- ❖ Como se observa en la Tabla N°4, se incluyen las citas bibliográficas originales de evidencia que se señalan en el texto sobre la actividad inmunoestimulante prebiótica del rizoma de *Smilacina espolifolia*, yacón (Seminario, Valderrama, Manrique 2003, Perú), el consumo de *Smilacina espolifolia*, yacón, mejora la función gastrointestinal en roedores y humanos, aumenta la función inmune en roedores.
- ❖ La mayoría de propiedades atribuidas a los fructooligosacáridos han sido comprobadas en roedores (ratas y hamsters), los estudios realizados en seres humanos dan resultados diferentes y contradictorios.

**Tabla N° 4.** Efectos de los fructanos en el tracto gastrointestinal y la función inmune.

TIPO DE EVIDENCIA : EFECTO FUNCIONAL	SUJETO DE ANALISIS	FORTALEZA DE LA EVIDENCIA	REFERENCIA
Mejoría función Gastrointestinal	Roedores	Preliminar	Jackson <i>et al.</i> (1999)
	Humanos	Fuerte	Buddington <i>et al.</i> (2002)
Aumento de la función Inmune	Ratones	Promisoria	Buddington <i>et al.</i> (2002)

Elaboración propia. (Juan Seminario, Miguel Valderrama, Iván Manrique, 2003)

- ❖ Como se puede observar en la Tabla N° 5 el consumo de *Smallanthus sonchifolius*, yacón, disminuye el riesgo de desarrollar cáncer de colon en roedores porque favorece el desarrollo de lactobacillus y bifidobacterias. Además disminuye la incidencia de estreñimiento en humanos debido a su alto contenido de fibra y agua, que incrementa la frecuencia de deposiciones y el volumen de la masa fecal con la disminución del estreñimiento. Sin embargo, la mayoría de estos efectos fisiológicos han sido estudiados solo en animales de experimentación, por lo que es necesario validarlos también en humanos, realizando estudios clínicos bien diseñados (Coussement, Niness, Roberfroid ,1999; Brady , 2000; Conway , 2001).

**Tabla N° 5.** Efecto del consumo de *Smallanthus sonchifolius*, yacón, en cáncer de colon y estreñimiento.

TIPO DE EVIDENCIA : DISMINUCIÓN DE RIESGO DE ENFERMEDAD	SUJETO DE ANÁLISIS	FORTALEZA DE LA EVIDENCIA	REFERENCIA
Cáncer de colon	Roedores	Promisoria	Koo & Rao (1991), Reddy <i>et al.</i> (1997)
			Pierre <i>et al.</i> (1997), Rowlandn <i>et al.</i> (1998)
			Reddy (1999), Buddington <i>et al.</i> (2002)
Estreñimiento	Humanos	Promisoria	Kleessen <i>et al.</i> (1997)

**Elaboración propia. (Juan Seminario, Miguel Valderrama, Iván Manrique, 2003)**

❖ Como se puede observar en la Tabla N° 6 se presentan algunas investigaciones recientes con respecto a cáncer de colon y recto, relacionadas sobre la actividad inmestimulante prebióticos del rizoma de *Smallanthus sonchifolius*, yacón (D. Morales –Koelliker, J.F. Vélez – Ruíz 2013, México), Buddington et al. (2002) hallaron evidencias de este tipo. Ellos encontraron que los ratones alimentados con un suplemento de fructooligosacáridos o inulina en la dieta eran mucho más resistentes, e incluso inmunes, a la infección sistémica con ciertos patógenos (*Cándida albicans* y *Listeria monocytogenes*). Probablemente los datos más notables respecto al papel de los prebióticos en la prevención del cáncer son los correspondientes a cáncer de colon y recto, donde se ha observado que en células humanas los derivados de productos de la fermentación de prebióticos inhiben el crecimiento celular, la diferenciación y modulan las actividades de reducción de la reproducción y proliferación de células cancerígenas.

**Tabla N° 6.** Estudios sobre el efecto de prebióticos en cáncer de colon y recto.

SUJETOS ESTUDIO	PREBIÓTICO	TRATAMIENTO	CARACTERISTICAS	RESULTADOS	REFERENCIAS
<b>Ratas</b>	Fructooligosacáridos, Inulina	100 g/Kg	Cáncer y patógeno intestinal ( <i>Cándida albicans</i> , <i>Listeria monocytogenes</i> o <i>Salmonella Typhimurium</i> ) inoculados.	Menor aumento en células cancerígenas y 50% menos con <i>C. albicans</i> que los controles. Murieron menos que controles de <i>L-monocytogenes</i> o <i>S. Typhimurium</i>	Buddington et al. (2002)
<b>Humanos</b>	Fructooligosacáridos, Inulina	15 g/día, 2 semanas	Adultos sin antecedentes de enfermedad gastrointestinal	Sin efectos en la proliferación de células	Langlands et al. (2004)
<b>Humanos</b>	Inulina con oligofruktosa	12 g / día 6 meses	Adultos mayores de 40 años con historial de resección por Cáncer de Colorectal	Sin efectos en la proliferación o muerte de células	Limburg et al. (2011)

**Elaboración propia. (D. Morales –Koelliker y J.F. Vélez - Ruíz, 2013)**

## DISCUSION

Después de realizar el análisis de las investigaciones revisadas se aprecia en la Tabla N° 04 que el consumo de *Smallanthus sonchifolius*, yacón, mejora la función gastrointestinal en roedores y humanos. La mayoría de propiedades atribuidas a los fructooligosacaridos realizados en seres humanos dan resultados diferentes y contradictorios (Seminario, Valderrama, Manrique, 2003).

Este resultado apoya la hipótesis planteada en el presente estudio, en la que se considera que el consumo del rizoma de *Smallanthus sonchifolius*, yacón, presenta actividad inmunoestimulante prebiótica en la población.

Como se puede apreciar en la Tabla N°5, en todos los estudios se observa que disminuye el riesgo de desarrollar cáncer de colon porque favorece el desarrollo de lactobacillus y bífidobacterias. Además disminuye la incidencia de estreñimiento en humanos debido a su alto contenido de fibra y agua, que incrementa la frecuencia de deposiciones y el volumen de la masa fecal con la disminución del estreñimiento (Coussement, Niness, Roberfroid ,1999; Brady, 2000; Conway, 2001).

Casi toda la evidencia proviene de estudios realizados con fructooligosacaridos purificados de la achicoria, una planta emparentada con el yacón que contiene inulina (un polímero de moléculas de fructosa) y a partir de la cual se producen los fructooligosacaridos. La evidencia científica de los últimos quince años ha demostrado que los fructooligosacaridos pueden tener propiedades beneficiosas para la salud.

En la tabla N°6, se observa que, del estudio de enfermedades del colon, la ingesta de inulina mostro efectos anti-inflamatorios para la colitis distal inducida en ratas, así como mejoras en las lesiones del intestino (Videla *et al.* 2001). Concluyendo que los prebióticos podrían ser un complemento útil en el tratamiento de colitis ulcerativa tan bueno como el tratamiento con antibióticos.

Un número importante de investigaciones en relación a prebióticos y cáncer realizados en animales , donde el papel de los prebióticos parece ser benéfico, mientras que los estudios en humanos se han centrado en la identificación temprana de biomarcadores y en su posible efecto contra el cáncer, al lograr reducir la inflamación mediando su unión con las sustancias carcinogénicas, coadyuvando a



disminuir la síntesis de enzimas que metabolizan pro carcinógenos en carcinógenos y favoreciendo la actividad antitumoral (Macfarlane et al., 2008). Los datos más notables respecto al papel de los prebióticos en la prevención del cáncer son los correspondientes a cáncer de colon y recto, donde se ha observado que en células humanas los derivados de productos de la fermentación de prebióticos inhiben el crecimiento celular, la diferenciación y modulan las actividades de reducción de la reproducción y proliferación de células cancerígenas (Pool-Zobel, 2005; Clark *et al.*, 2012).

## CONCLUSIONES

Los elementos encontrados en la bibliografía consultada permiten arribar a las siguientes conclusiones:

1.- El consumo de *Smallanthus sonchifolius*, yacón, genera actividad inmunoestimulante prebiótica.

2.- Los fructooligosacáridos de *Smallanthus sonchifolius*, yacón, reducen el riesgo de desarrollar cáncer de colon porque favorece el desarrollo de las bifidobacterias y lactobacillus en los consumidores.

3.-El consumo de *Smallanthus sonchifolius*, yacón, reduce el estreñimiento debido a su alto contenido en agua y fibra que incrementa la frecuencia de deposiciones y el volumen de la masa fecal con la disminución del estreñimiento.

4.- Los Fructooligosacáridos presentes en el *Smallanthus sonchifolius*, yacón no pueden ser metabolizados directamente por el tracto digestivo humano, porque carece de las enzimas necesarias para degradar los enlaces glucósidos que mantienen unidas las moléculas de fructosa. De esta manera, los fructooligosacáridos se desplazan en casi todo su recorrido por el tracto digestivo sin ser modificados.

## RECOMENDACIONES

- 1.- Se recomienda desarrollar estudios clínicos sobre el consumo del yacón y su actividad prebiótica.
- 2.- Se recomienda difundir las propiedades beneficiosas del consumo de yacón para la salud.
- 3.- Se recomienda que además de la presentación del yacón, como la mermelada, se pudiera elaborar hojuelas de yacón, harina de yacón y néctar de yacón, como ocurre en otros países.
- 4.- Se recomienda que las universidades como centros de investigación, realicen proyectos conjuntamente con la empresa privada, para darle un valor agregado a este recurso vegetal, de tal manera se mejore la calidad de vida de las personas que utilizan el yacón.

## BIBLIOGRAFIA

1. Ministerio de Salud. Dirección General de Epidemiología. Análisis de la situación del cáncer en el Perú [en línea]. 2013 URL [fecha de acceso 12 de Julio del 2014] Disponible en :  
  
[http://www.dge.gob.pe/portal/docs/asis\\_cancer.pdf](http://www.dge.gob.pe/portal/docs/asis_cancer.pdf)
2. Dr. Poles Dante. Cáncer de Colon. Rev. Esp (Argentina) 2011; 10 (2): 1-6.
3. Sanofi Aventis. Cáncer de Colon. España. [en línea]. Disponible en:  
<http://www.elmundo.es/elmundosalud/especiales/cancer/colon.html>  
Consultado: 19 de Junio de 2014
4. Dr. Salvador Giménez. Principales causas y consecuencias del estreñimiento. ¿Qué hacer para evitarlo? [en línea]  
Disponible en:  
<http://www.medicina21.com/doc.php?apartat=Dossier&id=19>  
Consultado: 14 de Junio 2014
5. Hurtado Luis E. y Estrada R. El Yacón. Dpto Secret. Valle del Cauca [en línea] 2009 Setiembre 29 [fecha de acceso 15 de Junio 2014]; 5. URL  
Disponible en:  
<http://www.valledelcauca.gov.co/agricultura/publicaciones.php?id=9767>
6. Fernández - Jeri, A. El yacón: Importancia prebiótica y Tecnológica. [en línea] 2003 Noviembre [fecha de acceso: 16 de Junio 2014]; 46-47. URL  
Disponible en:  
<http://tarwi.lamolina.edu.pe/~leojeri/YACON%20IMPORTANCIA%20PREBIOTICA.doc>
7. Córdova, M. Galecio. Identificación y evaluación agronómica de los biotipos de Yacón (*Smallanthus sonchifolius*) en la micro cuenca la Gallega. Rev. Univ. [en línea] 2006 Julio [fecha de acceso: 01 de Junio 2014]; 11(2). URL  
Disponible en:

[http://www.concytec.gob.pe/portalsinacyt/images/stories/corcytecs/piura/revista\\_cientifica\\_unp.pdf](http://www.concytec.gob.pe/portalsinacyt/images/stories/corcytecs/piura/revista_cientifica_unp.pdf)

8. Sociedad Americana de Cáncer. Datos y Estadísticas sobre el cáncer entre los Hispanos / Latinos [en línea] 2009 [fecha de acceso: 20 de Junio del 2014]; URL.

Disponible en:

<http://www.cancer.org/acs/groups/content/@epidemiologysurveillance/documents/document/acspc-027826.pdf>

9. Bylosky Barajas J, De La Cruz Guadarrá E, García Velázquez C, García Velásquez G, Gonzales Regino A. Rubio Sánchez C, Aguilar Corona L. “Estudio de Prefactibilidad para la Instalación e Inversión, de una planta productora de un edulcorante natural a partir del Aguamiel de Maguey”. [Tesis en línea] .Iztapalapa: Universidad Autónoma Metropolitana; 2005.URL [fecha de acceso 12 de Junio 2014] Disponible en:

<http://148.206.53.84/tesiuami/UAMI13154.pdf>

10. Q.F. Miguel E. Castillo Alfaro y Q.F. Silvia A. Vidal Melgarejo. El Yacón: una alternativa en la prevención y tratamiento de la salud. Trujillo-Perú. Publicado viernes 31 de diciembre de 2004.

Disponible en:

<http://www.revistaciencias.com/publicaciones/EEpuVFIZFZoHUDpWGL.php>

Consultado: 21 de Junio de 2014

11. Gonzales R. Cultivo de Yacón. En: Proyecto de Cultivos Andinos. Bárcena 8-9 de Agosto de 2008. Argentina: Grupo cooperativo Portal del patrimonio y la Comisión Municipal de Volcán.2008. p.1-3.

12. D. Morales- Koelliker y J.F. Vélez- Ruiz. Prebióticos: su importancia en la salud humana y propiedades funcionales en tecnología de alimentos. Temas Selectos de Ingeniería de Alimentos [en línea] 2013 [fecha de acceso 10 de Junio de 2014]; 7(1) 12-24. URL.

Disponible en:

<http://web.udlap.mx/tsia/files/2013/12/TSIA-71-Morales-Koelliker-et-al-2013.pdf>

13. Seminario J., Valderrama M. y Manrique Ivan. El yacón: Fundamentos para el aprovechamiento de un recurso promisorio [Tesis en línea].Lima: Universidad Nacional de Cajamarca, Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación; 2003.URL [fecha de acceso 05 de Julio de 2014] Disponible en: [http://cipotato.org/wp-content/uploads/2014/07/Yacon\\_Fundamentos\\_password.pdf](http://cipotato.org/wp-content/uploads/2014/07/Yacon_Fundamentos_password.pdf)
14. Muñoz Jáuregui A. Yacón *Smallanthus sonchifolius* (Poepp. & Endl) [Tesis en línea]. Lima; 2009.URL [fecha de acceso 3 de Julio de 2014] Disponible en: <http://wenku.baidu.com/view/c431026c58fafab069dc0234.html>
15. Villacaqui Gamarra E. Cultivo del Yacón (*Smallanthus sonchifolius*) su Importancia Económica y Medicinal [trabajo de Investigación en línea] Huaraz: Universidad Santiago Antúnez de Mayolo; 2013.URL [fecha de acceso 10 de Julio de 2014] Disponible en: <https://es.scribd.com/doc/135288950/8-2-CULTIVO-DE-YACON-SU-IMPORTANCIA-ECONOMICA-Y-MEDICINAL-pptx>
16. Perea Flores Yacón peruano, dulce medicinal de exportación [en línea]. Disponible en : <http://www.monografias.com/trabajos57/yacon-peruano/yacon-peruano.shtml> Consultado: 16 de Julio de 2014
17. Universidad Nacional Agraria La Molina. Programa de Investigación y Proyectos Social en Raíces y Tuberosas. Yacón [en línea]. Disponible en: <http://www.lamolina.edu.pe/Investigacion/programa/yacon/Yacon.htm> Consultado: 07 de Julio de 2014

18. Piacente Pablo J. Que se necesita para cultivar yacón [en línea]. Disponible en: <http://remedios.innatia.com/c-yacon/a-cultivo-de-yacon.html>  
Consultado: 20 de Julio de 2014.
19. Laboratorio Alpha Natura. Natura Yacón .[ en línea].Disponible en:  
<http://www.alphanatura.com/exportproduct/ESP/np3-05-1.html>  
Consultado: 01 de Agosto de 2014.
20. Wiki pedía. *Smallanthus sonchifolius*. [en línea]. Disponible en:  
[http://es.wikipedia.org/wiki/Smallanthus\\_sonchifolius](http://es.wikipedia.org/wiki/Smallanthus_sonchifolius)  
Consultado: 03 de Agosto de 2014
21. Modesto Pumaricra S y Nolasco Taboada A. Actividad Farmacológica y Clínica del *Smallanthus sonchifolius*. [Tesis en línea].Lima. Instituto Superior Tecnológico Arzobispo Loayza; 2013.URL [fecha de acceso 13 de Julio de 2014] Disponible en:  
<https://es.scribd.com/doc/177041669/TESIS-DEL-YACON-2-docx>
22. Fernández - Jeri, A. Yacón: Importancia Prebiótica y Tecnológica. Rev. AGROENFOQUE [Lima] 2003 [fecha de acceso: 01 de Junio 2014]; EDIC.Nº139: 46-47 .URL. Disponible en:  
<http://tarwi.lamolina.edu.pe/~leojeri/YACON%20IMPORTANCIA%20PREBIOTICA.doc>
23. Wiki pedía. Estreñimiento. [en línea]. Disponible en:  
<http://es.wikipedia.org/wiki/Estre%C3%B1imiento>  
Consultado: 15 de Agosto de 2014
24. . Canales O. Cáncer de Colon. RPP Noticias. En prensa Julio 2009. [fecha de acceso 19 de Agosto 2014] URL. Disponible en:  
<http://radio.rpp.com.pe/masalladelascanas/cancer-de-colon/>

25. Patient Education. Cáncer de Colon [en línea]. Disponible en:  
<http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/tutorials/coloncancerspanish/oc0691s5.pdf>  
Consultado: 24 de Julio de 2014
26. Junta de Andalucía. Proceso de cáncer colorrectal [en línea]. Disponible en:  
[http://www.juntadeandalucia.es/salud/export/sites/csalud/galerias/documentos/p\\_3\\_p\\_3\\_procesos\\_asistenciales\\_integrados/cancer\\_colorrectal/02\\_introduccion.pdf](http://www.juntadeandalucia.es/salud/export/sites/csalud/galerias/documentos/p_3_p_3_procesos_asistenciales_integrados/cancer_colorrectal/02_introduccion.pdf)  
Consultado: 24 de Julio de 2014
27. Valdez Junco C. Conocimientos sobre el cáncer de colon y sus medidas preventivas en una población de choferes. Empresa de transporte y servicios especiales sur Lima. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Chorrillos, 2010. [tesis en línea]. Lima, Universidad Nacional Mayor de San Marcos; 2011. URL [fecha de acceso 25 de Julio de 2014] Disponible en:  
[http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/cybertesis/1319/1/valdez\\_jc.pdf](http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/cybertesis/1319/1/valdez_jc.pdf)
28. National Cancer Institute. El Cáncer de Colon y Recto [en línea]. Disponible en: <http://www.cancer.gov/espanol/tipos/necesita-saber/colonyrecto.pdf>  
Consultado: 26 de Julio de 2014
29. Lipograsil. Fructooligosacáridos [en línea]. Disponible en :  
<http://www.lipograsil.es/pdf/fructooligosacaridos.pdf>  
Consultado: 30 de Julio de 2014
30. Perdomo M. ¿Qué es la inulina y para qué sirve? [en línea]. Disponible en:  
<http://www.consejosdenutricion.com/que-es-la-inulina-y-para-que-sirve/>  
Consultado: 04 de Agosto de 2014
31. Wikipedia. Oligofructosa. [en línea]. Disponible en:  
<http://www.muydelgada.com/wiki/Oligofructosa/>  
Consultado: 18 de Agosto de 2014
32. Brown G. Galacto-oligosacáridos, más que una fibra. [en línea]



Disponible en: <http://www.alimentacion.enfasis.com/articulos/63203-galacto-oligosacaridos-mas-que-una-fibra>

Consultado: 18 de Agosto de 2014

33. Medline Plus. Bifidobacterias [en línea]. Disponible en: <http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/druginfo/natural/891.html>

Consultado: 19 de Agosto del 2014

34. Wiki pedía. Rizoma [en línea]. Disponible en: <http://es.wikipedia.org/wiki/Rizoma>

Consultado: 19 de Agosto de 2014

35. Centro de Nutrición. Lactobacillus GG: propiedades y beneficios [en línea]. Disponible en:

[http://www.tonisa.com/centro-de-nutricion/nutricion/detalle/archive/saludnutricion/2008/09/05/Lactobacillus-GG\\_3A00\\_-propiedades-y-beneficios.aspx](http://www.tonisa.com/centro-de-nutricion/nutricion/detalle/archive/saludnutricion/2008/09/05/Lactobacillus-GG_3A00_-propiedades-y-beneficios.aspx)

Consultado: 25 de Julio de 2014

36. Mi herbolario. Cándida Albicans, un hongo oportunista [en línea]. Disponible en:

<http://www.miherbolario.com/articulos/salud/6/candida-albicans-un-hongo-oportunista>

Consultado: 23 de Julio de 2014

37. Wikipedia. Listeria monocytogenes. [en línea]. Disponible en:

[http://es.wikipedia.org/wiki/Listeria\\_monocytogenes](http://es.wikipedia.org/wiki/Listeria_monocytogenes)

Consultado: 19 de Julio de 2014

38. Wikipedia. Salmonella typhimurium [en línea]. Disponible en : [http://es.wikipedia.org/wiki/Salmonella\\_typhimurium](http://es.wikipedia.org/wiki/Salmonella_typhimurium)

Consultado: 18 de Agosto de 2014

39. Alimentación Saludable. Probióticos y prebióticos, ¿qué son y para qué nos sirven? [en línea]. Disponible en:  
<http://actualidad.ainia.es/web/ainiaactualidad/alimentacion-saludable/-/articulos/Tc1l/content/probioticos-y-prebioticos-que-son-y-para-que-nos-sirven>  
Consultado: 29 de Junio de 2014
40. Dr. José Armando Ulloa, Dr. Hugo Espinosa Andrews, Q.F.B. Gladis Karina Cruz Rodríguez, M. en C. Petra Rosas Ulloa, IBQ. Blanca Estela Ulloa Rangel, Dr. José Carmen Ramírez. Los fructanos y su papel en la promoción de la salud [trabajo de Investigación en línea] México: Universidad Autónoma de Nayarit; 2010 Diciembre 05. URL [fecha de acceso 15 Junio 2014]  
Disponible en:  
<http://fuente.uan.edu.mx/publicaciones/02-05/7.pdf>
41. Coussement P. 1999. Inulin and oligofructose: Safe intakes and legal status. *Journal of Nutrition* 129: 1412s – 1417s.  
Consultado: 25 de Junio de 2014
42. Brady L. Gallaher D& F Busta. 200. The role of probiotic cultures in the prevention of colon cancer. *Journal of Nutrition* 130: 410S- 414S.  
Consultado: 25 de Junio de 2014
43. Conway PL. 2001. Prebiotics and human health: The state of the art and future perspectives. *Scandinavian Journal of Nutrition* 45:13-21.  
Consultado: 25 de Junio de 2014
44. Niness KR. 1999b. Breakfast foods and the health benefits of inulin and oligofructose. *Cereal Foods World* 44 (2): 79-81.  
Consultado: 25 de Junio de 2014
45. Roberfroid MB. 1999b. Concepts in functional foods: The case of inulin and oligofructose. *Journal of Nutrition* 129: 1398S-1401s.  
Consultado: 25 de Junio de 2014

# **ANEXOS**



Gráfico N° 4: Presentación del yacón

## Matriz de Consistencia

Título: **Actividad inmunoestimulante prebiótica del rizoma de *Smallanthus sonchifolius*, Yacón.**

PRESENTADO POR: **Jayly Edayin Cotillo Correa**

Problema General	Objetivo	Hipótesis	Variables	Diseño de la Investigación
¿Presentará el rizoma de <i>Smallanthus sonchifolius</i> yacón actividad inmunoestimulante prebiótica?	<p><b><u>Objetivo General</u></b></p> <p>Revisar y Analizar las investigaciones realizadas y publicadas sobre el rizoma de <i>Smallanthus sonchifolius</i> yacón y la actividad inmunoestimulante prebiótica.</p>	<p><b><u>H. General</u></b></p> <p>El rizoma de <i>Smallanthus sonchifolius</i> yacón presentaría una actividad inmunoestimulante prebiótica en la población que lo consume.</p>	<p><b><u>V. Independiente:</u></b> Rizoma de <i>Smallanthus sonchifolius</i> yacón</p> <p><b><u>Indicador:</u></b> Contenido de fructooligosacáridos.</p> <p><b><u>V. Dependiente:</u></b> Actividad Inmunoestimulante</p>	<p>No experimental De naturaleza descriptiva, de corte transversal, documental.</p>
<p><b><u>Problemas Específicos</u></b></p> <p>¿Los fructooligosacáridos contenidos en el rizoma de <i>Smallanthus sonchifolius</i> yacón, reducirán el riesgo de desarrollar cáncer de colon?</p> <p>¿Los fructooligosacáridos contenidos en el rizoma de <i>Smallanthus sonchifolius</i> yacón, reducirán el estreñimiento?</p>	<p><b><u>Objetivos Específicos</u></b></p> <p>Revisar y Analizar las investigaciones realizadas sobre la actividad de los fructooligosacáridos contenido en el rizoma de <i>Smallanthus sonchifolius</i> yacón y el riesgo de desarrollar cáncer de colon.</p> <p>Revisar y Analizar las investigaciones sobre los fructooligosacáridos contenido en el rizoma de <i>Smallanthus sonchifolius</i> yacón y el estreñimiento.</p>	<p><b><u>H. Especificas</u></b></p> <p>Los fructooligosacáridos presentes en el rizoma de <i>Smallanthus sonchifolius</i> yacón reducirían significativamente el riesgo de desarrollar lesiones precancerosas en el colon.</p> <p>Los fructooligosacáridos presentes en el rizoma de <i>Smallanthus sonchifolius</i> yacón reducirían el riesgo de padecer estreñimiento.</p>	<p><b><u>Indicador:</u></b> Población de bifidobacterias del colon.</p> <p><b><u>Población:</u></b> Todos los artículos publicados sobre <i>Smallanthus sonchifolius</i>, yacón.</p> <p><b><u>Muestra:</u></b> Los trabajos de investigación desarrollados en Colombia, Argentina, México y Perú; el rizoma de <i>Smallanthus sonchifolius</i>, yacón, en el cáncer de colon y estreñimiento.</p>	<p><b><u>Método de la Investigación</u></b></p> <p>Deductivo: Porque se analizan varias investigaciones sobre el consumo del rizoma de <i>Smallanthus sonchifolius</i>, yacón. Se parte de datos generales para obtener datos específicos sobre la actividad inmunoestimulante prebiótica del rizoma de <i>Smallanthus sonchifolius</i>, yacón. Para obtener una conclusión mediante la deducción.</p> <p>Transversal: Porque la investigación del efecto del rizoma de <i>Smallanthus sonchifolius</i>, yacón, se realizó entre Mayo a Agosto.</p>

