

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA



DINA LILIAN LETONA VILLATORO

Para optar al título de

QUÍMICA BIÓLOGA

GUATEMALA, ABRIL 2007

JUNTA DIRECTIVA

Ph.D. Oscar Cobar Pinto	Decano
Lic. Pablo Ernesto Oliva Soto	Secretario
Licda. Lillian Raquel Irving Antillon, M.A.	Vocal I
Licda. Liliana Vides de Urizar	Vocal II
Licda. Beatriz Eugenia Batres de Jimenez	Vocal III
Br. Angel Damian Reyes Valenzuela	Vocal IV
Br. Angel Jacobo Conde Pereira	Vocal V

DEDICO ESTA TESIS

A mi mamá, Aura Lilian Villatoro con amor

DEDICO ESTE ACTO

A Tito, siempre estas en mi corazón.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por brindarme una vida llena de alegría y bendiciones.

A mi mamá, Aura Lilian Villatoro por tu maravilloso amor y ser mi más grande ejemplo de lucha, por ayudarme incondicionalmente a alcanzar mis metas.

A Sebastián por ser la luz que me da fuerza cada día, te amo mi angelito.

A mi hermano Tito Estuardo, por tu gran amor y apoyo, este esfuerzo también es parte de tu esfuerzo.

A mi hermana Tania Ixchel, gracias por esperar siempre lo mejor de mí, por darme tu apoyo incondicional y enseñarme a valorar los pequeños detalles.

A mis abuelas Angela Villatoro y Marta de Letona por su amor.

A mi tío Marco Antonio Estrada y mi tía María Eugenia de Estrada por todo su apoyo y amor.

A mis primas y primos por su cariño, en especial a Pablo, Diana, Omar, Paul, Carlos, Marlon, Benjamín, Roberto, Lucky, Renato, Marcel, Stephanie.

A mis Amigas, por ser mis fieles compañeras en los momentos difíciles y cómplices en nuestras travesuras.

A la Universidad de San Carlos de Guatemala, especialmente a la facultad de Ciencias Químicas y Farmacia por darme toda la formación académica con la que hoy puedo desempeñar un trabajo digno.

Al Lic. Armando Cáceres Estrada por brindarme un poco de sus conocimientos.

INDICE

I. RESUMEN	1
II. INTRODUCCIÓN	2
III. ANTECEDENTES	4
A. Microorganismos Indicadores	4
B. Métodos de Detección de Microorganismos Indicadores	7
C. Control de Calidad en Plantas Medicinales	10
IV. JUSTIFICACIÓN	23
V. OBJETIVOS	24
VI. HIPÓTESIS	25
VII. MATERIALES Y METODOS	26
A. Universo y Muestra	26
B. Recursos Humanos	26
C. Recursos Institucionales	26
D. Recursos Físicos	26
E. Métodos	27
F. Diseño de la Investigación	32
VIII. RESULTADOS	33
IX. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	35
X. CONCLUSIONES	38
XI. RECOMENDACIONES	39
XII. REFERENCIAS	40
ANEXOS	43

I. RESUMEN

A pesar de las propiedades que poseen las plantas medicinales no se puede descartar la presencia de agentes microbiológicos que pueden generar serios problemas a la salud en el consumidor. Esto se observa con mayor frecuencia en países en vías de desarrollo donde no se tienen los conocimientos y la tecnificación a ningún nivel del sistema productivo de plantas medicinales.

El objetivo de este estudio fue evaluar la calidad microbiológica de plantas medicinales comercializadas con mayor frecuencia en la ciudad capital de Guatemala y evaluar algunos factores que pueden estar asociados a la contaminación de las mismas.

Se analizaron 30 muestras de plantas medicinales colectadas en distintos puntos de venta como centros naturistas y mercados cantonales. A estas plantas se les realizaron exámenes de identidad, pureza y un análisis microbiológico. La determinación de la calidad microbiológica de plantas medicinales se hizo por medio de la detección de microorganismos indicadores utilizando el método del Número Más Probable para el recuento de coliformes totales, coliformes fecales y la presencia de *E. coli*, utilizando caldo lactosado, Bilis Verde Brillante y Caldo *E. coli*.

El estudio reveló serias deficiencias en la calidad físico-organoléptica y microbiológica de plantas medicinales de venta libre en Guatemala. Se determinó que la calidad microbiológica del 87 % de muestras de plantas medicinales recolectadas en la capital de Guatemala no cumplen con los criterios establecidos por la OMS y no pueden ser utilizadas terapéuticamente en infusiones o decocción. Además, se observó que factores como el porcentaje de humedad y el control de calidad físico están relacionados con la calidad microbiológica de plantas medicinales. Se concluyó que la falta de buenas prácticas agrícolas en el sistema productivo pone en riesgo la salud del consumidor de la medicina tradicional.

II. INTRODUCCIÓN

La biodiversidad de Guatemala y su cultura maya, rica en el conocimiento del uso de los recursos naturales para el tratamiento de diferentes afecciones del hombre, ha interaccionado durante siglos.

Durante mucho tiempo los remedios naturales y sobre todo las plantas medicinales, fueron el principal e incluso el único recurso de que disponía el médico para la atención de sus pacientes. A principios del siglo XX, el desarrollo de la química y el descubrimiento de complejos procesos de síntesis orgánica condujo a la producción de medicamentos por parte de la industria farmacéutica. La medicina moderna combatió con eficacia numerosas enfermedades hasta entonces incurables y a menudo mortales, principalmente infecciones que fueron combatidas gracias a antibióticos y otros compuestos químicos. La inmunoterapia también desempeñó un papel importante en la lucha contra varias enfermedades infecciosas (1).

Sin embargo, las plantas medicinales y los remedios que se extraían de ellas no fueron reemplazados. Sus reservas de materias primas fueron y siguen siendo explotadas para extraer de ellas sustancias irremplazables. En los últimos años se ha observado un notable aumento, en la utilización de estas sustancias y en el número de plantas medicinales conocidas (1,2).

El descubrimiento de nuevas especies y aplicaciones de las plantas medicinales como coadyuvante en los tratamientos químicos o con antibióticos, el valor dietético de las plantas y la presencia de nuevas sustancias tales como las vitaminas, las hormonas, los productos antimicrobianos, antivíricos o antitumorales, ha contribuido en el desarrollo de la medicina basada en las plantas. Además ha incrementado el interés por conocer la utilización de éstas, sus compuestos activos y su aplicación en el tratamiento de diversas enfermedades (1,3).

La materia prima vegetal utilizada con fines medicinales debe cultivarse orgánicamente o por lo menos obtenerse por el manejo agroecológico sustentable de zonas de crecimiento silvestre con un programa de buenas prácticas agrícolas, de colecta y de control de calidad, para su comercialización en centros naturistas,

mercados cantonales, vendedores ambulantes, industria fitofarmacéutica, etc. Esta situación se da en muy pocos productores, existiendo un escaso control de calidad.

El propósito de esta investigación fue determinar la calidad microbiológica de las plantas medicinales de venta en la ciudad capital de Guatemala, mediante la recolección de muestras de plantas que con mayor frecuencia son consumidas por la población. Se les realizó un estudio físico y organoléptico para evaluar estas características con algunos factores de contaminación y se evaluó la calidad microbiológica determinando la presencia de microorganismos indicadores de contaminación mediante la técnica de Tubos Múltiples de Fermentación.

III. ANTECEDENTES

A. MICROORGANISMOS INDICADORES

Los microorganismos indicadores son utilizados para evaluar contaminación fecal, presencia de patógenos potenciales o de microorganismos deteriorantes, condiciones sanitarias de procesamiento, producción y almacenamiento de un alimento, agua u otro tipo de producto para el consumo humano (4-6).

Los microorganismos patógenos se presentan en las aguas residuales y en aquellas contaminadas en cantidades muy pequeñas, siendo estos difíciles de aislar e identificar, sobre todo en presencia de grandes cantidades de otros microorganismos (4).

Aún cuando se cuenta con métodos sensibles para el aislamiento de microorganismos patógenos, con frecuencia exigen procedimientos muy laboriosos y costosos. Estas dificultades han hecho que se utilicen grupos de microorganismos asociados a estos patógenos y que se encuentren en cantidades más elevadas, cuya presencia en cierto número se considera como una indicación de que la muestra estuvo expuesta a condiciones que pudieron determinar la llegada a la misma de patógenos o permitir la proliferación de éstos (5).

Un microorganismo indicador debe cumplir las siguientes características: 1) no ser un contaminante natural del agua, alimento o producto a analizar, 2) crecer y ser diferenciado fácilmente, 3) multiplicarse rápidamente a las temperaturas de almacenamiento. Las bacterias indicadoras más frecuentes son: Coliformes Totales o Generales, Coliformes Fecales y *Escherichia coli* (4,7).

1. Coliformes totales o generales

El término coliforme se usa para describir a microorganismos Gram negativo aerobios y anaerobios facultativos no formadores de esporas que producen ácido y gas a partir de la fermentación de la lactosa. Son psicrófilos, capaces de crecer y multiplicarse de 3 a 10°C. No resisten altas temperaturas (pasteurización); además no

resisten las temperaturas bajas, menores de 0°C. Los coliformes incluye los géneros *Escherichia*, *Enterobacter* y *Citrobacter*, entre otros (4-7).

Entre las bacterias entéricas que pueden fermentar la lactosa (los coliformes), no todos son parásitos intestinales obligados. Si bien *E. coli* es la especie predominante de este grupo y es exclusivamente de origen fecal, las especies de *Enterobacter* se han encontrado en ambientes como el suelo, alcantarillas, agua, vegetales y plantas, y su presencia no indica contaminación fecal. *Klebsiella* también se encuentra asociado a otros ambientes que no están asociados a la contaminación fecal. Por lo tanto es importante diferenciar entre los coliformes fecales y los no fecales (6,8).

a) Fuentes

El tracto intestinal humano contiene innumerables bacterias con forma de bastoncillos, conocidas como organismos coliformes. Aparte de otras clases de bacterias, cada ser humano evacua de 1×10^9 a 4×10^9 de organismos coliformes cada día, los cuales pueden contaminar alimentos y diversos tipos de plantas mediante el suelo contaminado con heces, agua contaminada con aguas residuales de origen domiciliar o industrial, entre otros (4).

b) Significado

La presencia de altos valores de coliformes en los alimentos indica deficiencias en el proceso de elaboración, ya que estas bacterias son destruidas con gran facilidad por tratamientos térmicos, de pasteurización o de clorado de las aguas. También indica deficiencias en el proceso de conservación, debido a malas condiciones de secado, almacenamiento, humedad, agua, contaminación por animales e insectos. Los coliformes generales son microorganismos indicadores de la posible presencia de organismos patógenos y contaminación fecal (4, 9).

2. Coliformes fecales

Son bacilos Gram negativo, anaerobios facultativos, capaces de crecer y fermentar la lactosa a temperaturas más elevadas que lo normal, esto es a 44.5°C (coliformes termotolerantes). Es un grupo de coliformes más restringido por ser habitantes habituales del intestino grueso de humanos y animales, representando la

fracción de coliformes de origen fecal. La diferenciación de coliformes fecales se realiza en base al hecho de que pueden fermentar la lactosa en un medio apropiado cuando se incuban a 44.5°C mientras que los demás coliformes no lo hacen. Estos microorganismos son destruidos por la pasteurización, temperaturas de cocción y de congelación (4,7,9).

a) Fuentes

Son específicos de material fecal de humanos, mamíferos, insectos, por lo que se puede encontrar en aguas residuales (negras), manipuladores de alimentos con malas prácticas en el lavado e higiene de manos, entre otros (7,9).

b) Significado

La presencia de coliformes fecales indica contaminación fecal y potencialmente la presencia de microorganismos patógenos como *Salmonella* spp., *Shigella* spp, *E. coli* enteropatógena, *Campylobacter jejuni*, *Vibrio cholerae* y otros vibrios en la muestra. Refleja deficiencias en el saneamiento y manipulación de alimentos y agua. La contaminación de plantas para consumo humano, proviene en su mayoría del riego con aguas negras (4,7,9).

3. *Escherichia coli*

Escherichia es el género tipo de la familia Enterobacteriaceae y *E. coli* es la especie tipo del género. Es un bacilo corto, Gram negativo, catalasa positivo, oxidasa negativo, fermentador, no esporógeno. *E. coli* es un organismo mesófilo típico que crece a temperaturas de 7 a 10°C hasta 50°C, con una temperatura óptima de crecimiento de 37°C. No presenta una termorresistencia marcada, es capaz de resistir el almacenamiento en refrigeración o en congelación durante tiempos prolongados. Un pH neutro es óptimo para su crecimiento (4-6,9).

Genéticamente, *E. coli* está íntimamente relacionado con el género *Shigella*, por sus secuencias de DNA están más próximos entre sí que muchas cepas dentro de otras especies. *E. coli* enteroinvasivo (ECEI) se parece mucho a *Shigella* en cuanto a sus mecanismos patógenos y al tipo de clínica que producen, ambos son típicamente inmoviles y lactosa negativos, por lo que pueden resultar difícil de diferenciar (9,10).

E. coli puede ser diferenciado de otros representantes de la familia Enterobacteriaceae en base al número de azúcares que fermenta y mediante otras pruebas bioquímicas. Clásicamente, un grupo importante de pruebas que se utiliza con esta finalidad se conoce con la sigla IMViC. Estas pruebas se utilizan para ensayar la capacidad de: Producir indol del triptófano (I), producir el ácido suficiente para disminuir el pH del medio por debajo de 4.4, punto de viraje del indicador rojo de metilo (M), producir acetofina por la reacción de Voges-Proskauer (V), y utilizar el citrato como fuente de carbono (C) (6,7).

a) Fuentes

Hombre y animales, suelo y aguas contaminadas con heces fecales, aguas residuales utilizadas para riego de vegetales y plantas (2).

b) Significado

Su presencia en un alimento indica que éste ha tenido contacto con materia de origen fecal y por tanto está contaminado. La supervivencia de estas bacterias en medios no entéricos es limitada por lo que su presencia indica una contaminación reciente. *E. coli* es el microorganismo índice ideal para la detección de contaminaciones recientes. Refleja deficiencias en el saneamiento y manipulación de alimentos, agua. Siendo buen indicador de la posible presencia de microorganismos patógenos (4,6-7,9).

B. MÉTODOS DE DETECCIÓN DE MICROORGANISMOS INDICADORES

Existen diversas técnicas para analizar microbiológicamente la materia prima de origen vegetal. Todas ellas utilizan medios nutritivos con el objeto de poder determinar el conteo total bacteriano y se utilizan también uno o más medios selectivos para detectar la presencia de microorganismos específicos, especialmente las enterobacterias coliformes (11-14).

Entre los métodos comúnmente empleados para la detección de estos indicadores bacterianos están: la técnica de enumeración probabilística, la técnica de recuento directo, y recientemente la prueba de sustrato enzimático (11,14).

1. Número Más Probable (NMP)

Es un método estándar utilizado para el recuento de coliformes en agua y diversos productos. Los medios de cultivo, las condiciones y las técnicas utilizadas para este método han variado obteniéndose mayor sensibilidad y precisión. Los distintos métodos de NMP para coliformes totales se basan, en primera instancia, en una selección de los microorganismos que producen ácido y gas a partir de la fermentación de lactosa a una temperatura de 35°C. Por ello, el primer paso es la inoculación en caldo lactosado, con tubo de fermentación para recoger el gas que pueda producirse. A esto sigue una prueba de confirmación en caldo con verde brillante, lactosa y bilis (BVB), este medio inhibe el desarrollo de los fermentadores de lactosa diferentes a los coliformes; así, la formación de gas constituye la confirmación de la prueba, es decir, que hay coliformes. Luego sigue una determinación de los coliformes fecales cuya diferenciación se realiza en base al hecho que pueda producir gas de la fermentación de lactosa en BVB cuando se incubaba a 44.5°C mientras que los demás coliformes no lo hacen (4-6,11,12).

2. Filtración por Membrana

También es muy utilizado el método de filtración por membrana para el recuento de bacterias coliformes totales y fecales. Es un método altamente reproducible, puede usarse para analizar volúmenes de muestra relativamente grandes y se obtienen resultados en menor tiempo que con el NMP. Sin embargo, no puede aplicarse a cualquier tipo de muestra y presenta algunas limitaciones, ya que no pueden analizarse muestras turbias y la capacidad de recuperación depende de la efectividad del filtro. También se encuentra entre los métodos estándar (9-12).

La determinación se lleva a cabo haciendo pasar un volumen conocido de la muestra de agua a través de un filtro de membrana con poros de tamaño muy pequeño (0.45 μm de diámetro). Debido a que el tamaño de las bacterias es mayor que el de los poros, éstas quedan retenidas en el filtro. La membrana se pone en contacto con un agar que contiene los elementos nutritivos para su crecimiento. Después de un proceso de incubación, las colonias de coliformes son suficientemente grandes como para poder ser contadas y determinar la concentración de las mismas en la muestra original (4-6,9-12).

La determinación de coliformes fecales por filtración puede hacerse a partir de las colonias desarrolladas en medio Endo, que da colonias oscuras y con brillo metálico, o directamente incubando la membrana en medio m-FC e incubando ambos medios a 44.5°C (4-12).

3. Prueba de Sustrato Enzimático

En la actualidad se han desarrollado nuevos medios para la detección directa y simultánea de coliformes y *E. coli* sin necesidad de utilizar métodos de aislamiento. Los avances microbiológicos combinan dos técnicas, cromogénica y fluorogénica, en la que se requiere un solo medio de cultivo (12).

El medio contiene un sustrato cromogénico que es hidrolizado por la enzima β -D-galactosidasa (β GAL), característica de las bacterias coliformes totales, y contiene un sustrato fluorogénico que es hidrolizado por la enzima β -D-glucuronidasa (β GUD). *E. coli* tiene tanto actividad β GAL como β GUD por lo que este método permite la detección de coliformes totales y *E. coli* (12).

Las bacterias no coliformes, como las especies del género *Aeromonas* y *Pseudomonas*, que producen pequeñas cantidades de la enzima β GAL, son suprimidas y generalmente no producen una respuesta positiva durante 24 horas. A menos que estén presentes en cantidades mayores de 10^4 UFC/ml (12).

Uno de los medios que han sido desarrollados es el medio Fluorocult LMX, permite la detección rápida de *E. coli* y coliformes totales usando el compuesto cromogénico 5-bromo-4-cloro-3-indolil- β -D-galactopiranosida (XGal) y el compuesto fluorogénico 4-metilumbeliferil- β -D-glucuronido (MUG). Cuando XGal es roto por β GAL, el caldo se torna verde-azulado debido a la conversión de las agliconas liberadas a índigo. En presencia de β -GUD el compuesto fluorescente 4-metilumbeliferona se rompe del MUG. La luz azul fluorescente en el caldo bajo la luz UV (365 nm), indica la presencia de *E. coli*. Para confirmar la presencia de *E. coli*, la producción de indol se demuestra usando el reactivo de Kovac's, el desarrollo de un color rosado en la superficie indica una reacción positiva (12).

C. CONTROL DE CALIDAD EN PLANTAS MEDICINALES

1. Historia

Las plantas medicinales han conformado la base de los principales productos para la salud desde épocas antiguas. El reconocimiento de su valor como recurso clínico, farmacéutico y económico va en aumento, aunque con algunas variables respecto al país que se trate. La regulación de la exportación y la explotación de este recurso es necesaria, para preservar y conservar la disponibilidad del material vegetal a futuro (13).

Los países de la región de latinoamérica han ido normatizando y legislando los diferentes criterios enmarcados en cuanto a los niveles de seguridad, eficacia y calidad que deben reunir los productos herbarios, a efectos de hacer llegar un producto confiable ciento por ciento a la población. A pesar de que el uso de las plantas medicinales constituye una práctica antigua, sólo un pequeño número de especies han sido correctamente evaluadas según los criterios de investigación científica (13).

Al observar diferentes legislaciones se pueden encontrar varios criterios para clasificar a las especies medicinales en suplemento dietario, medicina tradicional, y en medicamentos fitoterapéuticos. Tomando en cuenta estas legislaciones en la reunión de Alma Ata en 1978, la Asamblea Mundial de la Salud (WHA) dictaminó la importancia de incorporar en los sistemas de salud de los países miembros, aquellas disciplinas consideradas como tradicionales; las plantas medicinales constituyeron el primer recurso a tener en cuenta (13).

En la resolución 42.43 de la WHA en el año 1989, se instó a los países miembros a realizar una evaluación integral de los sistemas tradicionales de salud a efecto de llevar a cabo, un listado de especies de plantas a ser incorporadas en las farmacopeas nacionales, que se ajusten a los estándares de eficacia, seguridad y calidad recomendados en los productos para la salud humana (14).

La temática de las plantas medicinales ha sido incluida en la IVª Conferencia Internacional sobre Autoridades Regulatorias de Drogas (ICDRA) en el año 1986. En las reuniones sucesivas (1986-1989) del ICDRA se concluyó que la Organización Mundial

de la Salud (OMS) debería preparar un modelo de guía que contenga los elementos necesarios y fundamentales para legislar y registrar este tipo de productos (13).

En junio de 1991, en Munich, se presentó el proyecto: *Guidelines for the Assessment of Herbal Medicines* (Guía de Recomendaciones sobre Hierbas Medicinales) el cual fue incluido dentro de la 6ª ICDRA en Ottawa, en 1991. Esa Guía define los criterios básicos de evaluación de calidad, seguridad y eficacia de las hierbas medicinales, y los elementos para el rotulado y envasado, a efectos de asistir a las autoridades de regulación nacional, organizaciones científicas, manufacturadores, entre otros (13).

En la guía se hace referencia al uso tradicional de cada hierba (a través de literatura histórica, médica y etnológica bien fundamentada), la forma farmacéutica más recomendada y las indicaciones terapéuticas. También, se hace particular énfasis en la correcta identificación botánica, análisis de estabilidad de la droga, aspectos toxicológicos a ser realizados en casos de hierbas de dudoso historial, revisión bibliográfica a consultar, etc (13).

En 1994 la Organización Mundial de la Salud (OMS) en su oficina regional para el oeste del Mediterráneo, publicó una Guía para Formulación de Políticas Nacionales para Hierbas Medicinales. En la misma, se destaca el importante papel que tienen las hierbas en trastornos que afectan a gran parte de la humanidad, tales como: trastornos gastrointestinales, infecciones urinarias, patologías respiratorias y enfermedades dermatológicas entre otras. El principal objetivo en esta nueva guía es el reconocimiento de la medicina tradicional como parte integrante en los sistemas tradicionales de salud de cada país (11,13).

En la propuesta se indica la conveniencia de que cada país forme un Comité Nacional de Expertos, el cual debe preparar un listado de especies herbarias esenciales, con sus respectivos requisitos de registro, evaluación de adversidades, etc, y que tenga directa relación con el Ministerio de Salud. El criterio de selección de un listado esencial debe responder a las necesidades de salud y, especialmente, debe reunir los criterios de seguridad y de reposición de la especie para no depredar el hábitat. Otros procedimientos que debe marcar el Comité se refieren a los procesos de cultivo, recolección, producción local y procesamiento de cada especie en cuestión (13).

En Guatemala desde 1976 el Centro Mesoamericano de Estudios sobre Tecnología Apropiada (CEMAT) ha realizado trabajos de campo e investigaciones de laboratorio con el fin de dar inicio a un proceso de sistematización del uso de plantas medicinales del país como alternativa terapéutica y de producción agrícola. Que permitan establecer procedimientos de control de calidad para la producción de plantas medicinales que cumplan las exigencias sanitarias internacionales de materia seca vegetal (15,16).

La Empresa Rural de Plantas Medicinales (ERPLAM) fue un programa de CEMAT que funcionaba como un sistema de investigación, cultivo, recolección, uso y comercialización de las plantas medicinales en Guatemala. Dicho programa se mantuvo activo desde el año 1985 a 1989. El programa estuvo integrado por una red de productores establecidos en diversas regiones de la República y una red de distribuidores rurales y urbanos. En 1989 en su afán por ofrecer un producto de alta confianza y óptima calidad a los usuarios de esta medicina, CEMAT decidió que ERPLAM además sería un laboratorio de control de calidad microbiológico sanitario, adquiriendo el nombre de Laboratorio Fitofarmacéutico FARMAYA S.A. que permite analizar el producto proveniente de la red de productores de plantas medicinales (15).

2. Actividades que Determinan la Calidad de una Planta Medicinal

Las actividades abarcan todos los aspectos relacionados con el uso de plantas medicinales, tomando en cuenta los siguientes aspectos.

a) Requerimientos climatológicos

Se determina en cada planta para que el contenido de los principios activos y la cantidad producida sean satisfactorios. Algunos de estos son el agua o humedad, cantidad de luz, temperatura, altura sobre el nivel del mar y otros factores que determinen que la planta crezca y se desarrolle en forma sana (15).

b) Preparación del suelo

Se realiza de acuerdo con las tecnologías agrícolas de cada región recomendándose en particular la formación de terrazas o tabloncillos para cultivo

intensivo. La fertilización debe ser estrictamente natural, utilizando para ello estiércoles animales y desechos agrícolas para la preparación de abono o compost (15,17).

c) Control de plagas

Como todo cultivo, las plantas medicinales son propensas a ser atacadas por insectos, parásitos, hongos, bacterias y virus. El aumento de la temperatura, la humedad excesiva y el uso de abonos orgánicos sin procesar, favorecen el desarrollo y transmisión de estas enfermedades. Los distintos métodos de control por lo general se clasifican como biológicos, físicos, químicos y de cultivo, dependiendo de la naturaleza de los agentes que se empleen para controlar las enfermedades. Las plantas medicinales deben estar lo más puras e inalterables posibles por lo que se recomienda no utilizar insecticidas o plaguicidas de origen químico (15,17,18).

d) Recolección y cosecha

Debe realizarse cuando las plantas hayan alcanzado la madurez necesaria para su recolección dependiendo de la parte que debe cosecharse, se coleccionarán cuando haya buen tiempo y a la hora del día de máximo contenido del principio activo. Debe conocerse qué parte u órgano de la planta se utilizará medicinalmente. En algunas plantas se usa toda la planta, en otras únicamente las flores, hojas, frutos, corteza, o raíz (15,17,18).

Las flores son recolectadas de acuerdo a la época estacional en luna nueva por la mañana, las hojas con aceite esencial al inicio de la floración, en plantas con alcaloides durante la floración, en plantas con saponinas durante la maduración de los frutos en luna creciente por la mañana; las raíces después de la fructificación, en luna llena por la tarde; los frutos y semillas de acuerdo con la época de fructificación en luna llena por la mañana; la corteza de árboles adultos después de la floración, en luna llena por la tarde y en época seca (18).

e) Lavado

Se quitan las hojas muertas o muy dañadas así como cualquier parte de la planta que no esté sana. Luego se lava con agua corriente evitando lastimar la planta y se elimina el exceso de agua. Las raíces y los tallos subterráneos deben

lavarse con cepillo. Para evitar mayor contaminación o deterioro posterior por microorganismos, se recomienda lavar la planta con una solución clorinada al 2 o 3 % y con detergentes orgánicos (15).

f) Secado

Deberá realizarse en condiciones adecuadas ya que la humedad, el sol directo o el polvo pueden deteriorar las plantas e inactivar los principios activos. El secado adecuado es clave para garantizar un producto duradero y que conserve las propiedades medicinales que se le atribuye (15,17).

g) Conservación y almacenamiento

Dependen en gran medida del cuidado que se puso para la recolección, lavado y secado de las plantas. Varios factores externos pueden deteriorar las plantas secas, tales como polvo, calor humedad, microorganismos, insectos y roedores. Para el almacenamiento se recomienda un área específica debidamente iluminada y ventilada, que además reúna condiciones de limpieza, sequedad y seguridad. Para guardar las plantas secas se recomienda utilizar recipientes con cierre hermético y opacos para evitar el daño por radiación solar (15, 17).

3. Análisis para Determinar la Calidad de Plantas Medicinales

Con el fin de garantizar la calidad de la materia prima y en vista del amplio uso de diversas especies y de no existir normas específicas por muchas de las legislaciones nacionales, se recomienda cuando menos los análisis de identidad (botánicos), pureza (físico-organolépticos y microbiológicos-sanitarios), actividad y composición (17).

a) Examen de Identidad

La primera garantía de calidad de una planta medicinal es disponer de una muestra que responda a la definición del producto solicitado (anexo 1), conforme a la denominación expresada por el nombre latino de la especie productiva seguida de la designación de la parte empleada. El examen de identidad consiste en un análisis botánico, que permite determinar por las características morfológicas que se trata de la especie en cuestión y de la parte usada medicinalmente (17).

b) Exámenes de pureza

Son exámenes de laboratorio para garantizar que la materia prima proveniente de los campos de cultivo ha sido procesada adecuadamente y almacenada en las condiciones óptimas para este tipo de producto (17).

i. Físico-organoléptico

Se refiere al análisis macroscópico y estereoscópico del secado, tamaño de las partículas, contaminación por larvas o insectos, características de olor, color y sabor, condiciones de almacenaje y aspecto general de una muestra representativa del lote proveído por el productor. En el caso de plantas que están en las farmacopeas y de existir alguna duda sobre su identidad, pueden hacerse exámenes microscópicos que con bastante precisión pueden ayudar en la identificación. Se analiza también el porcentaje de humedad por métodos gravimétricos (17).

ii. Microbiológico-sanitario

Consiste en la determinación del número más probable de microorganismos (NMP/g) mediante el método de los tubos múltiples de fermentación, recuento en placa de mohos y levaduras, y/o filtración cuantitativa (7,17).

j) Análisis de actividad

Se realiza generalmente con bioensayos, ya sean *in vitro* o *in vivo*, para evaluar la actividad biológica o farmacológica de una materia prima, extracto o producto terminado.

La mayoría de estos bioensayos provienen de la farmacología experimental y se han adaptado a las condiciones de un laboratorio de control de calidad. Son ensayos para medir la actividad antibacteriana, antifúngica, citotóxica, antiinflamatoria, hipoglucemiante y diurética. También se incluyen los análisis de inocuidad, que consisten en pruebas de toxicidad aguda, subaguda y crónica, mutagenicidad y teratogenicidad (17).

k) Análisis de composición

Se realiza en cuatro niveles, dependiendo de la instrumentación disponible. Primero, se realiza el tamizaje fitoquímico mediante pruebas convencionales (macrométrico), luego se realiza por cromatografía de capa fina (TLC), a esto le sigue un análisis de fracciones purificadas y finalmente la valoración de un principio activo específico, la valoración puede ser evaluada por densitometría, espectrofotometría, cromatografía de gases o cromatografía líquida de alta resolución (HPLC) (17).

4. Estudios Microbiológicos de Plantas Medicinales

Los resultados de los escasos estudios etnobotánicos y de mercados cantonales realizados en la ciudad de Guatemala, han demostrado que las plantas medicinales de venta libre tienen baja calidad organoléptica y sanitaria (15,16).

Si bien los estudios sobre contaminación microbiana de plantas medicinales son escasos, recientemente se han realizado algunos estudios sobre el tema, entre los que se encuentra un estudio internacional sobre la contaminación microbiana de plantas de uso medicinal en Australia y otro sobre el estado microbiológico de drogas herbarias medicinales en Austria y Alemania, así como la realización de un análisis microbiológico de algunas infusiones de hierbas medicinales en Costa Rica (19-21).

El estudio realizado en Australia por Kneifel, Czench y Kopp en el año 2001, menciona los factores que determinan la calidad microbiológica de plantas medicinales, entre estos se encuentran los factores intrínsecos, como las barreras naturales de la planta, estructura, y composición (agentes antimicrobianos); entre los factores extrínsecos se encuentra el clima, humedad, localización, métodos de cosecha y condiciones de almacenamiento, entre otros. Se analizaron microbiológicamente 78 especies diferentes de drogas herbarias. Realizando un conteo total de microorganismos aerobios, de enterobacterias, de mohos y levaduras. Donde se obtuvieron resultados variables respecto a la carga microbiana de las muestras, y en algunos casos los conteos sobrepasaban el límite de microorganismos aceptables por la Farmacopea Europea. Tomando en cuenta la variabilidad de higiene de plantas medicinales, concluyeron que es difícil proponer un criterio uniforme para la evaluación de parámetros de calidad microbiológica, y que deben

revisarse cuidadosamente las normas establecidas en la Farmacopea Europea para tomar decisiones legales adecuadas (19).

En otro estudio realizado por los mismos autores en Australia y Alemania, durante el año 2000 se tuvo como objetivo principal investigar el estado microbiológico de un número representativo de plantas medicinales. Para este propósito se colectaron al azar un total de 138 muestras de 31 plantas medicinales diferentes, obtenidas por nueve proveedores y distribuidores de venta al por mayor en Austria y Alemania. El origen específico de las muestras no era descrito en las etiquetas. Los métodos microbiológicos y técnicas usadas para la detección de microorganismos patógenos estaban bajo las regulaciones de la Farmacopea Europea. La carga microbiana de las muestras vario considerablemente, mientras ninguna de las muestras presento *E. coli* enterohemorrágica, *Salmonella*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus* o *Candida albicans*, cuatro muestras fueron positivas para *E. coli*, dos muestras eran presuntivamente positivas para *Campylobacter jejuni* y nueve plantas mostraban un prueba presuntiva positiva respecto a la presencia de hongos productores de aflatoxinas. En todas las especies de drogas herbarias se encontró números relativamente altos de bacterias esporoformadoras (*Bacillus cereus* y *Clostridium perfringens*). Otras muestras incluso tenían niveles de contaminación por arriba de 10 millones de esporas por gramo. En ninguna de las muestras se encontraron conteos de enterobacterias altos (20).

Este estudio demuestra que la variedad de drogas herbarias contienen un amplio espectro de microorganismos que pueden diferir con respecto a aspectos cualitativos y cuantitativos. Y aunque la Farmacopea Europea provee algunos criterios para la evaluación de muestras heterogéneas, no da recomendaciones detalladas con respecto a un espectro más amplio de microorganismos, que tiene importancia microbiológica y médica (20).

En la realización de un análisis microbiológico de algunas infusiones de hierbas medicinales en Costa Rica llevado a cabo por Arias, Chaves y Alfaro, durante el segundo semestre de 1997 y primero de 1998, se analizó la menta (*Mentha piperita*) y el anís estrella (*Illicium verum*), los resultados obtenidos demuestran que el 85.7 % de las muestras de infusión de menta y 8.3% de las de anís estrella presentan recuentos totales que sobrepasan la norma internacional de la OMS. El 100% de las muestras incumplieron esta norma para coliformes totales y el 41.7% para coliformes fecales;

contrario al anís estrella, en que el 100% de las muestras cumple con la norma propuesta. Los resultados de este estudio evidencian serias deficiencias en la calidad microbiológica en las infusiones de hierbas medicinales, por lo cual es importante desarrollar reglamentos con respecto a los controles que deben efectuarse a éstas de manera que no representen un riesgo para la salud de los consumidores (21).

5. Límites de Carga Microbiana en Preparaciones Fitofarmacéuticas

a) Farmacopea Europea

En la manufactura, almacenamiento y distribución de preparaciones fitofarmacéuticas, deben tomarse medidas convenientes para asegurar su calidad microbiológica (22). Las preparaciones fitofarmacéuticas deben cumplir con el siguiente criterio:

I. Categoría 1

Preparaciones que requieren ser estériles por la monografía pertinente en la forma de dosificación y otras preparaciones calificadas como estériles (22).

II. Categoría 2

Preparaciones de uso tópico y para el uso en el tracto respiratorio, excepto cuando sean parches transdérmicos y requieran ser estériles.

1. **Parche transdérmico:** Determinar en un parche la ausencia de enterobacterias y de otras bacterias Gram negativo (incluyendo el adhesivo y la capa de soporte).
2. **Otras preparaciones:** No más de 10^1 enterobacterias y otras bacterias Gram negativo por gramo o por mililitro.
3. **Conteo aeróbico total:** No más de 10^2 microorganismos por gramo (bacterias aeróbicas y hongos), por mililitro o por parche (incluyendo el adhesivo y la capa de soporte).
4. ***Pseudomonas aeruginosa*:** Determinar en un gramo, un mililitro o en un parche (incluyendo el adhesivo y la capa de soporte), la ausencia de *Pseudomonas aeruginosa*.
5. ***Staphylococcus aureus*:** Determinar en un gramo, un mililitro o en un parche (incluyendo el adhesivo y la capa de soporte), la ausencia de *Staphylococcus aureus* (22).

III. Categoría 3

A. Preparaciones de administración oral y rectal:

1. **Conteo aeróbico total:** No más de 10^3 bacterias y no más de 10^2 hongos por gramo o por mililitro.
2. ***Escherichia coli*:** Ausencia de *E. coli* (22).

B. Preparaciones de administración oral: que contienen materiales crudos de origen natural (animal, vegetal y mineral), para las que el pretratamiento antimicrobiano no es factible, por lo que la autoridad competente acepta una contaminación microbiana del material crudo que excede 10^3 microorganismos viables por gramo.

1. **Conteo aeróbico total:** No más de 10^4 bacterias y no más de 10^2 hongos por gramo o por mililitro.
2. **Enterobacterias:** No más de 10^2 enterobacterias y otras bacterias Gram negativo por gramo o por mililitro.
3. ***Escherichia coli*:** Ausencia de *E. coli*.
4. ***Salmonella*:** Ausencia de *Samonella sp.*
5. ***Staphylococcus aureus*:** Ausencia de *S. aureus* (22).

IV. Categoría 4

Remedios herbarios que consisten solamente en una o más drogas vegetales (entero, diluido o pulverizado) (22).

A. Remedios hebarios a los que se agrega agua hirviendo antes del uso

1. **Conteo aeróbico total:** No más de 10^7 bacterias y no más de 10^5 hongos por gramo o por mililitro.
2. ***Escherichia coli*:** No más de 10^2 *Escherichia coli* por gramo o por mililitro (22).

B. Remedios herbarios a los que no se agrega el agua hirviendo antes del uso

1. **Conteo aeróbico total:** No más de 10^5 bacterias y no más de 10^4 hongos por gramo o por mililitro.
2. **Enterobacterias:** No más de 10^3 enterobacterias y otras bacterias Gram negativo por gramo o por mililitro.
3. ***Escherichia coli*:** Ausencia de *E. coli*.
4. ***Salmonella*:** Ausencia de *Samonella sp* (22).

b) Autoridad de Salud Alemana

En el libro *Herbal Medical Products* la Autoridad de Salud Alemana (por sus siglas en alemán "BfArM"), establece bases reguladoras y científicas para el desarrollo, aseguramiento de la calidad y autorización de la comercialización de productos herbarios. Los lineamientos de calidad microbiológica sólo se publican para información y guía, no forman una parte obligatoria de la Farmacopea. (19)

BfArM aclara que en la manufactura, empaque, almacenamiento y distribución de preparaciones farmacéuticas, deben tomarse medidas apropiadas para asegurar la calidad microbiológica. Estableciendo los mismos criterios de la Farmacopea Europea (23).

En términos aplicables para las categorías 3 y 4, BfArM aclaró que todo el producto medicinal que contiene preparaciones de drogas herbarias como extractos herbarios, pertenecen a la categoría 3 y que en la categoría 4 sin embargo, sólo se relacionan productos medicinales que contienen drogas herbarias en perfumadores y drogas herbarias en polvo en cápsulas de gelatina (23).

La categoría 3 deja espacio para la interpretación, en particular si son productos medicinales herbarios que contienen extractos se vinculan a las sub-categorías 3A o 3B (23).

Parece justificado vincular los productos medicinales herbarios a la sub-categorías 3B en caso de que el pretratamiento antimicrobiano no sea permitido. La BfArM procede así en la valoración de productos medicinales herbarios (23).

En principio, las drogas herbarias no están libres de contaminación microbiana y no responden al requisito de la categoría 4 en una base regular. Sin embargo, es aceptable para la BfArM, que las drogas herbarias usadas con propósitos de extracción se les permita exceder estos límites, con tal de que los datos de varios lotes pueden demostrar una reducción de carga microbiana de modo que los límites de categoría 3B puedan encontrarse en la preparación final de droga herbaria (23).

En el proceso de la *International Conference Harmonisation (ICH)*, la situación de límites en la calidad microbiana de productos medicinales ha sido considerada a nivel mundial. Aunque los límites que se discuten obedecen los límites del Farmacopea Europea en una gran magnitud (23).

IV. JUSTIFICACIÓN

Las plantas medicinales pueden tener un sin número de microorganismos con diferentes propiedades, que son el resultado de una serie de factores naturales, de agricultura, y de factores postcosecha. Estas bacterias, hongos, virus e insectos, pueden deteriorar la planta; o bien causar patogenicidad a quien lo consume, siendo estos factores particulares para la utilización de límites de carga microbiana que se aceptan en estas plantas (19,20).

Pocos países tienen experiencia en el cultivo de plantas medicinales en forma científica y técnica para producir y comercializar adecuadamente este tipo de producto, esto trae como consecuencia el uso de plantas sin certeza botánica que se cultivan, procesan y almacenan en condiciones inadecuadas. Siendo la falta de conocimiento, tecnificación y de buenas prácticas agrícolas la causa del escaso control de calidad de plantas medicinales (17).

El uso de plantas medicinales como una alternativa terapéutica sin un estricto control de calidad representa un serio problema para la salud. Sobre todo en un país en vías de desarrollo como Guatemala en el que no se cuenta con las condiciones socioeconómicas necesarias que permitan cumplir con normas básicas de higiene. En las áreas rurales donde se lleva a cabo el cultivo y/o colecta de plantas para uso medicinal, no hay letrinas, ni agua potable, y se carece de los conocimientos para el manejo de desechos, lo que trae como consecuencia un alto grado de contaminación por bacterias y patógenos de origen fecal.

Resultados de análisis microbiológicos de materia prima del laboratorio fitofarmacéutico FARMAYA muestran hasta un 25 % de plantas medicinales no aptas para consumo humano en un año. Los proveedores del laboratorio son agricultores que han sido capacitados a lo largo del funcionamiento de la empresa, por lo que es de esperarse un porcentaje mayor de contaminación en plantas medicinales distribuidas por proveedores de mercados cantonales y vendedores ambulantes. De aquí la importancia de evaluar la calidad microbiológica de las plantas medicinales de venta libre en nuestro país y de contribuir a enriquecer los escasos estudios realizados sobre el tema.

V. OBJETIVOS

A. General

1. Determinar la calidad microbiológica de plantas medicinales distribuidas en distintos puntos de venta en la ciudad capital de Guatemala.

B. Específicos

1. Evaluar 30 muestras de plantas medicinales seleccionadas por su mayor frecuencia de consumo por medio de una encuesta.
2. Evaluar las características físicas y organolépticas de las plantas medicinales, para poder relacionar estas características con algunos factores naturales de contaminación.
3. Determinar la presencia de microorganismos indicadores de contaminación por la técnica de Tubos Múltiples de Fermentación.
4. Analizar los resultados microbiológicos acumulados durante 15 años en el laboratorio Fitofarmacéutico Farmaya S.A. para tomarlos como referencia del estado microbiológico de plantas medicinales en Guatemala y relacionarlo con el resultado obtenido en el estudio.

VI. HIPÓTESIS

Menos del 40% de las muestras colectadas cumple con las normas microbiológicas establecidas por la OMS para especies vegetales que serán procesadas en infusión o decocción.

VII. MATERIALES Y METODOS

A. Universo y Muestra

El universo estuvo constituido por 20 especies vegetales de mayor uso medicinal en la ciudad capital de Guatemala.

La muestra estuvo constituida por 3 ejemplares de cualquiera de las 20 especies vegetales, seleccionadas en 10 puntos de venta por su frecuencia de consumo según encuesta realizada en cada lugar.

B. Recursos Humanos

1. Estudiante:
Dina Lilian Letona V.
2. Asesor:
Armando Cáceres, USAC.

C. Recursos Institucionales

1. Laboratorio Fitofarmacéutico Farmaya S.A.

D. Recursos Físicos

2. Equipo
 - a) Estereoscopio
 - b) Balanza analítico
 - c) Desecadora
 - d) Refrigeradora
 - e) Autoclave
 - f) Campana microbiológica
 - g) Incubadora

2. Materiales

- a) Vaso de Precipitar de 1000 ml
- b) Vaso de Precipitar de 150 ml
- c) Erlenmeyer de 250 ml
- d) Embudos cortos
- e) Cajas de Petri
- f) Agitadores de vidrio
- g) Tubos de tapón de rosca
- h) Campanas de Durham
- i) Pipeteador
- j) Algodón
- k) Papel de aluminio
- l) Espátulas de metal
- m) Probeta graduada

3. Reactivos

- a) Agua destilada
- b) Cloruro de sodio
- c) Caldo lactosado
- d) Caldo Bilis Verde Brillante
- e) Caldo EC
- f) Agar MacConkey

E. Métodos

1. Recolección de la muestra

Aprovechando la información recopilada sobre plantas medicinales en el Laboratorio Farmaya, se preparará una lista de las 20 especies vegetales de mayor uso medicinal, y se muestrearon 10 distintos centros de venta de las plantas medicinales anteriormente seleccionadas, entre estos Mercados, Centros Naturistas y otros puntos de venta. (anexo II).

En cada centro de venta se pasó una encuesta (anexo III) previa a la colecta de la muestra, para determinar las plantas medicinales que con mayor frecuencia venden y el uso medicinal para el que se emplean. De estas plantas se seleccionaron

3 que fueron colectadas una vez en cada lugar. Además la encuesta brindó información importante como el lugar de procedencia de la muestra, fecha de compra del lote, la forma de secado, de almacenamiento, de transporte; factores importantes en la calidad del producto.

De cada muestra se colectó de 150 a 200 g de muestra seca en bolsas plásticas resistentes, y fueron llevadas a laboratorio para ser analizadas en un plazo no mayor de un mes.

2. Examen de Identidad

La identificación de una muestra estuvo basada en el examen morfológico y en los caracteres organolépticos. La descripción presentada en las monografías y en numerosos libros especializados permite habitualmente proceder a un control rápido (14,18).

Las monografías están redactadas con las precisiones necesarias para llegar a la aceptación de la muestra o la eliminación de falsificaciones. Para confirmar la identidad se procedió de la manera siguiente:

- a) Se pesó 100 g de la muestra
- b) Se colocó sobre una superficie lisa y limpia
- c) Con ayuda de un estereoscopio se pudo observar las características morfológicas descritas en monografías y comparar con la muestra estándar.
- d) Reportando si la identidad de la muestra es la que indican los distintos distribuidores de plantas medicinales (14,15).

3. Examen de Pureza

a) Control Físico y Organoléptico

Para la determinación de los índices farmacobotánicos fue necesario:

- i. Pesar 100 g de la muestra
- ii. Colocarla sobre una superficie lisa y limpia

- iii. Con ayuda de un estereoscopio se hizo una inspección visual, haciendo grupos de la siguiente manera:
 - Materia prima vegetal útil
 - Parte permisibles de la planta.
 - Otras partes de la propia planta
 - Partes deterioradas de la planta
 - Materia inorgánica extraña.
- v. Después de haber hecho los grupos, éstos se pesaron y se determinó el porcentaje de los distintos índices.
- vi. El resultado de estos índices farmacobotánicos brinda una información importante que refleja la calidad del producto en muestreo de una manera fácil.
- vii. Para el control de calidad físico de la planta se dió un valor a los diferentes aspectos físicos (acabado, color y olor), así: excelente = 4; bueno = 3; regular = 2; malo= 1, para obtener un dato que refleja con certeza y sencillez, el análisis obtenido.
- viii. Se reportó si la planta cumple o no cumple con las especificaciones de la especie (14,15,18).

b) Determinación de Humedad

Porcentaje de humedad por el método gravimétrico descrito en WHO/PHARM 92.559 modificado por FARMAYA S.A.

Un exceso de agua en la materia vegetal de plantas medicinales puede propiciar un crecimiento bacteriano, fúngico o de insectos, que pueden deteriorar la planta. Por lo tanto la muestra no debe contener más del 10% de humedad. Fue necesario:

- i. Fragmentar la materia seca vegetal evitando llegar al punto de hacerla polvo.
- ii. En un recipiente previamente secado (100-105°C por 15 minutos) y tarado, se pesó 2.0 g de muestra (de preferencia que sea de metal o porcelana).
- iii. Sometiendo la muestra a 100-105°C por 1 hora.
- iv. Se dejó enfriar aproximadamente por 15 minutos en un desecador y se pesó.

- v. Se calculó la pérdida de peso del material secado al aire realizando la siguiente ecuación:

$$\% \text{ de Humedad} = \frac{Mx_0 - Mx_f}{Mx_0 - \text{Tara}} \times 100 =$$

Mx_0 = Peso inicial de la muestra (g)

Mx_f = Peso final de la muestra (g)

Tara = Peso del recipiente seco (14)

c) Análisis Microbiológico

i. Determinación de Coliformes Generales o Totales

1. Se preparó el caldo lactosado según las instrucciones del fabricante.
2. Agregando 9 ml de caldo lactosado en un tubo de 20 ml con tapón rosca y con una campana de Durham. Preparando de esta forma 9 tubos por muestra a analizar.
3. Se esterilizaron los tubos en la autoclave, por 15 minutos a 250°C.
4. Dejando enfriar los tubos.
5. Se pesaron 2 g de muestra en un beaker estéril y se agregó 18 ml de solución salina al 0.85% p/v.
6. Se agitó de tal manera que el agua entre en contacto con toda la superficie de la muestra.
7. Dejando reposar por 1 hora exacta (medir con cronómetro), y tapando con papel aluminio para evitar contaminación.
8. Filtrando la solución con un embudo de vidrio y algodón esterilizados.
9. Inoculando en la campana limpia y sanitizada, los 3 primeros tubos de caldo lactosado con 1 ml del filtrado, los siguientes 3 tubos con 0.1 ml y a los últimos 3 con 0.01 ml del filtrado.
10. Se incubó de 24 a 48 horas a 35-37°C.
11. Se verificó el crecimiento bacteriano por producción de gas (burbuja de aire en la campana de Durham), turbidez y/o presencia de precipitado.
12. Los resultados fueron interpretados respecto a la tabla de Número Más Probable (NMP) (anexo IV).

13. Realizando análisis de Coliformes Fecales (prueba confirmativa) a los tubos positivos (18,24,25).

ii. Determinación de Coliformes Fecales

1. Se preparó el caldo Bilis Verde Brillante (BVB) según las instrucciones del fabricante.
2. Agregando 9 ml de caldo BVB en un tubo de 20 ml con tapón rosca y con una campana de Durham. Preparando de esta forma los tubos a utilizar.
3. Esterilizando los tubos en la autoclave, por 15 minutos a 250°C .
4. Dejando enfriar los tubos.
5. Se inocularon los tubos de BVB en la campana limpia y sanitizada tomando una asada de cada tubo de caldo lactosado positivo.
6. Se incubaron de 24 a 48 horas a 44°C .
7. Se verificó el crecimiento bacteriano con producción de gas (burbuja de aire en la campana de Durham), presencia de turbidez y/o precipitado.
8. Interpretando resultados respecto a la tabla de Número Más Probable (NMP).
9. Se realizó la determinación de *E. coli* a los tubos positivos (24,25).

iii. Determinación de *Escherichia coli*

1. Se preparó el caldo EC según las instrucciones del fabricante.
2. Agregando 9 ml de caldo EC en un tubo de 20 ml con tapón rosca y con una campana de Durham. Preparando de esta forma los tubos a utilizar.
3. Se esterilizaron los tubos en la autoclave, por 15 minutos a 250°C.
4. Dejando enfriar los tubos.
5. Se inocularon los tubos de EC en la campana limpia y sanitizada tomando una asada de cada tubo de caldo BVB positivo.
6. Se incubó de 24 a 48 horas en la incubadora a 44°C .
7. Se verificó el crecimiento bacteriano con producción de gas (burbuja de aire en la campana de Durham), formación de turbidez. y/o precipitado.
8. Interpretando resultados respecto a la tabla de Número Más Probable (NMP).
9. Se inocularon en placas de agar McConkey los tubos con resultado positivo.
10. Se incubaron a 37°C durante 18- 24 horas.
11. El crecimiento de colonias rojas, umbilicadas, generalmente no mucosas, indicaron la presencia de *E. coli* (24,25).

F. Diseño de la Investigación

1. Muestra

Del listado de las 20 especies vegetales que tienen mayor uso medicinal fueron colectadas 30 muestras de plantas escogidas por su frecuencia de consumo según la encuesta que se realizó en 10 puntos de venta, colectando 3 muestras de cada lugar.

2. Análisis

Para evaluar la hipótesis se realizó la prueba de z para proporciones de una población a un nivel $\mu = 0.05$

VIII. RESULTADOS

En el presente estudio se evaluaron 30 plantas medicinales obtenidas en distintos puntos de venta de la ciudad capital de Guatemala. Entre los centros de venta se encuentran 7 mercados cantonales y 3 centros naturistas (anexo II, tabla No. 1). En cada uno se colectaron 3 muestras escogidas por su frecuencia de consumo determinada por medio de la encuesta realizada en cada lugar. El objetivo de esta encuesta fue determinar varios factores asociados a la calidad microbiológica de las plantas medicinales, pero esto fue difícil de conseguir porque la mayoría de comerciantes entrevistados desconocían el lugar de procedencia, la fecha de colecta de cada planta, así como la forma de recolección, secado y almacenamiento de sus productos medicinales.

A las muestras colectadas se les realizó el examen de identidad donde se evaluaron las características botánicas para determinar la especie de cada planta medicinal y la parte medicinalmente empleada, determinando que todas responden a la definición del producto solicitado, siendo evaluadas 15 especies diferentes de plantas medicinales. Las plantas medicinales más frecuentemente utilizadas en el estudio fueron la Manzanilla (*Matricaria recutita*), Pericón (*Tagetes lucida*), Cola de Caballo (*Equisetum giganteum*), Boldo (*Peumus boldus*), y Te de Limón (*Cymbopogon citratus*).

Para establecer si las muestras han sido procesadas adecuadamente se realizó el examen de pureza, en cuanto a la parte útil de la planta presente en las muestras evaluadas se pudo determinar que 24 muestras (80 %) cumplieron con un porcentaje de materia vegetal útil mayor o igual al 90 por ciento, mientras que 6 muestras (20 %) tienen más del 10 por ciento de materia vegetal que no es de uso medicinal. Además 15 muestras (50 %) analizadas presentaron un porcentaje de órganos deteriorados mayor al 10 por ciento, y entre estas muestras, 9 muestras (30 %) tuvieron un 25 por ciento o más de órganos deteriorados, siendo una muestra de Manzanilla la que presentó mayor porcentaje de parte no medicinal utilizada y de órganos deteriorados; (anexo V, tabla 3).

En el control de calidad físico se determinó que 21 muestras (70 %) cumplen con los criterios de calidad de cada especie medicinal, y 9 muestras (30 %) tienen un control de calidad físico deficiente que coincide con un alto porcentaje de órganos deteriorados (anexo V, tabla 4).

Al realizar la determinación de humedad por método gravimétrico 14 muestras (46.67 %) presentaron porcentajes de humedad mayores al 10 por ciento. No

encontrándose relación entre las muestras que presentaron altos porcentajes de órganos deteriorados y el control de calidad físico.

Se determinó la calidad microbiológica de las plantas medicinales por medio de la técnica del NMP, los resultados del control microbiológico demuestran que 8 muestras (26.67 %) cumplen con la norma de la OMS para coliformes totales y que 22 muestras (73.33 %) de plantas medicinales presentan recuentos de coliformes totales que sobrepasan la norma internacional de la OMS para infusiones, la cual estipula un recuento igual o menor que 460 NMP/g. La normativa de la OMS para coliformes fecales en infusiones de hierbas permite el crecimiento de hasta 10 NMP/g. Solamente 4 muestras (13.33 %) cumplieron esta norma y 26 muestras (86.67 %) sobrepasaron la norma (anexo V, tabla 5).

En cuanto a la contaminación por microorganismos indicadores se determinó que 7 muestras (23.33 %) presentaron un elevado nivel de contaminación de coliformes totales y fecales (un recuento mayor de 460 NMP/g de coliformes totales y de 10 NMP/g de coliformes fecales) correspondiendo estas muestras a las especies de llantén, romero, albahaca, té de limón, marrubio y sen. Estas muestras poseen porcentajes de humedad mayores del 10 por ciento, con excepción de una muestra de llantén que presenta un porcentaje de humedad de 9.3 por ciento. Observándose relación entre aquellas muestras que presentaron altos porcentajes de humedad y recuentos de control microbiológico altos (anexo V, grafica 4).

De las 30 muestras evaluadas solamente 9 muestras (30 %) no se encontraron contaminadas por *E. coli*, sin embargo de estas muestras 5 (16.67 %) presentaron un recuento mayor de 10 NMP/g de coliformes fecales y 3 muestras (10 %) sobrepasaron tanto el recuento máximo permitido de coliformes totales como de coliformes fecales. Se determinó que 5 de las 9 muestras no contaminadas por *E. coli*, no cumplen el control microbiológico sanitario, dando como resultado final un total de 4 muestras (13.33 %) que cumplen con las normas de calidad microbiológicas y físico-organolépticas de plantas medicinales utilizadas para infusiones.

Los resultados microbiológicos acumulados durante 15 años en el laboratorio fitofarmacéutico Farmaya S.A. demostraron que en el primer año de producción (1991) se obtuvo solo un 42 por ciento de plantas medicinales aprobadas según criterios microbiológicos, notándose una mejoría en los siguientes años de producción, siendo el porcentaje más bajo de plantas aprobadas un 78 %. El último año incluido en este estudio (2001) muestra que un 83 % de las muestras analizadas cumplieron con las normas de calidad (anexo V, tabla 6).

IX. DISCUSION DE RESULTADOS

De las 30 muestras analizadas, fueron evaluadas 15 especies diferentes de plantas medicinales, todas correspondieron a la definición de cada producto solicitado cumpliendo con la primera garantía de calidad de una planta medicinal lo cual es su identidad, esto se debe a que se colectaron muestras de plantas medicinales que son usadas con mayor frecuencia por la población, por lo que es raro que sean comercializadas sin certeza botánica. Sin embargo un estudio realizado por Girón, Xet y Cáceres titulado Control de Calidad y Sanitario de Plantas Medicinales en 1986 evidencia el posible uso de plantas medicinales sin certeza botánica en algunos tés comercializados en Guatemala, ya que algunos indicaban el uso de plantas que no crecen en Guatemala, lo que hacía pensar que se estaba importando el producto o seguramente no se estaba realizando la clasificación botánica correcta (15).

El análisis físico organoléptico demostró que las muestras analizadas poseen altos porcentajes de órganos deteriorados, un control de calidad físico deficiente y un porcentaje de humedad mayor al 10 % para varias plantas, indicando que las condiciones de secado y almacenamiento no son las adecuadas.

Es importante considerar que el secado de las plantas medicinales puede realizarse de forma artesanal, al aire libre o bien utilizando calor, recomendando una temperatura inferior de 50°C para conservar sus características organolépticas y más importante aún sus propiedades medicinales, por lo que la radiación solar directa pudo deteriorar algunas plantas e inactivar sus principios activos y la exposición al aire pudo incrementar la contaminación por hongos y bacterias. Este factor reduce la calidad de la planta ya que el secado es clave para garantizar un producto duradero que conserve las propiedades medicinales que se le atribuyen (18,21).

Además, los resultados también demostraron un control microbiológico deficiente donde menos del 40 por ciento de plantas medicinales cumplieron con los criterios de calidad presentando altos recuentos de coliformes totales, coliformes fecales y en algunas muestras la presencia de *E. coli*. Se determinó que éstas muestras presentaban altos porcentajes de humedad y algunas incluso micelio, por lo que puede inferirse que el riego y/o el lavado, que sin lugar a dudas son factores muy

importantes en la producción agrícola, son a base de lluvia o aguas residuales ya que en gran parte de las plantas medicinales comercializadas en Guatemala son nativas y se recolectan en forma silvestre, originándose la contaminación desde el inicio del cultivo. Por lo tanto, al ser almacenadas en una atmósfera húmeda aumentan la actividad del agua en áreas localizadas, creando una condición favorable para el crecimiento de algunos microorganismos (hongos y bacterias), que son capaces de alterar la calidad del producto.

El 73.33 por ciento de plantas medicinales evaluadas mostraron recuentos de coliformes totales superiores al criterio establecido por la OMS (un recuento máximo igual a 460 NMP/g), para la categoría de drogas crudas vegetales utilizadas para infusiones. El recuento de coliformes totales es un indicador de higiene, lo que pone en evidencia el deficiente manejo de las plantas medicinales durante su producción por la falta de conocimiento y tecnificación. Esto se debe a que en la actualidad no se cuenta con un reglamento que regule este tipo de actividad. Solamente se cuenta con un acuerdo gubernativo que data de 1978 y ampara la labor de quienes trabajan en medicina naturista, pero no existe ni una sola regulación en cuanto al sistema productivo y control de calidad microbiológico de este tipo de producto medicinal.

Por otro lado la presencia de coliformes fecales en el 86.66 por ciento de las muestras y *E. coli* en el 70 por ciento evidencia la posibilidad de que estén presentes otros agentes etiológicos de infecciones para el ser humano, tales como *Shigella* y *Salmonella*, entre otros. Esta contaminación puede originarse principalmente por el riego con aguas negras, conservación y almacenamiento, o contaminación post proceso. Esto concuerda con los estudios realizados sobre el estado microbiológico de plantas medicinales por Kneifel, Czench y Kopp, donde se demostró que las plantas medicinales puede estar asociadas a una amplia variedad de microorganismos contaminantes dependiendo de los factores ambientales y técnicas de preparación, aislando bacterias como *E. coli* y *Campylobacter jejuni*. Esto pone en evidencia que la presencia de microorganismos contaminantes en las infusiones de plantas medicinales representa un riesgo potencial para la salud, más si en su preparación se utilizan condiciones que permitan la sobrevivencia de estos.

Al comparar los resultados de control de calidad acumulados durante 15 años en el laboratorio fitofarmacéutico Farmaya S.A. con los resultados obtenidos en este estudio, se pudo observar que hay una gran discrepancia en los resultados, ya que el

control de calidad Farmaya en los últimos años ha sido satisfactorio a excepción del primer año (1985) donde solamente un 42 por ciento de las plantas analizadas fueron aprobadas, notándose una significativa mejoría en los siguientes años, debido a que los productores han sido capacitados con buenas prácticas agrícolas, de colecta y de control de calidad para obtener un producto que cumpla con los criterios de calidad; esto no sucede con los proveedores de distintos centros naturistas y de mercados nacionales viéndose reflejado en los resultados de este estudio. Se pudo determinar que las muestras analizadas en Farmaya que no cumplieron las normas de calidad fue por aspectos microbiológicos en su mayoría, siendo menor la cantidad de análisis en que se reporta muestras descartadas por factores físicos como altos porcentajes de humedad, órganos deteriorados, y presencia de materia extraña.

Los resultados de este estudio evidencian serias deficiencias en la calidad microbiológica de las plantas medicinales comercializadas popularmente, por lo que es importante desarrollar reglamentos de forma científica que permitan producir y comercializar este tipo de producto de manera que no represente un riesgo para la salud del consumidor. Para esto es necesario educar y tecnificar todos los niveles del sistema productivo de plantas medicinales, agricultores, acopiadores, comerciantes y a la población en general para lograr un producto que pueda ser sometido a regulaciones de calidad y hacer un uso adecuado de las plantas medicinales, ya que son la fuente de medicamentos más económica y de mayor disponibilidad para la mayoría de la población.

Esto es importante porque Guatemala puede ser uno de los principales productores de esta medicina alternativa al ser un país privilegiado con una gran diversidad de especies vegetales y al contar con amplia tradición de uso de plantas medicinales que podría contribuir al desarrollo nacional. Los conocimientos populares y científicos de las plantas medicinales han contribuido en gran medida a la atención primaria de salud, fundamentalmente en los países menos desarrollados, mundialmente existe un gran interés por la utilización de plantas medicinales y por su comercialización, de manera que es necesario incrementar la vigilancia y aplicar los conocimientos científicos al desarrollo de la investigación de plantas con actividad biológica.

X. CONCLUSIONES

1. Las muestras analizadas correspondieron en un 100 por ciento a la identidad botánica de cada planta evaluada. Estableciendo que las plantas medicinales de uso popular se comercializan con certeza botánica.
2. Se determinó que la calidad física y organoléptica del 60 por ciento de las muestras de plantas medicinales es deficiente.
3. El 47 por ciento de plantas evaluadas presentaron un porcentaje de humedad mayor al 10 por ciento y altos recuentos de coliformes totales (excepto una muestra), esto evidencia que las condiciones de secado y almacenamiento de las muestras no son las adecuadas para conservar su calidad física y microbiológica.
4. Las muestras con altos recuentos de microorganismos indicadores muestran análisis fisico-organolépticos deficientes demostrando la falta de buenas prácticas agrícolas.
5. La calidad microbiológica del 87 por ciento de las plantas medicinales incluidas en el estudio no cumplen con los criterios establecidos por la OMS, por lo que no pueden ser utilizadas terapéuticamente en infusiones o decocción.
6. Las plantas medicinales sin un estricto control de calidad en Guatemala representan un riesgo potencial para la salud del consumidor.

XI. RECOMENDACIONES

1. Realizar estudios de calidad microbiológica de plantas medicinales en distintos puntos de venta a nivel departamental, a fin de hacer una visualización general del estado microbiológico de plantas medicinales en el país.
2. Promover el desarrollo de regulaciones de control de calidad de plantas medicinales, para no exponer la salud de la población que hace uso de esta medicina tradicional y alternativa.
3. Establecer mecanismos de control basados en las regulaciones que monitoreen frecuentemente las ventas populares de las plantas medicinales.
4. Fomentar la educación a todos los niveles de sistema productivo, para obtener materia seca vegetal que cumpla con los aspectos básicos de control de calidad.
5. Promover el conocimiento de las diversas propiedades medicinales de las plantas de la región, para darle el uso más adecuado y aprovechar al máximo este recurso.

XII. REFERENCIAS

1. Volák J, Stodola J. El Gran Libro de Plantas Medicinales, Quinta Edición. España. Sussaeta ediciones S.A. 1995, pp 6,17-25.
2. Schauenberg P, Paris F. Guía de las Plantas Medicinales. Primera Edición. Barcelona, España. Ediciones OMEGA S.A. 1972. pp 1-17,20,21.
3. Sintés P. Cúrate con las Plantas medicinales, Prontuario de Medicina Vegetal. España. Editorial Sintés S.A. 1976. pp 5-7.
4. Metcalf L. Ingeniería de Aguas Residuales. Vol I, Tomo I. México. Editorial McGraw-Hill. 1996. pp 106-111.
5. Official Methods of Analysis, of the Association of Food and Drug Administration, 7th Edition. USA. 1992.
6. Volk A. Microbiología Básica. Séptima Edición. México. Editorial Harla S.A. 1996. pp714-716.
7. Adams R, Moss O. Microbiología de los Alimentos. Primera Edición. Zaragoza, España. Editorial Acribia, S.A. 1997. pp 228-232.
8. Sánchez Rodríguez, L. et al. Clasificación de Cepas de *Klebsiella* con Lecitinas. Latino-Americana. España. 1995. 37: 11-13.
9. Pelczar M, Reid B, Chan J. Microbiología. Cuarta Edición. México. Editorial McGraw-Hill, 1982. pp 684, 685.
10. Davis B. et al. Tratado de Microbiología. Cuarta Edición. México. MASSON, 1996. pp 541-553.
11. Official Methods of Analysis, of the Association of Official Analytical Chemists. 16th Edition. USA. Prince. 1995.
12. Aplicaciones de Recuentos de Microorganismos Indicadores. Consultado en Enero del 2004. Disponible en: <http://bilbo.edu.uy/-microbio/aplica.html>
13. Azevedo A. Plantas Medicinales y Atención Primaria de la Salud. OMS/OPS. Argentina. 2003. pp. 1-6.

14. World Health Organization. Quality Control Methods for Medicinal Plant Materials. WHO. Geneva 1998. pp. 1-71.
15. Girón L. M, Xet A. M, Cáceres A. Control de Calidad y Sanitario en Muestras de Plantas Medicinales Distribuidas en la Ciudad de Guatemala. Centro Mesoamericano de Estudios sobre Tecnología (CEMAT). Guatemala 1986. pp. 2,4.
16. Cáceres A, Jáuregui E, Girón L. Mejoramiento de la Calidad de Plantas Medicinales por Grupos Campesinos. Centro Mesoamericano de Estudios sobre Tecnología (CEMAT), Laboratorio y droguería de Productos Fitofarmacéuticos FARMAYA. Guatemala 1976. 2p.
17. Cáceres A. Factores Implicados en la Producción de Fitofarmacos. Facultad de CCQQ y Farmacia, Universidad de San Carlos de Guatemala, Laboratorio Fitofarmacéutico Farmaya. Guatemala 1998. pp.1-4.
18. Cáceres A. Plantas de Uso Medicinal en Guatemala. 1ª edición. Guatemala. Editorial Universitaria. 1996. 402p.
19. Czech E, Kneifel W, Kopp B. Microbiological Contamination of Medicinal Plants- A Review. *Planta Med.* 2002. 68: 5-14.
20. Czech E, Kneifel W, Kopp B. Microbiological Status of Commercially Available Medicinal Herbal Drugs- A screening study. *Planta Med.* 2001. 67: 263-269.
21. Arias M. Análisis Microbiológico de Algunas Infusiones de Hierbas Medicinales. Facultad de Microbiología, Universidad de Costa Rica. Mayo 2004. Disponible en: www.uady.mx/-biomedic/rb991011.html
22. European Pharmacopoeia. Tercera Edición. France. Edit Council of Europe, Stragburg. 2001, pp 294,295.
23. Gaedcke, Steinhoff B. Herbal Medicinal Products, Scientific y Regulatory Basis for Development Quality Assurance and Marketing Authorisation. Germany. Medpharm Scientific Publisher. 2003. pp131-134, 104-107.
24. Roser DJ. Application of Most-Probable-Number Statistics to Direct Enumeration of Microorganism. *Appl Environ Microbiol.* 53: 1327-1332.
25. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. APHA. Enero 2004. Disponible en: [www.epa.gov/ogwaq/methods/indmicro, html#9222-A](http://www.epa.gov/ogwaq/methods/indmicro.html#9222-A).

26. Glosario Botánico Ilustrado. Primera Edición. México. Compañía Editorial Continental S.A. de C.V. 1984.
27. Atlas de la Plantas de la Medicina Tradicional Mexicana 1994. Instituto Nacional Indigenista. México DF. 1994.

ANEXOS

I. DESCRIPCION DE CARACTERISTICAS FISICAS DE LAS PLANTAS DE USO MEDICINAL FRECUENTE EN GUATEMALA	44
II. TABLA 1 LISTADO DE CENTROS DE COLECCIÓN DE MUESTRAS	52
III. RECOLECCION DE MUESTRAS	53
A. Encuesta	53
B. Gráficas de Resultados de Encuesta	54
IV. TABLA 2 DATOS PARA CALCULAR EL NÚMERO MÁS PROBABLE	56
V. RESULTADOS	57
A. Tablas	
a. Tabla No. 3 Examen de Identidad y Pureza	57
b. Tabla No. 4 Control de Calidad Físico	58
c. Tabla No. 5 Control Microbiológico	59
d. Tabla No. 6 Control de Calidad del Laboratorio Farmaya	60
B. Graficas	61
a. Grafica 1 Control de Calidad Físico	61
b. Grafica 2 Control Microbiológico	62
c. Grafica 3 Porcentaje de Humedad	63

ANEXO I

PLANTAS DE USO MEDICINAL FRECUENTE EN GUATEMALA

1. ALBAHACA (*Ocimum basilicum* L. y *O. micranthum* Willd)

O. basilicum es una hierba bienal de 1.5 m de alto, fuertemente olorosa, erecta, ramificada. Hojas opuestas, elípticas u oblongas, puntiagudas, 2-4 cm de largo, dentada, verdes o moradas, flores moradas o blancas. *O. micranthum* es una hierba anual, 50 cm de alto, erecta, ramificada. Hojas delgadas, ovaladas, 2-7 cm de largo, agudas, aserradas, inflorescencia con numerosos verticilos florales. *O. basilicum* es nativa de Asia tropical, se ha naturalizado y se encuentra en regiones tropicales de América; *O. micranthum* es nativa de América tropical. El cocimiento e infusión se usan oralmente para tratar afecciones gastrointestinales, respiratorias, y nerviosas, dolor de oído y cabeza, infección renal y reumatismo. Tópicamente se usa para afecciones dérmicas, el polvo de hojas secas se aspira para congestión nasal. Por su actividad aperitiva, digestiva y espasmolítica están indicadas por vía oral en el tratamiento de inapetencia, digestiones lentas, meteorismo, espasmos gastrointestinales, vómitos, dolor de estómago, tos convulsiva y jaqueca (18,26,27).

2. BOLDO (*Peumus boldus* Molina)

Arbol o arbusto dioico, deciduo, de 6-8 m de alto ramaje espeso, aromático. Hojas siempre verdes opuestas, ovoides, oblongadas, 3-6 cm de largo, coriáceas, cara superior verde pálido, envés más claro. Flores unisexuales, blancas o amarillas, campanuladas, olorosas. Nativo de Sud América, crece abundantemente en zona central de Chile y sur de Perú, en prados secos, soleados y de clima frío en medio de densos matorrales. En Guatemala se importa de los países de origen. La infusión de hojas se usa oralmente para tratar afecciones gastrointestinales, hepáticas y genitourinarias. Las hojas machacadas se aplican tópicamente para curar raspones y llagas. Por su propiedad colerética, hepatoestimulante, digestiva, diurética y sedante está indicado su uso por vía oral en el tratamiento de cálculos biliares, disfunción hepática, dolor hepático, ictericia, cistitis y reumatismo (18,27).

3. COLA DE CABALLO (*Equisetum arvense* L., *E. hyemale* L. y *E. giganteum* L.)

Las plantas del género *Equisetum* son pteridofitas perennes, de tallo rollizo, hueco y cabezuelas con esporas. *E. arvense* tiene tallos precoces pero endebles, sin ramas, vainas formadas por soldadura de 6-12 hojitas; esporangio en espiga, de 4 cm de largo. *E. giganteum* tiene raíz expandida, tallo erecto, verde, 4 cm de grueso, 9 m de altura, con 20-40 ranuras, numerosas ramas, con cabezuela conteniendo esporas. *E. hyemale* tiene un tallo verde, 0.5-1.0 m de alto, grueso en los nodos, rugosos con una

sola rama, puntas terminales de 8-15 mm de largo. Algunas especies son nativas de la Asia y Europa, aunque se han convertido en cosmopolitas (*E. arvense*) y otras son nativas de América desde México hasta Argentina; crecen en lugares húmedos, arenosos y pantanosos, taludes, bordes de caminos, pedregales. En Guatemala se han descrito en casi todo el país, pero principalmente en el altiplano. La decocción de tallo y hojas o el polvo macerado en vino se usan por vía oral para tratar afecciones gastrointestinales, respiratorias y genitourinarias, arteroesclerosis, diabetes, reumatismo, taquicardia, hipertensión, tumores y cáncer. Se atribuye propiedad astringente, depurativa, diurética, emoliente, estomáquica, hemostática, remineralizante y vulneraria (18,26).

4. EUCALIPTO (*Eucalyptus citriodora* Hook y *E. globulus* Labill.)

E. citriodora, árbol de 25-40 m de alto, corona de ramas al tope; corteza suave, blanca o rosada, cuatro tipos de hojas; las juveniles son opuestas, las adultas son alternas, lanceoladas y acuminadas. Frutos ovoides truncados, contraídos al final, filo delgado. *E. globulus* es de 75-90 m de alto, corteza azul-grisácea, se pela en cierta época del año. Hojas con capa cerosa blanca, cuando jóvenes son opuestas, oblongadas, adultas son alternas. Fruto cónico con numerosas semillas. Árboles nativos de Australia y Tasmania, en América se cultivan en climas tropicales, subtropicales y templados desde California hasta Argentina; el cocimiento, infusión e inhalación de hojas se usa para tratar afecciones respiratorias y digestivas, artritis, cistitis, diabetes, fiebre, malaria y reumatismo. Entre sus indicaciones terapéuticas por vía oral se usa para tratar afecciones respiratorias y diabetes. Tópicamente está indicado para tratar llagas, heridas y reumatismo (18,26,27).

5. GRANADILLA (*Passiflora ligularis* Juss. y *P. quadrangularis* L.)

P. ligularis es una enredadera larga, glabra; tallo recto, terete; estípulas ovalo lanceoladas. Hojas anchas, ovaladas, cordadas a la base, enteras, de 8-19 cm de largo. *P. quadrangularis* tiene un tallo robusto, de 4 ángulos. Hojas alternas 2-5 cm de largo. Flores de 12 cm de ancho, blancas por fuera y púrpura por dentro. *P. ligularis* es nativa de las montañas de Guatemala, *P. quadrangularis* es de origen incierto posiblemente del norte de Sud América, en Guatemala se cultiva esporádicamente. El tallo y epicarpio del fruto se usan en decocción para tratar las afecciones digestivas y respiratorias, el jugo del fruto se usa como sedante nervioso, en las afecciones hepáticas y para prevenir la fiebre amarilla. La infusión y tintura de las partes aéreas se usa para tratar hipertensión, diabetes, inflamación urinaria, anemia, paludismos, susto, afecciones gastrointestinales. Las hojas y tallos se usan en aplicación tópica en forma de baños en las afecciones de la piel. Por sus propiedades analgésicas, espasmolíticas y sedantes está indicado su uso por vía oral en el tratamiento de ansiedad,

hipertensión, migraña, neuralgia, convulsiones, histeria, insomnio, asma espasmódica, taquicardia nerviosa y trastornos climatéricos (18,27).

6. JENGIBRE (*Zingiber officinales* Roscoe)

Hierba perenne, rizoma tuberoso, rastrero, con la superficie externa rugosa de color grisáceo, y en el interior al corte es liso con un color blanco amarillento, de 5-10 cm de largo; tallos erectos de 1 m de largo. Hojas aromáticas, lanceoladas, flores tubulares. Nativa de zonas costeras de la India y China, cultivada en regiones tropicales y subtropicales, de clima caliente y húmedo. Naturalizada y cultivada en Centro y Sud América. Los rizomas son picantes y tienen amplia venta en mercados. Entre los atributos medicinales la decocción del rizoma se usa para tratar afecciones gastrointestinales y respiratorias, malaria, gota, dismenorrea y reumatismo. Entre las indicaciones terapéuticas por vía oral por su actividad carminativa, diaforética y espasmolítica esta indicado en el tratamiento del cólico inapetencia y dispepsia flatulenta. Por su actividad expectorante, sudorífica y antiemética está indicado en el tratamiento de gripe, faringitis, angina, náusea y dolores reumáticos (18,27).

7. LLANTÉN (*Plantago australis* Lam y *P. major* L.)

P. australis es una hierba anual de hojas alternas lanceoladas con 5-7 venas, escapos florales erectos, semillas pequeñas, 1-2 mm de ancho, de color café. *P. major* es una hierba anual de hojas escasas en roseta basal, peciolo largo, lampiñas, anchas, ovaladas flores blanco verdoso, pequeñas en espiga, cápsulas de semillas ovaladas, 2 celdas con 6-30 semillas ovoides, anguladas, café negro, 1-2 mm de ancho, cubiertas de mucílago. *P. australis* es subcosmopolita aclimatada de 3500-400 msnm. *P. major* es nativa de Eurasia, convertida en maleza universal abunda en el subtropico americano. La infusión se usa por vía oral para tratar afecciones gastrointestinales, respiratorias y urinarias, caries, conjuntivitis, convulsiones, epilepsia, gonorrea, gota, hemoptisis, hepatitis, ictericia, litiasis renal, malaria y sífilis. Tópicamente la infusión se aplica en abscesos, contusiones, heridas, mordeduras, quemaduras, raspones, úlceras, hemorragias y tinea; las hojas y semillas se aplican en induraciones, inflamaciones, cáncer y tumores, las semillas se usan como laxante, diurético y expectorante. Se le atribuye propiedad antipirética, antiséptica, astringente, cicatrizante, depurativa, desinflamante, diaforética, diurética, emoliente, etc (18,26).

8. LINAZA (*Linum usitatissimum* L.)

Hierba anual, tallo erguido delgado, glabro, pocas ramas, hojas oblongas, lanceoladas, alternas, sésiles, simples enteras. Flores azul-morado, 5 pétalos unguiculados. Frutos capsulares secos, redondos, 7-9 mm, divididos en 5 cámaras, en cada una dos semillas separadas por un tabique. Semillas comprimidas 5-7 mm, perfil

elíptico, color castaño claro, lustrosas. Nativa de Asia, se ha cultivado extensivamente en Europa y Norte América. En Guatemala se cultiva en el Altiplano central y las Verapaces. La infusión o maceración de semillas se usa para tratar afecciones gastrointestinales, genitourinarias, y respiratorias, cirrosis, derrame biliar, diabetes, reumatismo y gota. Por su acción antitusiva, emoliente y laxante esta indicado su uso oral en el tratamiento de estreñimiento, catarro, bronquitis, gastritis, enteritis y cistitis (18,26).

9. MANZANILLA (*Matricaria courrantiana* DC y *M. recutita* L.)

M. courrantiana es una hierba anual aromática 15-40 cm de alto, hojas finas, doblemente divididas en segmentos en forma de hilo. *M. recutita* es una hierba anual o perenne, hasta 60 cm de alto, aromática glabra o casi glabra, tallos ramificados. Ambas especies tienen flores amarillas tubulares y rayos florales blancos, son nativas de Europa mediterránea, en Guatemala se cultivan en varias zonas del país, preferentemente en zonas templadas. Las flores de ambas especies se venden indistintamente en los mercados del país y son ampliamente usadas para tratar una gran diversidad de males tales como afecciones gastrointestinales, inflamación urinaria, amigdalitis, cefalea, convulsiones, disenteria, dismenorrea, gota, insomnio, entre otras. Tópicamente para tratar afecciones dermato-mucosas (hinchazón, llagas, raspones). Por vía oral se le atribuye propiedad anticatarral antiemética, antiinflamatoria, aromática, calmante carminativa, depurativa, etc (18,26,27).

10. MARRUBIO (*Marrubium vulgare* L.)

Hierba aromática perenne, tallo erecto y ramificado, 40-90 cm de alto, cubierto de lanilla densa blanquecina, hojas con peciolo delgado o sésites, gruesas, ovales o suborbiculares, obtusas o redondas en el ápice, crenadas muy rugosas. Racimos de flores blancos y densos. Fruto nuecesillas ovoides, lisas. Planta nativa de Europa y Asia, ampliamente naturalizada en Estados Unidos y México, en Guatemala se cultiva en Chimaltenango, Sacatepequez, Sólola y Totonicapán. Los usos medicinales atribuidos de la infusión o decocción de hojas y flores por vía oral es para el tratamiento de afecciones gastrointestinales, respiratorias y hepáticas, malaria, artritis, reumatismo, induraciones y tumores. El vino se utiliza para combatir la anemia, tópicamente se usa cataplasma de hojas frescas en heridas y cortadas de lenta cicatrización. Por su actividad expectorante, espasmolítica y digestiva sus indicaciones terapéuticas incluye asma, bronquitis aguda y crónica, tos ferina, otras afecciones respiratorias y digestiones lentas. En homeopatía la tintura es usada en afecciones gastrointestinales y hepáticas (18,27).

11. PERICÓN (*Tagetes lucida* Cav.)

Hierba perenne aromática, glabra erecta, 30-95 cm del alto, hojas opuestas, sésiles, oblongo-lanceoladas, puntiagudas, finamente dentadas, con numerosas glándulas oleosas, flores amarillas en pequeñas cabezuelas terminales. Nativa de México a Honduras en bosques de encino y laderas. En Guatemala se ha descrito en Chimaltenango, el Quiche, Jalapa, Guatemala, Huehuetenango y otros departamentos. Se obtiene principalmente por recolección de la planta silvestre. La infusión de flores y hojas se usa por vía oral para aliviar el parto, tratar anemia, inflamación de los ojos, afecciones nerviosas, gastrointestinales, respiratorias, dolor menstrual, mordedura de escorpión, hepatitis, paludismo, reumatismo, retención urinaria, afecciones nerviosas, tumores y úlceras. Se le atribuye propiedad antiinflamatoria, antioxidante, antiséptica, aromática, carminativa, digestiva, diurética, espasmolítica y galactogoga (18,26,27).

12. ROMERO (*Rosmarinus officinalis* L.)

Arbusto aromático, siempre verde, hasta 1.2 m de alto, tallo erecto, ramas numerosas, corteza exfoliante, finamente puberulenta. Hojas sesiles, opuestas, verdes, numerosas, lanosas, obtusas, glandulares, casi cilíndricas, dobladas hacia dentro. Flores fragantes en pequeños grumos terminales, cáliz bilabiado color violeta. Nativo de la cuenca mediterránea del sur de Europa, introducido en toda América en clima templado y seco en alturas variables, en Guatemala se cultiva en varios departamentos, particularmente en el Altiplano central y Norte del país. Entre los usos atribuidos esta el uso de la infusión de hojas para el tratamiento oral de amigdalitis, anemia, bronquitis, cefalea, cólicos, debilidad, depresión, desordenes circulatorios, diarrea y dolores diversos. La decocción en vino se usa para combatir afecciones respiratorias y nerviosas. Las hojas maceradas en alcohol se usan tópicamente para fricciones y evitar la caída del pelo. Por su acción antimicrobiana, carminativa, diurética, espasmolítica y sedante, esta indicado su uso oral en el tratamiento de dispepsia flatulenta, disquinesia biliar, hipercolesterolemia, cefalea por migraña o hipertensiva, depresión y debilidad cardiovascular (18,26,27).

13. ROSA DE JAMAICA (*Hibiscus sabdariffa* L.)

Hierba semileñosa, anual, erecta, 1-2 m de alto, corteza roja, glabra. Hojas con pecíolos cortos o largos, flores con bractéolas unidas con el cáliz, acrescentes en la fructificación, forman una copa grande, carnosa, rojo obscura, el cáliz de 2 cm de largo y en número de 5. Nativa de las Indias Orientales o Angola, naturalizada como maleza en América tropical; en Guatemala se cultiva en tierras bajas de Baja Verapaz, El Progreso, Izabal, entre otros departamentos. Con los cálices hervidos o macerados se prepara una bebida refrescante para la goma. El cocimiento se bebe caliente

para tratar afecciones gastrointestinales, y respiratorias, debilidad, afecciones renales, hipertensión, sarampión; las hojas se aplican tópicamente para tratar abscesos y cáncer. Por su propiedad diurética, laxante, refrigerante y sudorífica está indicada por vía oral para el tratamiento de disuria, infección urinaria, estreñimiento, gota y enfermedades exantemáticas (18,26).

14. RUDA (*Ruta chalepensis* L. y *R. graveolens* L.)

Hierba perenne hasta de 1 m de alto, fuertemente olorosa, erecta, glauca, hojas alternas, doblemente divididas, oblongadas de 1.2 cm de largo, redondeadas en el ápice, enteras o lobuladas. Flores amarillo-verdoso pequeñas. Nativa del Mediterráneo y Asia Menor, introducida y cultivada en la mayor parte del continente Americano y el Caribe. En Guatemala se cultiva en huertos y en jardines familiares de todo el país. Entre los usos atribuidos esta la decocción de la planta para tratar por vía oral afecciones gastrointestinales, nerviosas y respiratorias, conjuntivitis, dermatitis, leucorrea, escarlatina, amenorrea, dolores de cabeza, oídos y menstruales, hemorragia uterina, meningitis, gota, reumatismo, problemas cardiacos y vasculares y úlceras. La decocción o tintura se usan tópicamente tratar picaduras de insectos, exantema, diversas afecciones de la piel. Por su actividad antitusiva, emenagoga, espasmolítica, sedante y venotónica su uso oral está indicado en el tratamiento de amenorrea atónica, histeria, problemas cardiovasculares y circulatorios (18,26).

15. SALVIA SIJA (*Lippia alba* N. E. Browne ex Brit & Wils)

Arbusto aromático, 1-2 m de alto, ramas largas, densamente puberulentas o estigosas. Hojas opuestas, oblongas, arrugadas, cubiertas con pelillos cortos. Flores tubulares, brácteas puberulentas. Nativa de América crece en México a Sur América y el Caribe en laderas, en Guatemala se ha descrito en Alta Verapaz, Chimaltenango, Chiquimula, Escuintla, Guatemala, entre otros departamentos. El cocimiento de hojas y flores se usa por vía oral para el tratamiento de afecciones hepáticas, gastrointestinales y respiratorias, insomnio, enfermedades venéreas, etc. Por vía tópica las hojas machacadas se inhalan para inducir sueño y se aplica en afecciones dermatomucosas. Por su actividad antiséptica, astringente y analgésica está indicando su uso por vía oral en el tratamiento de infecciones digestivas y respiratorias así como para aliviar molestias del parto (26,27).

16. SANALOTODO (*Gnaphalium stramineum* HBK y *G. viscosum* HBK)

G. stramineum, hierba erecta, raíces fuertes, tallo solitario, aromática. Hojas basales y terminales, inflorescencias compuestas en forma de cabezas agrupadas, filarias blancas al principio y amarillas después. *G. viscosum* es erecta, simple o ramificada, tallo tomentoso, púbescente. Hojas abundantes, ascendentes,

lanceoladas delgadas. Flores compuestas de glomérulos de cabezuelas, filarias amarillo pálido o cremoso. *G. stramineum* es nativa de Norte América, naturalizada en Centro América. *G. viscosum* es nativa del sur de México y Centro América. La infusión de flores se usa por vía oral para tratar inflamación de los riñones, afecciones gastrointestinales, y respiratorias, paludismo, reumatismo, úlcera y cáncer del estómago. Por vía tópica se aplica en abscesos, callos, erupciones cutáneas, fístulas, granos, heridas, etc. Por su amplio uso popular, sus datos experimentales preliminares y su aparente falta de toxicidad esta indicado su uso oral como antibiótico, expectorante y desinflamante en el tratamiento de afecciones gastrointestinales y respiratorias agudas (18,27).

17. SEN (*Cassia angustifolia* Vahl. y *C. senna* L.)

C. angustifolia es un arbusto con hojas paripinnadas, 7 pares de foliolos, lanceolados, enteros, puntas agudas, base atenuada, superficie verde amarillenta. Inflorescencia en grupos axilares, fruto en vaina indehisciente. *C. angustifolia* es nativa de Somalilandia, Arabia y Yemen; *C. senna* es nativa del África tropical y es cultivada en Sudán. Entre los usos medicinales atribuidos esta la decocción de hojas y frutos para tratar por vía oral el estreñimiento. El jugo y polvo de hojas se aplican tópicamente en cánceres y tumores; una pasta de polvo de hojas en vinagre se aplica en diversas afecciones de la piel y para remover las pecas; un ungüento de semilla se aplica para tratar la tineas. Por su propiedad laxante y purgante la hojas y frutos están indicados por vía oral para tratar estreñimiento y situaciones en las que requiera un vaciado intestinal (18,27).

18. TILO (*Tilia platyphyllos* Scop.)

Árbol de gran porte, hasta 33 m de alto, tronco recto y grueso, deshojado en invierno. Hojas grandes 8-14 cm de largo, cordadas con lados desiguales, aserradas, inflorescencias con 3-6 flores y una gran bráctea blanquecina, membranosa. Varias especies del género *Tilia* (*T. cordata* Mill, *T. europea* L. *T. tomentosa* Moench, *T. vulgaris* Hayne) se usan indistintamente por propiedades similares, aunque su calidad es inferior a *T. platyphyllos*. Nativo de bosques y bosquecillos cerrados o abiertos de toda Europa. Cultivado en China, los Balcanes, Turquía y Europa para el mercado internacional. En Guatemala se importa de Europa y en ocasiones de Norte América o México, donde crecen otras especies. La infusión de flores se usa para bajar la fiebre, aliviar escalofríos y tratar diversas afecciones gastrointestinales, nerviosas y respiratorias, cefalea, reumatismo y algunos cánceres y tumores. La infusión de hojas se usa con fines similares, aunque su potencia es menor. Por su propiedad ansiolítica, espasmolítica, sedante y digestiva su uso oral está indicado para el tratamientos de ansiedad, insomnio, resfrío, tos irritativa, asma, indigestión, hipertensión, arteroesclerosis, migraña, histeria, espasmos gastrointestinales y gastritis. Por su propiedad

desinflamante, la aplicación tópica de la infusión está indicada en baños para el tratamiento de llagas y úlceras (18,26,27).

19. TOMILLO (*Thymus vulgaris* L.)

Hierba aromática perenne, 20-50 cm de alto, tallo recto, muy ramificado, ligeramente leñoso. Hojas abundantes, 4-10 mm de largo, opuestas, obtusas, agudas, peciolos cortos, lanceoladas. Flores terminales numerosas, púrpuras palido o blancas. Tubulares 7-8 mm de largo, bilabiadas. Nativa del Mediterráneo en alturas de 0-1,800 msnm y del oeste de Asia, ampliamente cultivada en clima montañoso, templado y subtropical de América y el Caribe. En Guatemala se cultiva en el altiplano central y occidental en lugares secos y soleados. Entre los usos medicinales atribuidos esta la infusión de hojas por vía oral para tratar afecciones digestivas y respiratorias, anemia, diabetes, fiebre, gota, lepra, reumatismo, desórdenes esplénicos y uterinos. Por su acción carminativa, espasmolítica, antitusiva, expectorante, secretoria, bactericida, antihelmíntica y astringente, esta indicado su uso oral en afecciones respiratorias como asma, catarro, bronquitis y enfisema; en afecciones digestivas como disquinecia biliar, digestión lenta, gastritis, meteorismo, espasmos y parasitosis (18,26).

20. VALERIANA (*Valeriana officinalis* L.)

Hierba perenne, vivaz, rizoma pequeño productor de estolones subterráneos de los que salen múltiples raíces de 1-2 cm de grueso, tallo hueco acanalado, hojas imparipinada, segmentos dentados lanceolados, márgenes dentados, flores en umbelas, pequeñas tubulares, blancas o rosadas. Nativa de Europa y Asia septentrional, naturalizada en el noreste de América, se encuentra en lugares húmedos y umbrosos, silvestre o cultivada en clima templado o de montaña. En Guatemala se encuentra la especie *V. pylonophylla* que tiene una indistintamente de *V. officinalis* siendo sus propiedades equivalentes. La infusión y tintura de raíz se usan oralmente para tratar afecciones nerviosas, catarro, fiebre, reumatismo, infección renal, problemas cardíacos y afecciones digestivas. La decocción de raíz se aplica tópicamente para curar contusiones, heridas, llagas y raspones, así como resolver tumores y enfermedades de los ojos. Se le atribuye propiedad antibacteriana, anticasca, carminativa y depurativa. Por su actividad calmante, anodina, sedante, espasmolítica e hipotensora, su uso oral está indicado en el tratamiento de ansiedad, cólicos, convulsiones, depresión, dismenorrea, epilepsia, excitabilidad, histeria, insomnio, migraña, taquicardia y dolores articulares (18).

ANEXO II

Tabla 1
Listado de Lugar de Colecta de Plantas Medicinales en la
Ciudad Capital de Guatemala

No.	DISTRIBUIDOR	LUGAR	NOMBRE DE PLANTA MEDICINAL
1	Génesis	Terminal	Manzanilla
2	Génesis	Terminal	Tilo
3	Génesis	Terminal	Salvia Sija
4	Plantas Medicinales	Terminal	Pericón
5	Plantas Medicinales	Terminal	Llantén
6	Plantas Medicinales	Terminal	Albahaca
7	Don José	Guarda	Romero
8	Don José	Guarda	Cola de Caballo
9	Don José	Guarda	Te de Limón
10	San Antonio	Guarda	Boldo
11	San Antonio	Guarda	Pericón
12	San Antonio	Guarda	Gordolobo
13	no. 183	CENMA	Manzanilla
14	no. 183	CENMA	Albahaca
15	no. 183	CENMA	Salvia Sija
16	Martita	CERVANTES	Manzanilla
17	Martita	CERVANTES	Te de Limón
18	Martita	CERVANTES	Ruda
19	Medicina Natural	Mercado Central	Boldo
20	Medicina Natural	Mercado Central	Pericón
21	Medicina Natural	Mercado Central	Gordolobo
22	Soya Vid	Centro Naturista	Boldo
23	Soya Vid	Centro Naturista	Cola de Caballo
24	Soya Vid	Centro Naturista	Marrubio
25	Paraíso	Centro Naturista	Boldo
26	Paraíso	Centro Naturista	Cola de Caballo
27	Paraíso	Centro Naturista	Tilo
28	El Encanto	Centro Naturista	Boldo
29	El Encanto	Centro Naturista	Te de Limón
30	El Encanto	Centro Naturista	Granadilla

ANEXO III

CALIDAD MICROBIOLÓGICA DE PLANTAS MEDICINALES DE VENTA EN LA CIUDAD
CAPITAL

3. ENCUESTA

Fecha: _____

DATOS GENERALES

Nombre de Distribuidor: _____

Dirección: _____ Tel: _____

Tiempo de Establecido: _____

PLANTAS QUE MÁS VENDE:

1.Planta: _____ Uso medicinal: _____

2.Planta: _____ Uso medicinal: _____

3.Planta: _____ Uso medicinal: _____

PLANTA 1 _____

PROVEEDOR: _____ PROCEDENCIA: _____

FECHA DE COMPRA: _____

RECOLECCION			SECADO				ALMACENAMIENTO				TRANSPORTE			
C	S	NS	SL	SB	SE	NS	AL	BG	OTROS	NS	CM	PK	OTROS	NS

PLANTA 2 _____

PROVEEDOR: _____ PROCEDENCIA: _____

FECHA DE COMPRA: _____

RECOLECCION			SECADO				ALMACENAMIENTO				TRANSPORTE			
C	S	NS	SL	SB	SE	NS	AL	BG	OTROS	NS	CM	PK	OTROS	NS

PLANTA 3 _____

PROVEEDOR: _____ PROCEDENCIA: _____

FECHA DE COMPRA: _____

RECOLECCION			SECADO				ALMACENAMIENTO				TRANSPORTE			
C	S	NS	SL	SB	SE	NS	AL	BG	OTROS	NS	CM	PK	OTROS	NS

OBSERVACIONES: _____

C= CULTIVADAS

S= SILVESTRES

SL= SOL

SB= SOMBRA

SE= SECADOR ESPECIAL

AL= AIRE LIBRE

BG= BODEGAS

CM= CAMIONES

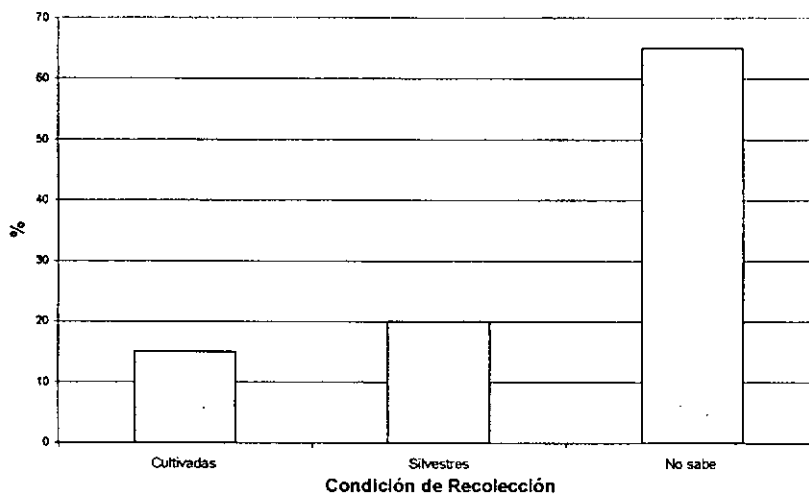
PK= PICKUP

NS= No Sabe

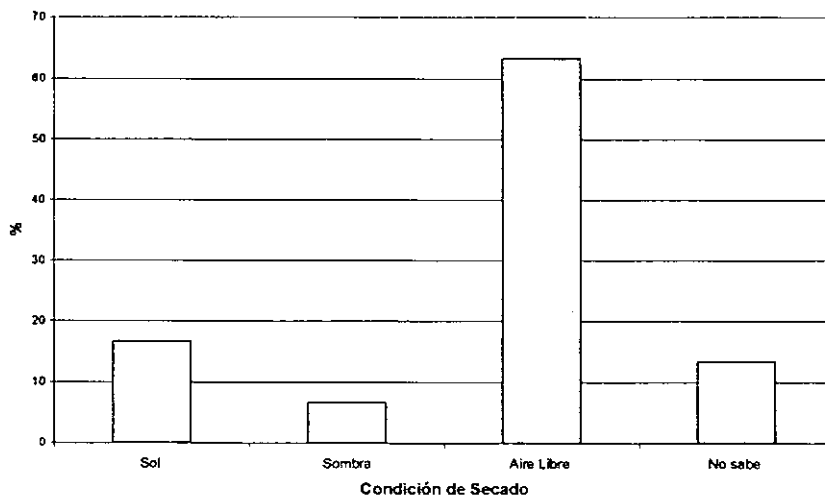
ANEXO 3

Resultados de Encuesta Realizada en los 10 Centros de Venta de Plantas Medicinales

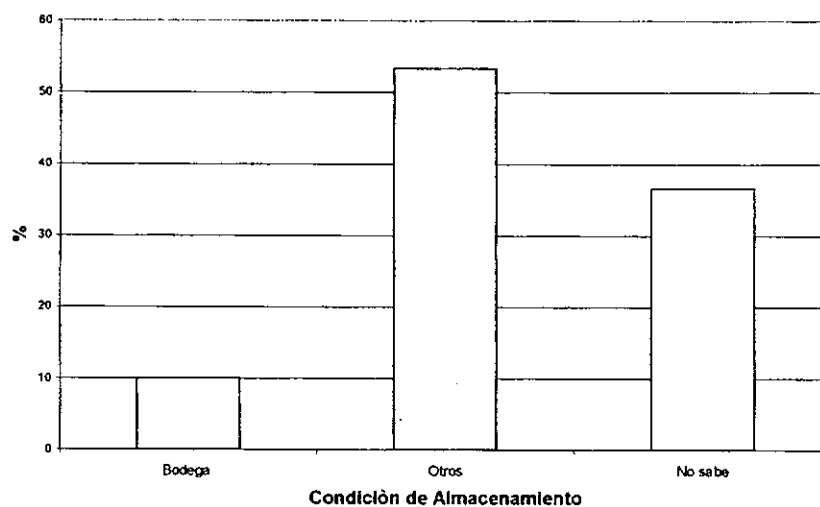
GRAFICA 1. Forma de Recolección de Plantas Medicinales Comercializadas en 10 Centros de Venta de la Ciudad Capital



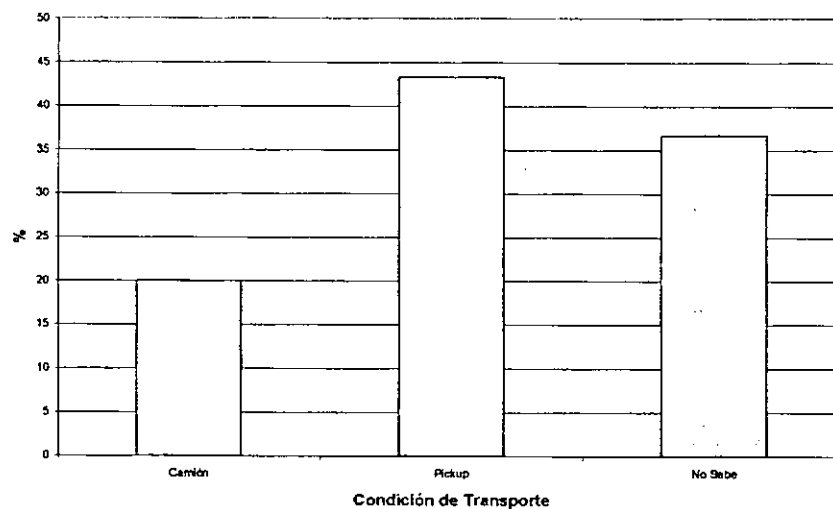
GRAFICA 2. Forma de Secado de Plantas Medicinales Comercializadas en 10 Centros de Venta



GRAFICA 3. Forma de Almacenamiento de Plantas Medicinales Comercializadas En 10 Centros de Venta de la Ciudad Capital



GRAFICA 4. Forma de Transporte de Plantas Medicinales Comercializadas en 10 Centros de Venta de la Ciudad Capital



ANEXO IV

Tabla 2
Tabla de Datos para Calcular
el Número Más Probable -NMP-

Combinación de tubos positivos	NMP / gr ó ml
0-0-0	< 3
0-0-1	3
0-1-0	3
0-2-0	3
1-0-0	4
1-0-1	7
1-1-0	7
1-1-1	11
1-2-0	11
2-0-0	9
2-0-1	14
2-1-0	15
2-1-1	20
2-2-0	21
2-2-1	28
2-3-0	12
3-0-0	23
3-0-1	39
3-0-2	64
3-1-0	43
3-1-1	75
3-1-2	120
3-2-0	93
3-2-1	150
3-2-2	210
3-3-0	240
3-3-1	460
3-3-2	1100
3-3-3	2400

ANEXO V
RESULTADOS

Tabla 3
Examen de Identidad y Pureza
de Plantas Medicinales

No.	Nombre de la Planta	Identidad	Parte Util (%)	Organos Deteriorados (%)	Micelio	Materia Extraña
1	Manzanilla	Si	4	20		
2	Tilo	Si	99	2		
3	Salvia Sija	Si	98	25		
4	Pericón	Si	99	40		
5	Llantén	Si	100	12		
6	Albahaca	Si	15	70	Presente	
7	Romero	Si	100	24	Presente	
8	Cola de Caballo	Si	100	3	Presente	Tierra
9	Te de Limón	Si	93	1	Presente	
10	Boldo	Si	100	7		
11	Pericón	Si	100	4		
12	Gordolobo	Si	97	9		
13	Manzanilla	Si	6	37		
14	Albahaca	Si	15	90		Tierra
15	Salvia Sija	Si	100	50	Presente	
16	Manzanilla	Si	4	25		
17	Te de Limón	Si	100	3	Presente	
18	Ruda	Si	65	35		
19	Boldo	Si	100	4		
20	Pericón	Si	90	13	Presente	
21	Gordolobo	Si	98	27		
22	Boldo	Si	100	2		
23	Cola de Caballo	Si	100	1		
24	Marrubio	Si	99	1		
25	Sen	Si	100	1		
26	Cola de Caballo	Si	97	3		
27	Tilo	Si	99	1		
28	Llantén	Si	99	22		
29	Te de Limón	Si	100	1	Presente	
30	Granadilla	Si	98	16		

Tabla 4
Control de Calidad Físico
de Plantas Medicinales

No.	Nombre de la Planta	Control de Calidad Físico				% de Humedad
		A	C	O	Total	
1	Manzanilla	2	2	2	6	12.1
2	Tilo	3	4	3	10	9.2
3	Salvia Sija	2	3	3	8	9.5
4	Pericón	2	1	2	5	10.8
5	Llantén	2	2	1	5	13.2
6	Albahaca	2	1	2	5	12.4
7	Romero	3	2	2	7	10.8
8	Cola de Caballo	4	4	3	11	11.1
9	Te de Limón	3	3	2	8	12.6
10	Boldo	3	3	3	9	8.3
11	Pericón	3	2	3	8	4.7
12	Gordolobo	3	2	2	7	7.7
13	Manzanilla	3	2	3	8	8.2
14	Albahaca	1	1	1	3	10.5
15	Salvia Sija	2	1	3	6	9.7
16	Manzanilla	1	1	1	3	6.9
17	Te de Limón	4	3	3	10	12.2
18	Ruda	3	2	3	8	16.1
19	Boldo	3	3	3	9	8.8
20	Pericón	3	2	3	8	9.1
21	Gordolobo	3	2	1	6	7.4
22	Boldo	4	4	4	12	7.7
23	Cola de Caballo	3	2	3	8	9.6
24	Marrubio	3	2	2	7	11.3
25	Sen	3	3	3	10	10.7
26	Cola de Caballo	4	3	3	10	10.4
27	Tilo	3	2	2	7	7.2
28	Llantén	4	3	2	9	9.3
29	Te de Limón	3	3	3	9	11.2
30	Granadilla	2	1	1	4	7.6

A = aspecto, C= color, O=olor.
4 = excelente , 3 = bueno, 2 = regular, 1 = malo.

Tabla 5
Control de Calidad Microbiológico de Plantas Medicinales

No.	Nombre de la Planta	Control Microbiológico		
		NMP/gr o ml		
		CT	CF	<i>E. coli</i>
1	Manzanilla	2400	210	28
2	Tilo	1100	15	<3
3	Salvia Sija	2400	460	460
4	Pericón	2400	75	20
5	Llantén	2400	2400	1100
6	Albahaca	1100	1100	210
7	Romero	2400	1100	75
8	Cola de Caballo	2400	240	93
9	Te de Limón	2400	210	15
10	Boldo	75	9	<3
11	Pericón	1100	43	4
12	Gordolobo	2400	75	<3
13	Manzanilla	1100	460	7
14	Albahaca	2400	2400	150
15	Salvia Sija	1100	240	23
16	Manzanilla	460	39	<3
17	Te de Limón	2400	1100	460
18	Ruda	1100	460	150
19	Boldo	<3	<3	<3
20	Pericón	150	43	<3
21	Gordolobo	21	11	4
22	Boldo	7	<3	<3
23	Cola de Caballo	1100	460	28
24	Marrubio	2400	1100	150
25	Sen	2400	2400	460
26	Cola de Caballo	210	43	11
27	Tilo	15	4	<3
28	Llantén	2400	2400	150
29	Te de Limón	1100	43	15
30	Granadilla	1100	240	<3

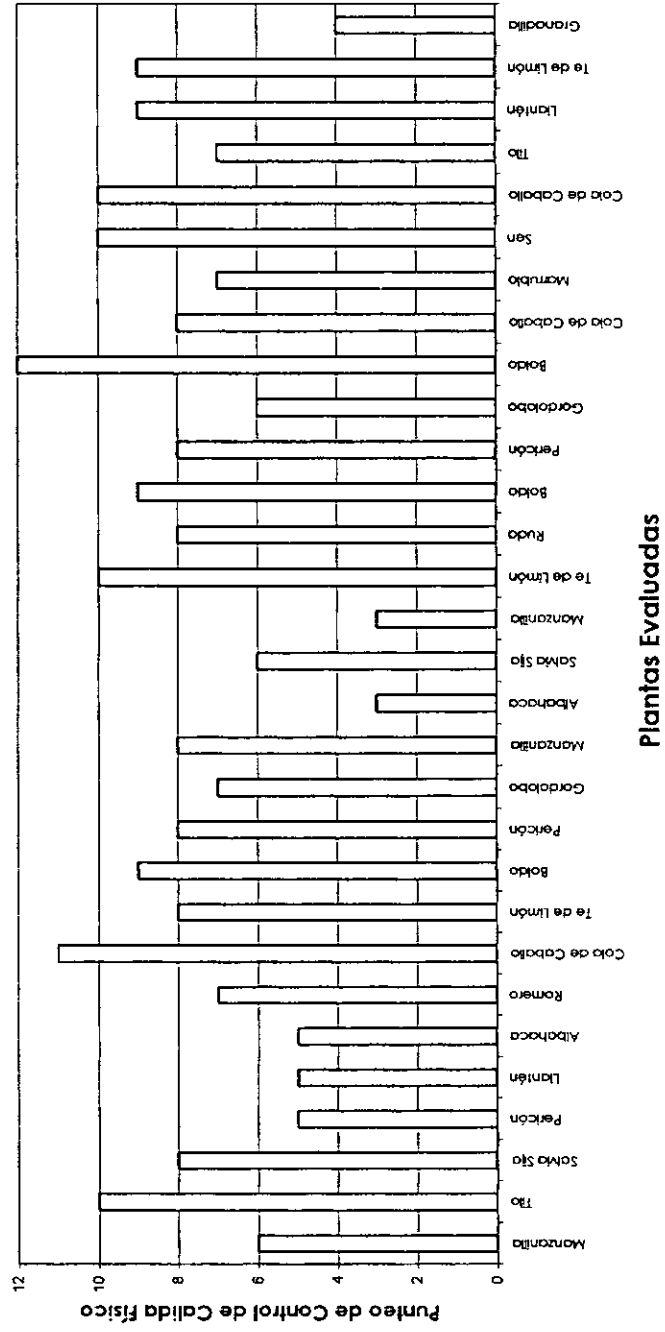
CT= coliformes totales, CF= coliformes fecales.

Tabla 6
Control de Calidad de Plantas Medicinales Producidas por el Laboratorio Farmaya
durante 1985-2001

Año	Total de Muestras	Muestras Aprobadas	% de Muestras Aprobadas
año 1985	89	42	47
año 1986	265	215	81
año 1987	239	186	78
año 1988	510	456	85
año 1989	366	348	94
año 1990	118	117	99
año 1991	176	175	99
año 1992	209	202	97
año 1993	242	206	85
año 1994	191	184	86
año 1995	170	143	84
año 1996	154	132	86
año 1997	134	113	85
año 1998	162	133	82
año 1999	173	141	81
año 2000	477	394	83
año 2001	353	293	83

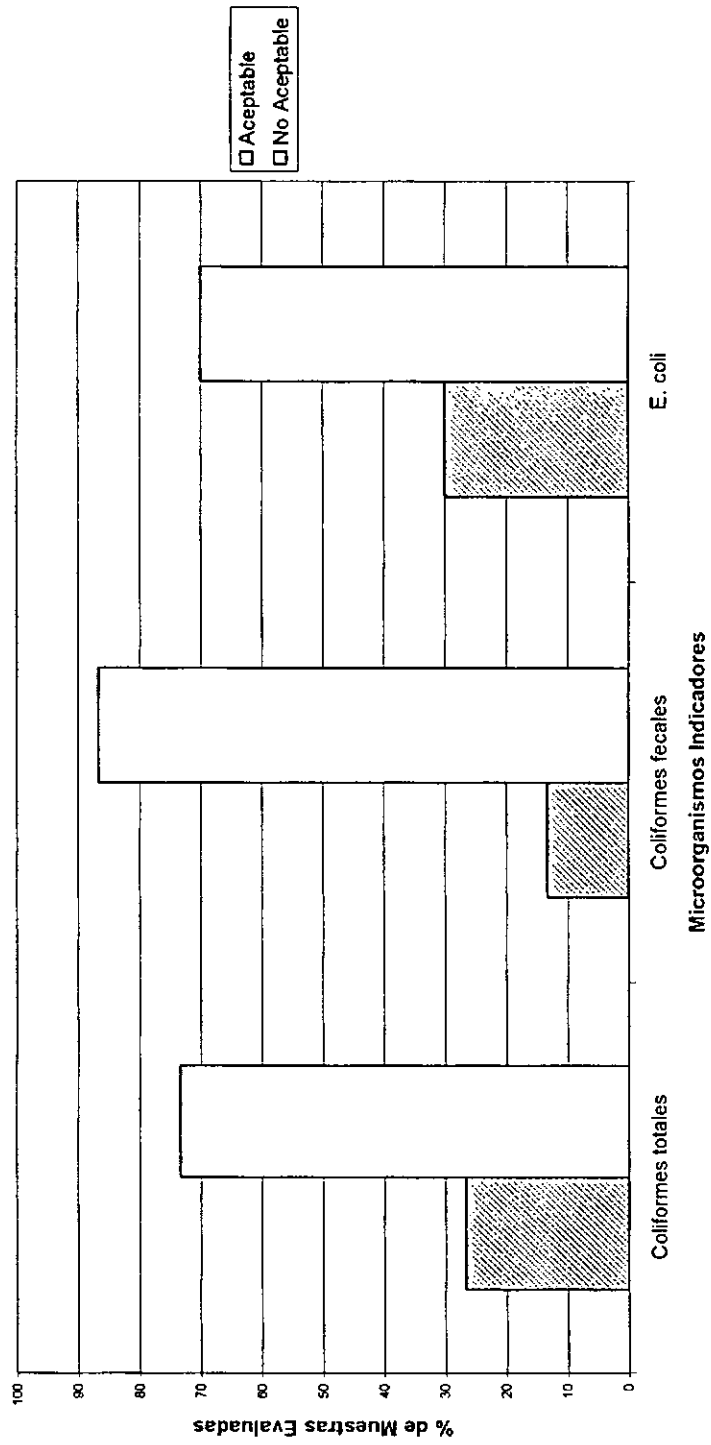
ANEXO V

GRAFICA 1
RESULTADOS DE CONTROL DE CALIDAD FISICO
DE PLANTAS MEDICINALES



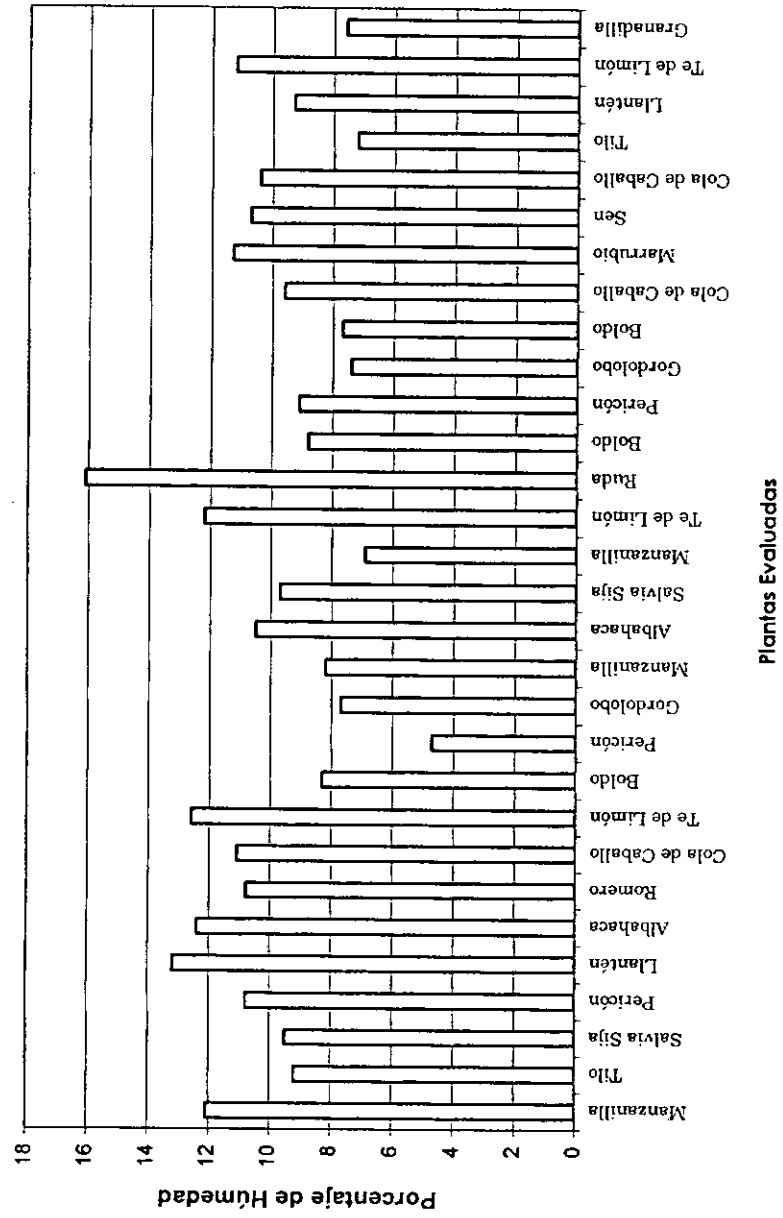
ANEXO V

GRAFICA 2
RESULTADOS DE CONTROL MICROBIOLOGICO DE PLANTAS MEDICINALES



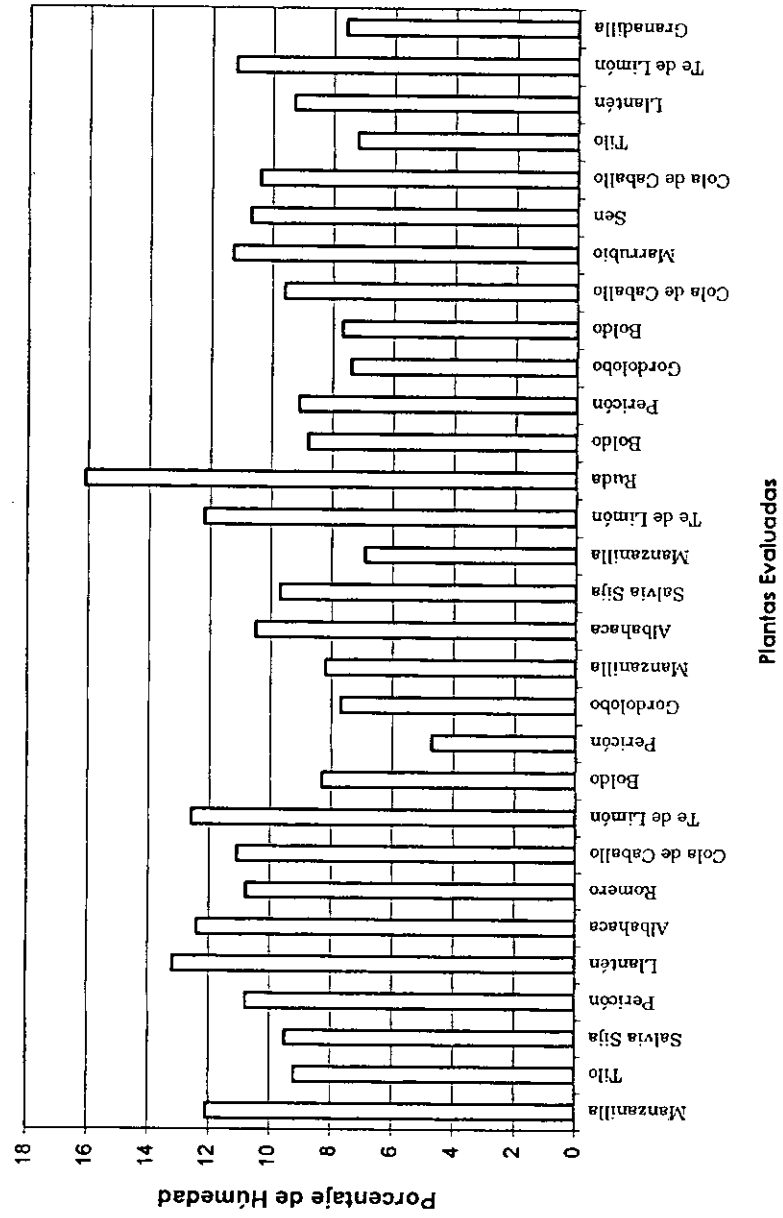
ANEXO V

GRAFICA 3
RESULTADOS DE PORCENTAJE DE HUMEDAD
DE PLANTAS MEDICINALES



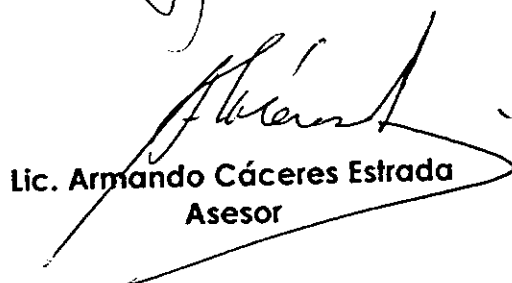
ANEXO V

GRAFICA 3
RESULTADOS DE PORCENTAJE DE HUMEDAD
DE PLANTAS MEDICINALES





Dina Lilian Lejona Villaforo
Autora



Lic. Armando Cáceres Estrada
Asesor




Licda. Rosario Hernández
Revisor



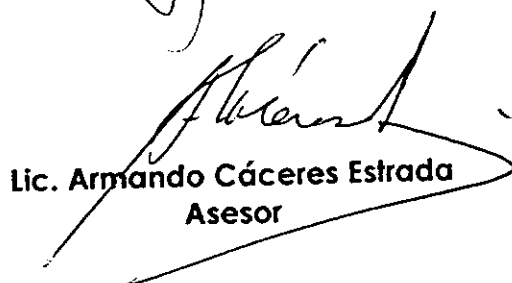
M.Sc. Vivian Matfa de Garcia
Directora



Ph.D. Oscar Manuel Cobar Pinto
Decano



Dina Lilian Lejona Villaforo
Autora



Lic. Armando Cáceres Estrada
Asesor



Licda. Rosario Hernández
Revisor



M.Sc. Vivian Matfa de Garcia
Directora



Ph.D. Oscar Manuel Cobar Pinto
Decano