

EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD ANTIFÚNGICA DEL ACHIOTE (*Bixa orellana*), COMO TRATAMIENTO IN VITRO EN LA DERMATOFITOSIS CAUSADA POR *Trichophyton sp.* EN EL CUY (*Cavia porcellus*)

**VIVIANA LUCÍA BURBANO LEGARDA
NADYA TATHIANA MARTÍNEZ PATIÑO**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS (FACIPEC)
PROGRAMA DE MEDICINA VETERINARIA
SAN JUAN DE PASTO
2008**

EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD ANTIFÚNGICA DEL ACHIOTE (*Bixa orellana*), COMO TRATAMIENTO IN VITRO EN LA DERMATOFITOSIS CAUSADA POR *Trichophyton sp.* EN EL CUY (*Cavia porcellus*)

**VIVIANA LUCÍA BURBANO LEGARDA
NADYA TATHIANA MARTÍNEZ PATIÑO**

**Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de
Médico Veterinario**

Presidente:

**Juan Manuel Astaiza Martínez
Médico Veterinario Zootecnista Esp.**

Copresidente:

**Carmenza Janneth Benavides Melo
Médico Veterinario Esp.**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS (FACIPEC)
PROGRAMA DE MEDICINA VETERINARIA
SAN JUAN DE PASTO
2008**

“Las ideas y conclusiones aportadas en la tesis de grado, son de responsabilidad exclusiva de los autores”

Artículo 1ro. del acuerdo No. 324 de octubre 11 de 1966, emanado del honorable consejo directivo de la Universidad de Nariño.

Nota de aceptación

HÉCTOR FABIO VALENCIA RÍOS
Jurado Delegado

OLGA PATRICIA LÓPEZ GUARNIZO
Jurado

JUAN MANUEL ASTAIZA MARTÍNEZ
Presidente

CARMENZA JANNETH BENAVIDES MELO
Copresidente

San Juan de Pasto, diciembre de 2007.

Dedicatoria a:

Dios, mi mejor amigo y el artífice de mi vida.

Mi madre Martha Lucía, por su amor y su apoyo incondicional.

Mi abuelita Amada, a quien quiero mucho.

Mi tío Gerardo, por su apoyo y colaboración. q.e.p.d.

VIVIANA LUCÍA BURBANO LEGARDA

Dedicatoria a:

Mi Mamá Gladys por su amor, confianza y comprensión.

Mis Hermanos Andrés Felipe y Marcela por apoyarme y acompañarme en este camino.

Mi Papá Marco Fidel, por el apoyo y el cariño.

Mi Abuelita Leonor por ser ella.

Mi Tío Arturo que siempre ha estado con nosotros apoyándonos en todo.

Luís Fernando, por que me quiere.

Y a mis Ángeles de la guarda mi Abuelita Berenice y mi amiga Janeth que me cuidan todos los días desde el cielo.

NADYA TATHIANA MARTÍNEZ PATIÑO

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sus agradecimientos a:

| | |
|---------------------------------|---|
| KATIA BENAVIDES ROMO | Médico Veterinario. |
| CARMENZA JANNETH BENAVIDES MELO | Médico Veterinario Esp. |
| JUAN MANUEL ASTAIZA MARTINEZ | Médico Veterinario Zootecnista Esp. |
| OLGA PATRICIA LÓPEZ GUARNIZO | Médico Veterinario Zootecnista. |
| HÉCTOR FABIO VALENCIA RIOS | Médico Veterinario Zootecnista Esp. |
| ARSENIO HIDALGO TROYA | Decano Facultad de Ciencias Naturales y matemáticas. |
| LUIS FERNANDO SALAS CUMBAL | Administrador de Empresas. |

Al programa de Medicina Veterinaria de la Universidad de Nariño.

Todas las personas que de una u otra forma contribuyeron a la culminación de este estudio.

CONTENIDO

| | pág. |
|---|------|
| RESUMEN | |
| INTRODUCCIÓN | 20 |
| 1. DEFINICIÓN Y DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA | 21 |
| 2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA | 22 |
| 3. OBJETIVOS | 23 |
| 3.1 OBJETIVO GENERAL | 23 |
| 3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS | 23 |
| 4. MARCO TEÓRICO | 24 |
| 4.1 GENERALIDADES DEL CUY | 24 |
| 4.1.1 Origen y clasificación zoológica | 24 |
| 4.1.2 Características morfológicas | 25 |
| 4.1.3 Sistemas de producción | 26 |
| 4.1.4 Sanidad y enfermedades | 27 |

| | |
|--------------------------------------|----|
| 4.2 HONGOS DERMATOFITOS | 34 |
| 4.2.1 Generalidades | 34 |
| 4.2.2 Etiología | 35 |
| 4.2.3 Síntomas | 37 |
| 4.2.4 Hábitat | 37 |
| 4.2.5 Patogenia | 38 |
| 4.2.6 Transmisión | 40 |
| 4.2.7 Diagnóstico de laboratorio | 40 |
| 4.2.8 Tratamiento | 44 |
| 4.3 FITOTERAPIA | 45 |
| 4.4 ACHIOTE (<i>Bixa orellana</i>) | 47 |
| 4.4.1 Historia y origen del cultivo | 47 |
| 4.4.2 Clasificación taxonómica | 48 |
| 4.4.3 Variedades | 49 |
| 4.4.4 Ecología y adaptabilidad | 50 |

| | |
|--|----|
| 4.4.5 Labores de cultivo y beneficio | 52 |
| 4.4.6 Usos y aplicaciones | 59 |
| 4.4.7 Principios activos | 63 |
| 4.4.8 Efectos adversos y contraindicaciones | 70 |
| 4.4.9 Preparaciones y administración | 70 |
| 4.4.10 Estudios clínicos | 70 |
| 4.4.11 Mercadeo | 74 |
| 4.5 ELABORACIÓN DE LAS TINTURAS | 75 |
| 4.6 PREPARACIÓN DEL MEDIO DE CULTIVO | 75 |
| 4.7 PROCEDIMIENTO PARA EVALUAR LA SENSIBILIDAD ANTIFÚNGICA | 76 |
| 4.8 COSTOS | 77 |
| 4.8.1 Costos variables | 77 |
| 4.8.2 Costos fijos | 77 |
| 4.8.3 Costos totales | 78 |
| 5. DISEÑO METODOLÓGICO | 79 |

| | |
|--|-----|
| 5.1 LOCALIZACIÓN | 79 |
| 5.2 MUESTRAS | 79 |
| 5.3 INSTALACIONES Y EQUIPOS | 84 |
| 5.4 DISEÑO EXPERIMENTAL | 85 |
| 5.4.1 Variables a evaluar | 87 |
| 6. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS | 89 |
| 6.1 MEDIDAS HALOS INHIBITORIOS | 89 |
| 6.1.1 Análisis de varianza unifactorial (ANOVA simple) | 92 |
| 6.1.2 Prueba de contraste múltiple de rango (Tukey) | 93 |
| 6.2 PORCENTAJE DE INHIBICIÓN RELATIVA (PIR) | 95 |
| 6.3 ANÁLISIS DE COSTOS DE LAS TINTURAS DE ACHIOTE | 97 |
| 7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 100 |
| 7.1 CONCLUSIONES | 100 |
| 7.2 RECOMENDACIONES | 100 |
| BIBLIOGRAFÍA | 102 |
| ANEXOS | 110 |

LISTA DE TABLAS

| | pág. |
|---|------|
| Tabla 1. Fertilización del achiote | 56 |
| Tabla 2. Preensayo realizado para obtener el número de repeticiones | 86 |
| Tabla 3. Varianza de los datos del preensayo | 87 |
| Tabla 4. Halos inhibitorios obtenidos con los tratamientos | 89 |
| Tabla 5. ANOVA para halos inhibitorios según tratamientos | 92 |
| Tabla 6. Medias de los tratamientos | 93 |
| Tabla 7. Test de Tukey | 93 |
| Tabla 8. Porcentajes de inhibición relativa obtenidos con los tratamientos | 96 |
| Tabla 9. Costo unitario de producción de tintura de achiote al 25% | 97 |
| Tabla 10. Costo unitario de producción de tintura de achiote al 50% | 98 |
| Tabla 11. Costo unitario de producción de tintura de achiote al 75% | 98 |
| Tabla 12. Costos totales de la elaboración de las tinturas de achiote | 99 |

LISTA DE CUADROS

| | pág. |
|---|------|
| Cuadro 1. Clasificación científica del achiote | 49 |
| Cuadro 2. Plagas que afectan al cultivo del achiote | 60 |
| Cuadro 3. Animales y muestras usados en el estudio | 79 |
| Cuadro 4. Identificación de muestras para siembra | 81 |
| Cuadro 5. Siembras realizadas para el estudio | 82 |
| Cuadro 6. Identificación de colonias sembradas para el estudio | 82 |
| Cuadro 7. Hongos contaminantes encontrados en cajas sembradas | 83 |

LISTA DE FIGURAS

| | pág. |
|--|------|
| Figura 1. Identificación morfológica. | 44 |
| Figura 2. <i>Bixa orellana</i> . | 48 |
| Figura 3. Planta de achiote | 54 |
| Figura 4. Árbol de achiote | 65 |
| Figura 5. Sensidiscos usados en el estudio | 77 |
| Figura 6. Lesiones por dermatofitos en los animales muestreados | 80 |
| Figura 7 Lesiones en el lomo de los animales muestreados | 80 |
| Figura 8. Lesiones cutáneas de los animales objeto de muestra | 81 |
| Figura 9. Caja con siembra de <i>Trichophyton sp.</i> | 83 |
| Figura 10. Resultado halos inhibitorios de la tintura de achiote al 25% | 90 |
| Figura 11. Resultado halos inhibitorios de la tintura de achiote 50% | 90 |
| Figura 12. Resultado halos inhibitorios de la tintura de achiote 75% | 91 |
| Figura 13. Resultado halos inhibitorios control positivo (nistatina) | 91 |
| Figura 14. Resultado halos inhibitorios control negativo (alcohol 70°) | 92 |
| Figura 15. Resultados obtenidos con todos los tratamientos | 94 |
| Figura 16. Porcentajes de inhibición relativa | 97 |

LISTA DE ANEXOS

| | pág. |
|--|------|
| Anexo A. Costo de producción por ha de cultivo: achiote | 111 |
| Anexo B. Elaboración de las tinturas de achiote | 115 |
| Anexo C. Identificación de dermatofitos con KOH | 116 |
| Anexo D. Equipos | 117 |
| Anexo E. <i>Trichophyton sp.</i> al microscopio | 118 |
| Anexo F. Halos inhibitorios | 119 |

GLOSARIO

ACHIOTE: *Bixa orellana*. Planta originaria de América tropical, cuyas semillas son utilizadas como condimento en la cocina. y como colorante.

ANTIFÚNGICO: Dicho de un medicamento, de una sustancia, de un procedimiento, etc.: que se utilizan para combatir las infecciones por hongos.

DERMATOFITOS: Hongos filamentosos que afectan a la epidermis y anexos cutáneos.

CONIDIOS: Espora asexual formada de hifas por abstricción, gemación o división septal.

FITOTERAPIA: (de *fito-* y *-terapia*). Tratamiento de las enfermedades mediante plantas o sustancias vegetales.

HALO INHIBITORIO: Zona de inhibición del crecimiento del hongo.

HIFAS: Filamentos que componen el cuerpo de un hongo.

IN VITRO: Producido en el laboratorio por métodos experimentales.

LESIÓN ENDOTRIX: Lesión que ocurre al interior del cilindro piloso.

LESIÓN EXOTRIX: Lesión que ocurre al exterior del cilindro piloso.

MACERAR: Mantener sumergida alguna sustancia sólida en un líquido a la temperatura ambiente, con el fin de ablandarla o de extraer de ella las partes solubles.

MACROCONIO: Conidios multinucleados, grandes.

MICELIO: Malla constituida de hifas entrelazadas.

MICROCONIDO: Conidios de una sola célula, pequeños, pueden ser esféricos, elípticos u ovales, piriformes colocados entre las hifas.

TINTURA: Solución de cualquier sustancia medicinal simple o compuesta, en un líquido que disuelve de ella ciertos principios. Puede ser acuosa, vinosa, alcohólica o etérea.

RESUMEN

El presente trabajo se realizó en la Clínica Veterinaria Carlos Martínez Hoyos de la Universidad de Nariño de la ciudad de San Juan de Pasto, con el objetivo de valorar la actividad antifúngica in vitro de la planta medicinal achiote (*Bixa orellana*) para el tratamiento de la dermatofitosis causada por *Trichophyton sp* en el cuy.

Los tratamientos utilizados fueron: Tintura alcohólica a base de achiote en concentraciones de 25%, 50% y 75 %, control positivo (nistatina) y control negativo (alcohol etílico de 70°).

Para evaluar las diferencias estadísticas se utilizó el modelo unifactorial de efectos fijos con cinco tratamientos, cada uno con 15 réplicas en el análisis estadístico se utilizó la prueba de Tukey.

Los resultados del estudio demostraron que se encontraron diferencias estadísticas significativas en los tratamientos tintura al 75% y tintura al 50%. La tintura al 25% no demostró actividad antifúngica significativa.

Los porcentajes de inhibición relativa (PIR) para los tratamientos fueron los siguientes: Tintura 75%= 53.6; tintura 50% = 40.4; tintura 25%= 27.7; alcohol 70°= 9.11.

Con respecto al estudio de los costos de producción el tratamiento tintura 25% presenta el menor costo (\$ 7836 pesos por 1000 cc); la tintura 50% (\$ 8836 pesos por 1000 cc); la tintura 75% (\$ 9836 pesos por 1000 cc).

Luego de observar los resultados obtenidos en el estudio se concluye que la tintura de achiote al 75 % y 50 % como tratamiento in vitro contra la dermatofitosis producida por el *Trichophyton sp.* del cuy es recomendable, ya que tuvo una actividad antifúngica considerable y resulta una alternativa económica.

ABSTRACT

The present work was carried out in the Veterinary Clinic Carlos Martínez Hoyos of the University of Nariño in San Juan de Pasto city, the objective of the present work it was to value the fungicide activity in vitro of the plant medicinal achiote (*Bixa orellana*) for the treatment of the dermatophytosis caused by *Trichophyton sp* in the guinea pig.

The used treatments were: Alcoholic extract with the help of achiote in concentrations of 25%, 50% and 75%. positive control (nistatina) and negative control (ethylic alcohol of 70°).

To evaluate the statistical differences you uses the pattern unifactorial of fixed effects with five treatments, each one with 15 replies in the statistical analysis you uses the test of Tukey.

The results of the study demonstrated that they were significant differences statistical in the treatments dye to 75% and dye to 50%. The dye to 25% didn't demonstrate fungicide activity significant.

The percentages of relative inhibition (PIR) for the treatments they were the following ones: Dye 75% = 53.6; Dye 50% = 40.4; dye 25% = 27.7; alcohol 70° = 9.11.

With regard to the study of the production costs, the treatment extract 25% presents the smallest cost (\$7836 pesos for 1000 cc); the extract 50% (\$8836 pesos for 1000 cc); the extract 75% (\$9836 pesos for 1000 cc).

After observing the results obtained in the study you concludes that the achiote dye to 75% and 50% as treatment in vitro against the dermatophytosis taken place by the *Trichophyton sp.* of the guinea pig it is viable since he/she had an important fungicide activity and it is an economic alternative.

INTRODUCCIÓN

El cuy es una especie nativa de los Andes, y una alternativa de sustento para las familias productoras; así como también una opción de producción a gran escala por sus buenos rendimientos, gracias a su corto ciclo reproductivo y a su capacidad de adaptación. Es un producto alimenticio, de alto valor nutricional cuyo proceso de desarrollo está directamente ligado a la dieta alimentaria típica de Nariño.

Debido a las condiciones de alojamiento, densidad de población y sanidad el cuy es un animal susceptible a padecer enfermedades cutáneas contagiosas como la dermatofitosis, que afecta la productividad de la explotación causando pérdidas económicas al productor.

En aras de evitar este tipo de enfermedades es preciso investigar e implementar nuevas opciones de tratamiento. La fitoterapia es una buena alternativa para mejorar la salud del animal y reducir los costos de producción.

En estudios realizados en países como Perú, Guatemala, Brasil, Cuba, Suecia, etcétera, se ha demostrado las propiedades medicinales del achiote (*Bixa orellana.*), como antibacterial, antifúngico, antiinflamatorio, entre otros.

Si bien esta planta es reconocida por sus propiedades, no existen estudios que comprueben su efectividad en cuyes, por lo tanto y a través del presente trabajo se busca dar a conocer los resultados de su utilización como antifúngico para el tratamiento de las dermatofitosis del cuy.

1. DEFINICIÓN Y DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

La producción del cuy representa una alternativa importante en la economía de algunas familias campesinas nariñenses, así como también un negocio rentable en la región con posibilidades de expandirse.

Debido a los sistemas de crianza utilizados en la región el cuy es susceptible a padecer enfermedades que afectan la ganancia de peso retrasando el crecimiento, acrecentando los costos de producción, consumo de alimento y uso de instalaciones.

Una de las enfermedades que mas comúnmente afecta a los cuyes es la dermatofitosis, que se presenta mas intensamente en época de lluvias trayendo consigo problemas, no sólo porque se trata de una zoonosis, sino por que representa pérdidas económicas.

Esto se convierte en una preocupación para quienes manejan esta clase de explotaciones, teniendo en cuenta que los tratamientos que generalmente se utilizan vienen indicados para otras especies y son usados extraetiqueta lo que implica que los productos sean sobre o subdosificados ocasionando efectos imprevistos y posibles resistencias. Además estos productos farmacéuticos poseen tiempos de retiro y debido a que el cuy tiene un ciclo de vida corto y es un producto comestible se corre el riesgo de que la carne contenga residuos químicos que afecten la salud del consumidor.

Por lo tanto las plantas medicinales como una alternativa de tratamiento natural que de la mano con una nutrición adecuada y la prevención de enfermedades, pueden ayudar a proporcionar otra opción de salud animal y evitar los riesgos a que se expone la población humana por el uso inadecuado de estos productos farmacéuticos en el cuy.

2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Posee el Achiote (*Bixa orellana*) características antifúngicas útiles para el tratamiento de la dermatofitosis causada por *Trichophyton sp.* que afecta a los cuyes?

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar la actividad antifúngica *in Vitro* de la tintura de achiote (*Bixa orellana*) frente al hongo dermatofito: *Trichophyton sp.* en el cuy (*Cavia porcellus*).

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Comparar a diferentes concentraciones (25, 50, 75%) la tintura de achiote (*Bixa orellana*) para determinar en cual de estas concentraciones el efecto antifúngico de la tintura de achiote es mejor.
- Calcular los costos para cada uno de los tratamientos.

4. MARCO TEÓRICO

4.1 GENERALIDADES DEL CUY (*Cavia porcellus*)

4.1.1 Origen y clasificación zoológica. Según Chauca: “El cuy (cobayo o curí) es un mamífero roedor originario de la zona andina de Bolivia, Colombia, Ecuador y Perú. El cuy constituye un producto alimenticio de alto valor nutricional que contribuye a la seguridad alimentaria de la población rural de escasos recursos”¹.

La enciclopedia libre de Wikipedia declara:

En español recibe diversos nombres según cada país. En su zona de origen, se lo conoce como cuy (del quechua quwi), nombre onomatopéyico que aún lleva en el Perú, Bolivia, Ecuador y sur de Colombia. El vocablo cuy es también conocido en las zonas fronterizas de su zona de origen, pero comúnmente se le denomina por variantes de él, como cuyo, cuye, curí, curie, curiel o cuis, y acure en Venezuela. El término cobaya (o cobayo), del tupí sabúia se utiliza también. En general, luego de cada uno de estos nombres en sus respectivos países el segundo nombre más frecuentemente asociado con el animalito suele ser conejillo de Indias. Este último es el término más frecuente en España (sobre cobaya) y Norteamérica (EE.UU. y México)².

Ortegón y Morales afirman que la clasificación zoológica del cuy es la siguiente:

| | |
|-----------|------------|
| Reino | Animal |
| Phylun | Chordata |
| Subphylun | Vertebrata |

¹ CHAUCA, Lilia, Producción de cuyes (*Cavia porcellus*), [on line], La Molina, Perú., Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, 1997. [Citado 28 abril de 2007] Disponible en Internet: <http://www.fao.org/DOCREP/W6562s/W6562s00.htm>

² WIKIPEDIA. La Enciclopedia libre. Cuy. [on line] 2007, EE.UU. [citado abril 30 2007] disponible en Internet: <URL: <http://es.wikipedia.org/wiki/Cuy>

| | |
|------------|-------------------------|
| Clase | Mammalia |
| Subclase | Theria |
| Infraclase | Eutheria |
| Orden | Rodentia |
| Suborden | Histrichomorpha |
| Familia | Cavidae |
| Genero | Cavia |
| Especie | Porcellus. ³ |

4.1.2 Características morfológicas. Según Chauca son:

La forma de su cuerpo es alargado y cubierto de pelos desde el nacimiento. Los machos desarrollan más que las hembras, por su forma de caminar y ubicación de los testículos no se puede diferenciar el sexo sin coger y observar los genitales. Los machos adultos hacen morrillo.

Cabeza: Relativamente grande en relación a su volumen corporal, de forma cónica y de longitud variable de acuerdo al tipo de animal. Las orejas por lo general son caídas, aunque existen animales que tienen las orejas paradas porque son más pequeñas, casi desnudas pero bastante irrigadas.

Los ojos son redondos vivaces de color negro o rojo, con tonalidades de claro a oscuro. El hocico es cónico, con fosas nasales y ollares pequeños, el labio superior es partido, mientras que el inferior es entero, sus incisivos alargados con curvatura hacia dentro, crecen continuamente, no tienen caninos y sus molares son amplios. El maxilar inferior tiene las apófisis que se prolongan hacia atrás hasta la altura del axis.

Cuello: Grueso, musculoso y bien insertado al cuerpo, conformado por siete vértebras de las cuales el atlas y el axis están bien desarrollados.

Tronco: De forma cilíndrica y esta conformada por 13 vértebras dorsales que sujetan un par de costillas articulándose con el esternón, las 3 últimas son flotantes.

³ ORTEGÓN, Margarita y MORALES, Fernando. El cuy (*Cavia porcellus*). Pasto, Colombia: Marmor, 1987. p 294

Abdomen: Tiene como base anatómica a 7 vértebras lumbares, es de gran volumen y capacidad.

Extremidades: En general cortas, siendo los miembros anteriores más cortos que los posteriores. Ambos terminan en dedos, provistos de uñas cortas en los anteriores y grandes y gruesas en las posteriores. El número de dedos varía desde 3 para los miembros posteriores y 4 para los miembros anteriores. Siempre el número de dedos en las manos es igual o mayor las patas. Las cañas de los posteriores lo usan para pararse, razón por la cual se presentan callosos y fuertes ⁴.

4.1.3. Sistemas de producción. para El Ministerio de Agricultura del Perú:

La cría de cuyes se conduce según tres sistemas diferentes, caracterizados por su función en el contexto de la unidad productiva, y no por la población animal. Dichos sistemas son el familiar, el familiar-comercial y el comercial. El desarrollo de la cría ha implicado que un mismo productor haya podido practicar los tres sistemas.

Crianza Familiar: La cría de cuyes a nivel familiar da seguridad alimentaria y sostenibilidad a las actividades de los pequeños productores. Es el sistema más difundido, y se distingue por desarrollarse en el seno de la familia, fundamentalmente en base a insumos y mano de obra excedentes. En este sistema son pocos quienes mantienen los cuyes sólo para la venta.

La cría familiar se caracteriza por el escaso manejo de que son objeto los animales, que se reúnen en un solo grupo sin diferenciación de clase, sexo o edad, razón por la cual se generan poblaciones con un alto grado de consaguinidad y una elevada mortalidad de lactantes, debido principalmente al aplastamiento por animales adultos.

Los recién nacidos son atropellados cuando los machos pelean por cubrir a la hembra, que presenta celo poco después del parto. Otra característica de este sistema es la selección negativa que se efectúa con las reproductoras, puesto que es común sacrificar o vender los cuyes más grandes.

⁴ CHAUCA, Op. Cit., Pág. 4-5

Los insumos alimenticios empleados son por lo general forrajes, residuos de cosechas y de cocina. El lugar destinado a la cría es normalmente la cocina, donde el calor del fogón protege al animal de los fuertes cambios de temperatura que caracterizan a la región andina. En otras zonas se construyen pequeñas instalaciones colindantes con las viviendas y se aprovechan los recursos disponibles de la finca.

Cría familiar-comercial: El sistema de cría familiar-comercial genera empleo y permite disminuir la migración de los pobladores del área rural. En este sistema se mantiene una población no mayor de 500 cuyes. Se ponen en práctica mejores técnicas de cría, lo cual se traduce en la composición del lote.

La alimentación es normalmente a base de subproductos agrícolas y pastos cultivados; en algunos casos se suplementa con alimentos equilibrados. El control sanitario es más estricto. La cría se realiza en lugares en instalaciones adecuadas – las pozas de cría - que se construyen con materiales de la propia zona. Los cuyes se agrupan en lotes por edad, sexo y clase, razón por la cual este sistema exige mayor mano de obra para el manejo y el mantenimiento de las pasturas.

Cría comercial: Poco desarrollada, más circunscrita a valles cercanos a áreas urbanas donde existe demanda de carne de cuyes, la cría comercial es la actividad principal de una empresa agropecuaria que emplea una tecnología apropiada. Se utilizan animales de líneas selectas, precoces, prolíficas y eficientes convertidores de alimento.

El desarrollo de la cría comercial contribuirá a suministrar carne de cuy a las zonas urbanas, donde por el momento es escasa. En el Ecuador y Perú, se viene desarrollando con éxito este sistema de producción con orientación a la exportación⁵.

4.1.4 Sanidad y Enfermedades. Para el Instituto Nacional de Investigación y Extensión Agraria (INIA) Las consideraciones sanitarias a tener en cuenta son:

Evitar el ingreso de personas ajenas al criadero, porque además de asustar a los animales pueden ser portadores de enfermedades.

⁵ PERÚ, MINISTERIO DE AGRICULTURA, Realidad Y Problemática del Sector Pecuario [On line], Perú, [Citado abril 18 2007], disponible en Internet: http://www.minag.gob.pe/pecuaria/pec_crianza_produccion_cuyes.shtml

Control de ratas, ratones y otros animales en las instalaciones y depósitos de alimentos para evitar así el contagio de enfermedades.

Lavar y desinfectar periódicamente los corrales o instalaciones de manejo con desinfectantes.

Cuando se suministre agua esta debe estar limpia y fresca, los bebederos deben estar igualmente limpios.

Tener en observación a los animales que provienen de otros lugares durante ocho días por lo menos, para esto se debe examinar, controlar su salud y carencia de parásitos o enfermedades.

Cuando se desocupen las pozas es conveniente pasar un lanzallamas para desinfectarlas.

La forma mas practica de apreciar el estado de salud de los cuyes es observando sus cambios de peso, apetito, actividad y reflejos, color y forma de las heces, la condición de los ojos, orejas, piel, pelo, dientes y extremidades.

La prevención y el control de las enfermedades más importantes, es más trascendental que el tratamiento curativo. El origen de estos trastornos es por lo general por falta de higiene, demasiado número de animales, ambientes deficientemente ventilados, alta humedad, cambios bruscos de temperatura, alimentación y manejo inadecuados.

Dentro de la sanidad se debe considerar que no se trata solo de cómo curar las enfermedades sino de cómo prevenirlas y además comprende buenas prácticas de higiene y desinfección. Hay que dejar en claro que en cuyes no hay vacunas y todo se controla y previene mediante un buen manejo ⁶.

Entre las principales enfermedades de los cuyes tenemos:

Chauca afirma en su libro "Producción de cuyes", que los cuyes pueden padecer enfermedades bacterianas, virales, parasitarias y orgánicas.

⁶ PERÚ, INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN Y EXTENSIÓN AGRARIA (INIA), Tecnologías propuestas por el programa de crianzas familiares [on line] Perú. Diciembre 2004. [Citado 25 septiembre 2007] Disponible en Internet: <URL://<http://www.perucuy.com/site/modules.php?name=News&file=article&sid=48> >

Las causas que predisponen las enfermedades son los cambios bruscos en su medio ambiente, considerando variaciones de temperatura, alta humedad, exposición directa a corrientes de aire, sobre densidad, falta de limpieza en camas, deficiente alimentación, entre otras.

Enfermedades infecciosas

El cuy como cualquier especie es susceptible a sufrir enfermedades infecciosas, pudiendo ser ellas de diversa naturaleza. El riesgo de enfermedad es alto, pero factible de ser prevenida con adecuada tecnología de explotación. La enfermedad, de cualquier etiología, deprime la producción del criadero, traduciéndose en pérdidas económicas para el productor de cuyes.

Salmonelosis: Es la enfermedad más grave que afecta a los cuyes. Presenta un cuadro patológico de mortalidad severa y aparición de abortos. Los animales presentan pérdida de apetito, anemia, erizamiento del pelaje, jadeo, diarrea y parálisis de los miembros posteriores. En hembras en gestación se presentan abortos. Los cuyes lactantes son los más susceptibles, bastando únicamente un estrés para activar la *Salmonella* que se encuentra en estado latente.

Etiología. La salmonelosis es ocasionada por serotipos del género *Salmonella*, bacilos gram-negativos pertenecientes a la familia enterobactereacea.

Neumonía: El agente responsable de la enfermedad es el *Diplococcus pneumoniae*, un neumococo.

Los síntomas característicos son secreciones nasales, disminución del apetito, respiración dificultosa y estertórica.

Bronconeumonía: El agente responsable de la enfermedad es la *Bordetella bronchiseptica*, producida por agentes irritantes que estimulan y favorecen la enfermedad clínica. Los síntomas visibles son postración, anorexia, disnea y secreción nasal. La bronconeumonía generalizada produce cantidades de exudado pleurítico de color marrón rojizo.

Pseudotuberculosis: El agente responsable de la enfermedad es la *Yersinia pseudotuberculosis*.

Síntomas. Se han identificado tres formas: la septicemia aguda, con muerte violenta a causa de la ruptura de un linfonódulo mesentérico; la

septicemia crónica, con decaimiento progresivo y muerte en 3-4 semanas; y la afección congénita o inmediatamente después del nacimiento.

Linfadenitis: El agente responsable de la enfermedad es el *Streptococcus pyogenes* grupo C y el *Streptobacillus*.

Síntomas. Gran aumento de tamaño de los linfonódulos cervicales.

Enfermedades parasitarias

Las enfermedades parasitarias al contrario de lo que sucede con las infecciosas, se caracterizan por sus manifestaciones lentas, insidiosas y poco espectaculares, por lo que en la mayoría de las veces pasa desapercibida por los criadores. Las infestaciones severas repercuten negativamente en la producción; los efectos se traducen en pérdidas económicas que los criadores no cuantifican.

Los factores epidemiológicos que contribuyen a la elevada prevalencia de ecto y endoparásitos en cuyes en las crianzas familiares son las deficientes condiciones higiénicas y sanitarias de los corrales, sobrepoblación animal, crianza promiscua con otras especies domésticas. Existe una alta susceptibilidad de los cuyes a infecciones parasitarias y ausencia de programas de prevención y control.

El parasitismo puede expresarse clínicamente en forma aguda, cuando animales jóvenes susceptibles ingieren gran cantidad de formas infectivas, que los puede conducir a la muerte. Sin embargo, en la mayor parte de los casos los cuyes son sometidos a una infección gradual a las cuales ellos se adaptan, no presentan síntomas clínicos y están aparentemente sanos. El animal no rinde con eficiencia, reduce su ganancia de peso e incrementa el consumo de alimento como compensación.

Protozoos: La especie económicamente importante es la coccidiosis que es producida por la *Eimeria caviae*. Los animales más susceptibles son los cuyes jóvenes, principalmente después del destete. La sintomatología en los casos agudos se manifiesta por una rápida pérdida de peso, diarrea mucosa con estrías sanguinolentas y muerte, la cual puede suceder incluso en forma repentina sin la presentación de síntomas clínicos.

Trematodo: La fasciola hepática, llamada vulgarmente «alicuya», se aloja al estado adulto en los conductos biliares. Este parásito es hematófago y sus formas inmaduras durante su migración producen una destrucción

masiva del parénquima hemático. La infección se produce mediante la alimentación con pastos recolectados en zonas infestadas.

El cuadro clínico se manifiesta por anorexia, debilidad y muerte repentina. A la necropsia se observa ascitis, hígado congestionado y hemorrágico

Nematodos: La paraspídodera, el trichuris y el passalurus son parásitos específicos de los cuyes. Las infecciones parasitarias son mixtas, es decir, por varias especies parasitarias, cada una de las cuales ocupa un lugar determinado del tracto intestinal, produciendo trastornos con efectos nutritivos y fisiológicos variados.

Ectoparásitos: Los parásitos externos constituyen otro de los factores importantes dentro de las enfermedades parasitarias. El grado de infección es intenso en las crías familiares, lo cual repercute negativamente en la producción. Existen tres grupos importantes de ectoparásitos en cuyes

Piojos: Comprenden dos grupos, los piojos masticadores, *Gyropus ovalis*, *Gliricola porcelli* y *Menacanthus stramineus*. Se alimentan de células epiteliales descamadas o de la epidermis de la piel, algunas sin embargo se alimentan de sangre.

Pulgas: Entre las pulgas más frecuentemente encontradas en cuyes se mencionan al *Echidnophaga gallinacia*, la *Ctenocephalides canis* y *Pulex irritans*, pulga de las gallinas, perro y hombre, respectivamente. Las pulgas causan severa irritación de la piel, anemia, intranquilidad que en infestaciones masivas pueden producir la muerte de los animales.

Ácaros: Son ectoparásitos microscópicos, o apenas visibles a simple vista, responsables de la sarna de los cuyes. El ciclo de vida tiene una duración de pocos días. Se alimentan de sangre y linfa de aquí que la anemia sea el síntoma constante. Además, las picaduras les provocan irritación, intranquilidad, pérdida de sueño y caída del pelo.

Se han señalado 3 especies de ácaros, *Dermanyssus gallinae*, *Ornithonyssus silviarum*, *Chiridisoides caviae*. Tanto piojos, pulgas y ácaros son capaces de producir una reacción hipersensible bastante severa en los cuyes agravando el cuadro clínico. Los animales afectados se rascan frecuentemente, la zona de la cabeza y cuello presentan grandes áreas desprovistas de pelo y el resto del pelaje luce sucio y desordenado⁷.

⁷ CHAUCA. Op. Cit., p. 230-240.

- **Dermatofitosis en el cuy**

- **Etiología:** para Moya según su estudio de dermatofitosis en cuyes:

Las infecciones producidas por los dermatofitos presentan un cuadro anatomoclínico bastante variado. La intensidad de las lesiones depende de la respuesta inmunológica del hospedero, del sitio de la infección y del hábitat natural del hongo. Entre los animales de laboratorio, los más afectados son los conejos y cobayos, siendo el principal agente causal *Trichophyton mentagrophytes* (*T. mentagrophytes*)⁸.

- **Transmisión:** Foster & Smith comentan:

El hongo se encuentra con más frecuencia, ya sea en un animal infectado o en la zona de habitación de los animales infectados. Las esporas de los animales infectados pueden ser arrojadas en el medio ambiente y viven más de 18 meses. Los gatos, conejos y cobayos son a menudo la fuente de infección debido a que pueden ser portadores asintomáticos y eliminar el organismo sin mostrar signos de infección. El hongo se puede transmitir por contacto directo con un animal infectado, o por contacto con un objeto que está contaminado con las esporas. La incidencia de la infección varía con la zona geográfica y el medio ambiente. Los animales jóvenes y los sometidos a niveles de estrés (por ejemplo, el hacinamiento, la alta humedad, la falta de saneamiento, la malnutrición) son a menudo un mayor riesgo de desarrollar la enfermedad⁹.

- **Sintomatología:** La publicación de Sergio Samus nos dice:

Los síntomas típicos de la tiña son depilaciones o calvas localizadas en la cara, manos, orejas y con menor frecuencia en el resto del cuerpo.

⁸ MOYA, Manuel. Dermatofitosis en cobayos de bioterio convencional de la Granja experimental "La Torcaz" [on line]. Agosto de 2005 [citado 28 Abril 2007] p. 84 Disponible en Internet: <<http://72.14.209.104/search?q=cache:t8lakb2q97KJ:bibliofcv.veter.ucv.ve/revistafcv/pdf/Moyanew.pdf+dermatofitosis+cobayos&hl=es&ct=dak&cd=28gl=co>>

⁹ FOSTER & SMITH. Ringworm in Rabbits & Guinea Pigs. Holly nash, DVM, MS. Veterinary services department. PetEducation.com [online] 2007. [citado 29 noviembre 2007] Disponible en Internet: <URL: <http://www.peteducation.com/article.cfm?articleid=2494>>

La zona afectada muestra la piel enrojecida o rosada o con una costra fina que no debe confundirse con la sarna que es mucho más gruesa. Pero los primeros síntomas son más importantes, ya que nos permiten hacer un diagnóstico temprano de la enfermedad, muchas veces los gazapos antes del destete muestran un material pastoso, pegajoso en el pelo desde la raíz, en el hocico, cara, orejas, etc. que en pocos días se caerá dejando la zona depilada con forma circular ¹⁰.

El artículo publicado por Leonart nos indica:

Los animales afectados manifiestan clínicamente la enfermedad con alteraciones superficiales, además de causar una reducción del crecimiento. A pesar de las lesiones, los gazapos no muestran síntomas de prurito ni suelen rascarse con intensidad. Los reproductores soportan mejor la enfermedad, y aparentemente son menos susceptibles a la misma. En ocasiones las dermatofitosis extensas y graves determinan incluso inflamación ganglionar en la zona afectada ¹¹.

- **Diagnóstico:** básicamente se constituye de dos elementos fundamentales según Moya Acosta¹² del diagnóstico clínico basado en la visualización de síntomas y en el diagnóstico laboratorial donde se realiza un estudio micológico que consta de dos partes: el examen directo y el cultivo.

- **Tratamiento:** según Foster & Smith, el tratamiento de la dermatofitosis en cuyes es el siguiente:

Las lesiones pueden someterse a un tratamiento con champús queratolíticos, povidona-yodo agentes de limpieza, baños de cal, azufre, y/o tópica fungicidas fármacos (por ej., miconazol o clotrimazol crema).

¹⁰ SAMUS, Sergio. Dermatofitosis. Revistas de Cabaña Lagunita N° 15. [on line] Jujuy, Argentina. 2006. [Citado en 28 Abril de 2007]. Disponible en Internet:< URL: <http://www.pyme.mendoza.gov.ar/pdf/cursos/conejos%20Lagunita.pdf>

¹¹ LLEONART, F. Dermatofitosis. Conejos y algo mas [on line] Buenos Aires (Argentina) [Citado 29 noviembre de 2007] Disponible en Internet :< URL: <http://www.conejosyalgomos.com.ar/articulos023.asp?ootkey=228&ootest=3> >

¹² MOYA, Manuel. Op. Cit., p. 85

Se recomienda que todos los animales de la colonia sean tratados. La griseofulvina en medicación oral, puede ser utilizada en casos graves y no debe utilizarse en animales jóvenes y cualquier tratamiento debe continuarse durante al menos 2 semanas después de que las lesiones se hayan resuelto ¹³.

- **Medidas Profilácticas:** Leonart afirma:

Para minimizar el efecto de los procesos dermatofíticos, es preciso aplicar de forma sistemática la cuarentena de los animales y eliminar los reproductores que muestren claras lesiones de tiña. Resultan medidas de interés la limpieza periódica de la granja quemando el pelo y procurando ofrecer a los animales unas condiciones adecuadas de confort. Se prestará especial atención a las desratizaciones pues los roedores son portadores y transmisores de este problema ¹⁴.

4.2 HONGOS DERMATOFITOS

4.2.1 Generalidades. Para Caballería, los hongos dermatofitos se pueden describir de la siguiente manera:

Los dermatofitos son hongos filamentosos que afectan a la epidermis y anexos cutáneos. La principal característica de ellos es que invaden las capas superficiales queratinizadas de la piel, pelos y uñas. Algunos atacan la queratina en la naturaleza; otros son altamente especializados y, por tanto, restringen su patogenicidad a ciertos huéspedes y tejidos. Producen manifestaciones clínicas muy variables, desde síntomas leves, hasta lesiones supuradas e inflamatorias intensas, que reciben el nombre genérico de dermatofitosis o tiñas ¹⁵.

¹³ FOSTER & SMITH. Op. Cit.

¹⁴ LLEONART, F. Op. Cit.

¹⁵ CABALLERÍA, Ana. SEGARRA MARTÍNEZ Consuelo y BOSQUE VALL Montserrat. Microsporun Canis, características y diagnóstico. Unidad de Microbiología del Hospital Arnau de Vilanova. [online] 2004, Valencia (España) [citado 22 noviembre 2007] Disponible en Internet: <URL: http://www.seimc.org/control/revi_Mico/dermatof.htm>

Murillo afirma: “El término dermatofito no corresponde a una clasificación taxonómica, sino a una designación bajo la cual se agrupan los hongos de los géneros *Microsporum*, *Trichophyton* y *Epidermophyton* que poseen características morfológicas, fisiológicas y antigénicas que los interrelacionan”¹⁶.

Según Archiva:

Las micosis superficiales son infecciones clínicas de la capa de queratina cornificada inerte de la piel y de la queratina de pelo y uñas. Los hongos queratinofilos (dermatofitos) que causan estas infecciones (dermatofitosis) poseen la capacidad única de utilizar la queratina, en gran parte gracias a su capacidad de digerirla. Los dermatofitos no invaden los tejidos por debajo de la epidermis. Pertenecen a tres géneros de los hongos: *Microsporum*, *Epidermophyton* y *Trichophyton*.

La mayor parte de los dermatofitos se parece entre sí, en varios aspectos, incluyendo antígenos de superficie; en la actualidad la identificación se basa sobre todo en la morfología de los conidios y propiedades de las colonias.

Una especie de dermatofitos puede provocar diversas infecciones diferentes a escala clínica, alternativamente, una entidad clínica determinada puede deberse a cualquiera de varias especies. Ya que no tienen ninguna capacidad de invadir tejidos profundos ¹⁷.

4.2.2 Etiología. Como agentes etiológicos de esta enfermedad se han notificado según Antunez, et. al. los siguientes:

a) *Microsporum canis* (perros, gatos y conejos)

¹⁶ MURILLO NEUFELD, Paulo. Diagnóstico Laboratorial de las Dermatofitosis. Revista del colegio de microbiólogos. [On line]. Río de Janeiro, Brasil, 2001 [citado 30 octubre 2007] Disponible en Internet <URL: <http://www.colegiomicrobiologoscr.org/Revista/2001-5%20Diagn%F3stico%20Laboratorial%20de%20las%20Dermatofitosis.doc>

¹⁷ ARCHIVA CHAVEZ, Moises. CHOTO MARTEL, Jorge y BARRIENTOS, José. Dermatofitos - dermatomicosis. Monografías.com. [On line]. El Salvador, Julio de 2005 [citado 26 noviembre 2007] Disponible en Internet <URL: <http://www.monografias.com/trabajos24/dermatomicosis/dermatomicosis.shtml>>

- b) *Microsporium gypseum* (perros, cerdos y conejos)
- c) *Microsporium nanum* (cerdo y hombre)
- d) *Microsporium distortum* (patógeno ocasional de perros, hombres y primates)
- e) *Trichophyton mentagrophytes* (bovinos, cerdos, conejos, aves, ovinos, caprinos, felinos, equinos y el hombre)
- f) *Trichophyton equinum* (caballos, ocasional en perros)
- g) *Trichophyton verrucosum* (bovinos, ovinos y caprinos; de forma ocasional otras especies)
- h) *Trichophyton gallinae* (aves, especialmente gallinas y rara vez el hombre)
- i) *Trichophyton tonsurans* (equinos y el hombre)
- j) *Trichophyton simii* (aves, perros y hombre)
- k) *Trichophyton violaceum* (bovinos)
- l) *Trichophyton crateriforme* (bovinos)

La etiología de la dermatofitosis es muy variada, ya sea en agentes etiológicos que la producen, así como por los animales susceptibles a ellos.

Como se comprenderá existen enormes diferencias entre especies en cuanto a la patogenicidad, espectro de especies susceptibles a cada uno de ellos, tenacidad y otras características del hábitat, los medios de nutrición y cultivo, etc., que le hacen un grupo de gran complejidad¹⁸.

¹⁸ ANTUNEZ SANCHEZ, Guillermo. RAMIREZ SANCHEZ, Waldo., et. al. Dermatofitosis bovina. Monografías.com. [On line]. El Salvador, Julio de 2002 [citado 26 noviembre 2007] Disponible en Internet <URL: <http://www.monografias.com/trabajos10/dermat/dermat.shtml?monosearch>>

4.2.3 Síntomas. Para Rejas: “Las manifestaciones de la dermatofitosis son muy diversas, según el dermatófito que cause la tiña y la respuesta del individuo. Así si un individuo es infectado por un hongo que no está adaptado a esa especie animal, la reacción inflamatoria es elevada. Sin embargo si el hongo está adaptado a la especie que infecta la respuesta inflamatoria es mucho menor”¹⁹.

Según Medicine: “A efectos prácticos, cualquier dermatofito puede causar infección en cualquier zona de la piel o anejos, pero según la especie considerada, la afinidad por un tipo de infección u otro es variable, así como la intensidad y cronicidad del cuadro clínico”²⁰.

La sintomatología encontrada en los animales para The Center for Security & Public Health: “Es posible que existan áreas donde el pelo se cayó y donde aparecen costras o escamas en la piel de las partes contagiadas. A menudo la piel en estas zonas está enrojecida y presenta mucha comezón. Algunas veces, los hongos que ocasionan el problema mueren al centro de la zona afectada dejando la apariencia de un círculo o anillo en el pelaje de los animales”²¹.

4.2.4 Hábitat. Rascón aclara que según su hábitat los dermatofitos se clasifican en:

- Geofílicos: tienen su hábitat en el suelo y esporádicamente pueden infectar al hombre y cuando lo hacen producen una reacción inflamatoria intensa. (*M. gypseum*, *M. fulvum*...).

- Zoofílicos: asociados a animales, pero que ocasionalmente pueden afectar al hombre. La transmisión puede ocurrir por contacto directo con

¹⁹ REJAS LOPEZ, Juan. Dermatología clínica Veterinaria. Facultad de Veterinaria Universidad de León. [On line]. España, 2003 [citado 22 noviembre 2007] Disponible en Internet <URL: <http://www3.unileon.es/personal/wwdmvjrl/dermatopatias/dermatofitosis.htm>>

²⁰ MEDICINE. Dermatomicosis y micosis tropicales [on line]. Departamento de microbiología médica, Fundación Jiménez Díaz. Madrid (España), Marzo 2002. Volumen 08 - Número 68 p. 3641 - 3650 [Citado 28 Noviembre de 2007]. Disponible en Internet <URL: http://db.doyma.es/cgi-bin/wdbcgi.exe/doyma/mrevista.go_fulltext_o_resumen?esadmin=si&pidet=13029291>

²¹ THE CENTER FOR SECURITY & PUBLIC HEALTH. La tiña, dermatofitosis. [on line]. Iowa State University. Abril de 2006. p. 1 [Citado 28 Noviembre de 2007]. Disponible en Internet URL:http://www.cfsph.iastate.edu/FastFacts/spanish/S_dermatophytosis.pdf

el animal afectado o por contacto con material contaminado. Producen reacciones inflamatorias intensas en el hombre. (*M. equinum*, *M. gallinao*, *T. verrucosum*, *T. mentagrophytes*)

·Antropofílicos: sólo encontrados en relación con la piel humana. Se transmiten de hombre a hombre directamente o indirectamente por los fómites. La infección frecuentemente tiene carácter epidémico y produce lesiones más crónicas, con poca inflamación. (*M. audovinni*, *T. rubrum*, *T. mentagrophytes* variante *interdigitale*, *T. schoenleinii*, *T. tonsurans*, *T. violaceum*)²².

4.2.5 Patogenia. Antunez Sánchez et. al. afirman

Las condiciones más favorables para la germinación, crecimiento y multiplicación de las esporas de dermatofitos, tienen lugar en el folículo piloso entre las dos vainas de la raíz del pelo.

Las esporas del hongo se protegen en las grietas de la piel y en los folículos pilosos. Después de germinar las hifas del hongo crecen por el interior del pelo (endotrix).

Las esporas llegadas a las escoriaciones de la piel germinan y se desarrollan en la superficie cutánea por debajo de la capa de células queratinizadas, desde la cual pueden alcanzar también los folículos pilosos, introduciéndose en ellos.

Según trabajos de inoculación experimental realizados con *T. verrucosum*, la patogenia de la enfermedad puede considerarse en 4 fases:

a. Incubación - durante este período, por lo general, entre 7 y 17 días posteriores a la inoculación, se produce una invasión rápida del estrato córneo y la porción proximal y superficial del folículo piloso

²² RASCON RISCO, Mónica. Dermatitis producidas por hongos: micosis superficiales [on line] junio de 2001 [citado 27 noviembre 2007] Disponible en Internet <URL: <http://estudiantes.medicinatv.com/apuntes/muestra.asp?id=346&idpg=2>

Observándose hifas vegetativas largas diseminadas en estos espacios.

- b. En los vasos sanguíneos de la dermis pueden apreciarse numerosas células mononucleares, cuya aparición obedece a mecanismos de respuestas ante la presencia del germen maduración, también denominada como fase de diseminación, comienza a partir de los 14 - 17 días posteriores a la inoculación. Durante esta etapa, el hongo invade progresivamente la porción queratinizada exterior de la vaina de la raíz del folículo piloso y se produce, además, la formación primaria de artrosporas (ectotrix) a nivel del conducto piloso - sebáceo. A los 21 días aproximadamente la proliferación de artrosporas es evidente en el lumen del folículo piloso y porción queratinizada más blanda de la vaina de la raíz del lecho de la maduración del pelo.

A los 28 días penetra la cutícula, invade la corteza del crecimiento activo del pelo, en la cual puede apreciarse la formación endotrix de artrosporas. Ya en este período pueden observarse hifas en el conducto piloso - sebáceo. Entre 28 - 35 días, las hifas pueden verse en la zona queratohialina de los folículos en proceso de involución. La fragmentación del pelo en las porciones superiores es significativa en este momento.

- c. Clímax de inflamación: Las masas de células, junto con el exudado infiltrados en la epidermis con procesos de acantosis y paraqueratosis forman las costras típicas. El exudado invade los folículos pilosos, formando microabscesos cuya ruptura se produce en la dermis circundante. En el lecho capilar de la dermis media con frecuencia se observa un infiltrado perivascular linfocitario. Fragmentos de pelos rodeados por masas de artrosporas yacen en la región hiperqueratinizada de la corteza.
- d. Regresión: se caracteriza por el nacimiento y desarrollo de nuevos pelos en el folículo que ha sanado. Durante esta fase es posible que aún puedan observarse los hongos en algunos cortes histológicos. Sin embargo, los cultivos de raspados de piel, resultan negativos. En los exudados se aprecian hifas en estado degenerativo.

En las áreas de microabscesos comienza el proceso de cicatrización, infiltrándose de tejido fibroso granular. En las zonas perivasculares de dermis puede observarse infiltración de linfocitos eosinófilos²³.

4.2.6 Transmisión. The Center for Security & Public Health afirma en su artículo:

“El hongo que ocasiona la tiña puede vivir bastante tiempo bajo la forma de esporas infecciosas y el contacto directo con éstas es la causa de la enfermedad. Las esporas pueden encontrarse en el pelo de un animal infectado o inclusive en artículos usados en los animales como cepillos o trasquiladoras. Los animales también podrían adquirir estos hongos por contacto directo con el suelo”²⁴.

4.2.7. Diagnóstico laboratorial: Según Rezusta: “Para alcanzar el éxito en el diagnóstico micológico es fundamental realizar adecuadamente la recogida de la muestra, su transporte y procesamiento, la siembra de la misma en los medios idóneos y a la temperatura adecuada, así como la identificación e interpretación correcta de los aislamientos”²⁵.

Para Murillo²⁶ este diagnóstico consta de: examen directo, cultivo y posterior identificación del dermatofito. En el examen directo se hacen montajes microscópicos de las muestras de piel sacadas por medio de raspados, muestras de uñas y pelos con hidróxido de potasio (KOH), La maceración del material queratinizado puede aumentarse con rápidos pasajes sobre el fuego de un mechero o dejándolo reposar por un periodo de 15-30 minutos, en el caso de pelos, y 1-2 días en el caso de uñas.

²³ ANTUNEZ SANCHEZ et. al. Op. Cit., p. 2

²⁴ THE CENTER FOR SECURITY & PUBLIC HEALTH. Op.Cit.

²⁵ REZUSTA LÓPEZ, Antonio. SANCHEZ SOUSA, Aurora y GIL TOMAS, Joaquina. Fundamentos básicos para el diagnóstico micológico. Guía Práctica de Identificación y Diagnóstico en Micología Clínica. Revista iberoamericana de micología. [On line]. Bilbao, junio de 2006. Cap. 3 [citado 30 noviembre 2007] Disponible en Internet <URL: <http://www.guia.reviberoammicol.com/Capitulo3.pdf>> ISBN: 84-607-3050-6

²⁶ MURILLO NEUFELD, Paulo. Op. Cit.

Rezusta alega:

La observación microscópica se realiza con bajo aumento, seguida de alto aumento en seco y, si es necesario, con objetivo de inmersión. Las dos formas observadas habitualmente son levaduras y/o elementos miceliares. Aunque es muy difícil identificar una especie fúngica por la morfología observada en el examen microscópico directo de la muestra, algunas estructuras pueden asociarse a ciertos géneros o especies ²⁷.

Según el Laboratorio Veterinario Especializado VetLab:

La estructura básica de este tipo de hongos incluye un cuerpo o talo vegetativo filamentosos llamado *Micelio*. Las ramas de este micelio se denominan *Hifas*, que crecen en todas direcciones. Las *Septas* o tabiques corresponden a paredes celulares fúngicas entre cuyas cavidades se generan *Esporas* o células vegetativas hijas. La *Conidias* son las esporas asexuales. Las hifas "viejas" presentan septos frágiles que se fragmentan, formando esporas redondeadas o en forma de barriles, denominadas *Arthroconidias*.

Al examen microscópico a fresco, en la raíz del pelo pueden observarse la posición de las arthroconidias en relación con la estructura capilar. Las arthroconidias pueden encontrarse fuera del hilo del pelo y dispuestas en cadena, o en mosaico (patrón ectotrix), o intrapilarmente, ocupando la médula del pelo (patrón endotrix). Las uñas presentan las mayores dificultades para estudiar, ya que los elementos fúngicos frecuentemente están en cantidades pequeñas ²⁸.

En cuanto al cultivo de los dermatofitos Cervantes declara:

La piel de los animales esta normalmente contaminada, especialmente

²⁷ REZUSTA LÓPEZ, Antonio. SANCHEZ SOUSA, Aurora y GIL TOMAS, Joaquina. Op. Cit.

²⁸ LABORATORIO VETERINARIO ESPECIALIZADO VetLab®. Conceptos para el diagnóstico microscópico de micosis dérmica en medicina veterinaria. [on line] Santiago (Chile), septiembre de 2005 [Citado 27 noviembre de 2007] Disponible en Internet: <URL: http://vetlab.blogspot.com/2005_09_01_archive.html>

por esporas y conidias micóticas y bacterias. Se requiere de paciencia para obtener un aislamiento de dermatofitos que son de lento crecimiento y se requiere de usar medios que ayuden a prevenir el sobrecrecimiento de hongos saprófitos ó bacterias. Los micólogos frecuentemente utilizan una receta personal para cultivar dermatofitos, pero existen una buena cantidad de medios comerciales disponibles que contienen los ingredientes básicos. Estos incluyen: 4% de Glucosa, 1% de Peptona, 2% de agar (agar dextrosa Sabouraud ó SDA) además de quimioterapéuticos antibacterianos como son cloranfenicol ó la combinación de penicilina-estreptomicina y también cicloheximida esta ultima sirve para detener el crecimiento de hongos saprófitos de rápido crecimiento ²⁹.

Para la identificación morfológica a partir de los aislamientos de los dermatofitos se tiene en cuenta las características macroscópicas y microscópicas como lo afirma Cabañez:

Características macroscópicas: A partir de los cultivos realizados en medios selectivos para el aislamiento de dermatofitos, se pueden identificar las especies más frecuentes. Los dermatofitos son hongos hialinos que forman colonias que presentan en general colores claros, con gamas de color restringidas a tonos blanquecinos, amarillentos y marronáceos. En pocas ocasiones se observan colonias con colores oscuros u otras tonalidades (azules, verdosas, negras, etc.). Si bien la coloración de las colonias y su textura pueden ayudar a identificar estas especies, las características microscópicas son las que determinan su identificación en la mayoría de los casos.

Características microscópicas: Existen diferentes estructuras microscópicas a tener en cuenta para la identificación de estos hongos (clamidosporas, distintos tipos de hifas, etc.). No obstante, la forma y distribución de macroconidios y microconidios es fundamental a la hora de definir los géneros y especies. Para determinar la presencia de estas estructuras a partir del cultivo, se realiza una preparación entre porta y cubre con un pequeño fragmento de una de las colonias con el fin de

²⁹ CERVANTES OLIVARES, R. Tiñas (Ringworm) [on line] Departamento de Microbiología e Inmunología, Universidad Nacional Autónoma de México. México D.F. (México), 2 marzo de 2004. [Citado 27 noviembre de 2007] Disponible en Internet: <URL: <http://www.dogues-argentins.com/jauriabrava/articulo16.htm>>

observarla al microscopio. Se aconsejan líquidos de montaje tipo lactofenol de Amman, lactofenol azul de algodón o lactofucsina³⁰.

Jawetz. Et. al. Aseguran:

Características de los dermatofitos: *Trichophyton*, *Microsporum* y *Epidermophyton*, se identifican sobre todo por los tipos de macro y microconidias (llamadas también macro y microaleuriosporas) que forman al cultivarse sobre agar de dextrosa de Sabouraud o agar de mycosel.

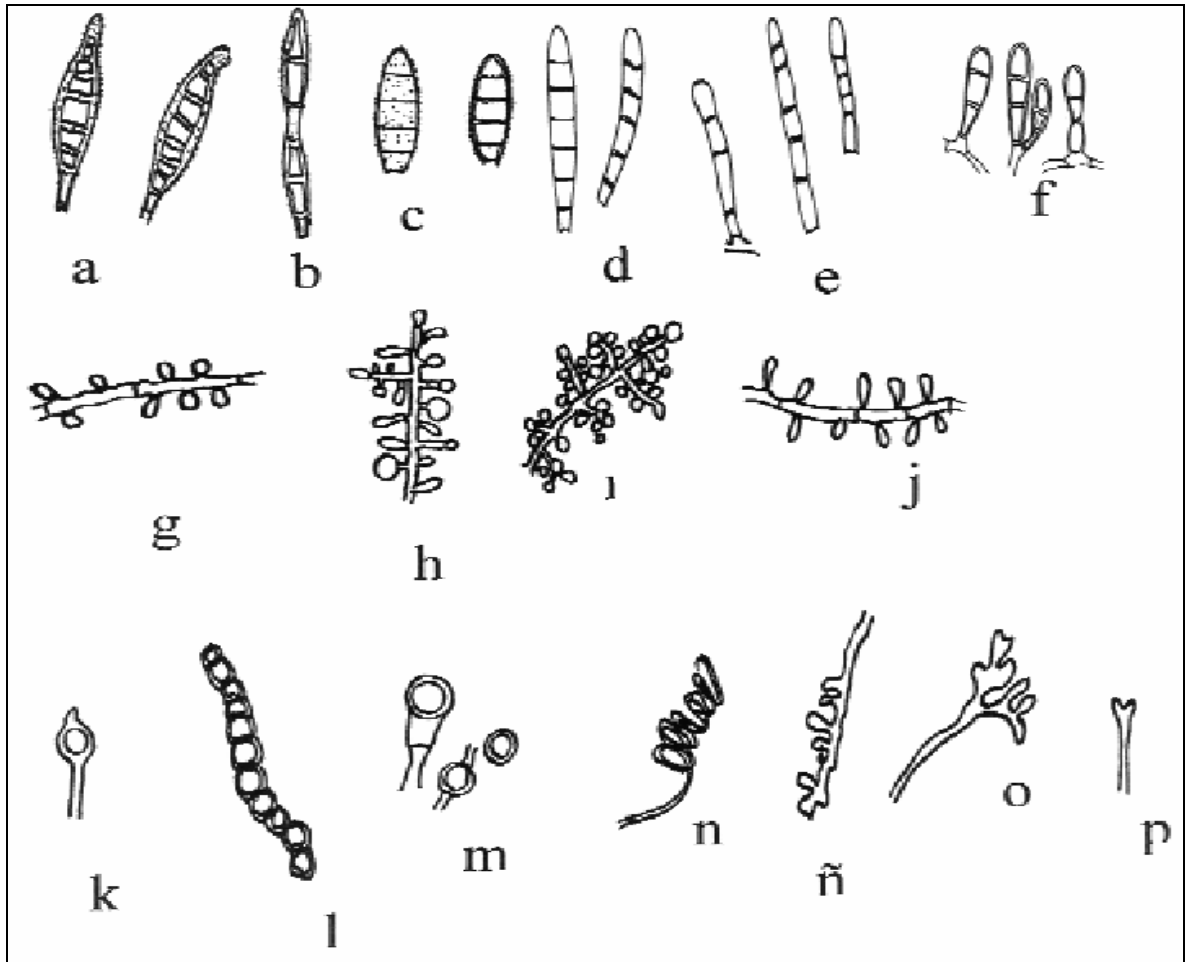
1. *Trichophyton*. Las colonias de *Trichophyton* presentan hifas septadas, muchas microconidias y algunas macroconidias largas y delgadas similares a un cigarro, cuando se cultivan con agar dextrosa de Sabouraud. La apariencia de la parte inferior de la masa fúngica sobre el agar ayuda a identificar ciertas especies. Ver Figura 1. (d, e, i, j, l, n, p, o).
2. *Microsporum*. Las especies *Microsporum* se desarrollan como hifas septadas con muchas macroconidias burdas y de gran tamaño y algunas microconidias. Aunque no afectan uñas, sí infectan el exterior del cabello. Las especies son *Microsporum audouinii*, *Microsporum canis* y *Microsporum gypseum*. Ver Figura 1. (a, b, c, g, k, ñ).
3. *Epidermophyton*. Carece de microconidias y forma macizos de macroconidias lisas de gran tamaño semejante a plátanos³¹. Ver Figura 1. (f).

En la Figura 1 se muestra la identificación morfológica de los hongos dermatofitos

³⁰ CABAÑEZ SAENZ, Javier. Identificación de hongos dermatofitos. Guía Práctica de Identificación y Diagnóstico en Micología Clínica. Revista iberoamericana de micología. [On line]. Bilbao, 2001. Cap. 12 [citado 21 noviembre 2007] Disponible en Internet <URL: <http://www.guia.reviberoammicol.com/Capitulo12.pdf>> ISBN: 84-607-3050-6

³¹JAWETZ. MELNICK y ADELBERG. Microbiología Médica. México. Editorial Manual Moderno. 2002. 844 p.

Figura 1. Identificación morfológica



Diferentes tipos de macroconidios (a-f), microconidios (g-i), clamidosporas (k-m), e hifas (n-p) Fuente: Cabañez.

4.2.8. Tratamiento. Para Rejas, el tratamiento se basa principalmente en:

El **tratamiento tópico** debe abarcar toda la superficie de la piel, no siendo recomendable tratar sólo las lesiones localizadas ya que el material infeccioso se encuentra presente también en áreas no lesionadas. Sin embargo en lesiones muy localizadas y queriones con frecuencia se usan sólo pomadas a base de derivados imidazólicos, como el miconazol o el triconazol.

En el caso de aplicar baños, se recomienda cortar previamente el pelo sin llegar a rasurarlo, ya que los pequeños traumatismos en la piel debidos al rasurado favorecen la diseminación de la infección. El mejor producto tópico en dermatofitosis es el enilconazol, aplicado dos veces a la semana, aunque en gatos se citan casos de toxicidad, posiblemente por ingesta debida al acicalado. La clorhexidina es menos efectiva que el anterior. También pueden usarse la nistatina como tratamiento tópico.

Respecto al **tratamiento sistémico** la griseofulvina es el fármaco de primera elección. Sólo cuando ésta no funciona puede ser necesario escoger otro antifúngico. La griseofulvina se debe administrar conjuntamente a alimentos grasos, ya que así se incrementa su absorción a nivel intestinal.

Es importante saber que este fármaco se debe administrar durante un tiempo más o menos largo, y que los efectos secundarios pueden llegar a ser importantes (vómitos, diarrea, anorexia, y otros menos frecuentes), por lo que nunca se debe tratar un animal en el que no se haya diagnosticado certeramente la enfermedad. Además nunca se debe administrar a hembras gestantes durante los dos primeros tercios de la gestación, ya que es teratogénica, es decir puede causar malformaciones en los fetos ³².

4.3 FITOTERAPIA

Para el Dr. Pablo Saz:

La fitoterapia ha sido tradicionalmente y es una de las herramientas del médico naturista en su práctica médica. Ha venido utilizándose en dos sentidos: como terapia específica e inespecífica. Específica: por acciones farmacológicas aisladas sobre un órgano. Inespecífica: por una acción general. Toda planta ejerce una acción general sobre el organismo, ya que posee un complejo sistema de reacción y parece ser que actúa de forma más equilibrada en su conjunto que los principios de la planta por separado. La fitoterapia resurge ante una farmacología sintética debido a:

³² REJAS LOPEZ, Juan. Dermatofitosis (tiñas) en animales de compañía. Op. Cit.

- 1) El aumento de los efectos tóxicos de las potentes drogas sintéticas.
- 2) El descubrimiento de efectos curativos nuevos en el mundo de la Fitoterapia: además de los conocidos de la quinina, morfina, emetina, rauwolfia, etc, se van añadiendo cada día otros: efecto antivírico de la melisa y de la equinácea, etc. o antiinflamatorio del harpagofito.
- 5) La seguridad de que utilizando los principios activos dando un mejor control de los efectos secundarios.
- 4) Los fármacos se venden de forma descontrolada. Suponen un gran aumento del coste económico del sistema sanitario.
- 7) El desarrollo de una conciencia ecológica y la importancia de las plantas para la salud ³³.

Gómez nos dice que “Las plantas medicinales: son aquellos vegetales que elaboran sustancias llamadas productos activos, que ejercen una acción farmacológica, beneficiosa o perjudicial sobre los seres vivos” ³⁴.

Para Várcacel, “la fitoterapia es la utilización de plantas o partes de ellas con fines terapéuticos y viene siendo utilizada por los animales y el propio hombre desde la prehistoria, de hecho la mayor parte de los fármacos actuales están basados en los principios activos de las plantas “ ³⁵.

Sagrera afirma:

Los primeros documentos escritos en la historia de la humanidad con una antigüedad de 6000 años incluyen descripciones de algunas hierbas medicinales usadas en esos tiempos, incluso en hallazgos arqueológicos

³³ SAZ, Pablo. Fitoterapia y Medicina Naturista. [online] Mexico2003 [citado 21 noviembre 2007] Disponible en Internet: <URL: http://www.unizar.es/med_naturista/plantas/plantas%20y%20mn.pdf

³⁴ GOMEZ, Arístides. Manual práctico de aromáticas y medicinales. Editorial Grupo agrovereda desarrollo rural y territorial. Bogotá 2003 p. 18-37.

³⁵ VARCACEL, Maria. Fitoterapia. [online]. 2005 España. [citado 23 septiembre 2007] Disponible en Internet: <RL: <http://dsalud.com/fitoterapia-numero17.htm>>

en Irak se han encontrado restos de 60.000 años de antigüedad que evidencian que el hombre de Neardental ya utilizaba plantas curativas como el malvavisco, la mielrama y el senecia.

El desarrollo científico y tecnológico que permitió que muchos de los principios activos de las plantas sean sintetizados en laboratorios llevo a que el uso de las plantas curativas se viera disminuido y puesto en un segundo plano, reemplazado por los fármacos sintéticos, pero condiciones como: Los efectos secundarios, aumento de automedicación, resistencias a los principios activos, entre otras a llevado a que en los últimos años se retome la fitoterapia como una alternativa terapéutica ³⁶

Cañigueral y Vila aseguran “Históricamente, los productos de origen vegetal, particularmente drogas extractos, han pasado de tener un papel hegemónico en el arsenal terapéutico a un discreto segundo plano, para luego volver a tener en las dos ultimas décadas una presencia cada vez mayor en la terapéutica” ³⁷.

4.4 ACHIOTE (*Bixa orellana*)

4.4.1 Historia y origen del cultivo. Rivera de León afirma “el cultivo del achiote se conoce desde la época de la conquista española de América, ampliando su cobertura como fuente de producción a los países de Brasil, Perú Ecuador, India, Jamaica y República Dominicana” ³⁸.

El Ingeniero Idrovo nos dice:

El achiote es un árbol originario de la América, donde crece en forma espontánea, es de rápido desarrollo y alcanza de 3 a 4 metros de altura y tiene 20 a 30 cm. de diámetro en la base del tallo. Su raíz es pivotante y

³⁶ SAGRERA FERRANDIZ, J. Plantas medicinales, Bogotá: ediciones latros, 1993 (Enciclopedia de medicina natural medicinas alternativas) p.7-11.

³⁷ CAÑIGUERAL, S. y VILA, R. Fitoterapia: Concepto y límites. [online]. 2005. España. [Citado 23 septiembre 2007, disponible en Internet >URL:[http:// www.mundobelleza.com](http://www.mundobelleza.com)>]

³⁸ RIVERA DE LEON, S. El cultivo del achiote. Centro Experimental “los Brillantes”. Mulua Retalheu, s.f. 11 p

bien desarrollada, las hojas son cordiformes y las flores hermafroditas un color rosado a blanco, dispuestas en panojas terminales. El fruto es una cápsula que contiene de 30 a 60 semillas, las mismas que están cubiertas de una pulpa rojiza y cerosa que constituye el tinte llamado achiote ³⁹.

En la Figura 2. se observa la planta de achiote. *Bixa orellana*

Figura 2. *Bixa orellana*



Fuente: Instituto químico biológico de España

4.4.2 Clasificación taxonómica. La FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación), reporta que:

Los nombres comunes para el achiote son: Achihuite; Achote; Acosi (andoque); Maxe (cashibo); Potsote (campa); Rucu (cocama); Shambre; Shambu; Sacha achote; Shambu huayo; Shambu quiro; Urcu; Urucú; Urucum; Urucuzero

³⁹ IDROVO D. Roosevelt. EL ACHIOTE *Bixa orellana*, [online] Ecuador [citado 21 abril 2007] Disponible en Internet: <URL: http://www.sica.gov.ec/agronegocios/Biblioteca/Ing%20Rizzo/perfiles_productos/ACHIOTE.pdf

(portugués); Urcu achiote, Yetsop (amuesha); Mashú (amahuaca); Potsoti (machiguenga); Atase, Mashe y Joshin mashe (shipibo-conibo); Koeswe y Kuswé (Surinam) ⁴⁰.

Cuadro 1. Clasificación Científica del achiote

| ACHIOTE | |
|----------------|---------------|
| Reino | Plantae |
| División | Magnoliophyta |
| Clase | Magnoliopsida |
| Orden | Malvales |
| Familia | Bixaceae |
| Genero | Bixa |
| Especie | Orellana |

Fuente: Enciclopedia electrónica Wikipedia

Gómez manifiesta que “solo la *Bixa orellana* es objeto de cultivo, las demás son silvestres y algunas no son nativas en Colombia” ⁴¹.

4.4.3 Variedades. León afirma en su libro de fundamentos botánicos para los cultivos tropicales que “el achiote presenta amplia variación. Los tipos difieren por el color de las flores y en particular por la forma del fruto.

⁴⁰ FAO, ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN. [on line] 2005. Perú. [Citado 18 abril 2007] Disponible en Internet <URL: <http://www.fao.org/ag/agL/agll/rla128/iiap/iiap2/CapituloIII-01.htm>>

⁴¹ GOMEZ, C.E. Estudio de la biología floral del achiote. (*bixa orellana* L.) Tesis ing. Agr., Palmira, Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Agropecuarias, 1980. 71 p

La variedad de frutos cónicos es más rendidora ya que produce mayor cantidad de frutos que la variedad de frutos hemisféricos”⁴².

Como dice Herbotecnia.com “empíricamente se conocen algunas variedades, distinguidas por características de color y forma de las cápsulas:

*Variedad de flor rosada y cápsula morada

*Variedad de flor blanca y cápsula verde.

* Variedad con cápsula sin espinas”⁴³.

Para Córdoba “se pueden considerar 2 variedades de achiote: la de flores blancas, que dan cápsulas amarillo - verdosas y casi lampiñas. Y las de flores rosadas que producen cápsulas rojizas y densamente recubiertas de pelos rígidos. La variedad amarillo – verdosas tiene un 10.4% de colorantes y la roja un 8.2% pero esto no implica diferencias en los precios”⁴⁴.

4.4.4 Ecología y adaptabilidad. Para Herbotecnia.com:

El achiote se ha adaptado a distintos tipos de clima y suelos en la franja intertropical americana. Soporta temperaturas desde 24° hasta 35° C y, en altitud, de 100 a 1.000 m., aunque prospera mejor en zonas relativamente bajas (100 a 500 m) y planas, con temperaturas entre los 25 y los 30°C y sin heladas; con tres meses de temporada seca, y precipitaciones anuales de 1.000 hasta 1.200 mm. Aunque se trata de una especie poco exigente en cuanto a calidad de suelo, cultivada con propósitos industriales producirá mejor si se realiza una esmerada

⁴² LEON, J. Fundamentos Botánicos de los cultivos tropicales. San José, Costa rica, IICA, 1968. P 449 - 450.

⁴³ HERBOTECHNIA- TECNOLOGIA EN PRODUCCION DE PLANTAS MEDICINALES, AROMATICAS Y TINTOREAS. Achiote,[online] Argentina 2006 [citado 19 agosto 2007] Disponible en Internet: <URL:[http/ herbotecnia.com .ar/ aut_bixa.html](http://herbotecnia.com.ar/aut_bixa.html)

⁴⁴ CORDOBA, J. A. El achiote: cultivo, beneficio y posibilidad de exportación. Esso Agricola (Colombia). Nova 34 (1): 3-7. 1987

preparación del terreno, dándole las aradas y rastreadas necesarias a su constitución físico-química, cuidando que haya un buen drenado para evitar el encharcamiento de la zona de cultivo ⁴⁵.

El boletín técnico para el agricultor de Costa Rica afirma:

La *Bixa. orellana* crece bien en climas cálidos (20-30°C) y húmedos, libres de heladas y vientos fuertes. Los vientos fuertes causan una merma en la producción al provocar la caída de muchas flores, frutos, ramas e incluso plantas, además de que dificultan la actividad de los insectos polinizadores.

La planta requiere una precipitación uniforme a lo largo del año, preferiblemente superior a 2000 mm. Puede crecer en sitios con precipitaciones tan bajas como 600 mm, pero bajo estas condiciones su crecimiento inicial es más lento.

Cuando la estación seca se prolonga por más de cuatro meses, la planta bota sus hojas. La especie tampoco tolera encharcamientos permanentes; puede adaptarse a diferentes altitudes, desde el nivel del mar hasta los 1400 m. A mayores altitudes la especie crece lentamente y podría sufrir daños por frío.

La especie no es muy demandante de luz, pues puede crecer tanto en trópico húmedo como en trópico seco. La planta crece y produce bien bajo condiciones de sombra moderada, por lo que se puede usar en sistemas agroforestales.

Sin embargo, si la sombra es mucha y permanente, la planta tiende a crecer mucho y a producir mucho follaje, además de sufrir ataque de algunos hongos ⁴⁶.

⁴⁵ HERBOTECNIA, Op. Cit., p. 2

⁴⁶ ———. El achiote (*Bixa orellana* L.). Serie de Boletines Técnicos para el Agricultor. Proyecto Agroforestal ANAI-CINDE, Talamanca, Limón, Costa Rica. Boletín Técnico No. 1, abril 1985. 14 p.

- **Suelos.** el Ing. Idrovo declara:

El achiote crece en óptimas condiciones en un amplio margen de suelos, desde los francos arenosos hasta los arcillosos. Pero, los mejores resultados se han conseguido en suelos francos con un marcado índice de fertilidad y si bien es cierto que crece en todo tipo de suelo, también es cierto que es muy exigente en cuanto al drenaje, ya que su desarrollo en suelos mal drenados es deficiente y aún improbable⁴⁷.

Arce manifiesta que “Los mejores son los suelos aluviales, pues reúne las condiciones óptimas para el cultivo. Los suelos arcillosos no son recomendables para esta especie”⁴⁸.

- **pH.** Para Córdoba “el pH ideal para el cultivo de achiote se encuentra en un promedio entre 4.5 y 5.2”⁴⁹.

Arce asegura que “el achiote se desarrolla bien en una gran gama de suelos, desde franco arenosos a franco arcillosos, con pH de 5.0 hasta 6.5. Su mejor desarrollo lo alcanza en suelos profundos, fértiles y bien drenados, con pH de 5.5 a 6.5”⁵⁰.

4.4.5 Labores de cultivo y beneficio

- **Propagación.** Idrovo asevera que:

El achiote se puede propagar por semillas y en forma asexual por medio de selecciones destinadas a la formación de clones; es posible mediante este sistema su mejoramiento en pocas generaciones; también se usa el injerto.

⁴⁷ IDROVO Roosevelt. Op. Cit., p. 3

⁴⁸ ARCE, Jorge. Achiote (Billa orellana L.). Cultivo promisorio para el trópico. Ed. Earth. Guácimo, Costa Rica 1999. 1ª ed. 49 p.*

⁴⁹ CORDOBA, J. A. Op. Cit., p. 5

⁵⁰ ARCE, Jorge. Op. Cit., p. 3.

Las semillas deben sembrarse en suelos con suficiente humedad; los semilleros pueden prepararse directamente en el suelo o en fundas plásticas, para lo cual se colocarán unas tres semillas por sitio o por funda, para luego dejar una sola planta, la mejor desarrollada, esto sucede en unos 4 a 5 meses para poder plantarlas en el sitio definitivo.

Las semillas obtenidas para la propagación deben de ser de buen tamaño, proceder de cápsulas bien maduras, árboles sanos bien conformados y productivos; todo esto redundará en beneficios económicos.

Dado el comportamiento del achiote, el transplante a sitio definitivo se lo debe realizar después de las primeras lluvias para que las plantas aprovechen todo el período lluvioso y tengan oportunidad de establecerse completamente. Por tanto, los semilleros deben formarse 4 a 5 meses antes del transplante definitivo ⁵¹.

Berio expone “que la propagación asexual puede ser realizada por estacas o por injertos” ⁵².

Para Herbotecnia:

Es posible la multiplicación por semillas, estacas o injertos.

Semillas: Se seleccionan las cápsulas de ejemplares que presenten buena sanidad y producción. En general las semillas tienen un alto poder germinativo. Se puede realizar siembra directa ubicando tres o cuatro semillas por hoyo y después se hace raleo dejando las plántulas más vigorosas. Es recomendable proveer un sombreado hasta que la planta alcance unos 35 cm de altura.

⁵¹ IDROVO Roosevelt. Op. Cit., p. 4

⁵² BERRIO, L. F. Generalidades sobre el cultivo y posible aprovechamiento del achiote (*bixa orellana* L.) en Colombia. Seminario Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Agrícolas, Medellín 1975 33p

Se puede realizar también en almácigo - lo más conveniente - bajo sombra y se procede después a su transplante al lugar definitivo cuando las plántulas hayan alcanzado una altura de 25-30 cm.

La época de siembra más adecuada es a principios de primavera, pudiendo prolongarse hasta fin de la misma.

Tanto la plantación a campo como en los almácigos deben ser regadas y limpiadas de malezas con suficiente frecuencia.

Estacas: Se puede utilizar este método si se desea multiplicar determinados clones. Para ello se seleccionarán estacas de madera dura que aseguren un mayor enraizamiento.

Injerto: Permite lograr mejores rendimientos y uniformidad en la madurez de las cápsulas. Entre los tipos probados, ha sobresalido el "de escudete"

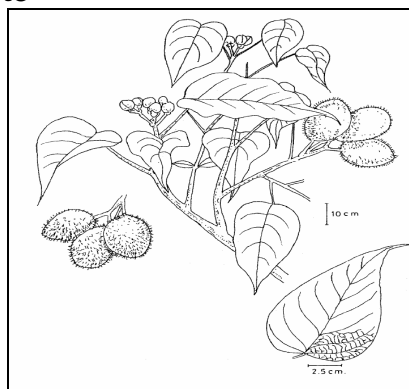
⁵³

- **Adecuación del terreno y siembra.** El terreno para el cultivo debe tener buenas condiciones de aireación y deben contar con drenajes adecuados cuando las condiciones del terreno lo exijan.

Para Avila "El sistema de siembra mas utilizado es en cuadro, por ser el de mas fácil manejo. El sistema en triangulo se recomienda para suelos con pendientes y también para suelos planos, puesto que aprovecha mas la superficie disponible"

⁵⁴

Figura 3. Planta de achiote



Fuente: Perú ecológico.

⁵³ HERBOTECNIA. Op. Cit., p. 3

⁵⁴ AVILA, H. El cultivo del achiote. Boletín Técnico INCORA Bogotá 10: 23-28. 1979

Idrovo declara que “Las distancias más recomendables para la siembra son: 3 x 3, 4 x 4 y 4,5 x 4,5 metros siempre coincidiendo con el criterio de que se usa mayor distancia en suelos fértiles y menor distancia para suelos pobres”⁵⁵.

Herbotecnia expresa que “las distancias entre plantas pueden variar entre 3 x 4 metros, 4 x 4 m., 4 x 5 m., 5 x 5 m. e incluso mayores, lo que depende, entre otros factores, de la fertilidad del suelo. Los hoyos deben tener una profundidad de 0,40 m.”⁵⁶.

- **Podas.** Herbotecnia.com asevera que “Una poda, por lo general cada dos años, será necesaria para quitar de las plantas las ramas secas, chupones, Etc., que afectan el rendimiento”⁵⁷.

Para Avila “se debe hacer poda en todos los árboles para formar y eliminar las ramas secas e improductivas. Se la hace por lo general después de cada cosecha y se recomienda hacerla antes del verano para que así resista mejor a las sequías”⁵⁸.

- **Fertilización.** Avila asegura que “por lo general en los cultivos existentes en Colombia no se emplea ningún tipo de fertilizante”⁵⁹.

Idrovo sugiere que el programa de fertilización sea llevado a cabo como se muestra en la tabla 1.

- **Control de malezas.** Para Herbotecnia: “Durante el crecimiento de las plantas es necesario mantener el cultivo libre de malezas. Generalmente con dos deshierbas por año es suficiente; éstos se pueden realizar con azada o cultivador. Cuando la plantación es adulta, basta una sola limpieza en el año”⁶⁰.

⁵⁵ IDROVO Roosevelt. Op. cit., p. 4

⁵⁶ HERBOTEKNIA. Op. Cit., p. 3

⁵⁷ Ibid., p. 3

⁵⁸ AVILA, H. Op. cit., p. 2

⁵⁹ Ibid., p 3

⁶⁰ HERBOTEKNIA. Op. Cit., p. 4

En la Tabla 1. se muestra un programa de fertilización para el cultivo de achiote

Tabla 1. Fertilización del achiote

| Edad de la planta (años) | Sulfato de amonio gr. | Completo 20-20-20 |
|--------------------------|-----------------------|-------------------|
| 1 | 115 | 225 |
| 2 | 225 | 450 |
| 3 | 450 | 900 |
| 4 | 900 | 900 |

Fuente: Idrovo.

Idrovo afirma que “Establecida la plantación a la distancia más conveniente es necesario hacer deshierbas, las mismas que se realizarán cuantas veces sean necesarias. Después de los cuatro años con una sola deshierba anual es suficiente”⁶¹.

- **Cosecha.** Según la FAO las partes aprovechadas de esta planta son: Hoja, flor, semilla, corteza, raíz.

Cosecha: Las hojas pueden ser cosechadas a partir de los 9 meses. Los frutos se cosechan cuando han alcanzado su completa madurez, manifestada por su coloración más oscura y la consistencia más dura de la cápsula; se recomienda realizar la cosecha empleando tijeras podadoras. Es importante que la cosecha sea oportuna para evitar la pérdida de semillas debido a la apertura de las valvas. La primera cosecha de frutos puede realizarse a los 16 meses de la siembra, consiguiéndose los mejores rendimientos a partir de los 3 años
Manejo post-cosecha: Las hojas se cosechan en las primeras horas y se ponen a secar a la sombra, en un lugar aireado y sobre estantes. Se secan las cápsulas, luego se procede al trillado y venteado para separar las semillas; éstas, a su vez, deben ser secadas al sol durante 3 o 4 días, removiéndolas continuamente, hasta conseguir un 10% de humedad; luego se procede a tamizarlas para separar las impurezas. Almacenar el producto en costales de yute y ambientes ventilados con baja humedad⁶².

⁶¹ IDROVO Roosevelt. Op. Cit., p. 4

⁶² FAO. Op. Cit., p. 2

Para el Ing. Idrovo:

La época de floración y madurez del achiote varía según la latitud y según la temperatura de la zona, siendo más temprana en las regiones cálidas. En algunas regiones florece durante los meses de julio y agosto, madurando de noviembre a enero.

La cosecha se inicia a los 20 meses la misma que es escasa; la producción comercial se la obtiene pasado los 3 años.

La época de la cosecha se la conoce por la firmeza de las cápsulas o sea que éstas estén duras al tacto o cuando por ser dehiscentes comienzan a abrirse; se las recoge lo más pronto posible y al cosecharlas hay que tomar en cuenta que las cápsulas terminales son las últimas en madurar. Los racimos de cápsulas deben ser cortados con tijeras para luego proceder a su completo secado y extracción de las semillas de las cápsulas, lo cual puede ser realizado en forma manual o por destrucción de las cápsulas por medio de golpes.

Una vez extraídas las semillas, se ponen al sol por unos 3 a 4 días, removiéndolas continuamente y teniendo la precaución de mantenerlas limpias; ya secas se empacan y se encuentran listas para ser llevadas al mercado.

En árboles obtenidos por medio de propagación vegetativa se logra mayor rendimiento y uniformidad en la madurez de las cápsulas, lo que permite efectuar la cosecha en una sola operación, lo que no sucede con árboles provenientes de semilla, en los cuales la madurez del fruto no es uniforme, y para poder cosechar en una sola vez es necesario dejar secar las cápsulas en los árboles exponiéndolas a pérdidas causadas por hongos o desprendimiento de la semilla ⁶³.

Rivera comenta “que las épocas de floración y madurez del achiote varían según la latitud geográfica y la temperatura de la región, siendo más temprana en las zonas calidas” ⁶⁴.

⁶³ IDROVO Roosevelt Op. Cit., p. 5

⁶⁴ RIVERA, E. R. El achiote una promesa para el salvador. 2 edición. Santa Tecla, Centro Nacional de Tecnología agropecuaria. Circular N°80 1973. 12 p

- **Rendimiento.** Idrovo comenta “el rendimiento del cultivo de achiote varía de acuerdo a la fertilidad del suelo; lo más generalizado es de 1.500 a 2.000 kilos/ha. de achiote en semilla”⁶⁵.

La FAO reporta “Luego de 5 años de plantación, se puede alcanzar rendimientos de 1 200 a 1 500 Kg. de semilla seca por ha”⁶⁶.

Herbotecnia afirma “el rendimiento promedio de una plantación dependen del suelo, la edad de la planta, entre otras variables, pero se consideran normales 1.000kg/ha. De frutos secos, del cual las semillas representan el 50- 60 % de ese peso total, o sea 500-600 Kg./ha de fruto y 400kg/ha de hojas”⁶⁷.

- **Plagas y enfermedades.** Para Idrovo las plagas y enfermedades que atacan al cultivo del achiote podemos son las siguientes:

Trips de banda roja.- Este pequeño insecto cuando está presente, se le observa en el envés de las hojas, donde vive alimentándose de la savia. Los daños, generalmente los causa con más intensidad durante los meses de septiembre a noviembre. Cuando es intenso el ataque, provoca la total caída de las hojas. El adulto tiene un color negro; las ninfas son claras, con una banda roja en la parte media del cuerpo. Aunque el trips se ve a simple vista, es preferible observarlo con un lente de aumento.

Gusano de la cápsula.- Se trata de un lepidóptero no identificado que causa grandes daños en la cosecha. La mariposa coloca sus huevos sobre las cápsulas, que más tarde son perforadas por las larvas que se alimentan de las semillas. Ocasionalmente, aunque el gusano no daña todas las semillas de una cápsula, éstas se pierden totalmente por la acción de organismos secundarios, principalmente hongos. El control es el mismo que para el trips.

⁶⁵ IDROVO Roosevelt Op. Cit., p. 5

⁶⁶ FAO. Op. Cit., p. 2

⁶⁷ HERBOTEKNIA. Op Cit., p. 4

Araña roja.- Este ácaro se alimenta de la misma manera que el trips, succionando la savia de las hojas, ocasionando su caída. Durante la sequía, se observan poblaciones considerables aunque no se ha determinado hasta que punto tienen importancia económica sobre los daños causados en el achiote.

Mancha de Cercospora.- Enfermedad fungosa que se caracteriza por la aparición de manchas de color café, rodeadas por un halo amarillo, provocando la defoliación del árbol. Se observa durante la temporada de lluvias.

Se ha observado que los árboles presentan diferentes grados de susceptibilidad a esta enfermedad, por lo que se recomienda para su prevención, la plantación de elecciones resistentes.

Mildiu polvoriento.- Este hongo ataca principalmente las flores, cápsulas y brotes. Se caracteriza por producir una especie de polvo ceniciento que cubre las partes afectadas. Suele atacar superficialmente las cápsulas de árboles sombreados. Generalmente no causa muchos problemas en plantaciones situadas a altitudes de más de 700 metros ⁶⁸.

Para Herbotecnia: "se han identificado varias plagas como hormigas (*Atta sp*), trips (*Selenothrips sp*), arañuelas rojas (*Tetranychus sp.*) y cochinillas (*Pseudococcus sp*). En cuanto a enfermedades, se han observado las manchas de la hoja (*Cercospora sp.*) en arbustos expuestos a la sombra, oídio polvoriento (*Oidium sp*), royas (*Uredo sp*), entre otras" ⁶⁹.

En el Cuadro 2 se presentan las plagas que afectan al cultivo del achiote.

4.4.6 Usos y aplicaciones. El achiote tiene diversos usos entre los cuales podemos destacar los siguientes:

La publicación Perú ecológico nos dice que la *Bixa orellana* se utiliza con varios objetivos como:

⁶⁸ IDROVO Roosevelt. Op. Cit., p. 5

⁶⁹ HERBOTECNIA. Op Cit., p. 4

Alimento y Condimento: Las semillas o el polvo de estas es utilizado en la cocina como colorante para las comidas.

Tinte: El achiote contiene un colorante llamado bixina que es empleado en la industria alimentaria. El colorante también es empleado en la elaboración de cosméticos, pinturas, ceras y en diversos trabajos de artesanía.

Madera: Se le utiliza en trabajos de carpintería.

Medicinal: Se usan las hojas y las semillas. Las hojas del achiote tienen propiedades medicinales: actúan contra los malestares de garganta, afecciones respiratorias, dolores renales, inflamaciones dérmicas y vaginales, fiebre, hipertensión, vómitos sanguíneos, diarrea, hemorroides, angina, abscesos, cefalalgia, dolores renales, infecciones de la piel y la conjuntivitis. Sus semillas poseen propiedades estimulantes y digestivas, y su raíz en decocción actúa contra la malaria y el asma ⁷⁰.

Cuadro 2. Plagas que afectan al cultivo de achiote

| Nombre Común | Nombre Científico | Sintomatología | Control |
|---------------------|--|---|--|
| PLAGAS | | | |
| Trips | <i>Thysanoptera: Heliothrips haemorrhoidales</i> | Engrosamiento y agrietamiento de las hojas y epidermis del fruto. | Atomizaciones con Semillas de NEEM, Aceites Vegetales, Bacillus thuringiensis, Sustancias de cáscara de cítricos, etc. Atomizaciones con Aceite Agrícola. Control de Malezas. Aplicaciones de químicos. |
| Pulgones | <i>Mycus persicae</i> | Succiona de los brotes los jugos celulares. Propicia la proliferación de fumagina | |
| Arañitas rojas | <i>Tetranychidae: Oligonychus perseae, Tetranychus urticae</i> | Colonias al envés de las hojas; en el haz, manchas amarillentas. Presentes en época seca. | |
| ENFERMEDADES | | | |
| Oidium o Cenicilla | <i>Erysiphe cichoracearum</i> | Apariencia blanquecina de la inflorescencia. Eventual caída de flores y frutos inmaduros. | Buen drenaje. Destruir troncos viejos, evitar acumulación de tierra sobre la base del tallo. Aplicaciones de agua jabonosa. Uso de fungicidas específicos. |

Fuente : www.sica.gov.ec/agronegocios

⁷⁰ PERU ECOLOGICO.ONG [on line] 2007,Lima. Perú. [Citado abril 18 2007] disponible en Internet: <URL: http://www.peruecologico.com.pe/med_achiote.htm

Urquiza y Estrada comentan que “los indígenas sacaban el colorante del achiote y lo mezclaban con resinas con el fin de elaborar pinturas con las que se coloreaban la cara y el cuerpo: esto lo hacían cuando tenían festejos o iban a alguna batalla, teniendo la creencia de que así parecerían más feroces”⁷¹.

Córdoba en su publicación manifiesta que: “también lo utilizaban como repelente de insectos y como adorno o arreglo personal directo en muchas tribus indígenas especialmente en las mujeres del chocó y otras regiones del Pacífico Colombiano”⁷².

García Barriga asegura:

El achiote se utiliza en la medicina como afrodisíaco y digestivo (las semillas). Las hojas se emplean en decocción como buen remedio en las enfermedades del hígado. La parte interna del fruto, semillas pulpa, etc. En decocción en leche y gargarismos en usada con éxito para reducir las amígdalas. También se usan las semillas para pintar con ellas las zonas zoster y algunos eccemas. Los indígenas del Putumayo y del Caquetá, emplean el achiote para pintarse las piernas, los brazos o la cara no solamente como adorno del cuerpo sino porque es un buen preservativo de las picaduras de insectos⁷³.

Berrio cerciora que “el uso principal del achiote es para colorear y condimentar los alimentos, también se ha utilizado para la alimentación de aves de corral. Se ha demostrado que agregando 3% de harina de achiote a la ración alimenticia de las gallinas ponedoras, estas aumentan el contenido de caroteno en los huevos mejorando el color de la yema”⁷⁴.

⁷¹ URQUIZA, G. Y ESTRADA, L. Algunas consideraciones económicas sobre el mercadeo de la semilla de achiote (*Bixa orellana* L.) Tesis Ing. Agr. Palmira, Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Agropecuarias, 1976. 43p.

⁷² CORDOBA, J. A. Op. Cit., p. 2

⁷³ GARCIA, Barriga Hernando. Flora medicinal de Colombia. Botánica Medica Vol. 3. Instituto de Ciencias Naturales Universidad Nacional de Colombia. Bogotá .1975. p 218-224

⁷⁴ BERRIO, L. F. Op. Cit., p. 10

Córdoba asevera:

Dentro de los usos medicinales del achiote se encuentra el evitar las ampollas en las quemaduras leves y proteger la piel contra insolaciones. Es antidiarreico, antidisentérico y un agente útil en la digestión de algunos alimentos. Es usado también para curar la bronquitis, las ramas y hojas tiernas picadas y puestas a macerar en agua fría, suministran un mucílago espeso y abundante de sabor análogo la de la goma arábica; aplicando las hojas en la frente alivia dolores de cabeza y su cocción es usada en la curación de ciertas enfermedades de la garganta como las amigdalitis, es también un excelente estomático en heridas leves ⁷⁵.

Henaó comenta que “la sustancia tintórea del achiote es usada para teñir telas de color amarillo, anaranjado y rojo intenso. Modifica y aviva ciertos tintes y se usa para dar color a los barnices, aceites y grasa animales. Se usan las semillas en la industria de cosméticos y fabricación de productos farmacéuticos, también en la industria de aliños y condimentos” ⁷⁶.

Córdoba alega que “en países como Estados Unidos, Alemania y España se usan las semillas para colorear sedas, huesos, y muchos otros objetos” ⁷⁷.

Rivera opina “que como planta ornamental el achiote es muy decorativa por sus colores encendidos en flores y cápsulas” ⁷⁸.

El sitio Web de Fitoterapia.net afirma:

El Achiote también se usan como: Protección solar y de las picaduras de insectos, antiinflamatorio, cicatrizante en patologías de piel, evitar la

⁷⁵ CORDOBA, J. A. Op. Cit., p. 5

⁷⁶ HENAO, J. Proyectos específicos, Agroindustria, viabilidad. Convenio FDI_CVC. Programa de promoción industrial para Buenaventura, 1978. 23 p

⁷⁷ CORDOBA, J. A. Op. Cit., p. 5

⁷⁸ RIVERA, E. R. Op. Cit., p. 11

aparición de ampollas, quemaduras, eczemas, herpes zoster; bronceador. En formulaciones orales para intensificar el bronceado. Las semillas poseen actividad diurética e hipoglucemiante, Sus hojas son hipoglucemiantes, se usan como antibacterianas, antimalárico y antifúngicas⁷⁹.

Contreras afirma “Los extractos en alcohol etílico de frutos y hojas han mostrado tener in vitro actividad en contra de *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus*”⁸⁰.

Para el Instituto Químico- Biológico de España “La infusión de las hojas es usada por las mujeres para lavados vaginales y es muy eficaz en el control de inflamaciones producidas por hongos y bacterias. Y su raíz en decocción es aconsejada contra la malaria y el asma”⁸¹.

4.4.7 Principios activos. Para el Laboratorio Naturista CODEPLAM :

Los estudios farmacológicos sobre el Achiote son relativamente escasos, sin embargo su uso en la medicina tradicional ha atraído la atención de los especialistas hacia el laboratorio. La presencia de esteroides en las hojas de sugiere las propiedades antiinflamatorias que posee el achiote. Los flavonoides son vasodilatadores coronarios, lo que justifica su utilización en el tratamiento de afecciones al corazón, como son las carditis, endocarditis y pericarditis. Asimismo, debido a la presencia de los flavonoides se utiliza como un efectivo diurético, actuando sobre el sistema urogenital y regulando la función renal. La existencia de antraquinonas explica su utilización, en forma de porciones, como purgante. También esta recomendado para renovar las fuerzas digestivas después de las fiebres intermitentes y de las fiebres mucosas⁸⁴.

⁷⁹ FITOTERAPIA. Fitoterapia.net. Achiote. [On line] 2003, España [citado abril 18 2007] Disponible en Internet: <URL: <http://www.interhiper.com/medicina/Fitoterapia/achiote.htm>>

⁸⁰ CONTRERAS G. J. A. El cultivo del Achiote. INIFAP. División Forestal. Tecnologías llave en mano. Mexico. Serie 1998. p. 165-166.

⁸³ INSTITUTO QUIMICO BIOLOGICO DE ESPAÑA. *Bixa orellana*. [on line] España. 3 de diciembre de 2007. [Citado 5 diciembre 2007] Disponible en Internet: [URL:http://www.iqb.es/cbasicas/farma/farma06/plantas/pb20sm.htm](http://www.iqb.es/cbasicas/farma/farma06/plantas/pb20sm.htm)

⁸⁴ LABORATORIO NATURISTA CODEPLAM. “LINDA VIDA”. Resumen monográfico No. 0080. de la planta medicinal achiote. [on line] Perú, 2002. [Citado 19 de agosto de 2007]. Disponible en Internet: <URL: http://www.Perudata.com/lindavida/achiote_estudios.htm>

Para la Unión Farmacéutica Nacional del Perú (UNIFARM):

La presencia de esteroides en las hojas de achiote sugiere que ellos son responsables de las propiedades antiinflamatorias que la medicina popular le atribuye para usarlas como antirreumáticos y para las inflamaciones de próstata. Asimismo debido a la presencia de los flavonoides que son compuestos fenólicos que pertenecen a los populares fitoquímicos, se trata de sustancias derivadas de los vegetales, con acción potencialmente beneficiosa para la salud y que constituyen un principio activo de muchas plantas medicinales.

El amplio rango de efectos atribuidos a los flavonoides constituye una expresión de su grupo químico funcional, y expone sus propiedades tanto antioxidantes como mutagénicas; anticarcinogénicas; y los efectos beneficiosos en los procesos inflamatorios y en los sistemas inmunomoduladores. Se utiliza como un efectivo diurético actuando sobre el sistema urogenital.

Entre sus propiedades terapéuticas se atribuye actividad antigonorreica, así como propiedades astringentes y diuréticas. Diversos estudios han demostrado que el extracto de las hojas de la *Bixa orellana* es un eficaz agente antibacteriano y fungicida. Estudios clínicos en Perú concluyen que *Bixa orellana* tiene mayor espectro de cobertura que el Clotrimazol; siendo eficaz también contra *Gardenella vaginalis*, *Trichomonas* y en menor grado contra *Candida albicans*⁸⁵.

Según Amazon Nutrition.com, la composición química de las hojas del achiote es: Flavonoides (apigenina, hipoaetina, cosmosiina) diterpenos (farnesilacetona, geranil geraniol, geranil formato) y un derivado sesquiterpenico, alcaloides, esteroides, fenoles, taninos pirogalicos (acido gálico), antraquinonas, cumarinas fijas, aceites esenciales”⁸⁶.

⁸⁵ UNIÓN FARMACÉUTICA NACIONAL DEL PERÚ (UNIFARM). Achiote: el Alivio del dolor prostático [on line] Perú, 2002. [Citado 20 noviembre de 2007]. Disponible en Internet: <URL: http://www.vidnatur.com/product_info.php?language=es&products_id=28 >

⁸⁶ AMAZON NUTRITION. Achiote (*Bixa orellana*), [online] Perú [citado 21 agosto 2007] Disponible en Internet: <URL: <http://www.ptnsa.com/achiote.html>

Figura 4. Árbol de Achiote



Fuente: Infojardin

Martínez afirma:

Los flavonoides o bioflavonoides son pigmentos vegetales no nitrogenados. Su función dentro del mundo de las plantas parece ser la de atraer a los polinizadores hacia las flores o los animales que comen los frutos con la intención de que puedan dispersar mejor las semillas.

Muchas veces los flavonoides son la respuesta adaptativa de las plantas a la intensa radiación ultravioleta. Estos componentes protegen y protegerían a las plantas de los nocivos efectos de estos rayos solares.

Otras veces estos componentes presentan unos sabores desagradables por lo que constituirían una ventaja sobre los animales herbívoros que rechazarían estos alimentos.

Algunos dan el color amarillo y el nombre general a estos principios, dado que flavus en latín significa amarillo. De este nombre deriva la palabra flavonoide. Otros son los que proporcionan la coloración rojiza de las yemas, de los rebrotes o de las hojas en otoño. También son los responsables de los colores de muchos frutos. Muchas variedades de

color en las flores dependen de la acidez del medio. Un medio ácido proporciona coloraciones rojas fuertes, un medio alcalino dará la coloración azul y un medio neutro, proporcionará el violeta. Estas variaciones explican porque una misma planta, como la hortensia, varía de color según donde esté plantada.

Se han descubierto más de 600 flavonoides. Todos ellos parecen tener un papel muy importante en la alimentación humana, dado que presentan propiedades medicinales muy interesantes. Entre estas propiedades podríamos mencionar:

Propiedades antioxidantes: La mayoría de ellos, y especialmente las catequinas del té verde, tienen una alta capacidad para neutralizar los radicales libres e impedir los perniciosos efectos que estos ejercen en la salud de nuestro organismo. Usados como complementos en combinación muchas veces con la vitamina C pueden ser capaces de neutralizar ciertos virus como los del herpes.

Propiedades anticancerosas: Muchos flavonoides se han mostrado tremendamente eficaces en el tratamiento del cáncer. Se sabe que muchos inhiben el crecimiento de las células cancerosas.

Propiedades cardiotónicas: Tienen un efecto tónico sobre el corazón, potenciando el músculo cardíaco y mejorando la circulación. Atribuidas fundamentalmente al flavonoide quercetina aunque aparece en menor intensidad en otros como la genisteína y la luteolina.

Fragilidad capilar: Mejoran la resistencia de los capilares y favorecen el que estos no se rompan, por lo que resultan adecuados para prevenir el sangrado. Entre todos los flavonoides tendríamos que mencionar por orden de importancia la hesperidina, la rutina y la quercetina.

Propiedades antitrombóticas: La capacidad de estos componentes para impedir la formación de trombos en los vasos sanguíneos posibilita una mejor circulación y una prevención de muchas enfermedades cardiovasculares.

Disminución del colesterol: Su capacidad para rebajar el colesterol y los triglicéridos supone una ventaja en la salud del aparato circulatorio.

Protección del hígado: algunos flavonoides han demostrado su poder protector contra las enfermedades del hígado. La silimarina se ha probado experimentalmente como protectora y regeneradora del hígado en la hepatitis. Este mismo flavonoide, junto con la apigenina y la quercetina,

son muy útiles para eliminar ciertas dolencias digestivas relacionadas con el hígado, como la sensación de plenitud o los vómitos.

Protección del estómago: Ciertos flavonoides, como la quercetina, la rutina y el kamferol, tienen propiedades antiulcéricas al proteger la mucosa gástrica.

Antiinflamatorias y analgésicas: La hesperidina y otros flavonoides, por sus propiedades antiinflamatorias y analgésicas, se han utilizado para el tratamiento de ciertas enfermedades como la artritis.

Antimicrobianas: La mayoría de estos principios han demostrado tener propiedades antivirales, antifúngicas y antibacterianas.⁸⁷

La enciclopedia libre Wikipedia, nos dice:

Diterpenos: Están compuestos por 4 unidades isopreno teniendo la fórmula molecular $C_{20}H_{32}$. Derivan del geranylgeranyl pirofosfato. Ejemplos de diterpenos son el cembreno y el taxadieno. Los diterpenos forman base de importantes compuestos biológicos tales como el retinol, retinal, y el fitol.

Sesquiterpenos: Consisten en tres unidades isopreno y tienen la fórmula molecular $C_{15}H_{24}$. El alcohol sesquiterpenico es también conocido como Farnesol, el prefijo farnesil indica tres unidades isopreno.

Usos: Terpenos y terpenoides son los principales constituyentes de los *aceites esenciales* presentes en muchas familias de plantas, que son usados por el hombre como aditivos en la comida, para hacer las fragancias en perfumería, en aromaterapia y en medicina tradicional y alternativa.

También se conocen terpenos y terpenoides sintéticos que han sido utilizados por el hombre para expandir la variedad de aromas usados en perfumería y saborizantes usados en los alimentos.

⁸⁷ MARTINEZ, Vincent. Flavonoides. Revista botanica on line, [online] España 2007 [citado 21 agosto 2007] Disponible en Internet: <http://www.botanical-online.com/medicinalesflavonoides.htm>

Los alcaloides (de álcali, con el sufijo -oide, masculino) son aquellos metabolitos secundarios de las plantas sintetizados a partir de la vía del ácido shikímico, o de la vía del acetato. Los alcaloides verdaderos derivan de un aminoácido, son por lo tanto nitrogenados. Son básicos (excepto colchicina), y poseen acción fisiológica intensa en los animales aún a bajas dosis, por lo que son muy usados en medicina. Ejemplos conocidos son la cocaína, la morfina, la atropina, la colchicina, la quinina, y la estricnina.

Generalmente actúan sobre el sistema nervioso central, si bien algunos afectan al sistema nervioso parasimpático y otras al sistema nervioso simpático. La actividad biológica de los alcaloides es muy diversa, la más estudiada es la acción euforizante que presentan algunos como la cafeína o la cocaína, si bien también existen alcaloides con efectos depresores del sistema nervioso central como la morfina.

Los esteroides: son derivados del núcleo del ciclopentanoperhidrofenantreno; ejemplos muy conocidos son el colesterol y la testosterona.

Estructura: el colesterol es un esteroide que forma la estructura de las membranas de las células junto con los fosfolípidos. Además, a partir del colesterol se sintetizan los demás esteroides.

Los compuestos fenólicos Los compuestos fenólicos de las plantas son un grupo heterogéneo de productos con más de 10.000 compuestos. Algunos son solubles en solventes orgánicos, otros son glucósidos o ácidos carboxílicos y por lo tanto solubles en agua, y otros son polímeros muy grandes e insolubles.

Muchos son productos de defensa ante herbívoros y patógenos, otros proveen soporte mecánico a la planta, otros atraen polinizadores o dispersores de frutos, algunos de ellos absorben la radiación ultravioleta, o actúan como agentes alelopáticos.

Taninos: Químicamente son metabolitos secundarios de las plantas fenólicos, no nitrogenados, solubles en agua y no en alcohol ni solventes orgánicos.

Los taninos se utilizan en el curtido porque reaccionan con las proteínas de colágeno presentes en las pieles de los animales, uniéndolas entre sí,

de esta forma aumenta la resistencia de la piel al calor, a la putrefacción por agua, y al ataque por microbios.

La antraquinona se encuentra en forma natural en algunas plantas (Ruibarbo, Espino Cerval y el género Aloe), hongos, líquenes e insectos, donde sirve como esqueleto básico para sus pigmentos. Estos derivados naturales de la antraquinona son glucósidos con acción laxante y purgante sumamente potente.

Las cumarinas: se consideran todo un grupo de metabolitos secundarios de las plantas fenólicas, que comparten la misma vía biosintética y esqueleto químico. En plantas, se encuentran en los tegumentos de las semillas, frutos, flores, raíces, hojas, y tallos, aunque la mayor concentración se encuentra en general en frutos y flores. Su rol en las plantas parece ser de defensa, dándole propiedades de rechazo a la alimentación, antimicrobiana, captadora de radiación UV, y inhibidora de la germinación.

La mejor propiedad conocida de las cumarinas indirectamente demuestra su rol en la defensa de las plantas. La ingesta de cumarinas de plantas como el trébol puede causar hemorragias internas en mamíferos. Este descubrimiento llevó al desarrollo del raticida Warfarin y el uso de compuestos relacionados para tratar y prevenir la apoplejía.

Los aceites esenciales: son mezclas de varias sustancias químicas biosintetizadas por las plantas, que dan el aroma característico a algunas flores, árboles, semillas y a ciertos extractos de origen animal (almizcle, civeta, ámbargris). Son intensamente aromáticos, no grasos (por lo que no se enrancian), volátiles (se evaporan rápidamente) y livianos (poco densos).

Son insolubles en agua, levemente solubles en vinagre, y solubles en alcohol, grasas, ceras y aceites vegetales. Se oxidan por exposición al aire. Los aceites esenciales son considerados productos químicos que forman las esencias odoríferas de un gran número de vegetales.

El término aceite esencial se aplica también a las sustancias sintéticas similares preparadas a partir del alquitrán de hulla, y a las sustancias semisintéticas preparadas a partir de los aceites naturales esenciales.

Usos: El uso principal de los aceites esenciales es en perfumería. Otro

uso es en la terapia alternativa denominada aromaterapia, en esta disciplina por ejemplo el aceite de lavanda es usado para las heridas y quemaduras, y el aceite de jazmín es usado como relajante. Ahora también se les está utilizando como conservantes para alimentos especialmente cárnicos⁸⁸.

4.4.8 Efectos adversos y contraindicaciones. La Unión Farmacéutica del Perú afirma: “No se ha establecido un plazo de tiempo fitoterapéutico, para cada uno de los múltiples tratamientos. Pero algunos autores mencionan que el uso de las hojas de achiote puede ser utilizado por tiempos bastante largos, ya que no se han registrado antecedentes de toxicidad”⁸⁹.

Amazon Nutrition reporta “las semillas de achiote pueden ser abortivas”⁹⁰.

El Laboratorio Naturista Linda Vida afirma que “las hojas pulverizadas de achiote no poseen contraindicaciones”⁹¹.

Bolgroup afirma que “no se ha establecido un plazo o tiempo fitoterapéutico para cada uno de los múltiples tratamientos pero que algunos autores mencionan que el uso de hojas de achiote puede ser usado por tiempos bastante largos, ya que no se han registrado antecedentes de toxicidad”⁹².

4.4.9 Preparaciones y administración. El achiote se puede administrar en varios tipos de preparaciones y para diversas enfermedades.

⁸⁸ WIKIPEDIA. LA ENCICLOPEDIA LIBRE. Op, cit.

⁸⁹ Unión Farmacéutica Nacional Del Perú (UNIFARM). Op. Cit., p. 2

⁹⁰ AMAZON NUTRITION. Op. Cit., p 3.

⁹¹ LABORATORIO NATURISTA CODEPLAM. “LINDA VIDA”. Op. Cit., p 2.

⁹² BOLGROUP. Achiote (bixa orellana), Alivio para el dolor prostático. [online] Bolivia 2005 [citado 26 septiembre 2007] Disponible en Internet: <URL:http://ccbolgroup.com/achiote\Achiote,Urucu,bixa%20orellana,annato,quinoa.htm

Amazon nutrition reporta:

Infusión: De las semillas u hojas (5g en 1 litro de agua) se deja reposar por 15 minutos antes de tomas.

Cataplasma: Moler las hojas o semillas hasta formar una pasta, se la mezcla con sulfato de magnesio y se puede usar para el tratamiento de la lepra.

Jugo: Se utiliza el fruto con semillas o se puede ingerir el fruto directamente entero.

Cocimiento: 10 g de hojas en 1 litro de agua durante 5 minutos; o 20 g de raíz en un 1 litro de agua por 20 minutos.

Macerado: 9 g de hojas en ½ litro de agua ⁹³.

Para el Laboratorio Naturista Linda Vida “se recomienda administrar 500 mg de polvo de hojas de achiote de 3 a 6 veces al día para su uso como diurético, antiinflamatorio, y para el tratamiento de enfermedades genitourinarias y afecciones prostáticas” ⁹⁴.

4.4.10 Estudios clínicos. Serrano y Sandberg afirman:

En estudios realizados encontraron una disminución de la actividad y aumento de la diuresis en ratas, inhibición de las contracciones normales en el íleon del cobayo.

El extracto acuoso de la raíz de *Bixa orellana* en ratas en dosis de 400mg/kg, produce antisecreción gástrica y en ratones deprime el SNC, mientras que el extracto hidro-alcohólico inhibe a la enzima prostaglandina sintetasa en concentraciones de 750 mg/ml.

⁹³ AMAZON NUTRITION. Op. Cit., p 3.

⁹⁴ LABORATORIO NATURISTA CODEPLAM. “LINDA VIDA”. Op. Cit., p 2.

El extracto acuoso y clorofórmico de semillas demostró actividad hipoglucémica significativa en perros. Los extractos acuosos y etanólico inhiben la proliferación de células de linfoma de Molt.

El extracto etanólico de hoja y fruto, mas no el extracto acuoso, presenta actividad antibacteriana, "in Vitro" sobre *S. aureus* y *E. coli*
La tintura de raíz tiene actividad contra *S. Typha* y la tintura de hojas y corteza es activa contra *E. coli*, *P aeruginosa*, *S aureus*, *S Typha* y *S. flezneri*; la tintura de hojas es activa contra *N gonorrhoeae*; la infusión de las hojas es activa contra *T. vaginalis*; el fruto es útil contra el virus de vaccinia ⁹⁵.

Cáceres y Saravia aseguran:

El achiote *Bixa orellana* demostró tener actividad antibacteriana contra *Escherichia Colli*, *Pseudomona aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*, *Streptococos pyogenes*, *Salmonella Typhi*, *Shigella flexneri*.

También posee actividad antifúngica contra: *Candida albicans*, *Aspergillus flavus*, *Epidermophyton floccosum*, *Microsporium gypseum*, *M. canis*, *Trichophyton mentagrophytes*, *T. rubrum*.

Se evaluó la actividad hipoglucemiante y la raíz de *B. orellana* demostró tener propiedades de este tipo.

Se determino la citotoxicidad del achiote en un rango de > del 1,000 usando el método micrométrico adaptado por Solis, et al. (1993), inoculando 10 nauplios de 48 horas, reto con 100, 10 y 1 ul del extracto diluido y la evaluación con un lente de aumento de la toxicidad de los extractos se evaluó hoja/ etanol en ppm ⁹⁶.

Para Morón Rodríguez:

La semilla de *Bixa orellana* L se utiliza como colorante natural para los alimentos y

⁹⁵ SERRANO G, SANDBERG F. Actividad antiinflamatoria de *Bixa orellana*: Informe TRAMIL. Universidad de Uppsala, Uppsala, Suecia. TRAMIL III, La Habana, Cuba, MINSAP/enda-caribe. 1988.

⁹⁶ CÁCERES, Armando y SARAVIA, Amarillis. Bioensayos con plantas medicinales en Guatemala, 1994. En: IV CONGRESO ITALOAMERICANO DE ETNOMEDICINA "FELICE FONTANA" (1995 Quito Ecuador) Etnomedicina. Progresos Italo Americanos Vol. II. Quito.1997.p. 34-57

como planta medicinal tradicional, pero no de manera tan amplia como *A. sativum* y *A. cepa*. Por sus efectos, antiinflamatorio e inhibición de la agregación plaquetaria, comprobados experimentalmente, la semilla o sus extractos bija pueden interactuar con los tratamientos: anticoagulante, antihipertensivo y antidiabético.

Los principales resultados experimentales que validan lo señalado anteriormente son: El extracto acuoso crudo de semilla, *in vitro* (0,88 mg/mL), en el modelo de agregación de trombocitos inducida por colágeno, inhibió un 24% la agregación plaquetaria. Además, *in vitro* (0,1 mg/mL), mostró actividad antiinflamatoria e inhibió un 38% la enzima prostaglandina sintetasa ⁹⁷.

González Madariaga, et. al. Afirman:

La investigación efectuó dos técnicas *in vivo* para evaluar la seguridad dérmica de un extracto etanólico de *Bixa orellana*. Los estudios de toxicidad aguda dérmica se realizaron en ratas Wistar y solamente se utilizó un nivel de dosis (extracto etanólico de *Bixa orellana* 20%). En las observaciones sistemáticas realizadas no se detectaron signos ni síntomas clínicos indicativos de toxicidad. El resto de los parámetros evaluados como peso corporal, edema y eritema se comportaron de forma similar al grupo de animales control. Para el estudio de irritabilidad dérmica en piel dañada utilizamos conejos Nueva Zelanda. Las respuestas irritantes fueron muy ligeras y a partir de estas se determinó el Índice de Irritación Primario (IIP). Los resultados obtenidos permiten concluir que el extracto etanólico al 20% de *Bixa orellana* no manifiesta toxicidad aguda tras su aplicación dérmica y se clasifica como no irritante dérmico primario según el IIP 0.33 ⁹⁸.

⁹⁷ MORÓN RODRÍGUEZ, Francisco. Especies usadas tradicionalmente en Cuba con potencialidad para inhibir la agregación plaquetaria en pacientes. [on line] 2004. La Habana, Cuba. [Citado 3 diciembre de 2007]. Disponible en Internet. <URL: http://www.sld.cu/galerias/pdf/sitios/mednat/revison_dengue_y_plantas_rcpm__3_.pdf>

⁹⁸ GONZÁLEZ MADARIAGA, Yisel; PORTA APONTE, Tomás; MÉNDEZ TRIANA, Et al. Evaluación de la seguridad toxicológica dérmica de un extracto de *Bixa orellana* [on line] 2003. Cuba. [Citado 3 diciembre de 2007]. Disponible en Internet. <URL: <http://bases.bireme.br/cgi-bin/wxislind.exe/iah/online/?IscScript=iah/iah.xis&src=google&base=LILACS&lang=p&nextAction=lnk&exprSearch=389046&indexSearch=ID>>

Castello, et al. Aseguran:

Los extractos en etanol de diferentes partes de *B. orellana* mostraron actividad antimicrobiana. Se encontró que en las pruebas *in vitro* los extractos de las hojas mostraron máxima actividad contra *Bacillus pumilus* seguida por los extractos de las raíces y hipocotilos-raíces.

La hoja mostró máxima actividad. La zona de inhibición de los extractos en las pruebas *in vitro* de las raíces mostró una concentración inhibitoria mínima de 24 mg/ml. Mientras que el extracto de de las hojas mostró una concentración mínima inhibitoria de 16 mg/ml⁹⁹.

4.4.11 Mercadeo. Urquiza y Estrada manifiestan:

Las perspectivas económicas del cultivo son amplias, aunque sus usos son muy diversos. El achiote es un cultivo que apenas se empieza a explotar comercialmente, no existe por tanto muchos datos económicos al respecto. El mercadeo no es fácil identificarlo debido a la inexistencia de organizaciones de productores, acopiadores y procesadores en el país, así como también por el reducido volumen nacional de producción.

Los países que demandan achiote son Estados Unidos, Japón, Holanda, Alemania, y Dinamarca, entre otros, no existiendo información sobre las cantidades y precios del achiote solicitado por ellos en épocas recientes.

Los países productores de achiote para comercializar son Perú, Brasil, Costa Rica y Ecuador¹⁰⁰.

⁹⁹ CASTELLO, M. PHATAK, A. CHANDRA, N. SHARON, M. Antimicrobial activity of crude extracts from plant parts and corresponding calli of *Bixa orellana* L. *Indian J Exp Biol* . **Dec; 40** (12): 1378-81 [on line] U.S.A 2002. [Citado 5 diciembre de 2007]. Disponible en Internet. <URL: http://grande.nal.usda.gov/ibids/index.php?mode2=detail&origin=ibids_references&throw=72488>

¹⁰⁰ URQUIZA Y ESTRADA. Op.Cit., p 23.

4.5 ELABORACIÓN DE LAS TINTURAS

La elaboración de las tinturas se basó principalmente en el procedimiento propuesto por El Ministerio de desarrollo humano de la provincia de Formosa - Argentina¹⁰¹ de la siguiente manera:

Tintura 25 % Se utilizó 250 ml de alcohol etílico de 70° a los cuales se les agregó 62.5 g de hojas frescas de achiote previamente picado, se envaso en frascos de vidrio oscuro y se dejó macerar durante 1 mes, posteriormente se cuela el producto y se envasa en botellas de vidrio oscuro y se mantiene en refrigeración.

Tintura 50 % Se utilizó 83.3 ml de alcohol etílico de 70° a los cuales se les agregó 41.6 g de hojas frescas de achiote previamente picado, se envaso en frascos de vidrio oscuro y se dejó macerar durante 1 mes. Posteriormente se cuela el producto y se envasa en botellas de vidrio oscuro y se mantiene en refrigeración.

Tintura 75 % Se utilizó 86.6 ml de alcohol etílico de 70° a los cuales se les agregó 62.5 g de hojas frescas de achiote previamente picado, se envaso en frascos de vidrio oscuro y se dejó macerar durante 1 mes. Posteriormente se cuela el producto y se envasa en botellas de vidrio oscuro y se mantiene en refrigeración.

4.6 PREPARACIÓN DEL MEDIO DE CULTIVO:

Se pesan 13 gr. del medio Agar Saboreaud en una hoja de papel y se mezcla con 200 ml. de agua destilada en un erlenmeyer, utilizando una cuchara plástica y se la tapa con papel aluminio. Esta mezcla se calienta en una estufa, agitando frecuentemente y se deja hervir por un minuto, con el fin de homogeneizarla y posteriormente, para esterilizar, se la lleva a autoclave a 121°C por 15 minutos.

¹⁰¹ ARGENTINA, MINISTERIO DE DESARROLLO HUMANO DE LA PROVINCIA DE FORMOSA. Normas técnicas para la elaboración de preparados con plantas. [on line] Provincia de Formosa, República de Argentina, 2003 [citado 30 agosto 2007] disponible en Internet: URL: http://www.altalegremia.com.ar/med_trad/NORMAS%20TECNICAS%20para%20la%20elaboracion%20de%20preparados%20con%20plantas.htm

A continuación se deja enfriar el medio, ya preparado, al aire libre y en seguida se distribuye en las cajas de petri, teniendo encendidos los mecheros alrededor, para evitar posibles contaminaciones y se dejan enfriar para que solidifiquen e inmediatamente se los lleva a refrigeración.

4.7 PROCEDIMIENTO PARA EVALUAR LA SENSIBILIDAD ANTIFÚNGICA:

Este procedimiento se basó en la metodología usada por Rivero López¹⁰², a la cual se le hizo una modificación, donde se agregó el uso de sensidiscos a parte de las perforaciones en el agar:

1. Se prepara el medio de cultivo Agar Saboreaud, como ya se ha descrito, y se mantiene a una temperatura de 50 ° centígrados en baño maría.
2. En un tubo de ensayo estéril, se mezclan partículas del hongo con agua destilada estéril (1 ml por caja de Petri) con el fin de homogeneizar el hongo.
3. Se mezcla la solución homogeneizada del hongo con el medio de cultivo y se deposita en las cajas de Petri (aproximadamente 10 ml).
4. Se preparan los sensidiscos con paño absorbente, de un diámetro de 5 mm y se dejan en las tinturas y controles para que se impregnen de las soluciones durante 30 minutos.
5. Una vez el medio coagula se realizan 5 perforaciones de 5 mm por caja y se coloca en cada perforación un sensidisco de cada tratamiento.
6. Posteriormente se llevan a incubadora a 26°C durante 7 días.

Transcurridos los 7 días se procede a realizar las mediciones de los halos, se realizan 2 mediciones de cada halo y se promedia.

En la Figura 5. Se observan los sensidiscos utilizados en el estudio.

¹⁰² RIVERO LOPEZ, Miguel, ALVAREZ GONZALEZ, Manuel, LOPEZ ACOSTA, Tania *et al.* Actividad antifúngica in Vitro del *Pinus caribaea* (pino macho). *Rev. Cubana Plant Med.* [Online]. Ene.-abr. 1997, Vol.2, no.1 [citado 01 mayo 2007], p.25-29. Disponible en la World Wide Web: <http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1028-7961997000100006&lng=es&nrm=iso>.

Figura 5. Sensidiscos usados en el estudio.



4.8 COSTOS

Según Gayle ¹⁰³ se entiende como costos a todo lo que tiene que pagar el fabricante para producir una mercancía o prestar un servicio, es uno de los elementos más importantes para realizar las proyecciones o planeaciones de un negocio.

Costo es toda cantidad de dinero que se debe erogar para pagar lo que se requiere en la operación de una empresa.

De acuerdo con su grado de variabilidad o comportamiento los costos se dividen en costos variables y costos fijos:

4.8.1 Costos Variables (CV): hacen parte de los costos totales, son aquellos costos que no permanecen constantes, sufren una variación ante el volumen de producción, ventas o compras de manera directa, o sea que se afectan de acuerdo al volumen de producción (o ventas), por ejemplo, el material que va a utilizarse cambiará de acuerdo con el número de artículos o servicios que se produzca (materia prima por unidad de producto, costos de fabricación, empaques, etc.)

4.8.2 Costos fijos (CF): Son aquellos que permanecen constantes en un periodo de tiempo sin importar si cambia el volumen de producción, ventas o compras, es una cantidad de dinero constante para un volumen establecido. Por ejemplo, el arrendamiento o los sueldos se pagan independientemente de si se produce o vende en un periodo determinado. (Gastos de oficina, gastos administrativos y

todos aquellos que no se puedan asociar directamente a la fabricación de cada unidad de producto o prestación de servicios de la empresa)

4.8.3 Costo Total (CT) El costo total incluye la suma de todos los costos que están asociados al proceso de producción de un bien, es decir es la suma de costos fijos y costos variables

El costo total del producto se obtiene así:

Costo Total (CT) = Costo Variable CV + (Costos Fijos CF/producción esperada).

¹⁰³ GAYLE, Leticia. Contabilidad y administración de costos. 6 ed. México, Editorial McGraw-Hill. 1999. p. 480-490.

5. DISEÑO METODOLÓGICO

5.1 LOCALIZACIÓN

El presente estudio se realizó en el municipio de San Juan de Pasto, departamento de Nariño Colombia, el cual se encuentra a una altitud de 2640 msnm, con una precipitación promedio de 850 mm. por año, humedad relativa del 70% y una temperatura promedio de 14^o C. Fajardo, R. y Cifuentes, J.¹⁰⁴

5.2 MUESTRA

Las muestras se obtuvieron de los cuyes que presentaban signos de dermatofitosis de la Granja experimental Botana propiedad de la Universidad de Nariño durante el mes de septiembre de 2007.

Los cuyes muestreados fueron los siguientes:

Cuadro 3. Animales y muestras usados en el estudio

| Cuy No. | Sexo | Muestra |
|----------------|-------------|-----------------|
| 244 | Hembra | Raspado de cara |
| 166 | Macho | Raspado de cara |
| 166 | Macho | Raspado lomo |
| 246 | Macho | Raspado de cara |
| 243 | Macho | Raspado de cara |
| 123 | Macho | Raspado de cara |
| 151 | Hembra | Raspado de cara |

A los cuales se les hizo un raspado de piel de las zonas afectadas, también se tomó pelos de alrededor de la zona alopecica y se hizo impresiones de la piel afectada con cinta adhesiva.

¹⁰⁴ FAJARDO, Rota y CIFUENTES, Jorge. Diccionario geográfico de Colombia. Santa Fe de Bogotá. D.C.: Instituto geográfico "Agustín Codazzi". P.350.

Estas muestras se colocaron entre portaobjetos para su traslado al Laboratorio de la clínica veterinaria Carlos Martínez Hoyos de la Universidad de Nariño.

Figura 6. Lesiones de dermatofitosis en los animales muestreados



Figura 7. Lesiones en el lomo de los animales muestreados



Figura 8. Lesiones cutáneas de los animales objeto de muestra



Se procedió a hacer el examen directo, como lo menciona Murillo¹⁰⁵ haciendo montajes al microscopio de las muestras de piel y pelos tomadas de los cuyes, entre un portaobjetos y un cubreobjetos con hidróxido de potasio (KOH) al 10 %, se flameó la muestra, e inmediatamente se pasó al microscopio, esto con el fin de encontrar muestras positivas a dermatofitos, para posteriormente sembrarlas e identificar *Trichophyton sp.*

Las muestras que dieron resultado positivo a dermatofitos al examen directo, se condujeron posteriormente a su cultivo en cajas de petri en el medio agar Sabouraud.

Cuadro 4. Identificación de muestras para siembra

| Muestra No. | Examen directo |
|-------------|--|
| 123 | Lesión endotrix, se encontró una macroconidia en forma de cigarro, característico de <i>Trichophyton</i> |
| 166 | Lesión endotrix |
| 151 | Lesión endotrix |
| 243 | Lesión endotrix y exotrix |
| 244 | Lesión endotrix |
| 246 | - |

¹⁰⁵ MURILLO NEUFELD, Paulo. Op. Cit

Cultivo: Las muestras que dieron positivas al examen directo se procedieron a sembrar en el medio ya preparado con la técnica de punción, y se llevaron a incubadora con una temperatura de 26°C por 7 días. El número de cajas de petri cultivadas fueron 6 de la siguiente manera:

Cuadro 5. Siembras realizadas para el estudio

| No. de Caja | Muestra |
|-------------|------------|
| 1 | 123 (cara) |
| 2 | 244 (cara) |
| 3 | 166 (lomo) |
| 4 | 243 (cara) |
| 5 | 166 (cara) |
| 6 | 151 (cara) |

Transcurridos 7 días, se realizó la identificación de las colonias de hongos existentes, teniendo en cuenta las características microscópicas y las microscópicas para lo que se llevo a cavo un montaje en microscopio de la impronta de cada colonia con cinta adhesiva sobre un portaobjetos, aplicando azul de metileno para su observación al microscopio posterior identificación de *Trichophyton sp*.

Las colonias positivas a *Trichophyton sp* fueron las siguientes:

Cuadro 6. Identificación de colonias sembradas para el estudio

| Muestra | Caja | Descripción macroscópica | Descripción microscópica |
|---------|------|-------------------------------------|--|
| 123 | 1 | Colonia verde rugosa granular | Macroconidias en forma de cigarro, hifas septadas y largas y microconidias características de <i>Trichophyton sp</i> |
| 166 | 3 | Colonia verde rugosa granular | Hifas largas y septadas con microconidias, características de <i>Trichophyton sp</i> |
| 166 | 5 | Colonia rosa aplanada aterciopelada | Hifas septadas con microconidias en forma de racimo |

| | | | |
|-----|---|-------------------------------|--|
| 151 | 7 | Colonia verde rugosa granular | Hifas largas septadas y abundantes microconidias y algunas macroconidias en forma alargada de habano o cigarro |
|-----|---|-------------------------------|--|

Figura 9. Cajas con siembra de *Trichophyton sp.*



Se realizaron nuevamente siembras del *Trichophyton sp.* de las muestras 123 y 166 en 9 cajas de petri con el mismo procedimiento que las anteriores.

Trascurridos 7 días se evaluaron y se descartaron las cajas número 2 y 3 por contaminación.

Cuadro 7. Hongos contaminantes encontrados en las cajas sembradas

| No. Caja | Contaminación |
|----------|---------------|
|----------|---------------|

| | |
|---|------------------------|
| 2 | <i>Aspergillus sp</i> |
| 3 | <i>Penicillium sp.</i> |

Posteriormente se llevó a cabo el muestreo piloto con dos réplicas de cada tratamiento como lo indica el diseño experimental, con el fin de obtener el número de réplicas necesarias para continuar con el estudio. Por lo tanto se siembran 2 cajas con el hongos *Trichophyton sp.*

5.3 INSTALACIONES Y EQUIPOS

En el presente trabajo las instalaciones utilizadas fueron en su totalidad pertenecientes a la Universidad de Nariño, la toma de muestras se realizó en la Granja experimental Botana y su procesamiento y el análisis antifúngico se efectuó en la infraestructura de la Clínica veterinaria Carlos Martínez Hoyos.

Los equipos usados en el estudio corresponden a:

- Incubadora
- Baño maría
- Microscopio
- Refrigerador
- Autoclave.

Materiales para la toma de muestras (raspado de piel y muestras de pelo):

- Cuchillas de bisturí estériles
- Guantes de látex
- Portaobjetos
- Cinta adhesiva

Materiales para a preparación del medio de cultivo:

- Agar Sabouraud Dextrosa
- Balanza
- Agua destilada
- Estufa
- Autoclave
- Erlenmeyer
- Cajas de petri estériles
- Mecheros
- Hojas de papel

- Papel aluminio
- Cuchara plástica

Materiales para la elaboración de los tratamientos:

- Hojas frescas de achiote
- Alcohol etílico de 70°
- Botellas de vidrio oscuro
- Balanza
- Guantes.

5.4 DISEÑO EXPERIMENTAL

Se realizó en este estudio un Diseño experimental con un factor de efectos fijos (Modelo unifactorial de efectos fijos) los resultados se presentan en un análisis de varianza con un solo factor fijo, Y se realizó una prueba de contrastes múltiples de rango (Tukey).

Modelo unifactorial de efectos fijos:

$$X_{ij} = \mu_i + e_{ij}$$

X_{ij} = Efecto de las diferentes concentraciones *i* en la repetición *j*. (valor de la variable de respuesta correspondiente a la observación).

μ = Promedio de los tratamientos. (Concentraciones).

i = número de tratamientos. (Concentraciones) de 1 a 5.

j = número de repeticiones. 1, n.

e_{ij} = Residuos o variaciones debido al error.

Las hipótesis son las siguientes:

H₀ = $\mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4 = \mu_5$ (No hay diferencias entre los tratamientos)

H_a = $\mu_i \neq \mu_j$ para alguno de los valores $i \neq j$. $i, j = 1$ a 5

Para calcular el número de réplicas que se aplicaron de cada tratamiento se utilizó la siguiente fórmula:

$$r = 2 \times (\sigma / \delta)^2 \times (Z\alpha + Z\beta)^2$$

σ = Desviación estándar. Para su cálculo se hará un muestreo piloto con 2 réplicas de cada tratamiento.

δ = Diferencia mínima.

α = Significancia de acuerdo a los resultados de la muestra piloto va de 5 a 10%

$1-\beta$ = Probabilidad.

Utilizamos la siguiente tabla para calcular $(Z\alpha + Z\beta)^2$ en la prueba bilateral (dos colas)

| $1-\beta$ | β | α | | |
|-----------|---------|----------|-------|-------|
| | | 0.01 | 0.05 | 0.10 |
| 0.80 | 0.20 | 11.63 | 7.84 | 6.15 |
| 0.90 | 0.10 | 14.82 | 10.50 | 8.53 |
| 0.95 | 0.05 | 17.72 | 12.96 | 10.76 |

En la Tabla 2 se exponen los halos inhibitorios obtenidos en el preensayo.

Tabla 2. Preensayo realizado para obtener el número de repeticiones.

| Tratamientos (halos inhibitorios en cm) | | | | | |
|--|---------------------------------|--------------------------------------|-------------|-------------|-------------|
| Caja | Control positivo (nistatina) | Control negativo (alcohol 70°) | Tintura 25% | Tintura 50% | Tintura 75% |
| 1 | 1.2 | 0 | 0.2 | 0.4 | 0.8 |
| 2 | 1 | 0 | 0.2 | 0.4 | 0.8 |

Media (μ)= $\Sigma y_i / n \rightarrow 0.5$

Varianza (S^2)= $\Sigma (y_i - \mu)^2 / n - 1 \rightarrow$

En la Tabla 3 se muestra las varianzas obtenidas con los datos del preensayo.

Tabla 3. Varianza de los datos del preensayo.

| CAJA 1 | Varianza | CAJA 2 | Varianza |
|---------------|----------|---------------|----------|
| $(1.2-0.5)^2$ | =0.49 | $(1-.05)^2$ | =0.25 |
| $(0.2-0.5)^2$ | =0.09 | $(0.2-0.5)^2$ | =0.09 |
| $(0.4-0.5)^2$ | =0.01 | $(0.4-0.5)^2$ | =0.01 |
| $(0.8-0.5)^2$ | =0.09 | $(0.8-0.5)^2$ | =0.09 |
| $(0-0.5)^2$ | =0.25 | $(0-0.5)^2$ | =0.25 |

$\Sigma (y_i - \mu)^2 = 1.62$

$\Sigma (y_i - \mu)^2 / n - 1 \rightarrow 1.62 / 9 = 0.18$

Desviación estándar $S = \sqrt{S^2} \rightarrow \sqrt{0.18} = 0.424264068$

Diferencia mínima = 0.55 cm.

$r = 2 \times (0.424264.68 / 0.55)^2 \times 12.96$

$r = 2 \times (0.5950) / 12.96$

$r = 15.423$

El número de repeticiones óptimas para realizar el estudio es de 15 réplicas por cada tratamiento.

5.4.1 Variables a evaluar.

- **Diferencias entre tratamientos:** Se determinó a través del modelo estadístico unifactorial de efectos fijos

- **Porcentajes de inhibición relativa (PIR):** Se evaluó teniendo en cuenta la fórmula descrita por Rivero López “et al”¹⁰⁶, el porcentaje de inhibición relativa (PIR): asumiendo que el máximo efecto inhibitorio es el producto por el control positivo (CP), se determina el porcentaje de efecto de inhibición del crecimiento del microorganismo de cada extracto, relativo al CP.

Para el cálculo se procede de la siguiente manera:

$$\text{PIR} = \frac{\text{X diám. halo inhib. del extracto}}{\text{X diám. halo inhib. control positivo}} \times 100$$

- **Costos de elaboración de los tratamientos:** Se realizó un análisis parcial de costos de la elaboración de la tintura de achiote en sus diferentes concentraciones.

¹⁰⁶ RIVERO LOPEZ, Miguel. Op.Cit. p. 5.

6. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

6.1 MEDIDAS HALOS INHIBITORIOS

En la Tabla 4. Se enumeran los halos inhibitorios obtenidos con cada tratamiento.

Tabla 4. Halos inhibitorios obtenidos con los tratamientos

| CAJA Número | Halo inhibitorio en cm. | | | | |
|----------------|-------------------------|-----|-----|------|-----|
| | A | B | C | CP | CN |
| 1 | 0.2 | 0.4 | 0.8 | 1.2 | 0 |
| 2 | 0.2 | 0.4 | 0.8 | 1 | 0 |
| 3 | 0.4 | 1 | 1.6 | 2 | 0.4 |
| 4 | 0.7 | 0.9 | 1.1 | 2.8 | 0 |
| 5 | 1 | 1.5 | 2 | 2.6 | 0.5 |
| 6 | 0.7 | 1 | 1.3 | 2.7 | 0.5 |
| 7 | 0.6 | 0.8 | 1.2 | 2.8 | 0.3 |
| 8 | 0.7 | 0.9 | 1 | 2.6 | 0.4 |
| 9 | 0.8 | 1.1 | 1.4 | 2.85 | 0.5 |
| 10 | 0.7 | 1 | 1 | 2 | 0 |
| 11 | 0.5 | 0.6 | 0.7 | 1.8 | 0.5 |
| 12 | 0.7 | 0.8 | 0.9 | 1.5 | 0.2 |
| 13 | 0.6 | 0.8 | 0.8 | 1.8 | 0.1 |
| 14 | 0.5 | 0.7 | 0.8 | 1.6 | 0 |
| 15 | 0.4 | 0.6 | 0.8 | 2 | 0.2 |

A= Tintura 25%

B= Tintura 50%

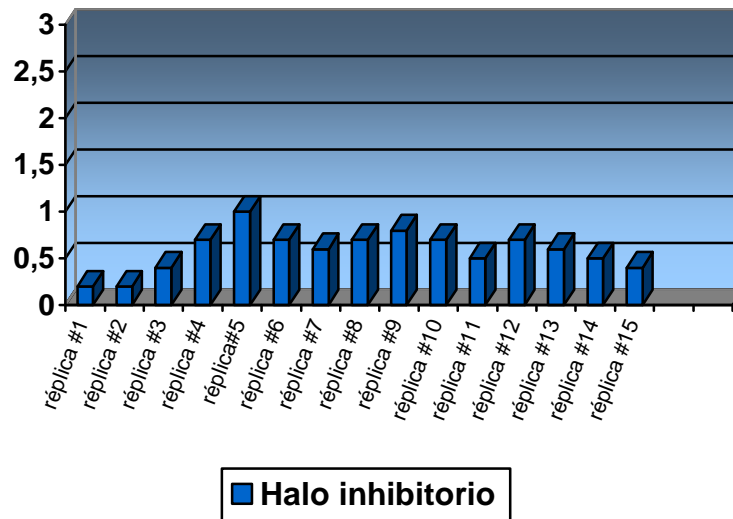
C= Tintura 75%

CP= Nistatina

CN= Alcohol etílico 70°

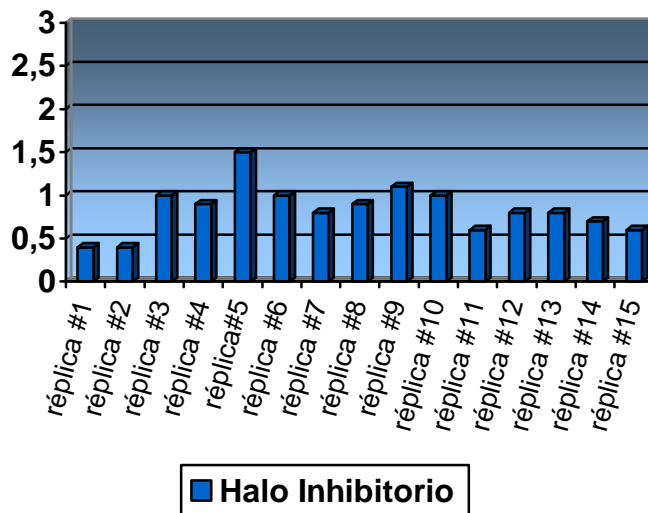
En la Figura 10. Se observa los resultados de las mediciones del halo inhibitorio obtenido con la tintura de achiote al 25%. En el cual el máximo halo inhibitorio obtenido es de 1 cm. y el mínimo de 0.2 cm.

Figura 10. Resultados halos inhibitorios de la tintura de achiote al 25%



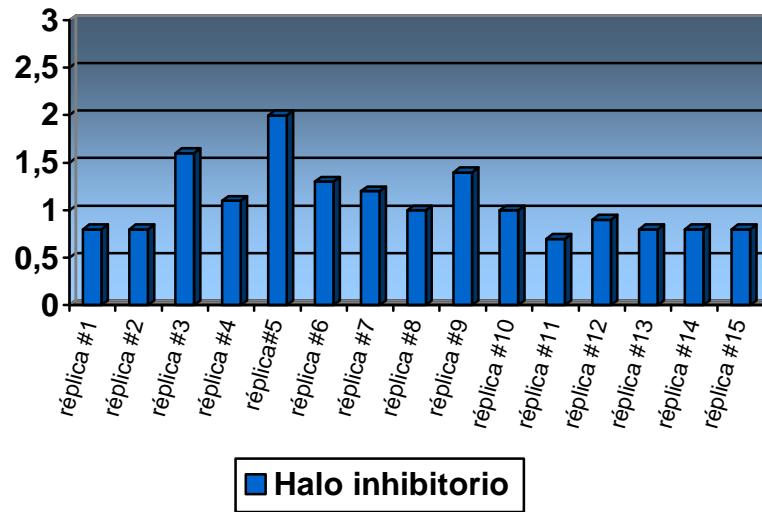
En la Figura 11. se observa los resultados de las mediciones del halo inhibitorio obtenido con la tintura de achiote al 50%. En el cual el máximo halo inhibitorio obtenido es de 1.5 cm. y el mínimo de 0.4 cm.

Figura 11. Resultados halos inhibitorios de la tintura de achiote al 50%



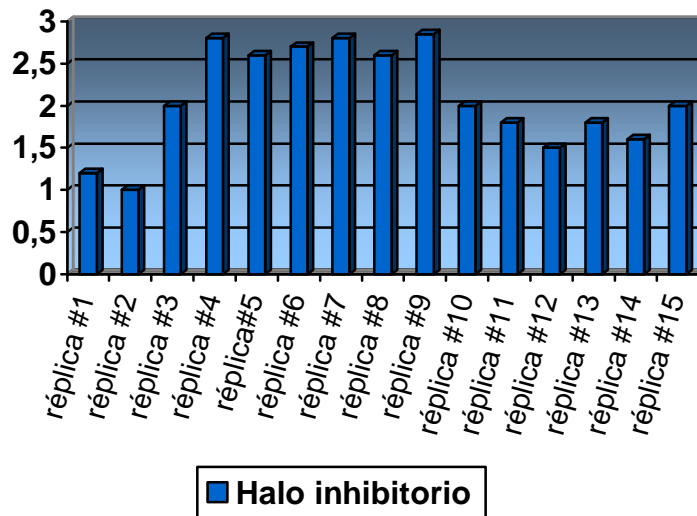
En la Figura 12. se observa los resultados de las mediciones del halo inhibitorio obtenido con la tintura de achiote al 75%. En el cual el máximo halo inhibitorio obtenido es de 2 cm. y el mínimo de 0.7 cm.

Figura 12. Resultados halos inhibitorios de la tintura de achiote al 75%



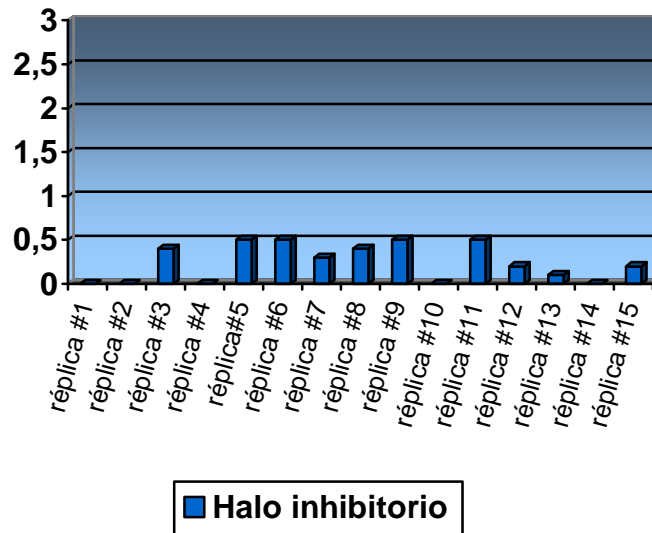
En la Figura 13. se observa los resultados de las mediciones del halo inhibitorio obtenido con el control positivo Nistatina. En el cual el máximo halo inhibitorio obtenido es de 2.8 cm. y el mínimo de 1 cm.

Figura 13. Resultados halos del control positivo (nistatina)



En la Figura 14. Se observa los resultados de las mediciones del halo inhibitorio obtenido con el control negativo alcohol etílico de 70°. En el cual el máximo halo inhibitorio obtenido es de 0.5 cm. y el mínimo de 0 cm.

Figura 14. Resultados halos del control negativo (Alcohol 70°)



6.1.1 Análisis de varianza unifactorial (ANOVA simple)

Tabla 5. ANOVA para Halo inhibitorio según tratamiento.

| Análisis de la Varianza | | | | | |
|-------------------------|----------------|-------------|----------|------------|---------|
| Fuente | Sumas de cuad. | Gl Cuadrado | Medio | Cociente-F | P-Valor |
| Entre grupos | 29.326 | 4 | 7.3315 | 53.93 | 0.0000 |
| Intra grupos | 9.51567 | 70 | 0.135938 | | |
| Total (Corr.) | 38,8417 | 74 | | | |

La Tabla 15. ANOVA descompone la varianza de Halo inhibitorio en dos componentes: un componente entre grupos y un componente dentro de los grupos.

El F-ratio, que en este caso es igual a 53,9326, es el cociente de la estimación entre grupos y la estimación dentro de los grupos.

Puesto que el p-valor del test F es inferior a 0,05, hay diferencia estadísticamente significativa entre las medias del halo inhibitorio de un nivel de tratamiento a otro para un nivel de confianza del 95,0%.

Para determinar las medias que son significativamente diferentes unas de otras, se realiza el Test de Rangos Múltiples.

6.1.2 Prueba de contraste múltiple de rango (Tukey)

Contraste Múltiple de Rango para Halo inhibitorio según Tratamiento

Método: 95,0 porcentaje HSD de Tukey

Tabla 6. Medias de los tratamientos.

| Tratamiento | Frecuencia. | Media |
|-----------------------|-------------|----------|
| Control negativo (CN) | 15 | 0,24 |
| 25% (A) | 15 | 0,58 |
| 50% (B) | 15 | 0,833333 |
| 75% (C) | 15 | 1,08 |
| Control positivo(CP) | 15 | 2,08333 |

Tabla 7. Test Tukey

| Contraste | Diferencias |
|-----------|-------------|
| A - B | -0.253333 |
| A - C | *-0.5 |
| A - CN | 0.34 |
| A - CP | *-1.50333 |
| B - C | -0.246667 |
| B - CN | *0.593333 |
| B - CP | *-1.25 |
| C - CN | *0.84 |
| C - CP | *-1.00333 |
| CN - CP | *-1.843333 |

* indica una diferencia significativa

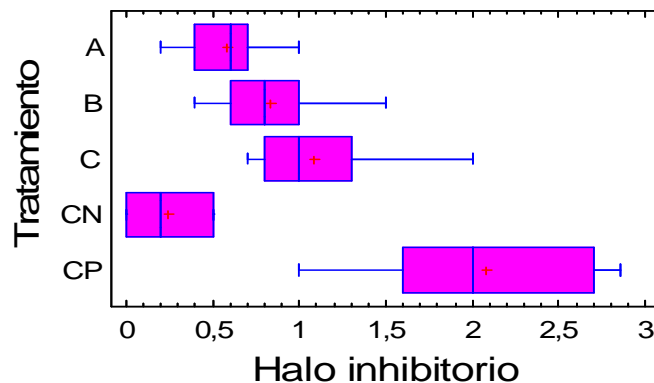
Esta tabla aplica un procedimiento de comparación múltiple para determinar las medias que son significativamente diferentes unas de otras. La mitad inferior de la salida muestra la diferencia estimada entre cada par de medias.

El asterisco que se encuentra al lado de los 7 pares, indica que éstos muestran diferencias estadísticamente significativas a un nivel de confianza 95,0%. El método actualmente utilizado para discernir entre las medias es el procedimiento de la diferencia más francamente significativa de Tukey (HSD). Con este método, hay un 5,0% de riesgo de considerar uno o más pares como significativamente diferentes cuando su diferencia real es igual a 0.

La prueba de Tukey nos indica que existen diferencias significativas con un 95% de confianza, entre los siguientes tratamientos:

- Tintura al 25% vs. Tintura al 75%
- Tintura al 25% vs. Control positivo
- Tintura al 50% vs. Control negativo
- Tintura al 50% vs. Control positivo
- Tintura al 75% vs. control negativo
- Tintura al 75% vs. Control positivo

Figura 15. Resultados obtenidos con todos los tratamientos



A = Tintura de achiote al 25%

B= Tintura de achiote al 50%

C= Tintura de achiote al 75%

CN= Control negativo (alcohol 70°)

CP= Control positivo (nistatina)

La nistatina presenta las diferencias más significativas, con respecto a los demás tratamientos.

Estos resultados son esperados, pues la nistatina es un producto usado como control positivo, es químicamente puro con cualidades antifúngicas y con el cual se compara los extractos de hojas de achiote, que son un producto natural donde el compuesto activo con la actividad antifúngica se encuentra diluido y mezclado con gran cantidad de otras sustancias que lo componen por lo que su acción debe ser menor que la nistatina.

6.2 Porcentajes de inhibición relativa (PIR)

La Tabla 18. muestra los porcentajes de inhibición relativa de los extractos de tintura de achiote, frente al control positivo (nistatina), observamos que estos muestran una significativa capacidad antifúngica.

Observamos que la tintura al 75% presenta un PIR de 53.6% lo que nos indica que posee actividad antifúngica contra el *Trichophyton* sp. del cual, al igual que la tintura al 50% que presenta un PIR de 40.4%, lo cual significa que posee una actividad antifúngica en menor grado comparada con la tintura al 75%.

Esto concuerda los estudios realizados por Cáceres y Saravia “Bioensayos con plantas medicinales en Guatemala 1994”¹⁰⁷. (Ver numeral 4.4.10 Estudios clínicos, pág. 72).

Se puede observar que la tintura al 25% como el alcohol de 70°, no presentan actividad antifúngica relevante.

Esto se comprueba aplicando el test de rangos múltiples (Tukey) donde se demuestra estadísticamente que existen diferencias significativas entre los tratamientos.

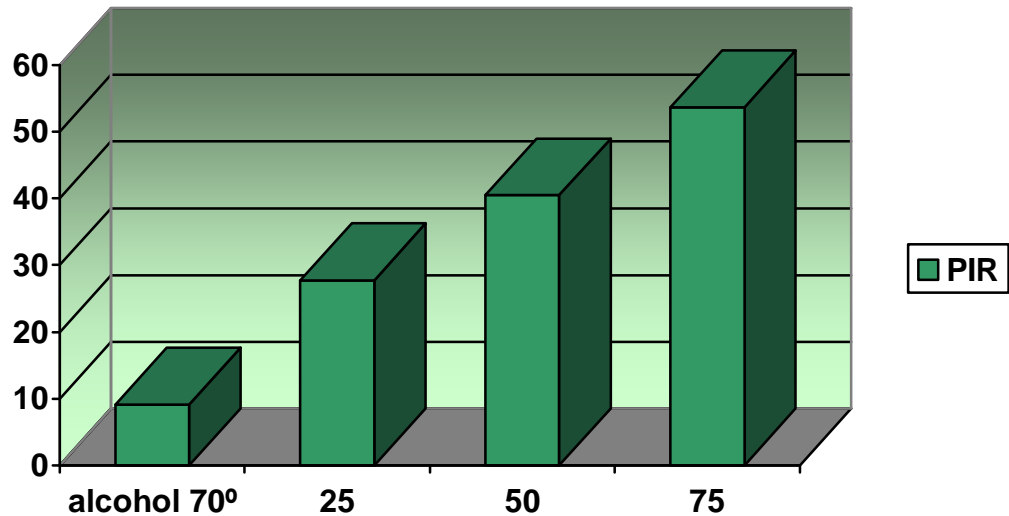
¹⁰⁷ CACERES Y SARAVIA. Op. Cit.

Tabla 8. Porcentajes de inhibición relativa obtenidos con los tratamientos.

| Porcentajes de inhibición relativa PIR | | | |
|---|---------------------|--------------------|--------------------|
| Alcohol 70 ° | Tintura 25 % | Tintura 50% | Tintura 75% |
| 0 | 16,66 | 33,33 | 66,66 |
| 0 | 20 | 40 | 80 |
| 10 | 20 | 50 | 80 |
| 17,54 | 28 | 38,6 | 49,12 |
| 15,38 | 26,9 | 34,61 | 38,46 |
| 19,23 | 38,46 | 57,7 | 76,92 |
| 0 | 25 | 32,14 | 39,28 |
| 18,5 | 25,92 | 37,03 | 48,14 |
| 10,71 | 21,42 | 28,57 | 42,85 |
| 0 | 35 | 50 | 50 |
| 16,6 | 27,7 | 33,3 | 38,8 |
| 0 | 31,25 | 43,75 | 50 |
| 13,3 | 46,6 | 53,3 | 60 |
| 5,5 | 33,3 | 44,4 | 44,4 |
| 10 | 20 | 30 | 40 |
| 9,1173333 | 27,7473333 | 40,448667 | 53,642 |

En la Figura 16. se grafica los resultados del PIR.

Figura 16. Porcentajes de inhibición relativa



6.3 ANÁLISIS DE COSTOS DE LAS TINTURAS DE ACHIOTE

Teniendo en cuenta los materiales requeridos para la elaboración de las tinturas, se deducen los siguientes costos:

En la Tabla 9 se observan los costos de producción para la tintura de hojas de achiote en concentración del 25%

Tabla 9. Costo unitario de producción para 1000 cc de tintura de achiote al 25%

| Detalle | Cantidad | Precio |
|-----------------|----------|-------------|
| Alcohol de 70° | 1000cc | 4286 |
| Achiote (hojas) | 250g | 1000 |
| Mano de obra | ½ hora | 904 |
| Servicios | ½ hora | 500 |
| Total | | 6690 |

En la Tabla 10 se observan los costos de producción para la tintura de hojas de achiote en concentración del 50%

Tabla 10. Costo unitario de producción para 1000 cc de tintura de achiote al 50%

| Detalle | Cantidad | Precio |
|-----------------|-----------------|---------------|
| Alcohol de 70° | 1000cc | 4286 |
| Achiote (hojas) | 500g | 2000 |
| Mano de obra | ½ hora | 904 |
| Servicios | ½ hora | 500 |
| Total | | 7690 |

En la Tabla 11 se observan los costos de producción para la tintura de hojas de achiote en concentración del 75%

Tabla 11. Costo unitario de producción para 1000 cc de tintura de achiote al 75%

| Detalle | Cantidad | Precio |
|-----------------|-----------------|---------------|
| Alcohol de 70° | 1000cc | 4286 |
| Achiote (hojas) | 750g | 3000 |
| Mano de obra | ½ hora | 904 |
| Servicios | ½ hora | 500 |
| Total | | 8690 |

(Alcohol: 350 cc = \$ 1500 entonces 1000 cc = 4286, Mano de obra: salario mínimo mensual vigente \$ 433700 / 30 días/ 8 horas laborales/ 2 = \$ 904, Servicios (agua, Luz, Teléfono): se supone un consumo mensual de \$ 240000 /30 días / 8horas laborales / 2 = \$ 500)

En la Tabla 12 se observan los costos totales de producción para la tintura de hojas de achiote.

Tabla 12. Costos totales de la elaboración de la tinturas de achiote

| Detalle | Cantidad | Tintura al 25% | Tintura al 50% | Tintura al 75% |
|-----------------|----------------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| Alcohol de 70° | 1000cc | 4286 | 4286 | 4286 |
| Achiote (hojas) | 250, 500, y 750g respectivamente | 1000 | 2000 | 3000 |
| Mano de Obra | ½ hora | 904 | 904 | 904 |
| Servicios | ½ hora | 500 | 500 | 500 |
| | Total | 6690 | 7690 | 8690 |

Se puede observar que el único cambio en los costos unitarios de producción para una misma cantidad de producto en sus diferentes presentaciones 25%, 50% y 75%, se encuentra en el valor del achiote (hojas) debido al cambio en su cantidad (250 g, 500 g y 750 g respectivamente), necesario para obtener la concentración del producto. Estableciéndose una relación directamente proporcional entre cantidad de achiote (hojas) y el grado de concentración de cada tintura, lo que afecta el costo total de cada producto.

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 CONCLUSIONES

- La tintura al 75% y al 50% a base de hojas del achiote en alcohol etílico de 70°, demostró tener actividad antifúngica con un porcentaje de inhibición relativa (PIR) del 53.6% y 40.44%. respectivamente.
- La tintura al 25% a base de hojas del achiote en alcohol etílico de 70°, no demostró tener actividad antifúngica significativa, con un porcentaje de inhibición relativa (PIR) del 27.7%.
- El alcohol etílico de 70° usado como control negativo no demostró tener actividad antifúngica, con un porcentaje de inhibición relativa (PIR) de 9.11%.
- Con un nivel de confianza del 95%, podemos concluir que existen diferencias significativas entre la tintura al 25% vs. Tintura 75%; tintura 25% vs. control positivo (nistatina); tintura 50% vs. control negativo (alcohol etílico 70°); tintura al 50% vs. control positivo (nistatina); tintura al 75% vs. control positivo (nistatina); tintura 75% vs. control negativo (alcohol etílico 70°).
- Los costos de producción de la tintura al 75%, al 50% y al 25%, para producir 1000 cc, son de \$8690, \$7690 y \$6690 pesos respectivamente lo cual es proporcional a la cantidad de material requerido para su elaboración.

7.2 RECOMENDACIONES

- Evaluar la actividad antifúngica del achiote, en estudios in vivo para confirmar su eficacia y descartar posibles efectos de toxicidad aguda, subaguda y crónica.

- Divulgar los resultados obtenidos en esta investigación, con el fin de dar a conocer el efecto antifúngico de la tintura del achiote como una alternativa de tratamiento contra la dermatofitosis del cuy.
- Realizar estudios farmacológicos específicos par determinar, el o los principios activos que posean actividad antifúngica presentes en el achiote.
- Estudiar el efecto de otras plantas medicinales con efectos antifúngicos, como el ajo (*Allium Savitum*), la caléndula (*Calendula officinalis*), pino macho, (*Pinus caribaea*) como potenciales fitoterapias en las explotaciones de cuyes.

BIBLIOGRAFÍA

_____. El achiote (*Bixa orellana* L.). Serie de Boletines Técnicos para el Agricultor. Proyecto Agroforestal ANAI-CINDE, Talamanca, Limón, Costa Rica. Boletín Técnico No. 1, abril 1985. 14 p.

_____. ACHIOTE. [On line] Ecuador. 2004. [Citado 20 noviembre 2007], Disponible en Internet: <URL: http://www.sica.gov.ec/agronegocios/est_peni/DATOS/COMPONENTE3/achiote.htm>

ALIAGA, J. Manual del achiote. Editorial Fundeagros. Lima Perú. 1992 .117 p.

AMAZON NUTRITION. Achiote (*Bixa orellana*), [On line] Perú [Citado 21 agosto 2007] Disponible en Internet: <URL: <http://www.ptnsa.com/achiote.html>>

ANTUNEZ SANCHEZ, Guillermo. RAMIREZ SANCHEZ, Waldo., et. al. Dermatofitosis bovina. Monografías.com. [On line]. El Salvador, Julio de 2002 [Citado 26 noviembre 2007] Disponible en Internet <URL: <http://www.monografias.com/trabajos10/dermat/dermat.shtml?monosearch>>

ANZALONE CANTON, Leonardo, "et al". Manual de toma de muestras para estudio bacteriológico, parasicológico y micológico. [On line] Departamento de laboratorio clínico, Repartición microbiología, Facultad de medicina. Montevideo - Uruguay 2004. [Citado 28 de abril 2007] Disponible en Internet:< URL: <http://www.bvsops.org.uy/pdf/laboratorio.pdf>>

ARCE, Jorge. El achiote: Generalidades sobre el cultivo. Actividades en Turrialba 2 (4): 6-8. 1983

ARCE, Jorge. Achiote (*Bixa orellana* L.). Cultivo promisorio para el trópico. Ed. Earth. Guácimo, Costa Rica 1999. 1ª edición. 49 p.

ARCHIVA CHAVEZ, Moises. CHOTO MARTEL, Jorge y BARRIENTOS, José. Dermatofitos - dermatomicosis. Monografías.com. [On line]. El Salvador, Julio de 2005 [Citado 26 noviembre 2007] Disponible en Internet <URL: <http://www.monografias.com/trabajos24/dermatomicosis/dermatomicosis.shtml>>

ARGENTINA, MINISTERIO DE DESARROLLO HUMANO DE LA PROVINCIA DE FORMOSA. Normas técnicas para la elaboración de preparados con plantas. [On line] Provincia de Formosa, República de Argentina, 2003 [Citado 30 agosto 2007] disponible en Internet: URL:

http://www.altaalegremia.com.ar/med_trad/NORMAS%20TECNICAS%20para%20a%20elaboracion%20de%20preparados%20con%20plantas.htm

AVILA, H. El cultivo del achiote. Boletín Técnico INCORA. Bogotá, 10: 23 –28. 1979.

BERRIO, Luís. Generalidades sobre el cultivo y posible aprovechamiento del achiote (*Bixa orellana* L.) En Colombia. En: Seminario Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Agrícolas, Medellín, 1975. 33 p

BEZADA Q., Sandra, NOE M., Norma, BEJAR C., Vilma et al. Cloruro de benzalconio en el tratamiento de la dermatomycosis causada por *Trichophyton* sp. En el cuy (*Cavia cobayo*). Rev. investig. Vet. Perú. [On line]. ene. /jun. 2004, Vol.15, no.1 [Citado 01 Mayo 2007], p.8-12. Disponible en Internet: <URL: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1609-91172004000100002&lng=es&nrm=iso>. ISSN 1609-9117.

BOLGROUP. Achiote (*bixa orellana*), Alivio para el dolor prostático. [On line] Bolivia 2005 [Citado 26 septiembre 2007] Disponible en Internet: <URL: <http://ccbogroup.com/achiote\Achiote,Urucu,bixa%20orellana,annato,quinoa.htm>

CHAUCA, Lilia, Producción de cuyes (*Cavia porcellus*), [On line], La Molina, Perú., Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, 1997. [Citado 28 Abril de 2007] Disponible en Internet: <http://www.fao.org/DOCREP/W6562s/W6562s00.htm>

CABALLERÍA, Ana. SEGARRA MARTÍNEZ Consuelo y BOSQUE VALL Montserrat. *Microsporun Canis*, características y diagnóstico. Unidad de Microbiología del Hospital Arnau de Vilanova. [On line] 2004, Valencia (España) [Citado 22 noviembre 2007] Disponible en Internet: <URL: http://www.seimc.org/control/revi_Mico/dermatof.htm

CABAÑEZ SAENZ, Javier. Identificación de hongos dermatofitos. Guía Práctica de Identificación y Diagnóstico en Micología Clínica. Revista iberoamericana de micología. [On line]. Bilbao, 2001. Cap. 12 [Citado 21 noviembre 2007] Disponible en Internet <URL: <http://www.guia.reviberoammicol.com/Capitulo12.pdf>> ISBN: 84-607-3050-6

CACERES, Armando y SARAVIA, Amarillis. Bioensayos con plantas medicinales en Guatemala, 1994. En: IV CONGRESO ITALOAMERICANO DE ETNOMEDICINA “FELICE FONTANA” (1995 Quito Ecuador) Etnomedicina. Progresos Italo Americanos Vol. II. Quito.1997.p. 34-57

LABORATORIO VETERINARIO ESPECIALIZADO VetLab (Chile). Conceptos para el diagnóstico microscópico de micosis dérmica en medicina veterinaria. [On line] Santiago (Chile), septiembre de 2005 [Citado 27 noviembre de 2007] Disponible en Internet: <URL: http://vetlab.blogspot.com/2005_09_01_archive.html>

CAÑIGUERAL, S. y VILA, R. Fitoterapia: concepto y límites. [On line]. 2005. España. [Citado 23 septiembre 2007, disponible en Internet >URL:<http://www.mundobelleza.com>>]

CASTELLO, M. PHATAK, A. CHANDRA, N. SHARON, M. Antimicrobial activity of crude extracts from plant parts and corresponding calli of *Bixa orellana* L. *Indian J Exp Biol.* Dec; 40 (12): 1378-81 [On line] U.S.A 2002. [Citado 5 diciembre de 2007]. Disponible en Internet. <URL: http://grande.nal.usda.gov/ibids/index.php?mode2=detail&origin=ibids_references&therow=724887>

CATALAN, S. Achiote: resumen de la información disponible; información para técnicos. Ministerio de agricultura. Guatemala. 1974. 16 p.

CAYCEDO, Alberto. Experiencias investigativas en la producción de Cuyes. Pasto, Colombia, Universidad de Nariño. 2000 p. 323

CERVANTES OLIVARES, R. Tiñas (Ringworm) [On line] Departamento de Microbiología e Inmunología, Universidad Nacional Autónoma de México. México D.F. (México), 2 marzo de 2004. [Citado 27 noviembre de 2007] Disponible en Internet: <URL: <http://www.dogues-argentins.com/jauriabrava/articulo16.htm>>

CONTRERAS G. J. A. El cultivo del Achiote. INIFAP. División Forestal. Tecnologías llave en mano. [On line]. 2002. México. p. 165-166. [Citado 20 noviembre 2007]. Disponible en Internet: <<http://www.ptnsa.com/achiote.html>>

CORDOBA, J. A. El achiote: cultivo, beneficio y posibilidad de exportación. Eso Agrícola (Colombia). Nova 34 (1): 3-7. 1987.

DIAZ, María Cristina. Dermatofitosis. Micosis superficiales y cutáneas, capítulo XX [On line]. 2006. p. 301. [Citado 18 abril 2007], Disponible en Internet: <URL: <http://www.med.uchile.cl/apuntes/archivos/2006/medicina/dermatofitosis-med2006pdf>>

INSTITUTO QUIMICO BIOLOGICO, (España). *Bixa orellana*. [On line] España. 3 de Diciembre de 2007. [Citado 5 diciembre 2007] Disponible en Internet: <URL:<http://www.iqb.es/cbasicas/farma/farma06/plantas/pb20sm.htm>>

FAO. ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN. [On line] 2005. Perú. [Citado 18 abril 2007] Disponible en Internet <URL: <http://www.fao.org/ag/agL/agll/rla128/iiap/iiap2/CapituloIII-01.htm>>

FITOTERAPIA. Fitoterapia.net. Achiote. [On line] 2003, España [Citado abril 18 2007] disponible en Internet: <URL: <http://www.interhiper.com/medicina/Fitoterapia/achiote.htm>>

FOSTER & SMITH, Inc. Ringworm in Rabbits & Guinea Pigs. Holly nash, DVM, MS. Veterinary services department. PetEducation.com [On line] 2007. [Citado 29 noviembre 2007] Disponible en Internet: <URL: <http://www.peteducation.com/article.cfm?articleid=2494>>

GARCIA, Barriga Hernando. Flora medicinal de Colombia. Botánica Medica Vol. 3. Instituto de Ciencias Naturales Universidad Nacional de Colombia. Bogotá .1975. p 218-224

GARCÍA, González Mildred. Plantas medicinales científicamente validadas. Laboratorio de Ensayos Biológicos – LEBi [On line]. Agosto de 2000 [Citado 21 agosto 2007]. Disponible en Internet: <http://www.cientec.or.cr/ciencias/articulos.html>

GAYLE, Leticia. Contabilidad y administración de costos. 6 ed. México, Editorial McGraw-Hill. 1999. p. 480-490.

GOMEZ, Arístides. Manual práctico de aromáticas y medicinales. Editorial Grupo agrovereda desarrollo rural y territorial. Bogotá 2003 p. 18-37.

GOMEZ, C.E. Estudio de la biología floral del achiote. (*Bixa orellana* L.) Tesis ing. Agr., Palmira, Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Agropecuarias, 1980. 71 p

GONZÁLEZ MADARIAGA, Yisel; PORTA APONTE, Tomás; MÉNDEZ TRIANA, Et al. Evaluación de la seguridad toxicológica dérmica de un extracto de *Bixa orellana* [On line] 2003. Cuba. [Citado 3 diciembre de 2007]. Disponible en Internet. <URL: <http://bases.bireme.br/cgi-bin/wxislind.exe/iah/online/?IscScript=iah/iah.xis&src=google&base=LILACS&lang=p&nextAction=Ink&exprSearch=389046&indexSearch=ID>>

FAJARDO, Rota y CIFUENTES, Jorge. Diccionario geográfico de Colombia. Santa Fé de Bogotá. D.C.: Instituto geográfico “Agustín Codazzi”. P.350.

HENAO, J. Proyectos específicos, Agroindustria, viabilidad. Convenio FDI_ CV C. Programa de promoción industrial para Buenaventura, 1978.23 p

HERBOTECNIA. Tecnología en producción de plantas medicinales, aromáticas y tintóreas. Achiote, [On line] Argentina 2006 [Citado 19 agosto 2007] Disponible en Internet: <URL:http://herbotecnia.com.ar/aut_bixa.html>

HERNANDEZ SAMPIERI, Roberto. FERNANDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar. Metodología de la Investigación. Ed. MacGraw Hill México. 1994.

IDROVO, D. Roosevelt. EL ACHIOTE Bixa orellana, [On line] 2005, Ecuador, [Citado 18 abril 2007], Disponible en Internet: <URL: http://www.sica.gov.ec/agronegocios/Biblioteca/Ing%20Rizzo/perfiles_productos/AACHIOTE.pdf>

INFOJARDIN. Achiote, Bija, Achiotillo, Achote, Analto, Anate, Bijo, Biza, Bizo, Onote. [On line] Bolivia. 2002. [Citado 23 septiembre 2007]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.hear.org/> - <http://www.nybg.org/>>

JAWETZ. MELNICK y ADELBERG. Microbiología Médica. México. Editorial Manual Moderno. 2002. 844 p.

LEON, J. Fundamentos Botánicos de los cultivos tropicales. San José, Costa Rica, IICA, 1968. P 449 - 450.

LLEONART, F. Dermatomicosis. Conejos y algo más [On line] Buenos Aires (Argentina) [Citado 29 noviembre de 2007] Disponible en Internet :< URL: <http://www.conejosyalgomas.com.ar/articulos023.asp?ootkey=228&ootest=3> >

MAHAN, L. Kathleen. Krause's Food, Nutrition and Diet Therapy. W.B Saunders Company, Toronto. 1996.

MARTINEZ, Maximino. Las plantas medicinales de México. 6th ed. Ediciones Botas, México, DF 1989. pp.: 24-26.

MARTINEZ, Vincent. Flavonoides. Revista botánica on line, [On line] España 2007 [Citado 21 agosto 2007] Disponible en Internet: <http://www.botanical-online.com/medicinalesflavonoides.htm>

MAXINE, Benjamín. Manual de patología clínica en Veterinaria. México D.F., Editorial Limusa S.A. 1991.

PERÚ. MINISTERIO DE AGRICULTURA, Realidad Y Problemática Del Sector Pecuario [On line], Perú, [Citado abril 18 2007], disponible en Internet: http://www.minag.gob.pe/pecuaria/pec_crianza_produccion_cuyes.shtml

MEDICINE. Dermatomicosis y micosis tropicales [On line]. Departamento de microbiología médica, Fundación Jiménez Díaz. Madrid (España), Marzo 2002.

Volumen 08 - Número 68 p. 3641 - 3650 [Citado 28 Noviembre de 2007]. Disponible en Internet <URL: http://db.doyma.es/cgi-bin/wdbcgi.exe/doyma/mrevista.go_fulltext_o_resumen?esadmin=si&pid=13029291>

MIRELES, Adalys Pilar. Achiote: planta mágica del continente americano [On line] Cuba [Citado agosto 21 2007]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.telepinar.co.cu/paginas/todasnoticias.asp?categoria=ciencia&id=2003>>

MORÓN RODRÍGUEZ, Francisco. Especies usadas tradicionalmente en Cuba con potencialidad para inhibir la agregación plaquetaria en pacientes. [On line] 2004. La Habana, Cuba. [Citado 3 diciembre de 2007]. Disponible en Internet. <URL: http://www.sld.cu/galerias/pdf/sitios/mednat/revision_dengue_y_plantas_rcpm__3_.pdf>

MOYA ACOSTA, Manuel. Dermatofitosis en cobayos de bioterio convencional de la Granja experimental "La Torcaz" [On line]. Agosto de 2005 [Citado 28 Abril 2007] p. 84 Disponible en Internet: <<http://72.14.209.104/search?q=cache:t8lakb2q97KJ:bibliofcv.veter.ucv.ve/revistafcv/pdf/Moyanew.pdf+dermatofitosis+cobayos&hl=es&ct=dak&cd=28gl=co>>

MOZQUERA, L. Sigifredo. Estudio agro económico del achiote (*Bixa orellana* L.) y sus perspectivas en el Municipio de Tumaco. Tesis de Grado. Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad de Nariño. Colombia. 1990. 145p.

MURILLO NEUFELD, Paulo. Diagnóstico Laboratorial de las Dermatofitosis. Revista del colegio de microbiólogos. [On line]. Río de Janeiro, Brasil, 2001 [Citado 30 abril 2007] Disponible en Internet <URL: <http://www.colegiomicrobiologoscr.org/Revista/2001-5%20Diagn%F3stico%20Laboratorial%20de%20las%20Dermatofitosis.doc>>

ORTEGON, Margarita y MORALES, Fernando. El cuy (*Cavia porcellus*). Pasto, Colombia: Marmor. 1987. p 294

PATÍÑO, V.M. Plantas cultivadas y animales domésticos en América equinoccial. Cali. Colombia. ed. Bedout, 1967. Tomo III. 569 p.

LABORATORIO NATURISTA CODEPLAM. "LINDA VIDA" (Perú). Resumen monográfico No. 0080. De la planta medicinal achiote. [On line] Perú, 2002. [Citado 19 de agosto de 2007]. Disponible en Internet: <URL: http://www.Perudata.com/lindavida/achiote_estudios.htm>

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN Y EXTENSIÓN AGRARIA (INIA), (Perú) Tecnologías propuestas por el programa de crianzas familiares [On line] Perú. Diciembre 2004. [Citado 25 septiembre 2007] Disponible en

Internet: <URL:
<http://www.perucuy.com/site/modules.php?name=News&file=article&sid=48> >

PERU ECOLOGICO.ONG [On line] 2007, Lima. Perú. [Citado abril 18 2007]
disponible en Internet: <URL: http://www.peruecologico.com.pe/med_achiote.htm

RASCON RISCO, Mónica. Dermatitis producidas por hongos: micosis
superficiales [On line] junio de 2001 [Citado 27 noviembre 2007] Disponible en
Internet <URL:
<http://estudiantes.medicinatv.com/apuntes/muestra.asp?id=346&idpg=2>

REJAS LOPEZ, Juan. Dermatología clínica Veterinaria. Facultad de Veterinaria
Universidad de León. [On line]. España, 2003 [Citado 22 noviembre 2007]
Disponible en Internet <URL:
<http://www3.unileon.es/personal/wwdmvjl/dermatopatas/dermatofitosis.htm>>

REZUSTA LÓPEZ, Antonio. SANCHEZ SOUSA, Aurora y GIL TOMAS, Joaquina.
Fundamentos básicos para el diagnóstico micológico. Guía Práctica de
Identificación y Diagnóstico en Micología Clínica. Revista iberoamericana de
micología. [On line]. Bilbao, junio de 2006. Cap. 3 [Citado 30 noviembre 2007]
Disponible en Internet <URL: <http://www.guia.reviberoammicol.com/Capitulo3.pdf>>
ISBN: 84-607-3050-6

RIVERA DE LEON, S. El cultivo del achiote. Centro Experimental “Los Brillantes”.
Mulua Retalheu, s.f. 11 p

RIVERA, E. R. El achiote una promesa para el salvador. 2 edición. Santa Tecla,
Centro Nacional de Tecnología agropecuaria. Circular N°80 1973. 12 p

RIVERO LOPEZ, MIGUEL, ALVAREZ GONZALEZ, MANUEL, LOPEZ ACOSTA,
TANIA et al. Actividad antifúngica in Vitro del Pinus caribaea (pino macho). Rev.
Cubana Plant Med. [On line]. Ene.-abr. 1997, Vol.2, no.1 [Citado 02 Mayo 2007],
p.25-29. Disponible en Internet:
<http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1028-47961997000100006&lng=es&nrm=iso>. ISSN 1028-4796.

SAGRERA FERRANDIZ, J. Plantas medicinales, Bogota: Iatros ediciones Ltda,
1993 (Enciclopedia de medicina natural medicinas alternativas) p. 15

SAMUS, Sergio. Dermatofitosis del conejo, micosis o tiña. Revistas de Cabaña
Lagunita nº 14, 15 y 16. Jujuy, [On line]. Argentina. 2006. [Citado en 28 Abril de
2007]. Disponible en Internet:< URL:
<http://www.pyme.mendoza.gov.ar/pdf/cursos/CONEJOS%20Lagunita.pdf>

SAZ, Pablo. Fitoterapia y Medicina Naturista. [On line] México 2003 [Citado 21 noviembre 2007] Disponible en Internet: <URL: http://www.unizar.es/med_naturista/plantas/plantas%20y%20mn.pdf

SERRANO G, SANDBERG F. Actividad antiinflamatoria de *Bixa orellana*: Informe TRAMIL. Universidad de Uppsala, Uppsala, Suecia. TRAMIL III, La Habana, Cuba, MINSAP/enda-caribe. 1988.

SILVA, Antonio. Producción de cuyes. [On line] Lima Perú. 2004, Universidad Nacional del Perú. [Citado 20 abril 2007], Disponible en Internet: <URL: <http://www.cuyes.com.pe.htm>>

THE CENTER FOR SECURITY & PUBLIC HEALTH, Iowa. La tiña, dermatofitosis. [On line]. Iowa State University. Abril de 2006. p. 1 [Citado 28 Noviembre de 2007]. Disponible en Internet URL:http://www.cfsph.iastate.edu/FastFacts/spanish/S_dermatophytosis.pdf

UNIÓN FARMACÉUTICA NACIONAL (Perú). Achiote: el Alivio del dolor prostático [On line] Perú, 2002. [Citado 20 noviembre de 2007]. Disponible en Internet: <URL: http://www.vidnatur.com/product_info.php?language=es&products_id=28 >

URCIA A, Flor y GUEVARA R, Miriam. Eficacia de Medios de Cultivo con Infusiones de Variedades de Papa en la Identificación del *Trichophyton rubrum*. Rev. Perú. med. exp. salud publica. [On line]. oct. /dic. 2002, Vol.19, no.4 [Citado 02 Mayo 2007], p.206-208. Disponible Internet : <http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-46342002000400008&lng=es&nrm=iso>. ISSN 1726-4634.

URQUIZA, G. Y ESTRADA, L. Algunas consideraciones económicas sobre el mercadeo de la semilla de achiote (*Bixa orellana* L.) Tesis Ing. Agr. Palmira, Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Agropecuarias, 1976. 43p.

VARCACEL, Maria José. Fitoterapia. [On line]. España. 2005 [Citado 23 septiembre 2007]. Disponible en Internet:< URL :[http://www.dsalud.com/fitoterapia-numero 17.htm](http://www.dsalud.com/fitoterapia-numero%2017.htm)>

WIKIPEDIA. La Enciclopedia libre. [On line] 2007, EE.UU. [Citado abril 30 2007] disponible en Internet: <URL:<http://es.wikipedia.org/wiki/Achiote>>

ZOTYEN, Q. E. Cultivo del achiote - *Bixa orellana*. [On line] 2002, EE.UU. [Citado 23 noviembre 2007] disponible en Internet: <URL:<http://www.agronegocios.gob.sv/Media/Articulos/>>

ANEXOS

Anexo A. Costos de producción del achiote 1 año

| COSTO DE PRODUCCION POR HECTAREA | | | | |
|-----------------------------------|----------------|-------------|----------------|-----------------------|
| CULTIVO: ACHIOTE | | | | |
| Distancia 3mX4m. | 1.- AÑO | | | |
| | UNIDAD | CANTIDAD | COSTO UNITARIO | COSTO TOTAL USD\$ |
| 1. MAQUINARIA: | | | | |
| 1.1 Preparacion de suelo | | | | |
| - Sudsolada | hm | 3,00 | 20,00 | 60,00 |
| - Arada | hm | 3,00 | 20,00 | 60,00 |
| - Rastrada | hm | 2,00 | 15,00 | 30,00 |
| - Nivelada | hm | 2,00 | 15,00 | 30,00 |
| 1.2 Transporte interno | hm | 6,00 | 6,00 | 30,00 |
| SUB-TOTAL (1) | | | | 210,00 |
| 2.- INSUMOS: | | | | |
| 2.1 Plantas | u | 876,00 | 0,80 | 626,00 |
| 2.2. Fertilizantes | | | | |
| - Gallinaza | kg | 2.000,00 | 0,02 | 48,00 |
| - Super fosfato triple | kg | 60,00 | 0,26 | 15,58 |
| - Sulfato de potasio | kg | 30,00 | 0,56 | 16,80 |
| - Urea | kg | 50,00 | 0,19 | 9,50 |
| - Micronutrientes | kg | 10,00 | 2,80 | 28,00 |
| 2.3 Fungicidas | kg | 2,00 | 34,20 | 68,40 |
| 2.4 Insecticidas | kg | 2,00 | 28,40 | 56,80 |
| 2.5 Herbicidas | kg | 4,00 | 5,80 | 23,20 |
| 2.6 Agua de Riego | m ³ | 500,00 | 0,04 | 20,00 |
| 2.7 Energia y Combustible | m ³ | 500,00 | 0,06 | 30,00 |
| SUB - TOTAL (2) | | | | 841,28 |
| 3.- MANO DE OBRA: | | | | |
| - Marcacion del terreno | j | 1,00 | 8,00 | 8,00 |
| - Apertura de hoyos | j | 5,00 | 8,00 | 40,00 |
| - Abonado | j | 2,00 | 8,00 | 16,00 |
| - Transplante | j | 4,00 | 8,00 | 32,00 |
| - Control de Malezas | j | 3,00 | 8,00 | 24,00 |
| - Controles Fitosanitarios | j | 4,00 | 8,00 | 32,00 |
| - Aplicacion Fertilizantes | j | 1,00 | 8,00 | 8,00 |
| - Poda | j | 2,00 | 8,00 | 16,00 |
| - Pintadas de troncos | j | 1,00 | 8,00 | 8,00 |
| - Revision de sistema de riego | j | 2,00 | 8,00 | 16,00 |
| - SUB - TOTAL (3) | | | | 200,00 |
| 4.- IMPREVISTOS (5%) | | | | |
| - SUB - TOTAL (4) | | | | 62,56 |
| TOTAL (1+2+3+4) | | | | 1.313,84 |
| hm= Horas de servicio de máquina. | | j =Jomales. | | kg/l = Kilos / Litros |

Fuente: www.sica.gov.ec/agronegocios/

Costos de producción de achiote 2 años

| | 2.- AÑO | | | |
|-----------------------------------|----------------|-------------|----------------|-----------------------|
| | UNIDAD | CANTIDAD | COSTO UNITARIO | COSTO TOTAL USD\$ |
| 1. MAQUINARIA: | | | | |
| - Rozada | hm | 8,00 | 10,00 | 80,00 |
| - Transporte interno | hm | 6,00 | 6,00 | 30,00 |
| SUB-TOTAL (1) | | | | 110,00 |
| 2.- INSUMOS: | | | | |
| 2.1. Fertilizantes | | | | |
| - Super fosfato triple | kg | 40,00 | 0,26 | 10,38 |
| - Sulfato de potasio. | kg | 60,00 | 0,56 | 33,60 |
| - Urea | kg | 70,00 | 0,19 | 13,30 |
| -Micronutrientes | kg | 20,00 | 2,80 | 56,00 |
| 2.2. Fungicidas | kg/l | 3,00 | 34,20 | 102,60 |
| 2.3. Insecticidas | kg | 4,00 | 28,40 | 113,60 |
| 2.4. Herbicidas | kg | 2,00 | 6,80 | 11,60 |
| 2.5. Agua de Riego | m ³ | 600,00 | 0,04 | 24,00 |
| 2.6. Energía y Combustible | m ³ | 600,00 | 0,06 | 36,00 |
| SUB - TOTAL (2) | | | | 401,08 |
| 3.- MANO DE OBRA: | | | | |
| - Deshierbas | j | 10,00 | 8,00 | 80,00 |
| - Controles Fitosanitarios | j | 8,00 | 8,00 | 64,00 |
| - Aplicación de fertilizantes | j | 4,00 | 8,00 | 32,00 |
| - Control de Malezas | j | 4,00 | 8,00 | 32,00 |
| - Poda | j | 4,00 | 8,00 | 32,00 |
| - Pintada de troncos | j | 2,00 | 8,00 | 16,00 |
| - Revisión de sistema de riego | j | 2,00 | 8,00 | 16,00 |
| - SUB - TOTAL (3) | | 34,00 | | 272,00 |
| 4.- IMPREVISTOS (5 %) | | | | 39,15 |
| SUB - TOTAL (4) | | | | 39,15 |
| TOTAL (1+2+3+4) | | | | 822,24 |
| hm= Horas de servicio de máquina. | | j =Jomales. | | kg/l = Kilos / Litros |

Fuente: www.sica.gov.ec/agronegocios

Costo de producción de achiote 3 año

| | 3.- AÑO | | | |
|-----------------------------------|----------------|--------------|----------|-----------------------|
| | UNIDAD | CANTIDAD | COSTO | COSTO |
| | | | UNITARIO | TOTAL USD\$ |
| 1. MAQUINARIA: | | | | |
| - Rozada | hm | 8,00 | 10,00 | 80,00 |
| - Fumigación | hm | 5,00 | 8,00 | 40,00 |
| - Transporte interno | hm | 5,00 | 6,00 | 30,00 |
| SUB-TOTAL (1) | | | | 150,00 |
| 2.- INSUMOS: | | | | |
| 2.1. Fertilizantes | | | | |
| - Urea | kg | 100,00 | 0,19 | 19,00 |
| - Super fosfato triple | kg | 60,00 | 0,26 | 15,60 |
| - Sulfato de potasio | Kg | 80,00 | 0,56 | 44,80 |
| - Micronutrientes | Kg | 30,00 | 2,80 | 84,00 |
| 2.2. Insecticidas | Kg | 2,00 | 28,40 | 56,80 |
| 2.3. Fungicidas | Kg | 4,00 | 34,20 | 136,80 |
| 2.4. Herbicidas | Kg | 2,00 | 5,80 | 11,60 |
| 2.5. Agua de Riego | m ³ | 700,00 | 0,04 | 28,00 |
| 2.6. Energía y Combustible | m ³ | 700,00 | 0,06 | 42,00 |
| SUB - TOTAL (2) | | | | 438,60 |
| 3.- MANO DE OBRA: | | | | |
| - Deshierbas | j | 5,00 | 8,00 | 40,00 |
| - Control de Malezas | j | 4,00 | 8,00 | 32,00 |
| - Controles Fitosanitarios | j | 8,00 | 8,00 | 64,00 |
| - Aplicación fertilizantes | j | 8,00 | 8,00 | 64,00 |
| - Control sistema de riego | j | 3,00 | 8,00 | 24,00 |
| - Pintada troncos | j | 3,00 | 8,00 | 24,00 |
| - Poda | j | 8,00 | 8,00 | 64,00 |
| - Cosecha | j | 10,00 | 8,00 | 80,00 |
| - SUB - TOTAL (3) | | | | 392,00 |
| 4.- IMPREVISTOS (5 %) | | | | 49,03 |
| - SUB - TOTAL (4) | | | | 49,03 |
| TOTAL (1+2+3+4) | | | | 1.029,63 |
| hm= Horas de servicio de máquina. | | j =Jornales. | | kg/l = Kilos / Litros |

Fuente: www.sica.gov.ec/agronegocios

Costo de producción de achiote 4 año

| | 4.- AÑO | | | |
|-----------------------------------|----------------|--------------|----------------|-----------------------|
| | UNIDAD | CANTIDAD | COSTO UNITARIO | COSTO TOTAL USD\$ |
| 1. MAQUINARIA: | | | | |
| - Rozada | hm | 8,00 | 10,00 | 80,00 |
| - Fumigación | hm | 10,00 | 8,00 | 80,00 |
| - Transporte interno | hm | 8,00 | 6,00 | 48,00 |
| SUB-TOTAL (1) | | | | 208,00 |
| 2.- INSUMOS: | | | | |
| 2.1. Fertilizantes | | | | |
| - Urea | Kg | 120,00 | 0,19 | 22,80 |
| - Super fosfato triple | Kg | 70,00 | 0,26 | 18,20 |
| - Sulfato de potasio | Kg | 100,00 | 0,56 | 56,00 |
| - Micronutrientes | Kg | 40,00 | 2,80 | 112,00 |
| 2.2. Insecticidas | Kg | 4,00 | 28,40 | 113,60 |
| 2.3. Fungicidas | Kg | 6,00 | 34,20 | 205,20 |
| 2.4. Herbicidas | Kg | 3,00 | 5,80 | 17,40 |
| 2.5. Agua de Riego | m ³ | 800,00 | 0,04 | 32,00 |
| 2.6. Energía y Combustible | m ³ | 800,00 | 0,06 | 48,00 |
| SUB - TOTAL (2) | | | | 625,20 |
| 3.- MANO DE OBRA: | | | | |
| - Deshierba | j | 5,00 | 8,00 | 40,00 |
| - Aplicación herbicidas | j | 4,00 | 8,00 | 32,00 |
| - Aplicación pesticidas | j | 8,00 | 8,00 | 64,00 |
| - Aplicación fertilizante | j | 8,00 | 8,00 | 64,00 |
| - Control sistema riego | j | 3,00 | 8,00 | 24,00 |
| - Apuntalamiento | j | 6,00 | 8,00 | 48,00 |
| - Pintada troncos | j | 5,00 | 8,00 | 40,00 |
| - Poda | j | 8,00 | 8,00 | 64,00 |
| - Cosecha | j | 12,00 | 8,00 | 96,00 |
| - SUB - TOTAL (3) | | | | 472,00 |
| 4.- IMPREVISTOS (5%) | | | | 65,26 |
| - SUB - TOTAL (4) | | | | 65,26 |
| TOTAL (1+2+3+4) | | | | 1.370,46 |
| hm= Horas de servicio de máquina. | | j =Jornales. | | kg/l = Kilos / Litros |

Fuente: www.sica.gov.ec/agronegocios

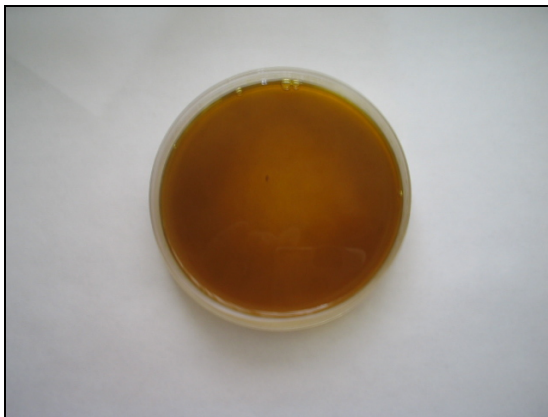
Anexo B. Elaboración de las tinturas de achiote



Hojas frescas de Achiote



Tintura en maceración



Tintura filtrada

Anexo C. Identificación de dermatofitos con KOH



Anexo D. Equipos



Incubadora

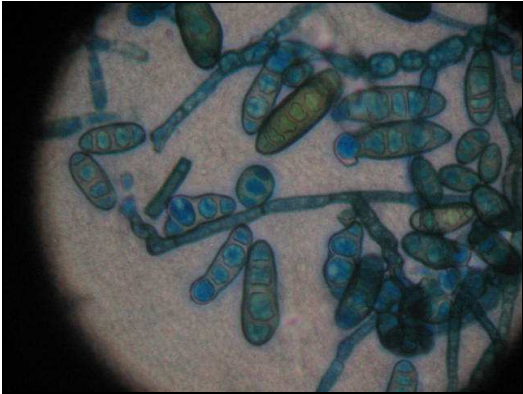


Microscopio

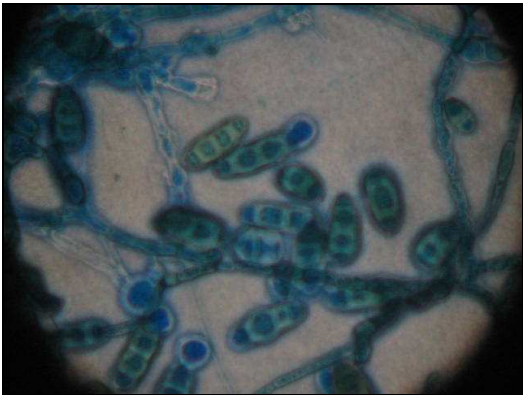


Cajas de Petri y medio de cultivo

Anexo E. *Trichophyton* sp. vista al microscopio



40x

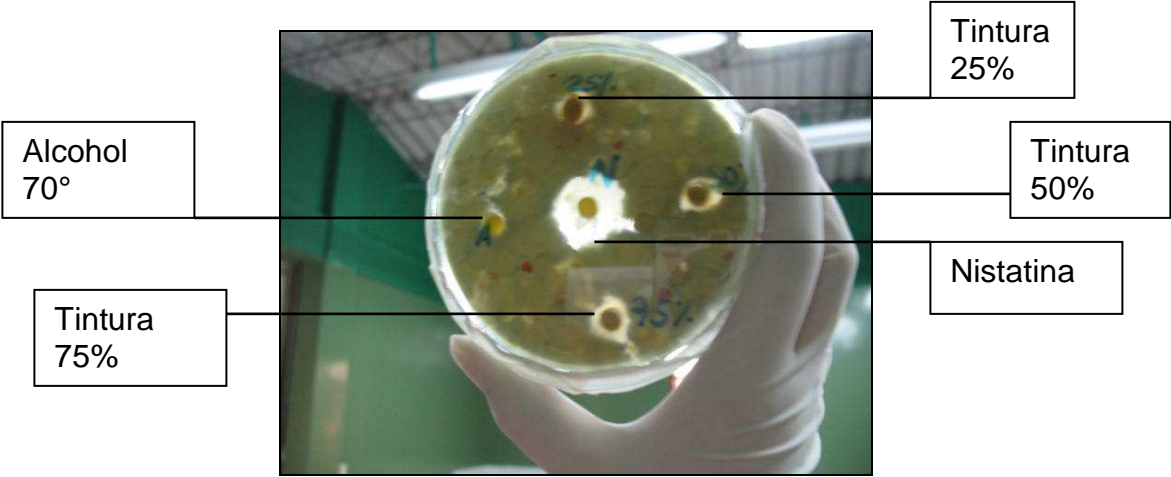


40x



40x

Anexo F. Halos Inhibitorios



Halos inhibitorios con tintura de achote