

## **Elaboración de un líquido desinfectante de limpieza multiusos a partir de material de poda de eucalipto**

Perla Rodríguez Salinas

Universidad Tecnológica Fidel Velázquez, Ex Hacienda la Encarnación Emiliano Zapata SN, El Tráfico,  
54400 Villa Nicolás Romero, Estado de México  
perla.rodriguez@yahoo.com

M. Ramos., V. Aguilera., (eds.) .Ciencias Naturales y Exactas, Handbook -©ECORFAN- Valle de Santiago,  
Guanajuato, 2013.

## **Abstract**

Due to the interest of the UTFV authorities to transform the institution into a sustainable campus, in 2011 the UTFV got the ISO 14001 certification; this fact has motivated research on new ways to reduce the environmental impact coming from the UTFV activities. This work consists in the "practical application" of traditional knowledge about the properties of the eucalyptus essential oil, in order to develop a more environmental friendly cleaning liquid and to reduce the environmental impact due to the UTFV cleaning activities. The cleaning liquid was obtained by the cold maceration method. The saturation time and the disinfection efficiency were determined. The materials availability and the production cost were determined too. The disinfecting power of the eucalyptus based cleaning liquid was found to be twice the disinfecting power of the cleaning commercial liquid used in the UTFV. It was also found that the eucalyptus cleaning liquid can be used just 24 hours after its preparation. The use of an eucalyptus based cleaning liquid is a good alternative for sustainable cleaning processes, because it reduces the water and soil pollution, and because it is also an 100% natural and biodegradable product.

## **13 Introducción**

### Descripción del problema

Contaminación originada por el uso indiscriminado de limpiadores comerciales.

Tradicionalmente, la limpieza se ha reconocido como una actividad fundamental para prevenir enfermedades, sobre todo las de origen microbiano, sin embargo, a lo largo de los años, en el afán de combatir a los agentes patógenos la sociedad ha desarrollado sustancias cada vez más efectivas en la erradicación de dichos agentes patógenos, que no solo son dañinas para los microorganismos, sino que también resultan tóxicas para la especie humana y contaminan el ambiente en general, por lo que el reto actual consiste en desarrollar productos que incrementen la eficacia en la limpieza pero que no representen un peligro de contaminación.

Certificación ISO-14001 de la UTFV: La UTFV recientemente fue certificada con la norma ISO-14001, como parte de un proyecto denominado "Universidad Sustentable". Como resultado de este acontecimiento se identificaron aspectos ambientales significativos y se propusieron medidas correspondientes a cada uno de ellos, sin embargo, como es bien sabido, la obtención del certificado ISO-14001 representa el inicio de un proceso de mejora continua, el cual requiere de propuestas que disminuyan el impacto ambiental generado por la institución.

Derivado de lo anterior se identificaron dos oportunidades claras de mejora. La primera está relacionada con la presencia de eucaliptos en el predio de la UTFV y la segunda con las actividades de limpieza de la UTFV. A continuación ambas se describen brevemente:

**Árboles de eucalipto:** La UTFV cuenta con un predio de aproximadamente 30 hectáreas con eucaliptos, especie exótica considerada como plaga en el Estado de México, por lo que se requiere la remoción de dichos árboles y sustituirlos por especies nativas, propias del ecosistema original de pino-encino, tarea que debido a su magnitud será realizada de forma paulatina. Sin embargo, los residuos generados por la poda de estos árboles son susceptibles de ser aprovechados, debido a que los árboles de eucalipto producen diversos aceites esenciales con propiedades antibióticas y desinfectantes.

**Limpieza en la UTFV:** la UTFV cuenta con 10 edificios (aulas, laboratorios y oficinas) que deben ser aseados diariamente, los cuales representan alrededor de 10,000 m<sup>2</sup> de superficie de pisos y 84 sanitarios. Actualmente se emplea limpiador multiusos para realizar la limpieza, sin embargo no se contaba con un diagnóstico de consumo detallado. El uso de este tipo de sustancias representa una fuente de contaminación al ambiente, debido a que el agua residual generada por las actividades de la limpieza es desechada en la red de drenaje “interna” de la Universidad, la que a su vez desemboca en las fosas sépticas de cada uno de los edificios, convirtiéndose en una fuente de contaminación del suelo. Es importante mencionar que la UTFV está obligada a cumplir con la NOM-001-SEMARNT, la cual especifica los límites máximos permisibles de contaminantes en aguas residuales que son descargadas en aguas bienes nacionales.

### **13.1 Propiedades de los aceites esenciales de eucalipto**

Las propiedades antibióticas del eucalipto son ampliamente conocidas desde tiempos remotos, y en la actualidad existen numerosos estudios científicos que corroboran tales conocimientos tradicionales.

En una revisión bibliográfica acerca de los usos del aceite esencial de eucalipto, realizada en la Universidad de Panjab en la India (Daizy R. , 2008), se encontró que los árboles nativos de Australia de la familia del eucalipto, que incluyen unas 700 especies, actualmente son cultivados alrededor del mundo debido a sus aceites, goma, pulpa y propiedades medicinales, entre otras. Varios de sus productos maderables y no maderables han encontrado un uso importante en la industria alimentaria, farmacéutica y de perfumería. En resumen, los aceites esenciales poseen un amplio espectro de actividad antibiótica que incluye actividad antimicrobiana, fungicida, herbicida, insecticida, acaricida y nematocida, además de sus propiedades como repelente de insectos. En vista de las implicaciones ambientales y toxicológicas del uso indiscriminado de pesticidas sintéticos y el consecuente incremento en la resistencia de las plagas y enfermedades, el uso del aceite de eucalipto como pesticida natural es de inmensa importancia.

### 13.2 Método

Elaboración de la tintura de eucalipto y determinación de tiempo de saturación de la tintura. La tintura se obtiene empleando el método de maceración en frío, la cual consiste en sumergir el producto a macerar en un recipiente, con la cantidad suficiente de disolvente para cubrir totalmente el producto.

Esto se lleva a cabo por un lapso de tiempo largo, el cual depende de la materia prima que se vaya a macerar. Las ventajas de la maceración en frío consisten en la utilización de equipos simples, que requieren mínimas cantidades de energía, y en la capacidad de extraer la mayoría de las propiedades de lo que se macera (dependiendo del disolvente), prácticamente en su totalidad, sin alterarla por efectos térmicos.

La especie de eucalipto considerada en este trabajo es el *Eucalyptus globulus*. Una proporción del 10% p/v se deja reposar durante 30 días (es decir, 1 litro de etanol 96° por cada 100 gramos de hojas de eucalipto). Se utiliza etanol como disolvente debido a que se trata de un producto biodegradable de origen natural, que tiene la propiedad de disolver compuestos orgánicos tales como los aceites esenciales. Se considera la proporción del 10% p/v debido a que el método de maceración tiene la condicionante de que el líquido disolvente debe cubrir completamente el sólido, y bajo esta proporción se cumple con dicha condición. También se determina el contenido de humedad de las hojas empleadas.

Posteriormente se realizan ensayos para determinar el tiempo de saturación.

El primer ensayo para determinar el tiempo de saturación consiste en medir la absorbancia de la tintura en función del tiempo, comenzando a partir de la preparación de la tintura, durante un período de 24 horas.

El segundo ensayo consiste en medir la eficiencia de desinfección en función del tiempo, para ello se adicionan, a medios de cultivo, tinturas con diferentes tiempos de reposo, y se mide la absorbancia como un indicador de la concentración de microorganismos.

Determinar la eficiencia de desinfección de la tintura y compararla con los líquidos de limpieza comerciales. Se prepara un medio de cultivo CN (Caldo nutritivo), este medio se elige por ser un medio de amplio espectro, empleado para bacterias. Se realizan pruebas, adicionando tintura de eucalipto, etanol, líquido comercial de limpieza y un testigo (Ver tabla 13). Las pruebas se realizan en un volumen de 50 ml de medio de cultivo por cada mililitro de desinfectante.

**Tabla 13:** diseño experimental para determinar la eficiencia de desinfección

CN estéril	CN sin esterilizar	CN + tintura de eucalipto	CN + limpiador comercial	CN + etanol
M0 – E	M1 – SE	M4 – TES	M7 – LC	M10 – E
	M2 – SE	M5 – TES	M8 – LC	M11 – E
	M3 – SE	M6 – TES	M9 – LC	M12 – E

Se realiza una incubación de 24 horas a 37°C, ya que los mohos de interés son aquellos patógenos que crecen a dicha temperatura, y se mide la absorbancia como un indicador de la concentración de los mohos que crecieron en el medio. Debido a su alta absorbancia, las mediciones se realizan en una dilución de agua destilada al 50%.

Determinación del consumo de líquido de limpieza en la UTFV. Se realizan encuestas al personal de limpieza, así como visitas de observación (ver tabla 13.1) para conocer el procedimiento empleado para la limpieza de pisos y sanitarios.

**Tabla 13.1** formato empleado para la recolección de datos sobre el consumo de líquido de limpieza.

E D I F I C I O	Depto.	ÁREA (m <sup>2</sup> )	R	S	MS	Producto de limpieza	Cantidad (ml)	Tiempo (min.)	Cubetas	Frecuencia

Depto: significa departamento y se coloca el nombre del área de acuerdo con el organigrama de la Universidad

Área: se refiere al área de pisos que requiere ser limpiada

R: significa regular y se refiere a la cantidad de suciedad que requiere ser limpiada

S: significa sucio

MS: significa muy sucio

Producto: se refiere al nombre del producto empleado para la limpieza, debido a que no siempre se les proporciona el mismo.

Cantidad: se refiere a la cantidad de producto de limpieza empleado en una cubeta.

Cubetas: se refiere a la cantidad de cubetas empleadas en la limpieza del área correspondiente.

Frecuencia: se refiere al número de veces que se realiza la limpieza en dicha área, ya sea por día o por semana, según corresponda.

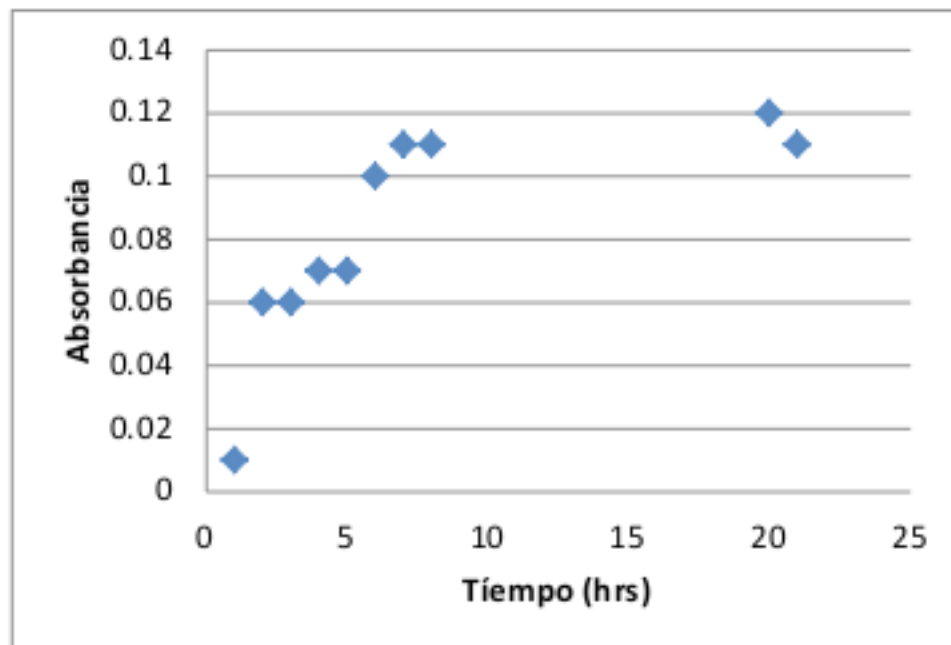
Determinación de la disponibilidad de la materia prima :Se identifican aquellos árboles de eucalipto existentes en el predio de la Universidad que tienen las características necesarias para ser utilizados (altura, cantidad de follaje y ubicación accesible). Se determinan las dimensiones de los árboles y se realiza un conteo de dichos árboles.  
Determinación del costo de producción:Se investigan los costos asociados a la adquisición, a granel, de materia prima.

### 13.2 Resultados

Tiempo de saturación de la tintura de eucalipto: Los resultados provenientes de la medición de absorbancia, durante las primeras 24 horas posteriores a la preparación de la tintura, se muestran en la siguiente tabla:

**Tabla 13.2** resultados de la determinación de absorbancia en función del tiempo medido a partir de la preparación de la tintura

Tiempo (horas)	Absorbancia
1	0.01
2	0.06
3	0.06
4	0.07
5	0.07
6	0.10
7	0.11
8	0.11
20	0.12
21	0.11
22	0.09
23	0.09

**Gráfico 13** Saturación de la tintura vs tiempo

En la gráfico 13 se observa que la saturación de la tintura ocurre aproximadamente 8 horas después de la preparación, sin embargo, debido a que se trata de un método relacionado con el color del líquido, se realiza otra prueba para determinar si la saturación de la coloración verde de la tintura corresponde a la saturación de los aceites esenciales responsables de la capacidad desinfectante de la tintura.

En la tabla siguiente se muestran los resultados asociados a la medición de la eficiencia de desinfección de tinturas para diferentes tiempos de maceración.

**Tabla 13.3** Resultados de la medición de absorbancia de cultivos adicionados con tinturas con diferente tiempo de maceración

Tiempo (días)	Absorbancia	Eficiencia desinfección
1	0.09895	84%
15	0.0802	87%
38	0.0415	93%
s/desinfectante	0.60435	

Esta prueba se realiza con el mismo procedimiento empleado para la determinación de la eficiencia de desinfección. Determinación de la eficiencia de desinfección de la tintura y comparación con los líquidos de limpieza comerciales. La eficiencia de desinfección se realiza tomando como referencia el crecimiento máximo del cultivo al que no se le agregó desinfectante, es decir, el promedio de los matraces M1, M2 y M3 equivalen al 100% de crecimiento de microorganismos.

Mediante un cálculo simple se determina el porcentaje de crecimiento microbiano ante la acción de los diferentes desinfectantes y la eficiencia de desinfección. En la tabla siguiente se muestran los resultados obtenidos.

**Tabla 13.4** determinación de eficiencia de desinfección de la tintura de eucalipto

	CN esterilizar	sin CN + tintura de eucalipto	CN + limpiador comercial	CN + etanol
Absorbancia (promedio)	0.88	0.17	0.59	0.50
Eficiencia de desinfección		81%	32%	42%

La eficiencia neta del eucalipto es de 39%, una vez que se elimina el efecto del etanol. La tintura empleada para esta determinación estuvo 30 días en maceración. El líquido de limpieza comercial es el que se utiliza de manera cotidiana en las actividades de limpieza.

Determinar el consumo de líquido de limpieza en la UTFV: Se calcula el total de consumo de líquido limpiador mediante los datos proporcionados por el personal de limpieza. En la tabla siguiente se muestran los totales por edificio.

**Tabla 13.5** Consumo de líquido limpiador multiusos empleado para la limpieza de pisos en la UTFV

Edificio	Volumen promedio de liq. de limpieza/cubeta	Consumo anual de liq. de limpieza (lt)	Área (m <sup>2</sup> )
Rectoría	45	262	1183
D	34	432	687
F	50	261	858
G	35	458	1313
J	50	732	762
L	50	222	642
E	35	162	654
K	34	487	1262
H	35	194	1120
M	30	401	1221
	<b>40 (promedio)</b>	<b>3611(total)</b>	<b>9702(total)</b>

Para calcular el consumo total por edificio se tomo en cuenta en primer lugar la cantidad de líquido de limpieza por cubeta, para después multiplicarlo por el número de cubetas y la frecuencia de limpieza, por último se realiza la suma para obtener el total.

La cantidad de hojas de eucalipto que se requieren para preparar 3611 litros de tintura es de 361 kg.

Determinación de la disponibilidad de la materia prima: Se delimitan las áreas donde existen árboles con altura máxima de 5 metros, con la finalidad de facilitar la poda de los mismos. Se localizan tres áreas ubicadas debajo de las líneas de alta tensión que pasan dentro de la UTFV.

Dichos árboles tienen follaje joven que puede ser aprovechado. En la figura siguiente se pueden observar las áreas delimitadas.

**Figura 13** Ubicación de los lotes con árboles susceptibles de ser aprovechados



Se cuentan los árboles ubicados en cada una de las áreas y se mide el volumen del follaje. También se determina la densidad del mismo, con la finalidad de calcular la cantidad de materia prima disponible para la elaboración de la tintura. En la tabla siguiente se muestran los resultados.

**Tabla 13.6** Disponibilidad de materia prima (hojas de eucalipto) en la UTFV

No. LOTE	Área delimitada	Especie	Volumen follaje (m <sup>3</sup> )	No. de árboles	Estado	
					C/P	S/P
LOTE 1	100 m <sup>2</sup>	<i>Eucalyptus globulus</i>	17.43	47	20	27
LOTE 2	500 m <sup>2</sup>		17.43	46	18	28
LOTE 3	250 m <sup>2</sup>		17.43	32	5	27
		Total	2178.75	125	43	82

Densidad: 7.4 kg/ m<sup>3</sup>

Materia prima disponible: 16122.75 kg

Determinación de humedad

M2: hojas frescas de eucalipto

Peso inicial (M2): 4.945 gr

Peso final (M2) = 1.860 gr

Contenido de humedad: 62.4 %

Costo de producción: La exploración de costos efectuada con diversos proveedores muestra que el costo de un litro de alcohol etílico es de \$13.00, en presentación de un tambo de 200 litros, con la condición de que el envase no está incluido en el precio, es decir, que debe entregarse un tambo vacío cada vez que se realice la entrega de uno lleno.

### 13.3 Discusión

En la elaboración de la tintura se selecciona al etanol como disolvente debido a que se trata de una sustancia de origen natural del cual se conocen ampliamente sus propiedades como disolvente de sustancias orgánicas, es biodegradable, y aunque posee una ligera toxicidad, lejos de resultar una desventaja, representa una ventaja, ya que será utilizado como desinfectante. Asimismo, se trata de una sustancia fácil de conseguir en el mercado y de costo relativamente bajo. Se emplea el método de maceración en frío debido a que no requiere el empleo de energía, pues se pretende que la elaboración de la tintura sea un método sustentable, que no requiera la “inversión” de recursos, sino por el contrario, se disminuya el consumo de los mismos y de esta forma la universidad se acerque cada vez más a convertirse en una organización sustentable. En cuanto a la determinación de la eficiencia de desinfección, en la tabla 5 se puede observar que la contribución en el deceso de los microorganismos de la tintura de eucalipto es prácticamente igual que la del etanol, de tal forma que al combinarlos se puede alcanzar el doble poder desinfectante; por supuesto que es necesario tomar en cuenta la concentración (1:50) que se está empleando, la cual tiene como único objetivo evidenciar el poder desinfectante de la tintura de eucalipto.

Lo anterior se puede interpretar de la siguiente manera, si se usa en la misma concentración que se han venido utilizando los líquidos de limpieza comerciales (ver tabla 6), las áreas a desinfectar se encontrarán con la mitad de mohos que los que se encuentran ahora. También se puede interpretar diciendo que, si se requiere el mismo poder desinfectante que se tiene con el líquido de limpieza comercial que se usa actualmente, se podrá emplear la mitad del volumen.

En cuanto al costo de la tintura, se investigó el costo del etanol (\$13.00 el litro) para compararlo con el líquido de limpieza comercial, del cual existen de muy variados precios y calidades. El precio del producto empleado en la UTFV, es ligeramente más barato que el etanol (oscila alrededor de los \$12.00 el litro), sin embargo, tomando en cuenta el “doble” poder de desinfección de la tintura, el costo de esta última se reduce prácticamente a la mitad. Cabe aclarar que no se ha evaluado el costo de la mano de obra que se requiere para la elaboración de la tintura, aunque debido a la simplicidad del procedimiento y a la ventaja de poder preparar una cantidad relativamente grande de tintura en un solo lote, por la amplia disponibilidad de materia prima (ver tabla 7), se presume que solo se requerirá de unas cuantas horas (máximo 4 horas), una vez cada 4 semanas.

Sin embargo, se plantea continuar esta investigación realizando el estudio del tiempo de elaboración de la tintura, con la finalidad de establecer un procedimiento detallado que pueda ser incorporado al procedimiento de limpieza actual, con la consecuente capacitación del personal de limpieza.

Por lo que respecta a la disponibilidad de la materia prima para la elaboración de tintura, ésta no representa una limitante (ver tabla 7), ya que se cuenta con gran cantidad de árboles que pueden proporcionar las hojas que se requieren, sin embargo, es importante tomar en cuenta para el procedimiento de elaboración de la tintura, la adecuada selección de las hojas, ya que como se menciona en los resultados, existen árboles que presentan plaga, y dichas hojas no pueden ser empleadas.

También es importante tomar en cuenta, en la elaboración de la tintura, la humedad presente en la materia prima, ya que dependiendo de la época del año el contenido de humedad en las hojas varía. Como se menciona en los resultados, el contenido de humedad de las hojas con las que se preparó la tintura se encuentra alrededor del 60%, y se utiliza una proporción del 10% p/v, por lo que el cálculo del peso requerido puede realizarse fácilmente, una vez que se conozca la humedad del material a utilizar.

### **13.4 Conclusiones**

Al finalizar esta etapa del proyecto se concluye que:

La tintura elaborada a partir de hojas de eucalipto y etanol tiene un poder desinfectante mayor que los líquidos de limpieza comerciales.

El tiempo de saturación de la tintura es relativamente corto, ya que se alcanza una eficiencia de desinfección aceptable en un período de 24 horas, y aunque sigue aumentando, el mayor incremento ocurre en el primer día.

Considerando el precio en el mercado del etanol y la eficiencia de desinfección, la tintura de eucalipto, puede tener un costo menor que el líquido de limpieza comercial.

Para determinar por completo la viabilidad del uso de la tintura de eucalipto en el procedimiento de limpieza de la UTFV, se requiere evaluar el tiempo empleado en la preparación de la misma, sin embargo, se presume que se emplearán 2 personas por media jornada cada 4 semanas.

Adicionalmente, a lo largo de la realización del presente trabajo se observaron una serie de ventajas derivadas del empleo de la tintura de eucalipto:

Se trata de un producto 100% de origen natural biodegradable.

Es un producto que al mismo tiempo funciona como desinfectante y aromatizante. Puede emplearse en la limpieza de pisos y de otras superficies, tales como muebles.

El presente trabajo consistió en la “aplicación práctica” de conocimientos tradicionales acerca de las propiedades del aceite esencial del eucalipto, para desarrollar un procedimiento de limpieza que sea más amigable con el ambiente y que ayude a reducir el impacto ambiental de la UTFV.

### **13.5 Referencias**

Daizy R. Batish, Harminder Pal Singh, Ravinder Kumar Kohli, Shalinder Kaur, 2008. Eucalyptus essential oil as a natural pesticide. *Forest Ecology and Management* 256, 2166–2174.

Patrícia Sartorelli, Alexandre Donizete Marquioreto, Adriana Amaral-Baroli, Marcos Enoque L. Lima and Paulo Roberto H. Moreno, 2007. Chemical Composition and Antimicrobial Activity of the Essential Oils from Two Species of *Eucalyptus*. *Phytother. Res.* 21, 231–233.