

Incorporation of vegetable oil removed from pulp pijiguo (*Bactris gasipaes* HBK) as dispersant in manufacture of alkyd paints

**Viky Mujica¹, Ingrid Velásquez², José Padilla¹, Nelson Rivas¹,
María del Carmen Rodríguez¹, Dalys Méndez², Víctor Guanipa¹**

¹Departamento de Ingeniería Química. ² Departamento de Física.
Facultad de Ingeniería, Universidad de Carabobo. Valencia, Venezuela.
Telf 04164343740. inri43@yahoo.com

Abstract

The paint required additives consisting mostly of fatty acid, these are used as dispersing agents to facilitate the spreading of the solid constituents in the liquid phase during the production, storage and/or paint application. In this investigation the incorporation of a national oil extracted from the fruit pulp pijiguo (*Bactris gasipaes* HBK) in two different varieties, in the manufacture of alkyd paints as an alternative to the commercial dispersant mostly imported are evaluated. To the finished product is determined by the degree of dispersion, coverage, content of non-volatile material, sedimentation stability and the results were compared with the commercial standard. From the results it was found that the coverage percentage (69.08%) and the degree of dispersion of the paint made with oil pijiguo not different with the commercial dispersant (69.8% coverage). Moreover it was found that the yellow oil at a dosage range of 0.03% is the best alternative to replace commercial dispersant.

Keywords: coating, dispersant, alkyd paints, pijiguo oil.

Incorporación del aceite vegetal extraído de la pulpa del pijiguo (*Bactris gasipaes* HBK) como dispersante en la fabricación de pinturas alquídicas

Resumen

La fabricación de pinturas requiere aditivos constituidos en su mayoría por ácidos grasos, estos se utilizan como dispersantes facilitando el esparcimiento de los constituyentes sólidos en la fase líquida durante la producción, almacenaje y /o aplicación de la pintura. En esta investigación se evalúa la incorporar de un aceite extraído de la pulpa del fruto del pijiguo (*Bactris gasipaes* HBK) de dos variedades diferentes, en la fabricación de pinturas alquídicas como una alternativa a los dispersante comercial en su mayoría importados. Al producto elaborado se le determinó el grado de dispersión, cubrimiento, contenido de material no volátil, estabilidad y sedimentación cuyos resultados fueron comparados con el patrón comercial. Entre los resultados se encontró que el porcentaje de cubrimiento (69,08%) y el grado de dispersión de la pintura realizada con el aceite de pijiguo no presentan diferencia con el dispersante comercial (69,8% de cubrimiento). Por otra parte se encontró que el aceite de la variedad amarilla a una dosificación del 0,03% es la mejor alternativa de sustitución del dispersante comercial.

Palabras clave: cubrimiento, dispersante, pinturas alquídica, aceite de pijuguo.

Introducción

La pintura se puede definir como una composición líquida o sólida pigmentada que se convierte en una película sólida y opaca la cual se adhiere a la superficie donde se aplica. Esta es un polímero termoplástico o termoestable en la fase anterior a la gelificación que engloba una serie de pigmentos insolubles encargados de darle color y diversas propiedades a las mismas [1]. El proceso de fabricación de las pinturas en esmaltes o alquídicas comprende tres etapas básicas: pre-mezcla, dispersión y reducción; siendo las dos primeras de ellas donde ocurre la desaglomeración del pigmento, a través de una agitación mecánica, separándolos en partículas individuales y estabilizándose con un vehículo, en esta etapa se añaden previamente el solvente, el anti espumante, controladores de pH, dispersantes, entre otros. Entre los diversos aditivos que se incorporan, el dispersante es el que facilita el esparcimiento de los constituyentes sólidos en la fase líquida durante la producción, almacenaje y/o aplicación de la pintura. Para que ocurra una buena dispersión es necesario establecer proporciones entre los sólidos y dispersantes que aseguren que la cantidad de líquido pueda encapsular las superficies de las partículas generadas durante dicho proceso y evitar la aglomeración de los componentes sólidos [1, 2].

Las pinturas de esmalte son un tipo de pinturas de secado lento que consiste en partículas de pigmentos en suspensión en un aceite secante. El aceite actúa como disolvente y formador de la película, virtualmente no volátil; este se mezcla, o se polimeriza en caliente, en presencia de una resina. Esta resina puede ser de trementina o sus derivados, resina fenólica y de petróleo, que al reaccionar con el aceite dan moléculas más grandes que contienen ácidos grasos [3]. El aceite más usado es de linaza, este producto es rico en ácido grasos polinsaturados lo que disminuye el tiempo de secado de la pintura [1, 2].

El pijiguao (*Bactris gasipaes H.B.K*) es una especie perteneciente a la familia *Palmae-Arecaceae*, la cual se clasifica dependiendo de su lugar de procedencia; las occidentales y las orientales o amazónicas. Rondón [4] evaluó el proceso de extracción del aceite crudo y refinado de la pulpa de la variedad roja del pijiguao (*Bactris gasipaes HBK*) con la finalidad de proponer diversas alter-

nativas de usos a nivel industrial; concluyendo que las propiedades fisicoquímicas, al igual que su perfil de ácidos grasos sugiere una aplicación de este aceite como alternativa en industrias alimenticias y cosméticas. Ortiz y Wu [5], obtuvieron aceite de dos variedades de la semilla del pijiguao (*Bactris gasipaes HBK*) amarilla y Roja, y realizaron una comparación de su perfil de ácidos grasos con otros aceites naturales y comerciales, encontrando que este puede equipararse en este sentido a los aceites de coroba, palmiste, corozo y yagua.

En la actualidad en la fabricación de pinturas los agentes dispersantes utilizados, en su mayoría son importados, esta investigación propone el uso de aceite de pijiguao de dos variedades como una alternativa para la sustitución de los mismos en la industria de pinturas, y a su vez incentivar la producción nacional de agentes dispersantes.

Metodología

Caracterización del aceite de pijiguao

La extracción del aceite se llevó a cabo según lo propuesto por Ortiz y Wu [5] para la variedad Roja y Amarilla. Al mismo se le determinaron: perfil de ácidos grasos e índice de yodo [6]; densidad [7]; índice de refracción [8] y viscosidad por el método de Oswald.

Evaluación del efecto de la incorporación del aceite de pijiguao en la fabricación de pinturas alquídicas

Se incorpora el aceite extraído como dispersante en pinturas alquídicas de color blanco de acuerdo a la norma COVENIN 2006-2006 [9]. Para llevar a cabo la incorporación se diseñó un esquema de dosificación del aceite en la fabricación de las pinturas, como se muestra en la Tabla 1. Los porcentajes de dosificación son relaciones volumen/volumen. Se incluye una pintura patrón a base de dispersante comercial.

La elaboración de las pinturas se realizó según lo establecido por la norma Covenin 2006-2006, se efectúa un pre-mezclado con la resina alquídica, varsol, butiloxitol, dispersante comercial (cuyo componente activo es el aceite de linaza) para la pintura patrón, en el resto de las pinturas

Tabla 1
Esquema de dosificación del aceite para la realización de las pinturas

Replica	Dispersante						
	Aceite variedad roja		Aceite variedad Amarilla		Mezclas de variedades (1:1)		Comercial
	0,03%	0,06%	0,03%	0,06%	0,03%	0,06%	0,03%
1	Pintura 1	Pintura 4	Pintura 7	Pintura 10	Pintura 13	Pintura 16	Pintura 19
2	Pintura 2	Pintura 5	Pintura 8	Pintura 11	Pintura 14	Pintura 17	Pintura 20
3	Pintura 3	Pintura 6	Pintura 9	Pintura 12	Pintura 15	Pintura 18	Pintura 21

se sustituye el dispersante por el aceite extraído, y dióxido de titanio. Transcurridos 10 minutos de mezclado se tomó una muestra de la pintura para determinar el grado de molienda o dispersión [10]. Una vez determinado el grado de dispersión se completó la carga con el resto de la resina alquídica, metil etil cetoxima y los oxalatos de plomo, calcio y cobalto. Se mezcla nuevamente por 10 minutos para asegurar la interacción de todos los materiales y obtener finalmente la pintura terminada. A la pintura obtenida se le determinaron: viscosidad de la pintura [11], peso por galón [7], relación de contraste [12], contenido de materia no volátil [13], prueba de estabilidad y sedimentación en las pinturas [14].

Análisis estadístico

Para evaluar los efectos de la incorporación del aceite de pijiguao a diferentes dosificaciones en las pinturas, se realiza un Análisis de Varianza (ANOVA) para determinar si existen o no diferencias estadísticamente significativa entre las pinturas elaboradas; donde se encuentre diferencia se realiza una prueba de comparación entre las pinturas preparadas con la comercial, para lo cual se emplea la prueba de Dunnett. El software estadístico empleado fue el STATGRAPHICS plus versión 5,1 y el nivel de significancia de 0,05

Resultados y discusión

Caracterización del aceite de pijiguao

Una vez extraído el aceite se determinó el perfil de ácidos grasos para las variedades roja y amarilla (Tabla 2) encontrándose un alto contenido del ácido graso oleico (C 18:1). Esto se evidencia tanto en la variedad amarilla como para la roja. También se encontró la presencia de isome-

ría al observar arreglos trans y cis tanto del ácido linoléico como del linolénico; un ácido graso en trans es similar al de un ácido graso saturado. El isómero en trans puede considerarse un intermedio entre el ácido graso insaturado en cis original, y un ácido graso completamente saturado. Por tanto, es usual que este tipo de isomerías estén presentes en ciertos aceites vegetales, dependiendo de la naturaleza del fruto del cual se extrae dicho aceite [15].

Las propiedades fisicoquímicas de los aceites extraídos muestran índices de refracción similares (Tabla 3), este valor es esperado ya que los perfiles de ácido grasos son parecidos. Por otra parte, el índice depende directamente de la estructura molecular de la sustancia, ya que mientras más larga sea la longitud de la cadena y ésta contenga grupos funcionales predominantes como el grupo carboxilo, se origina una disminución de la velocidad de la luz en el líquido debido a la dificultad que tiene el haz de atravesar dichas moléculas [16, 17]. De acuerdo al perfil de ácidos grasos, la inclusión del aceite extraído en la formulación de las pinturas no afectará en ningún sentido la estructura y características de la pintura base a realizar. Por otra parte, los ácidos grasos presentes favorecerán la calidad de la pintura por la afinidad que existe entre el aceite incorporado (dispersante sustituyente) y algunos componentes presentes en la resina alquídica.

Al comparar las propiedades fisicoquímicas del aceite extraído de las dos variedades de pijiguao y del dispersante comercial (Tabla 3) se encontró que la viscosidad, para la variedad amarilla fue mayor a la variedad roja atribuyéndose a que la misma tiene mayor cantidad de ácidos grasos de cadenas largas en su estructura lo que hace que el líquido se resista a la movilidad [17]. Por otra parte, en la variedad amarilla hay más proporción de grupos funcionales capaces de formar

Tabla 2
 Perfil graso del aceite extraído de las variedades roja y amarilla del pijiguao
 (*Bactris gasipaes HBK*)

Ácidos grasos	Porcentaje en Muestra (%)	
	Aceite de Pulpa Roja	Aceite de Pulpa Amarilla
C 16:0 Palmítico	26,1	18,1
C 16:1 Palmitoleico	8,4	5,6
C 18:0 Esteárico	0,2	0,9
C 18:1 Oleico	41,7	48,6
C 18:2 Trans-linoleico	2,1	8,0
C 18:2 Cis-linoleico	10,5	18,1
C 18:3 Trans-linolénico	0,5	3,4
C 18:3 Cis-linolenico	3,4	3,5
C 20:0 Araquídico	0,1	0,6
C 20:1 Gadoleico	0,1	0,1

Fuente: Padilla y Rivas (2012).

Tabla 3
 Propiedades fisicoquímicas del aceite extraído y el dispersante comercial

Propiedad	Aceite variedad roja	Aceite variedad amarilla	Dispersante comercial
Viscosidad ($\mu \pm 0,00005$)Pa.s	0,00160	0,00230	0,00225
Densidad relativa ($\rho_r \pm 0,008$)Adim	0,840	0,845	1,132
Índice de refracción ($I \pm 0,001$)Adim	1,428	1,438	1,364

puentes de hidrógeno los cuales hacen resistencia al fluir. Los aceites vegetales poseen una viscosidad alrededor de 0,0024 Pa.s [18].

La densidad relativa también es similar entre los aceites. Por desconocimiento de la estructura del dispersante comercial se dificultó la comparación de esta propiedad con los aceites extraídos, sin embargo esta propiedades dan indicio de la existencia de menos grupos predominantes y longitud de cadenas más pequeñas que las variedades de aceites estudiadas.

Evaluación del efecto de la incorporación con diferentes dosificaciones del aceite extraído durante la fabricación de pinturas alquídicas

Las pinturas fueron elaboradas siguiendo el esquema de dosificación mostrado en la Tabla 1.

A cada una se le determinan sus propiedades fisicoquímicas, como se muestra en la Tabla 4. Observándose que las pinturas donde se incorporó aceite de variedad roja (0,03% y 0,06%) y variedad amarilla (0,03%) proporcionan un grado de dispersión igual que el dispersante comercial utilizado. Obteniéndose una buena dispersión entre el pigmento y el vehículo de la pintura. Sin embargo, para las otras pinturas el grado de dispersión difiere respecto del comercial en un 14,29%, evidenciándose que la cantidad de líquido o vehículo no puede encapsular las superficies de las partículas generadas durante el proceso de agitación y no evita la aglomeración de los componentes sólidos [2].

La viscosidad de la pintura es una de las propiedades más importantes ya que está relacionada con el cubrimiento. Esta oscila en un rango de 70-75 KU, dicho rango es establecido en las

Tabla 4
Valores promedios de las propiedades fisicoquímicas de las pinturas elaboradas

Dosificación de aceite	Grado de dispersión (Adim)	Viscosidad ($\mu \pm 0,1$) KU	Peso por galón ($\mu \pm 0,01$)kg	Materia no volátil ($\mu \pm 0,1$) (%)	Estabilidad y Sedimentos (h $\pm 0,1$) cm	Relación Contraste ($\mu \pm 0,02$) (%)
Variedad Roja 0,03% (v/v)	7	72,1	3,61	64,9	1,0	66,60
Variedad Roja 0,06% (v/v)	7	72,1	3,61	66,1	1,0	64,00
Variedad amarilla 0,03% (v/v)	7	70,7	3,56	60,6	1,0	69,08
Variedad amarilla 0,06% (v/v)	7	70,8	3,60	59,6	1,0	69,36
Mezcla de aceite 0,03% (v/v)	6	70,1	3,56	57,7	1,5	71,16
Mezcla de aceites 0,06%(v/v)	5	70,1	3,55	56,4	1,5	63,54
Dispersante Comercial	7	75,0	3,55	57,7	0,5	69,86

especificaciones de calidad de la empresa de Pinturas, garantizando que tenga la consistencia y fluidez requerida, proporcionada por la cantidad de pigmentos y demás sólidos que al momento de secado de la pintura brinden un buen cumplimiento en sus funciones de cubrimiento y demás estándares [19]. Los pesos por galón oscilan entre 3,55-3,60 kg.

En cuanto al contenido no volátil los resultados mostraron que la incorporación del aceite de la variedad roja (0,06%) proporciona una mayor cantidad de material no volátil en comparación a las otras pinturas. Estas posean mayor viscosidad y peso por galón. Por otra parte, una mayor cantidad de contenido no volátil refleja una buena calidad de la pintura ya que los sólidos representados por los pigmentos se fijan en la superficie aumentando su capacidad de cubrimiento, lo cual es una característica importante en las pinturas. Además refleja que el pigmento se dispersó en el vehículo en mayor proporción disminuyendo la cantidad de solvente libre para su volatilidad [19].

En cuanto a la estabilidad, las pinturas alquídicas tienden al amarilleo esta característica se encontró en la mayoría de las pinturas con la representación del color beige. En las Pinturas elaboradas se observaron cambios de color luego de ser extraídas del horno, pero al homo-

genizarla retornaron al color original casi en su totalidad, con la excepción de las pinturas donde se incorporaron las mezclas de aceites cuyo color después de la homogenización siguió siendo beige claro. Las características físicas de color antes y después de homogenizar la pintura se reflejan en la Tabla 5.

Análisis estadístico

Para evaluar la incorporación del aceite como sustituto del dispersante se realiza un análisis de varianza para las pinturas elaboradas tomando como variable respuesta la viscosidad, el contenido de material no volátil y relación de contraste (cubrimiento); donde se encuentre significancia se aplicó la prueba de comparación de Dunnett.

El análisis de varianza para la viscosidad de las pinturas preparadas muestra que existe una diferencia altamente significativa de una pintura a otra (Tabla 6). Es decir, todas las pinturas poseen viscosidades distintas, se realiza la prueba de comparación múltiple de Dunnett (Tabla 7) para ver cual se asemeja a la comercial, encontrándose que ninguna posee la viscosidad de la comercial, esta última presenta menor valor que la formula con el aceite.

Al igual que en la viscosidad, para el contenido de material no volátil se encontraron diferencia estadísticamente significativa entre las pinturas preparada (Tabla 8), sin embargo, se pudo determinar que las preparadas con aceite de la variedad amarilla (0,03% y 0,06%) y las mezclas de aceites son estadísticamente semejante a la co-

mercial (Tabla 9). Por lo tanto se pueden considerar como opciones para sustituir dispersante ya que cumple los estándares

Al considerar el cubrimiento obtenido para cada pintura, no se encontró diferencia estadísticamente significativa entre ella, por lo que se

Tabla 5
Características de las pinturas en la prueba de estabilidad y sedimentación

Dosificación	Color antes de Homogenizar	Color después de Homogenizar
Variedad Roja 0,03%(v/v)	Beige	Blanco
Variedad Roja 0,06%(v/v)	Marrón claro	Blanco
Variedad amarilla 0,03%(v/v)	Marrón	Blanco
Variedad amarilla 0,06%(v/v)	Beige	Blanco
Mezcla de aceites 0,03%(v/v)	Beige	Beige claro
Mezcla de aceites 0,06%(v/v)	Marrón	Beige claro
Dispersante Comercial	Marrón	Blanco

Tabla 6
Análisis de varianza para la viscosidad de las pinturas alquídicas elaboradas

Fuente	gl	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F	P
Pinturas	6	53,3962	8,8994	121	0.000 *
Error	14	1,0333	0,0738		
Total	20	54,4295			

Tabla 7
Prueba de comparación múltiple de Dunnett para la viscosidad

Dosificación	Límite inferior	Límite superior	Diferencia
Variedad roja 0,03%	-	-2,187	-2,833*
Variedad roja 0,06%	-3,513	-2,221	-2,867*
Variedad amarilla 0,03%	-4,879	-3,587	-4,233*
Variedad amarilla 0,06%	-4,779	-3,487	-4,133*
Mezcla de aceites 0,03%	-5,546	-4,254	-4,900*
Mezcla de aceites 0,06%	-5,513	-4,221	-4,867*

*Diferencia con el control (pintura comercial).

Tabla 8
Análisis de varianza el contenido de material no volátil de las pinturas alquídicas

Fuente	gl	Suma de cuadrados	Cuadrado Medio	F	P
Pinturas	6	262,636	43,7727	8,36	0,0006
Error	14	73,347	5,2390		
Total	20	335,983			

Tabla 9
Prueba de comparación múltiple de Dunnett para contenido de material no volátil

Dosificación	Límite inferior	Límite superior	Diferencia
Variedad roja 0,03%	2,424	13,310	7,867*
Variedad roja 0,06%	3,590	14,476	9,033*
Variedad amarilla 0,03%	-1,876	9,010	3,567
Variedad amarilla 0,06%	-2,876	8,010	2,567
Mezcla de aceites 0,03%	-4,810	6,076	0,633
Mezcla de aceites 0,06%	-6,043	4,843	-0,600

*Diferencia con el control (pintura comercial).

Tabla 10
Análisis de varianza para la relación de contraste las pinturas alquídicas

Fuente	gl	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F	P
Pinturas	6	160,113	26,685	1,13	0,3951(NS)
Error	14	330,840	23,631		
Total	20	490,953			

puede concluir que todas presentan igual recubrimiento sobre la superficie de prueba (Tabla 10).

Conclusiones

El grado de dispersión y la relación de contraste (cubrimiento) de las pinturas donde se sustituyó el dispersante por aceite de pijiguao no muestran diferencia ni entre ellas ni con la comercial. De las dosificaciones seleccionadas se encontró que el aceite de la variedad amarilla al 0,03% cumple con la mayoría de los estándares de calidad para pinturas alquídicas, inclusive en la apariencia de las pinturas antes y después de ser homogenizado. Por otra parte los resultados muestran que las mezclas también son buena opción como sustituto del dispersante comercial.

Sin embargo, se recomienda realizar pruebas adicionales a las pinturas elaboradas con este aceite antes de implementarse a gran escala, como envejecimiento y adherencia de la pintura entre otras.

Agradecimiento

Los autores agradecen a Empresas Pinturas Tricolor y Venezolana de Pinturas, conjuntamente con el personal que en ella labora por brindar la oportunidad para desarrollar esta investigación.

Referencias bibliográficas

1. Calvo J. "Pinturas y recubrimientos: Introducción a su tecnología". Ediciones Díaz de Santos.S.A. Madrid. 2009.
2. Flores S. "Alternativa para la etapa de dispersión en la planta de emulsión de SOLINTEX de Venezuela S.A.". Trabajo especial de grado no publicado. Universidad de Carabobo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Química, Venezuela. Venezuela. 2007.
3. Huertas M. "Materiales, procedimientos y técnicas pictóricas II". Ediciones Akal. Madrid. 2010.
4. Rondón J. "Evaluación del proceso de extracción del aceite de la pulpa del fruto de la palma del pijiguao (*Bactris gasipaes* HBK)". Trabajo especial de grado, Universidad de Carabobo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Química. Venezuela. 2009.
5. Ortiz J. y Wu Y. "Evaluación comparativa del rendimiento del proceso de extracción para la obtención del aceite de dos variedades de la semilla del pijiguao (*Bactris gassipaes* HPK) bajo un esquema de secado a 50°C". Trabajo especial de grado. Universidad de Carabobo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Química. Venezuela. 2010.

6. COVENIN. "Aceites y grasas vegetales. Determinación del perfil de ácidos grasos e índice de yodo por cromatografía de gases". FONDONORMA 2281-2002. (2002).
7. COVENIN. " Pinturas, barnices, lacas y productos relacionados. Determinación de la densidad". FONDONORMA. 737-99. (1999).
8. COVENIN. "Aceites y grasas vegetales. Determinación del índice de refracción". FONDONORMA 702-96. (1996).
9. COVENIN. "Pinturas, esmaltes sintéticos". FONDONORMA 2006-2006. (2006).
10. COVENIN. "Pinturas y productos afines. Determinación del grado de dispersión del sistema pigmento vehículo". FONDONORMA 1580-96 (1996).
11. COVENIN. "Pinturas y productos afines. Determinación de la viscosidad". FONDONORMA 684-96. (1996).
12. COVENIN. "Pinturas y productos afines. Relación de contraste". FONDONORMA 3258-97. (1996).
13. COVENIN. " Pinturas y productos afines. Contenido de material no volátil". FONDONORMA 680-96. (1996).
14. COVENIN. "Pinturas y productos afines. Determinación de la estabilidad y sedimentación de pinturas". FONDONORMA 682-1996. (1996).
15. Lynne M. "Grasas y aceites en la nutrición humana". [Página Web en línea]. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/V4700S/v4700s06.htm#TopOfPage>. [Consulta 2010, Abril, 2011].
16. Gracia I. "Obtención de aceite de orujo mediante extracción con fluidos supercríticos". Ediciones de la Universidad de Castilla. La Mancha, España. 2001.
17. Recio F. "Química Orgánica". McGraw Hill. México. 1995.
18. Zamora A. "Grasas, Aceites, Ácidos grasos, Triglicéridos". [Página Web en línea]. Disponible en: <http://www.scientificpsychic.com/fitness/aceites-grasas1.html>. [Consulta 2008, Marzo, 2011].
19. Schweigger E. " Manual de pinturas y recubrimientos plásticos". Ediciones Díaz de Santos. S.A. Madrid. 2005.

Recibido el 13 de Enero de 2014

En forma revisada el 9 de Marzo de 2015