



**SECRETARIA DE FOMENTO AGROPECUARIO**  
**Oficina Estatal de Información para el Desarrollo**  
**Rural Sustentable**

# **ESTUDIO SOBRE LA UTILIZACIÓN DE LA PAJA DE TRIGO**



**Publicación Junio de 2010**



## CONTENIDO

CONTENIDO .....	1
PRESENTACIÓN.....	2
1.- INCORPORACION DE LA PAJA DE TRIGO AL SUELO .....	4
2.- ELABORACION DE COMPOSTA .....	5
3.- PRODUCCION DE BIOCOMBUSTIBLE.....	8
4.- CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS CON PACAS DE PAJA DE TRIGO .....	12
5.- ELABORACION DE PASTA PARA PAPEL.....	15
7.- SIEMBRAS CON LABRANZA DE CONSERVACIÓN .....	18
8.- COMO INGREDIENTE EN ALIMENTACION DE GANADO.....	20
CONCLUSIONES .....	21





## PRESENTACIÓN

Según estudios de la Universidad Autónoma de Baja California y a nivel mundial la quema de paja de trigo, provoca una pérdida de 350 millones de dólares anuales, aunado a causar 233 kilos de monóxidos de carbono de contaminantes por hectárea.

A pesar de las bondades de incorporar la paja del trigo y fertilizar un poco para acelerar la descomposición de los rastrojos y los beneficios que se tienen para la tierra, esa práctica se sigue dando por parte de los productores a nivel mundial y el Valle del Mexicali y del Yaqui, los cuales consideran una práctica necesaria sobre todo de aquellas tierras infestadas de malezas perennes y al ahorrarse, según ellos dinero en maquinaria, diesel y mano de obra.

La quema agrícola es una gran fuente integral de contaminantes no sólo del monóxido de carbono, monóxido de nitrógeno, ozono, bióxido de azufre, hidrocarburos, hollín y cenizas, además de otras partículas.

Según testimonios de algunos productores que llevan esa práctica, señalan que la quema constituye una práctica tradicional, mientras que otros consideran que la incineración de basura es una necesidad, ya que al prenderle fuego a los esquilmos se mata la maleza perenne, enfermedades y plagas.

Otros señalan que se evita el paso de maquinaria, se ahorran tiempo para la preparación del suelo al siguiente ciclo y dinero en maquinaria, diesel y mano de obra del tractorista, pero a pesar de todo ello, los técnicos les sugieren no quemar y las bondades que se adquieren al incorporar la paja.

Por su parte el investigador del Campo Experimental del Valle del Yaqui del Instituto Nacional de Investigación Forestal Agrícola y Pecuaria (CEVY-INIFAP), Juan Manuel Cortés Jiménez, dijo que en resultados de investigación y transferencia de tecnología que llevan investigadores de ese instituto de ocho años, se ha demostrado que contrario a las creencias de los productores, la quema calcina el nitrógeno, fósforo y materia orgánica del suelo, además de traer costos adicionales y baja de rendimientos y por ende mermas en la utilidad al obtener menos volúmenes por hectárea de trigo entre ciclo y ciclo.

Esos mismos estudios revelan que la paja de trigo, es un 90% de la materia orgánica del suelo, además de que en el cultivo de trigo un 55% es grano y el resto es esquilmo, contrario a lo que creen los agricultores que es basura.





El problema de la quema por los motivos que expresan los productores, ya sean accidentales o para ahuyentar al ganado vago o para matar malezas, enfermedades y plagas, ésta causa daños al medio ambiente y fuertes pérdidas económicas, contrario a lo que sucede con la incorporación de la paja o al usar el método de labranza de conservación

La importancia de la materia orgánica, mejora la estructura del suelo, incrementa la infiltración del agua, reduce los efectos de la compactación, actúa como un almacén de nutrimentos, incrementa la capacidad de intercambio catiónica y amortigua el suelo.

En tanto el especialista en Manejo de Sistemas de Producción del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), Bram Govaerts, dijo que es imprescindible el dejar la materia en el suelo, ya que ésta nutre a los cultivos y ayuda a reducir los costos de producción, de tal manera que los productores pueden tener un muy buen manejo, pero si incineran la materia orgánica no obtendrán los mismos resultados que si la dejan en los predios.

Un estudio realizado por el CIMMYT durante dos décadas, se muestra una baja en la producción en aquellos predios en donde se quemó la paja a partir del décimo primer año y es por ello que el especialista recomendó no incinerar la paja en los predios, no sólo de trigo, sino de cualquier otro cultivo.

En el Valle de Mexicali e Imperial se ha recomendado a los productores algunas opciones para eliminar la paja de trigo, entre éstas se encuentra el uso de labranza cero, la utilización de la paja para elaboración de adobes para cercos, créditos por reducción de emisiones, producir compostas y bioetanol, además de darse un apoyo económico para aquellos que incorporan la paja de trigo y que van desde 400 a 500 pesos por hectárea.

El presente documento es el resultado de una compilación bibliográfica relacionada con el tema, la cual contiene experiencias de distintas partes del mundo en cuanto al uso de la paja de trigo.



## 1.- INCORPORACIÓN DE LA PAJA DE TRIGO AL SUELO

Los factores que afectan los rendimientos del trigo son la sobreexplotación de los suelos durante varios años, utilización de técnicas inadecuadas de conservación, el uso y exceso de fertilizantes y la quema de la paja después de cosechar el trigo, esto deteriora permanentemente la capa arable del suelo disminuyendo el contenido de materia orgánica en el valle de Mexicali el porcentaje varía desde un 0.01 a 0.08 % cuando el rango normal es del 3% y el óptimo del 5%.

La materia orgánica interviene en diversos procesos físico-químicos determinantes para la fertilidad del suelo y por ende el desarrollo y rendimiento del cultivo establecido.

La incorporación al suelo o enterrado de pajas permite un aporte importante de materia orgánica al suelo y su posterior humificación, mejorando el balance de humus tal y como se ha comentado anteriormente, con los numerosos efectos positivos que ello conlleva, y recicla de forma natural los nutrientes asimilados por los cultivos. Antes de su incorporación al suelo la paja debe ser picada o troceada mecánicamente, con lo que se favorecerá su posterior ataque microbiano y se facilitarán las labores del siguiente cultivo. La incorporación al suelo, para su compostaje en el suelo debe ser superficial.

Dada la alta relación C/N de la paja, la incorporación conlleva inmovilización del nitrógeno del suelo, fenómeno que puede provocar “hambre de nitrógeno” en el siguiente cultivo, fácilmente se aporta nitrógeno (de 6 a 12 Kg por Tonelada métrica de paja) a la paja en el momento de enterrarla. Los residuos de cosecha del trigo aportan otros nutrientes, concentra agua al suelo aumentando la humedad residual al mismo.

En el Valle de Mexicali la quema agrícola es una práctica tradicional, consistente en la incineración, a cielo abierto, de los residuos, tanto de cosechas como de aves y ganado.

Ante el incremento en el costo de los fertilizantes, combustibles, maquinaria y control de enfermedades del suelo, se buscan opciones para mantener el equilibrio nutricional del suelo. Con la incorporación de residuos vegetales los que incrementan el contenido de materia orgánica mejoran la retención de humedad, disponibilidad de nutrientes y el desarrollo de fauna benéfica.

Las causas de la quema en este valle de Mexicali son principalmente por dos motivos:

**Económicos**, el agricultor evita la utilización de maquinaria, con lo cual se ahorra el desgaste, la contratación de operador y el diesel.





**Técnicos** cuando el agricultor quiere incorporar la paja de trigo al suelo, encuentra dos dificultades: a) se requiere pasar el arado de disca varias veces por el terreno, lo cual tiende a amontonar la paja y dificultar el barbecho (volteo de la tierra a 20 o 30 cm de profundidad), y b) para ablandar la paja y poderla agregar a la tierra, se adicionan fertilizantes nitrogenados mas riego, lo que implica otros gastos adicionales.

## 2.- ELABORACIÓN DE COMPOSTA

Los más utilizados son los residuos de cosecha de prácticamente todo cultivo (por ejemplo arroz, trigo, cebada, maíz, caña de azúcar, frijol, girasol, etc.) así como cascarillas y salvado obtenidos de la trilla o molienda.

Estos materiales presentan relaciones de carbono-nitrógeno (C/N) variables; una relación C/N alta significa que el proceso de descomposición es lento y se requiere de nitrógeno adicional para acelerar el proceso de descomposición, como se reporta para los residuos de cosecha y para algunos subproductos forestales y agroindustriales. En contraste, una relación C/N baja indica que el material tiene alto contenido de nitrógeno y en el proceso de descomposición se pierde nitrógeno en forma de amoníaco sobre todo cuando la temperatura se eleva y el pH es bajo.

Por lo anterior, es conveniente mezclar materiales con altas y bajas relaciones C/N para que el nitrógeno, liberado por los materiales de baja relación de carbón-nitrógeno, pueda ser utilizada por los materiales de altas relaciones de C/N, y así los materiales se complementen desde el punto de vista de una descomposición mas rápida. En el Cuadro 1 se presentan algunos materiales usados para compostas con sus respectivas relaciones C/N.

Es importante señalar que los microorganismos asimilan 30 partes en peso de carbono por una parte de nitrógeno para formar proteínas y generar energía; por lo tanto, se recomienda que los materiales para compostas tengan una relación C/N de 30/1, con rango de variación de 26 a 35.



**Cuadro 1.** Relación C/N de los principales materiales utilizados para la composta (Martín, 1992; FAO, 1991; F.I.E.Ch, 1995)

Material	Relación C/N
<b>Desechos del ganado</b>	
Orina	0.8
Estiércol almacenado (3 meses)	15-20
Estiércol de bovino	20-25
Estiércol de caballo	25
<b>Desechos de Cosecha</b>	
Semillas de oleaginosas	3-15
Residuos de leguminosas	15
Alfalfa verde	15
Desechos de caña de azúcar	15-20
Rastrojo de maíz	40-80
Paja de avena	50-150
Paja de trigo	130-150
<b>Desechos Vegetales</b>	
Follaje de pino	5
Residuos frescos de jardín	12
Abonos verdes	10-15
Algas	19
Residuos frescos del huerto	30
Hojas secas	50-80
<b>Desechos Agroindustriales</b>	
Pulpa de café seca	3
Harina de pescado	4-5
Harina de hueso	8
Desechos de cervecería	15
Bagazo de caña	200
Aserrín	200-500



Contenidos de nitrógeno y relación C:N de algunos materiales orgánicos.  
(Valenzuela, 2005).

Material orgánico	N (%)	C:N
Estiércoles		
Gallinaza (aves ponedoras)	3.60	10
Estiércol de borrego	2.95	16
Estiércol vacuno	1.93	17
Residuos de cultivos		
Soca de tomate	3.30	12
Desechos de cebollín (hojas)	2.99	13
Heno de alfalfa	2.91	15
Soca de pepino	2.35	15
Cascarilla de algodón	1.51	23
Orujo de uva	1.80	28
Soca de maíz	1.22	32
Paja de cebada	0.68	70
Paja de trigo	0.41	117





### Cantidades de materiales orgánicos a mezclar

Los estudios realizados en el Sitio Experimental del INIFAP en la Costa de Ensenada, han mostrado que para elaborar una composta a base de estiércol vacuno, se necesitan mezclar 4 partes de este material húmedo y 1 parte de materiales tales como **pajas de trigo**, cebada, o maíz.

Otras combinaciones que se pueden hacer con los materiales que se muestran en el Cuadro 1 son los siguientes:

1 parte de gallinaza húmeda y 2 partes de pajas de trigo, cebada o maíz y b) 4 partes de soca de tomate o 6 de pepino, y **1 parte de pajas de trigo o cebada**.

Al hacer estas combinaciones se asegura un balance adecuado (25: 1) de C: N en las mezclas, lo cual es fundamental para estimular la actividad de los microorganismos que se encargan de realizar la descomposición de los materiales orgánicos.

### 3.- PRODUCCION DE BIOCOMBUSTIBLE

La sustitución de fuentes fósiles por biocombustibles ayuda a reducir los niveles de concentración de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) en la atmósfera. La extracción del aceite de soja o de girasol o el alcohol producido tras la fermentación de los azúcares del maíz o de la remolacha para producir biodiesel y bioetanol respectivamente permite reducir entre un 30 y un 50 por ciento las emisiones de CO<sub>2</sub> que se emitirían a partir de fuentes fósiles, según la Asociación de Productores de Energías Renovables (APPA).

Esto explica por qué los cultivos energéticos para biocarburantes comienzan a ganar terreno en el campo. En España, en sólo tres años se han triplicado, al pasar, según APPA, de 6.800 hectáreas en 2004 a más de 200.000 en 2006.

Pero a pesar de sus múltiples ventajas (son cien por cien biodegradables, no generan residuos tóxicos ni peligrosos, no aumentan los ya de por sí contaminados suelos), también tienen sus inconvenientes. Uno de ellos es la posibilidad de que se encarezca el precio de los alimentos (un ejemplo es el proceso de especulación del maíz).





Sin embargo, en un futuro este inconveniente podría desaparecer con los biocombustibles de segunda generación. Este tipo de tecnologías están basadas en cultivos energéticos como las hierbas y en residuos agrícolas. Así, por ejemplo, en el caso del trigo, la parte que interesaría para producir biocombustible no sería sólo el grano como hasta ahora, sino que también la paja. De este modo, el grano se podría seguir destinando a la elaboración del pan.

En este caso uno siempre puede preguntarse qué interés pueden tener los biocombustibles de segunda generación para la industria. Y sí que lo tienen: la producción. «De una tonelada de biomasa a partir de **paja de trigo** se obtienen 80-85 galones, aproximadamente 304-323 litros de etanol, mientras que de una tonelada de grano se obtienen 360 litros», explica Gerson Santos, responsable de investigación.

Las tecnologías para la producción de etanol vía caña de azúcar y maíz son las más conocidas y maduras. El proceso de hidrólisis de residuos celulósicos está en desarrollo.

## Cultivos para la Producción de Etanol en México

### Cultivos potenciales

Cultivos	Regiones	Tecnología
Caña de azúcar	Bajo Papaloapán, Huastecas, Balsas	Temporal y riego
Maíz grano	Mar de Cortés (Sinaloa)	Riego
<b>Trigo grano y paja</b>	Mar de Cortés (Valle de Mexicali)	Riego
Sorgo	Golfo Norte (San Fernando, Tamaulipas)	Temporal
Yuca	Bajo Papaloapán, Peninsular (Tabasco)	Temporal
Remolacha azucarera	Mar de Cortés (Valle de Mexicali)	Riego
Remolacha tropical	Bajo Papaloapán, Peninsular	Temporal



La producción de Biocombustibles compite con la producción de alimentos por lo cual es posible la producción con materiales lignocelulosos como los residuos agrícolas.

Grandes cantidades de residuos vegetales y agroindustriales son generados y acumulados anualmente en la naturaleza en forma sólida, ocasionando serios problemas de contaminación ambiental y pérdidas de fuentes potenciales de alto valor agregado (Molwitz *et al.*, 1996). Estos problemas traen consigo el aumento del interés de la comunidad científica en encontrar nuevas tecnologías para el aprovechamiento de los mismos en la obtención de productos de alto valor agregado. Dentro de estos residuos (subproductos) se encuentran la paja de trigo.

La paja de trigo es un material lignocelulósico que posee una composición aproximada de celulosa, hemicelulosa y lignina, en proporciones 3:5:2. Esta característica la hace más rica en xilosa que el resto de los materiales (Hon, 1996).

Este subproducto es ampliamente utilizado en la alimentación animal y como material combustible. Hamilton y Leopord (1987), citan su uso en Europa en la producción de pulpa de papel.

## Composición de Cultivos

	Razón Residuo/Cereal	Materia Seca (%)	Lignina (%)	Carbohidratos (%)	Producción Etanol (L kg <sup>-1</sup> de Biomasa seca)
Maíz	1.0	86.2	0.60	73.70	0.46
Residuo		78.5	18.69	58.29	0.29
Arroz	1.4	88.6	7.13	87.50	0.48
Paja		88.0		49.33	0.28
Cebada	1.2	88.7	2.90	67.10	0.41
Paja		81.0	9.00	70.00	0.31
Trigo	1.3	89.1	16.00	35.85	0.40
Paja		90.1		54.00	0.29
Avena	1.3	89.1	4.00	65.69	0.41
Paja		90.1	13.75	59.10	0.26



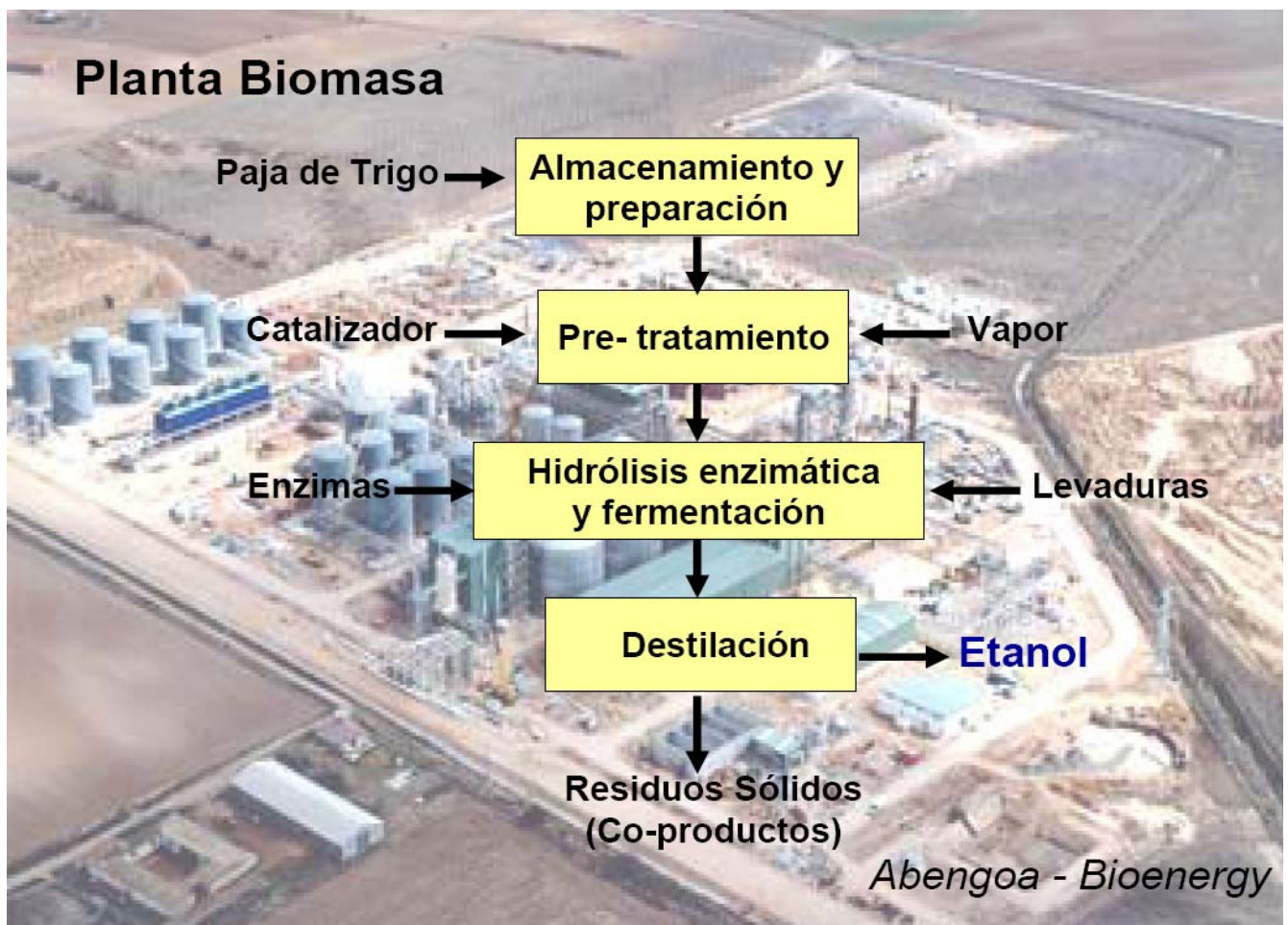
Kim and Dale, (2004)





La primera planta de etanol de paja de trigo (Eco etanol) está siendo desarrollada por la canadiense IOGEN Corporation, en un joint venture con Shell, la que con una 1 tonelada de paja de trigo produce 250-300 litros de etanol. En funcionamiento desde 2004, se ha incorporado como inversionista para duplicar la producción de etanol a Goldman Sachs, uno de los principales bancos de inversiones de Nueva York.

Algunas personas pueden cuestionarse porque una importante firma petrolera como Shell esté detrás de este desarrollo, pero son muchos los que ven este combustible como la etapa intermedia en la transición hacia el uso del hidrógeno.





*“En 2030 una Industria de Bioproductos y Bioenergía, bien establecida y económicamente viable creará nuevas oportunidades económicas en el sector rural, protegerá y mejorará el ambiente, fortalecerá la independencia energética de USA, proveerá una seguridad económica, y mejorará la entrega de productos a los consumidores”*

*Annal. Energy Outlook, USA 2002.*

#### **4.- CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS CON PACAS DE PAJA DE TRIGO**

La paja es un producto que crece en un periodo corto de tiempo, es biodegradable y, con su uso, se puede ayudar a aliviar múltiples problemas del medio ambiente. Las pacas de paja son fáciles de modificar, flexibles para ser usados en diferentes formas, sólidos, duraderos y fáciles de conservar en buen estado. No requieren herramientas caras ni complicadas y tampoco personal especializado y son fáciles de conseguir en cualquier parte.

#### **BREVE HISTORIA**

En algunos casos, las familias que necesitaban un lugar para vivir de forma inmediata consideraban los fardos como la forma más rápida de conseguir tener un techo sobre sus cabezas. Muchas de esas estructuras fueron en principio consideradas temporales, pero cuando descubrieron que eran duraderas y cómodas en los inviernos y veranos de temperaturas extremas en Nebraska, fueron pronto enlucidas y adoptadas como residencia permanente.

En 1988, en un informe que resumía el Curso de Diseño de Permacultura de 1987 se incluía un artículo sobre construcción con fardos de paja de Dave Bainbridge que influyó a mucha gente.

A principios de los 90, tuvo lugar un gran aumento de artículos de periódico, cobertura televisiva y talleres de construcción enfocados en la construcción con fardos de paja, así como el primer visto bueno a códigos de construcción para un número limitado de edificios de fardos de paja sin carga.





La primera casa de fardos de paja permitida fue también la primera asegurada y financiada por un banco. Construida en 1991 en Tesuque, Nuevo México, por Virginia Carabelli, que fue su propia contratista, esta casa de estilo Santa Fe marcó el comienzo de una nueva era para las casas de fardos de paja.

En septiembre de 1993, tuvo lugar en Arthur, Nebraska, la primera conferencia sobre edificios de fardos de paja, “Raíces y Renacimiento”, a la que asistieron cincuenta arquitectos, constructores, diseñadores y entusiastas. El último día de la conferencia, miembros del grupo de trabajo Códigos, Investigación y Pruebas esbozaron una propuesta para crear un *National Straw Bale Research Advisory Network* para facilitar la comunicación entre importantes representantes nacionales de la construcción con fardos de paja y para asegurar que las pruebas, eficaces y no duplicadas, se llevaran a cabo con directivas comunes de investigación, perspectivas nacionales y el mejor uso de los recursos de ingeniería.

En octubre del 93, Judy Knox y Matts Myhrman empezaron a construir la primera casa de fardos de paja de carga a la que se le concedía un permiso de obra.

A mediados de los 80, François Tanguay y Michel Nergeron seguían trabajando con estructuras de fardos de paja en Québec. Además, Michel enfocaba su trabajo al desarrollo de un bloque de hormigón que usase fardos de paja empotrados y no requiriese refuerzo de acero. Junto a Clode Deguise formaron un grupo dedicado a investigar materiales y técnicas apropiadas a la construcción ecológica. Una parte significativa de su trabajo se ha enfocado a la construcción con fardos de paja, a la que han hecho aportaciones únicas tales como tejados vivos hechos de fardos y los bloques de fardos de paja de Michel.

En Canadá, en 1993, Kim Thompson, de Nova Scotia, y un grupo de amigos construyeron un edificio usando muros de carga de siete fardos de alto en el primer piso y de tres en el segundo, con un techo de catedral. El edificio se apoya sobre una plataforma de madera sostenida por largos postes de teléfonos hundidos 4 pies (1,5 m) en el suelo. Los fardos de paja fueron usados como aislante entre las vigas del suelo. Las estructuras construidas por Kim Thompson y Mary Biggs son significativas porque son edificios de carga construidos en áreas sujetas a pesadas cargas de nieve y humedad relativamente alta. Los fardos se comprimen bajo una pesada carga de nieve, y, sin embargo, tienden a volver a su tamaño y dimensión original al derretirse la nieve y desaparecer la carga.



## BENEFICIOS DE LA CONSTRUCCIÓN CON FARDOS DE PAJA

- ✓ BELLEZA Y COMODIDAD
- ✓ FACILIDAD DE CONSTRUCCIÓN
- ✓ EFICACIA DE LA ENERGÍA
- ✓ BENEFICIOS MEDIOAMIBIENTALES
- ✓ MATERIAL DISPONIBLE
- ✓ RESISTENCIA SÍSMICA
- ✓ MENOR COSTO





## 5.- ELABORACION DE PASTA PARA PAPEL

Desde la invención del papel, las fibras de origen agrícola fueron utilizadas para la fabricación del papel. Hace poco más de un siglo que la industria papelera empezó a usar la madera como materia prima. De hecho, es la materia prima preferida, debido a su relativo bajo costo, a la disponibilidad de grandes cantidades, a la menor presencia de material no fibroso, a la obtención de una pasta mucho más uniforme y a su mejor comportamiento en el proceso de fabricación.

No obstante, en los últimos años ha habido un incremento importante en la demanda de papel. La FAO (Food and Agriculture Organization) ha pronosticado un incremento a nivel mundial del consumo anual de papel y cartón que irá desde los 210 millones de toneladas en 1988 a alrededor de los 350 millones de toneladas para el año 2010 (GIOVANNOZZI-SERMANNI *et al.*, 1997).

Este continuo aumento de la demanda de papel puede causar, a nivel mundial, una insuficiencia en el suministro de fibras madereras. La actual producción anual de pasta no podrá hacer frente la demanda, que sigue creciendo drásticamente. Esto conduce a un progresivo aumento de la escasez de materia prima maderera y a una gradual deforestación en algunas áreas del planeta (SABHARWAL y YOUNG, 1996; JIMÉNEZ *et al.*, 1997(a)). Una posible solución a este problema puede ser la utilización de fibras de origen agrícola.

Se estima que anualmente se producen más de 2900 millones de toneladas de pajas de cereales en el mundo. Gran parte de estos residuos se queman, dando lugar a una pérdida de energía así como a una contaminación importante y no permitida en muchos países. Por lo tanto su utilización sería muy interesante desde un punto de vista económico y medioambiental. En 1970, la capacidad mundial de producción de pasta de papel a partir de fibra no maderera fue de sólo el 6,7% del total. Desde entonces ha habido un incremento importante. En 1993, aumentó a 10,6%. Se estima que el incremento de la capacidad de producción de pasta no maderera llegue a ser dos veces el incremento de pasta maderera (ATCHINSON, 1995; GIOVANNOZZI-SERMANNI *et al.*, 1997).

Asimismo, las fibras de origen agrícola constituyen una materia prima alternativa a la utilización de madera, debido a su gran tasa de crecimiento y adecuación a diferentes suelos, contribuyendo además a evitar las deforestaciones incontroladas que presentan Serios problemas ecológicos y a eliminar un problema de contaminación del aire provocado por la quema de los residuos de las cosechas.







Uno de los principales problemas que presenta este tipo de materia prima es la baja calidad del papel obtenido a partir de ella comparado con las madereras. Esto es debido principalmente a que poseen un gran contenido en material no fibroso. Por ejemplo, las pastas de paja de trigo contienen aproximadamente un 50% en fibras, siendo el resto elementos no fibrosos tales como células de parénquima de pared delgada (30%), vasos cilíndricos y anillados (5%) y aglomerados de células epidérmicas (15%).

Las fibras vegetales más utilizadas provienen de la madera. También se emplean en la fabricación de papel de mejor calidad otras fibras vegetales que provienen directamente de las plantas y se extraen del tronco, ramas, corteza, raíces, hojas, tallos, etc.. El algodón, el lino, el cáñamo, el yute, el retamo, son las principales plantas productoras de celulosa. También la paja de los cereales (trigo, avena, cebada, etc.), proporciona una buena calidad de celulosa para las pastas.

## La fabricación de celulosa

### Materias primas

#### **Madera:**

- a) Madera de coníferas: Se utilizan, principalmente, distintas especies de abetos y pinos para obtener celulosa de fibra larga (de gran resistencia).
- b) Madera de árboles: Se utilizan principalmente hayas, abedules, foliulares eucaliptos y álamos. Además, según el lugar, se recurre a otras especies y mezclas de especies (de resistencia mediana).

#### **Plantas anuales**

- a) Subproductos (residuos) de la agricultura: distintos tipos de paja (de trigo, de arroz, etc.), bagazo, es decir, caña de azúcar exprimida (de escasa resistencia) para producir papeles especiales: interés, es decir, subproductos de la fabricación de aceite de algodón (de gran pureza).
- b) Otros: cañas o juncos, bambú, yute, Kenaf, etc. (en casos menos frecuentes).





**Papel usado**

De distintas calidades, desde recortes no impresos de establecimientos que utilizan papel (p.ej.: imprentas) o papel usado domiciliario mixto.

**6.- FABRICACION DE ARTESANIAS**

El estado de Michoacán es uno de los más famosos en México por la calidad y notable variedad de artesanía producida. Comunidades enteras se dedican a la elaboración de notables piezas que se destinan no sólo al mercado nacional, sino que al ser también apreciadas por los visitantes extranjeros, consiguieron ganar fama en el exterior.

**Esculturas y adornos con paja de trigo (panikua):** con el tallo de la espiga del trigo se confeccionan todo tipo de figuras de animales, personas y adornos navideños, con gran maestría en el pueblo de Tzintzuntzan, a orillas del lago de Pátzcuaro.





## 7.- SIEMBRAS CON LABRANZA DE CONSERVACIÓN

La siembra de trigo con esta tecnología requiere de que sobre el suelo este la paja del cultivo anterior en al menos un 30 %, el cual en esta región es comúnmente trigo y sorgo de grano; deberá utilizarse una máquina sembradora especializada para cortar la paja y depositar el fertilizante y semilla en el suelo al mismo tiempo.

En este caso además del ahorro económico se agrega el beneficio ambiental ya que entre otras ventajas no se quema la paja o "gavilla", que en el caso del trigo supera las 6 toneladas de paja por hectárea en promedio. Esta metodología requiere de mayor cuidado por parte del técnico y el productor.

Es conveniente que la paja del cultivo anterior este esparcida sobre el suelo uniformemente; de lo contrario dificultará la siembra. Esto se logra accionando el esparcidor de la trilladora al cosechar, si esto no fuera posible, entonces deberá de utilizarse una desvaradora, preferentemente de doble cuchilla, también puede utilizarse una desmenuzadora; otra acción puede ser empacar la paja.





El manejo de la labranza de conservación implica un nuevo enfoque integral de la agricultura orientado a la competitividad y preservación de los recursos, partiendo de un cambio de mentalidad para dejar el viejo paradigma del arado.

Es importante señalar que la labranza de conservación no se considera como una práctica agrícola más, sino todo un sistema de producción que no se puede implementar exitosamente sin atender a las características de la región e igualmente, es necesario destacar que para poder avanzar en esta nueva etapa resulta indispensable el esfuerzo conjunto y coordinado de las instituciones, organismos privados, y sobre todo de los productores.

### **VENTAJAS DE LA LABRANZA DE CONSERVACIÓN**

- *REDUCE LA EROSIÓN*
- *AUMENTA LA INFILTRACIÓN*
- *CONSERVA LA HUMEDAD*
- *CONTROL DE MALEZAS*
- *INCREMENTA LA MATERIA ORGÁNICA*

La Labranza de Conservación es una alternativa tecnológica que nos permite hacer frente a la actual problemática del sector que enfrentamos, ya que es un Sistema, Productivo, Rentable, Conservacionista, además de que Abate los costos de producción, incrementando los rendimientos, conservando los recursos suelo y agua.

Los rastrojos sobre el suelo le dan al agricultor una oportunidad para incrementar a mediano plazo el contenido de materia orgánica de su predio y hacerlo más productivo a un costo bajo por el hecho de devolverle a la tierra un gran porcentaje de los elementos que son extraídos por los cultivos.

El uso de labranza de conservación en el trigo o sorgo es altamente provechosa, no solamente para el productor porque puede ahorrarse dinero al evitar algunos pasos de maquinaria que se dan con los métodos tradicionales, sino también para el ambiente debido a que la paja en lugar de quemarse se aprovecha en el suelo.





## 8.- COMO INGREDIENTE EN ALIMENTACION DE GANADO

Existe una gran cantidad de residuos agrícolas y subproductos agroindustriales que pueden ser utilizados para alimentar el ganado. Por su bajo valor nutritivo es necesario procesarlos y adicionarles algún complemento alimenticio.

Si estos residuos de cosecha se someten a diversos tratamientos y se mezclan con otros subproductos para elevar su valor nutritivo, representan una alternativa viable para la alimentación de las diversas especies pecuarias.

Como alimento del ganado, aunque de calidad baja, para los rumiantes, únicos animales de cría capaces de digerir la celulosa contenida en la paja, gracias a la actividad microbiana de su panza. Para hacerla más apetecible, y para mejorar su valor nutritivo, puede añadirsele diversos productos (urea, melaza...). La paja es un producto útil en caso de escases, sobre todo durante los períodos de sequía que agotan la producción de forraje en las zonas de cría ganadera; sin embargo, un bovino alimentado exclusivamente de paja adelgaza rápidamente.





## CONCLUSIONES

Es sabido lo difícil que es erradicar las quemas de residuos agrícolas, pero sí se puede reducir al mínimo sus emisiones, a través de un programa controlado para que se produzca menos humo, con técnicas de combustión adecuadas y residuos con la menor humedad posible. De esta manera, el efecto visual producido por la columna de humo será menos impactante a los ojos de la comunidad de ambos valles.

Por otra parte, se puede incorporar la paja al suelo, con grandes ventajas para su mejoramiento orgánico. Aunque al principio puede tener dificultades, a largo plazo el agricultor tendrá un suelo con mejores características agronómicas. También se debe considerar el uso de la paja en la elaboración de composta, como una alternativa hacia una agricultura de conservación.

Otra opción puede ser la labranza cero, es decir, minimizar el paso de la maquinaria sobre los suelos.

Como una técnica adicional, se recomendaría utilizar la paja para la elaboración de bloques de adobe en la construcción de paredes, pues son excelentes aisladores térmicos.

La aportación de contaminantes de las quemas de residuos agrícolas en los valles de Mexicali e Imperial seguirá presente en la cuenca atmosférica común. Ya que en Imperial, la agricultura continuará siendo intensiva, pues constituye su fuente económica principal. En Mexicali no disminuirá mientras exista el inconveniente económico y la carencia de una reglamentación adecuada, además de la falta de estímulos.

En el caso del valle de Mexicali, se vislumbra que será difícil modificar las técnicas agrícolas de la quema de residuos, debido a los gastos implícitos y al estado de la economía de los agricultores.



**Fuente:** Universidad autónoma de Baja California, Contaminación y control de las quemas agrícolas en Imperial, California, y Mexicali, Baja California 2007.

Sociedad Mexicana de Nutrición y Tecnología de Alimentos, Ciencia y Tecnología Alimentaria.

Mejoramiento del suelo y desarrollo agrícola, Fundación Produce para la Investigación Agropecuaria y Forestal del Estado de Baja California, A.C. y Comisión para la Asistencia técnica, Agrícola, Pecuaria y forestal del estado de Baja California.

Potenciales y Viabilidad del Uso de Bioetanol y Biodiesel para el Transporte en México”, Secretaria de Energía.

Universidad de Concepción Centro de Biotecnología Laboratorio de Recursos Renovables, Biocombustibles una alternativa Energetica, Montevideo, Uruguay.

<http://images.google.com.mx/imgres>

[www.sitiosolar.com/Construccion](http://www.sitiosolar.com/Construccion)

<http://www.emb.cl/electroindustria/articulo.mv?xid=635&tip=2>

<http://www.arghys.com/arquitectura/paja-construccion.html>

[www.mariablender.com](http://www.mariablender.com)

