

El tránsito de la cosecha quemada



a la cosecha verde
en caña de azúcar



Dr. Armando Vega Rivero

El paso paulatino del corte manual al mecanizado en la totalidad de los países cañeros, ha enfrentado el reto del aumento de las pérdidas en la cosecha y por consiguiente, una merma en el rendimiento de caña molible. Sin embargo a pesar de este reto y de su peso económico en las decisiones gerenciales, las áreas destinadas a la cosecha mecánica se han incrementado, (Ortiz, Salgado & Castelán 2012), especialmente por la carencia y/o costo de la fuerza manual

Muchas investigaciones y en especial las más recientes, ofrecen resultados consistentes en cuanto al daño ambiental y humano causado por la práctica de la quema, pero contradictorios y en su mayoría justificativos de esa tecnología desde la óptica meramente práctica y económica. No obstante la quema previa de los cañaverales continúa siendo la tecnología predominante, (Ortiz, Salgado & Castelán, 2012).

(Rípoli, 2000) en Brasil ha señalado como deficiencias (especialmente ambientales) del sistema de cosecha quemada en la caña de azúcar, los siguientes:

- 1. Incremento de la contaminación del aire**
- 2. Destrucción de los microorganismos de las capas superficiales del suelo**
- 3. Pérdida de materia orgánica que puede ser incorporada al suelo para mejorar sus condiciones**
- 4. Dificultad en el uso de controles biológicos**
- 5. Incremento de los niveles de ozono en la baja atmósfera y del monóxido de carbono.**

La posibilidad real de lograr armonizar la cosecha de la caña verde de forma mecanizada atraviesa por la demostración de las ventajas de esta tecnología no solo desde el punto de vista agroecológico sino también económico y la concientización de los actores principales del ramo en necesidad y posibilidad de contribuir a la sostenibilidad de esa industria.

La quema además de provocar contaminación ambiental, dificulta la filtración y clarificación de los jugos, incrementando las incrustaciones en los calentadores y evaporadores como afirman Cuellar, León, Gómez, Piñón & Villegas, (2003).

Es conocido que las pérdidas de sacarosa están asociadas a productos indeseados como la dextrana que se produce por deterioro de la caña al incrementarse el tiempo transcurrido entre la quema y el corte y entre este y la molida

Según CINCAE (2014) en Ecuador se cosechan anualmente unas 81,000 ha para producción de azúcar y etanol. Otras 50,000 ha se destinan para producción de panela y alcohol artesanal. Se estima que más de 30 mil empleos directos representan la industria azucarera.

Por ejemplo, hasta el 2008 el porcentaje del área propia del ingenio San Carlos cortada con cosechadoras era alrededor del 20% y el 80% con corte manual. A partir del año 2009, la cosecha mecanizada se ha incrementado, llegando en la zafra 2016 a más del 80%.

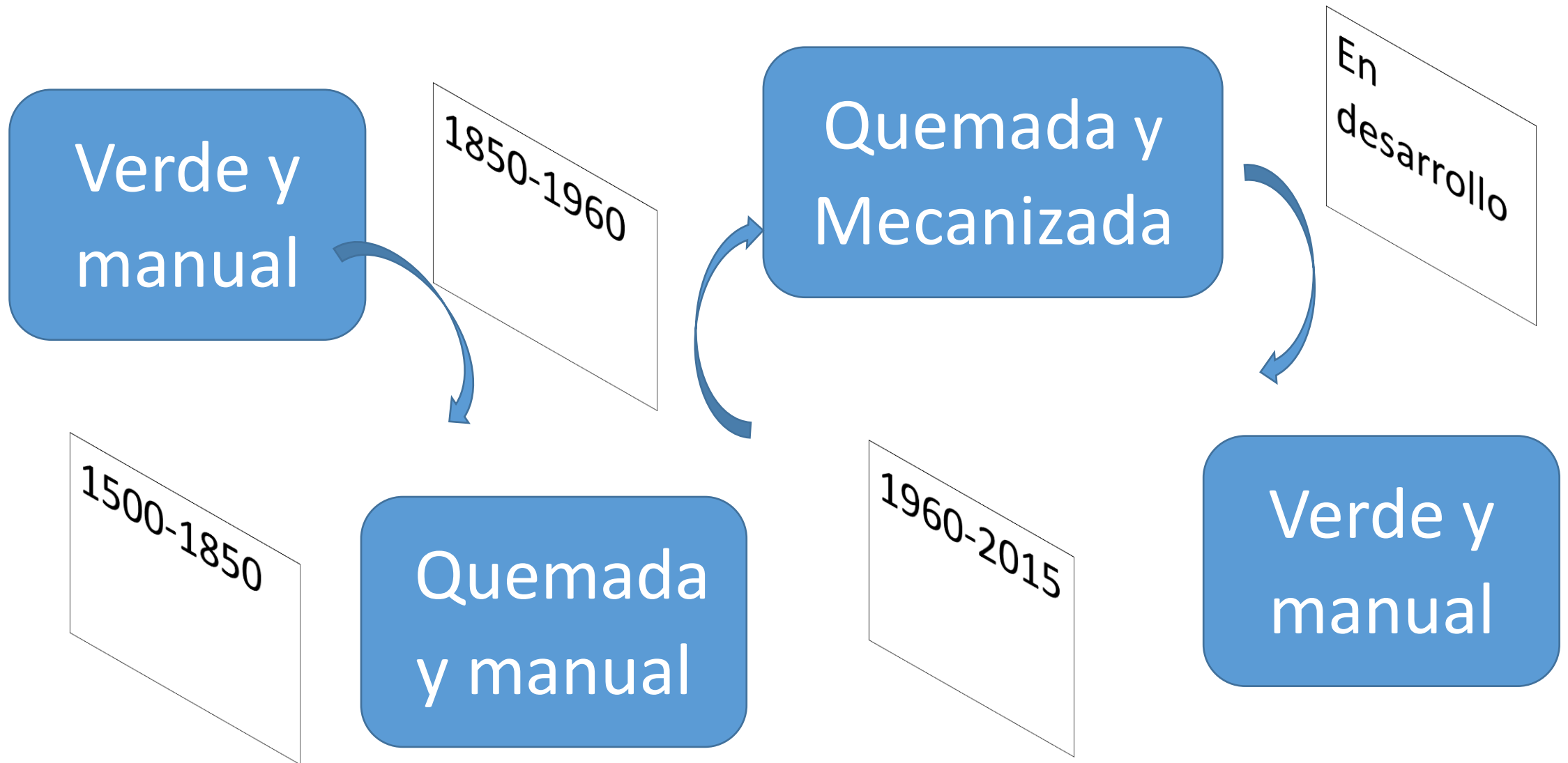


Fig. 1. Evolución cronológica general de las tecnologías de cosecha en la caña de azúcar

El problema

En Argentina en el 2007 la ley 7.873 emitida en San Miguel de Tucumán dice textualmente “Prohíbese a todos los ingenios recibir caña de azúcar quemada y cosechada con máquinas integrales.”

En otros países se emiten leyes similares en algunos casos referidas a prohibiciones en las cercanías de poblados y comunidades o sencillamente fijando cuotas de avance e incentivando con recortes impositivos o subvenciones de diferentes índoles.

Se ha calculado que 1000 t de caña de azúcar son equivalentes a 162.59 t de petróleo

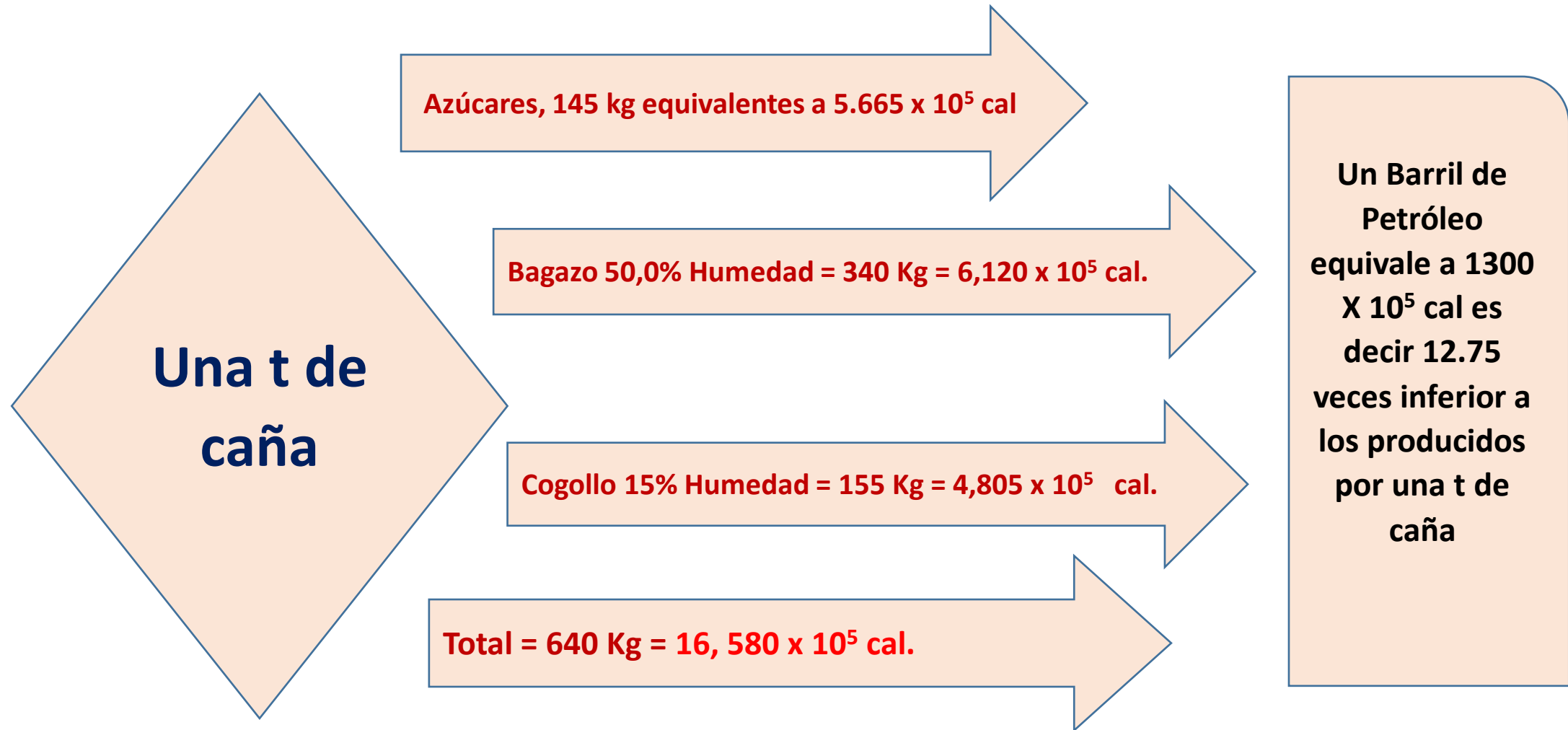


Fig. 2. Equivalencia energética de una tonelada de caña de azúcar en el campo vs. Un barril de petróleo

*Si consideramos que una hoja posee un área de 0.1 m^2 ya que fotosintetiza por el as y el envés y que una planta puede tener como promedio 10 hojas activas por tallo en pleno gran período de crecimiento y que una macolla o plantón que ocupa entre 1.1 y 1.5 m^2 con una media de 10 tallos por macolla (10 m^2 de área foliar), entonces **una ha alcanza entre 66 666 y 90 900 m^2 por hectárea de área fotosintética** en una planta C_4 donde la fotosíntesis es más eficiente, estamos ante una verdadera fábrica de compuestos orgánicos y una planta muy eficiente en la captura de carbono.*

Estudios recientes han mostrado que en cosecha mecanizada de caña verde, el rendimiento promedio de paja seca es de 18.2 t ha^{-1} . (Chapple, 2006).

La retención de la humedad por el suelo debido a los residuos de la caña después de la cosecha, es considerada como un factor que contribuye a conseguir mayores rendimientos en las áreas donde la precipitación es escasa durante parte del ciclo de crecimiento de la caña. Asimismo, la tasa de descomposición de la materia orgánica se acelera significativamente con la incorporación de pequeñas cantidades (1.5 a 3 kg/ha) de nitrógeno. Esas observaciones se han acompañado con un incremento en producción (90%) y disminución de los costos de producción (25%).

La cosecha de caña verde mecánica es la única alternativa visible actual que ofrece la oportunidad de armonizar las exigencias que ha impuesto el desarrollo de la agricultura moderna donde confluyen exigencias como

- **Evadir la cada vez más escasa disponibilidad de fuerza de trabajo rural**
- **Disminuir la contaminación ambiental**
- **Incrementar la protección de la biodiversidad y la conservación de los suelos**
- **Incorporar nuevo valor agregado al producto final, al adicionar usos alternativos para la caña y los residuos**
- **Avanzar en productividad y rentabilidad**

RESULTADOS DEL PROYECTO “ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS TECNOLOGÍAS VERDE Y QUEMADA EN LA COSECHA Y LA POSTCOSECHA DE CAÑA DE AZÚCAR EN EL PRINCIPAL MACIZO CAÑERO DEL ECUADOR” CONCLUIDO EN SEPTIEMBRE DEL 2017 Y DESARROLLADO POR INVESTIGADORES DE LA UAE



Se seleccionó un área de soca con la variedad CC85-92 y una edad de 5 meses posteriores a su primera cosecha en la localidad de Vainillo, cantón El Triunfo, provincia Guayas, Ecuador.

RI	RI	RII	RII	RII	RIII	RIV	RIV
1	2	3	4	5	6	7	8
VERDE	QUEMADA	VERDE	QUEMADA	VERDE	QUEMADA	VERDE	QUEMADA



Por las características especiales de la cosecha mecanizada, el ensayo se replanteó en un diseño de bloques en franjas con cuatro repeticiones. Cada bloque contó de 20 surcos de 250 m de largo y separados a 1.5 m, para un área de 0.750 ha cada uno, sin bordes entre franjas y con un área total bruta de 6.000 ha. En cada bloque se ubicaron y georreferenciaron 3 estaciones de muestreo para evaluar malezas y 5 para residuos de cosechas para un total de 24 y 40.

En la localidad de Milagros, cantón Milagro, provincia Guayas se seleccionaron 8 parcelas de 72 m² (9 x 8) con 4 variedades diferentes y se realizaron las mismas evaluaciones de residuos en 5 estaciones de muestreo para un total de 40, de ellas 20 cosechadas quemadas (con dos repeticiones) y 20 cosechadas verdes (con dos repeticiones)



RESULTADOS

Pérdidas en cosecha

22/08/2016

La media del rendimiento es de 71.36 con una desviación estándar de 8.8 y un coeficiente de variabilidad del 12.33 %. La prueba de t arroja valores que hacen rechazar la hipótesis de nulidad y nos indica una elevada heterogeneidad del material de partida.

Tabla 3. Peso de los residuos (en un metro cuadrado) y su composición después de la cosecha

Parcela	Rendimiento	Peso residuos verde (kg)			Peso residuos quemada (kg)		
		Total	tallos	paja	Total	tallos	paja
1	84,055	2,35	0,71	1,64	1,05	0,61	0,44
2	60,343	1,92	0,48	1,44	0,87	0,50	0,37
3	77,710	2,24	0,56	1,68	1,01	0,61	0,40
4	74,687	2,24	0,56	1,68	1,01	0,59	0,42
5	71,285	2,14	0,62	1,52	0,96	0,56	0,40
6	63,788	1,56	0,64	0,92	0,70	0,50	0,20
7	61,055	1,75	0,91	0,84	0,79	0,49	0,30
8	77,989	1,88	0,72	1,16	0,84	0,48	0,36

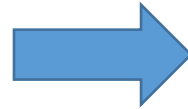
Medias	71,864	2,01	0,65	1,36	0,92	0,54	0,36
--------	--------	------	------	------	------	------	------



Se observa mayor volumen de residuos (algo más del doble), en caña cosechada verde que, en caña quemada, siendo el componente de la paja o residuos de hojas el que marca la diferencia, pues los restos de tallos alcanzan volúmenes similares como ya se ha visto al calcular las pérdidas en ambas tecnologías.

Tabla 4. Prueba de t entre medias. **Peso total de residuos**

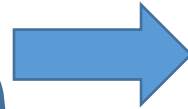
Localidades	Medias		Tecnología	Medias	
Milagro	0,81	A	Quemada	0,73	A
Vainillo	1,10	B	Verde	1,18	B



Diferencias entre localidades y tecnologías en el peso total de residuos (incluye trash y segmentos de tallos)

Tabla 5. Prueba de t entre medias. Peso de residuos **(tallos)**

Localidades	Medias		Tecnología	Medias	
Milagro	0,59	A	Quemada	0,64	A
Vainillo	1,74	B	Verde	0.81	A



Diferencias entre localidades pero no entre tecnologías en el peso de segmentos de tallos, (no incluyen el trash)

Tabla 6. Prueba de t entre medias. Peso de residuos **(trash)**

Localidades	Medias		Tecnología	Medias	
Milagro	0,22	A	Quemada	0.09	A
Vainillo	0.37	B	Verde	0.37	B



Diferencias entre localidades y tecnologías en el peso de segmentos de la paja o trash, (no incluyen segmentos de tallos)

La prueba de t al comparar las pérdidas totales y pérdidas en trash muestran diferencias altamente significativas entre ambas tecnologías de cosecha, sin embargo, las pérdidas en restos de tallos son similares y no muestran diferencias, es decir la paja dejada en la cosecha verde es evidentemente superior a la observada en la cosecha quemada pero los restos de tallos son similares.

Tabla 8. Coeficientes de correlación de Pearson entre componentes de residuos y rendimiento.

	Rmto	Paja quemada	Tallos quemados	Total quemados	Paja verde	Tallos verde	Total verde
Rmto	1.00	0.75*	0.63	0.75*	0.62	-0.05	0.75
Paja quemada		1.00	0.73*	0.96**	0.93**	-0.41	0.96**
Tallos quemados			1.00	0.69	0.75*	-0.50	0.69
Total quemado				1.00	0.96**	-0.32	1.00**
Paja verde					1.00	10.64	0.93**
Tallos verde						1.00	-0.32
Total verde							1.00

los coeficientes de correlación del rendimiento con el peso de los residuos, tanto verde como quemado mantiene un valor superior a 0.60 con la excepción del peso de segmentos de tallos desechados en la cosecha verde y el propio rendimiento que fue de solo -0.05.

los coeficientes fueron significativos entre el rendimiento y el peso total de los residuos y la paja en la cosecha quemada y el peso total y de la paja en la cosecha verde.

También se puede observar como el total de residuos en la cosecha verde está más relacionado con su contenido de paja que con los de segmentos de tallos, (0.93** vs -0.32) mientras que en la cosecha verde sucede lo inverso (0.69 vs 0.96**)

los coeficientes de correlación del rendimiento con el peso de los residuos, tanto verde como quemado mantiene un valor superior a 0.60

los coeficientes fueron significativos entre el rendimiento y el peso total de los residuos y la paja en la cosecha quemada y el peso total y de la paja en la cosecha verde.

También se puede observar como el total de residuos en la cosecha verde está más relacionado con su contenido de paja que con los de segmentos de tallos, (0.93** vs -0.32) mientras que en la cosecha verde sucede lo inverso (0.69 vs 0.96**)

RESULTADOS

Malezas

22/08/2016

Tabla 9. Composición de malezas antes de la cosecha (12/06/2016)

Nombre Científico	Nombre Vulgar	Cobertura Absoluta (70%)	Cobertura Relativa
Caporonia palustra	Botoncillo	9,13	12,92
Cyperus ferax	coquillo	30,07	42,53
Cyperus sculenta	coquillo	4,50	6,36
Echinochloa colona	pasto colorado	4,36	6,16
Ipomoea spp.	bejuco	9,70	13,71
Leptochloa filiforme	plumilla	2,39	3,38
Mimosa púdica	Sierrilla	1,12	1,59
Panicum fasciculatum	Paja colorada	0,28	0,40
Phyllanthus niruri	balsilla	2,95	4,17
Passiflora foetida	Bedoca	0,98	1,39
Rottboellia cochinchinensis	Caminadora	1,40	1,99
Axonopus scoporius	gramalote	0,28	0,40
Otras	Otras	3,53	4,99
Totales		70,70	100,00
Dicotiledóneas		23,89	33,79
Monocotiledóneas		8,71	12,32
Cyperáceas		34,57	48,89

La Composición de malezas se muestra en la tabla 10 y figura 4 donde ciperáceas y dicotiledóneas constituyen más del 80% de la cobertura relativa de malezas total que en ese momento era del 70% de cobertura total absoluta.

Tabla 10. Composición de malezas luego de **15 días** de efectuada la cosecha

Nombre Científico	Nombre Vulgar	Quemada		Verde	
		Cobertura Absoluta (70%)	Cobertura Relativa	Cobertura Absoluta (70%)	Cobertura Relativa
Caporonia palustra	Botoncillo	0,00	0,00	0,00	0,00
Cyperus ferax	coquillo	1,88	24,98	1,06	21,55
Cyperus sculenta	coquillo	1,12	14,84	0,77	15,67
Echinochloa colona	pasto colorado	0,93	12,37	0,00	0,00
Ipomoea spp.	bejuco	0,00	0,00	0,00	0,00
Leptochloa filiforme	plumilla	0,00	0,00	0,00	0,00
Mimosa púdica	Sierrilla	1,49	19,79	0,00	0,00
Panicum fasciculatum	Paja colorada	1,58	21,02	0,96	19,59
Phyllanthus niruri	balsilla	0,00	0,00	0,00	0,00
Passiflora foetida	Bedoca	0,00	0,00	0,00	0,00
Rottboellia cochinchinensis	Caminadora	0,00	0,00	1,92	39,18
Axonopus scoporius	gramalote	0,00	0,00	0,00	0,00
Otras	Otras	0,53	7,00	0,20	4,00
Totales		7,52	100,00	4,90	100,00
Dicotiledóneas		1,49	19,79	0,00	0,00
Monocotiledóneas		2,51	33,39	2,88	58,78
Cyperáceas		2,99	39,82	1,82	37,22

Ya a los 15 días posteriores a la cosecha, se produjo un cambio en la cobertura de malezas ocasionada por la quema en la parcela quemada y por la propia acción de la cosecha en la caña verde, donde la gran cantidad de residuos que cae sobre las malezas existentes que escapan de la acción de cosecha, termina por erradicarlas. (ver tabla 11 y figura 1)

En la misma tabla 10 se puede observar como de un 70% de cobertura antes de la cosecha (tabla 9), ya a los 15 días después de la cosecha (tabla 11) en la tecnología quemada se redujo a 7.52% y en la verde a un 4.9%.

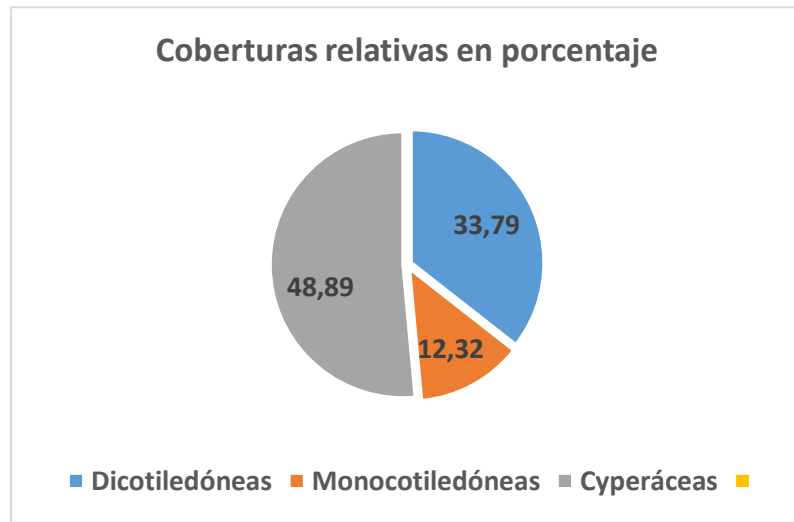


Figura 1. Proporción de malezas por agrupaciones antes de la cosecha. (Dicotiledóneas, monocotiledóneas y ciperáceas)

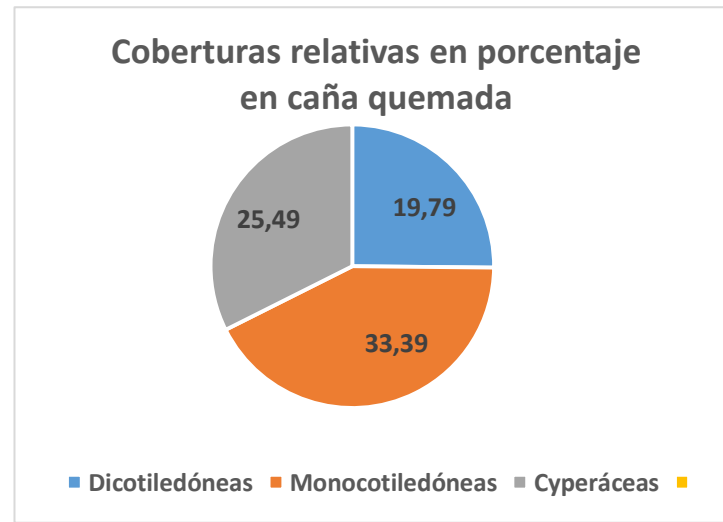
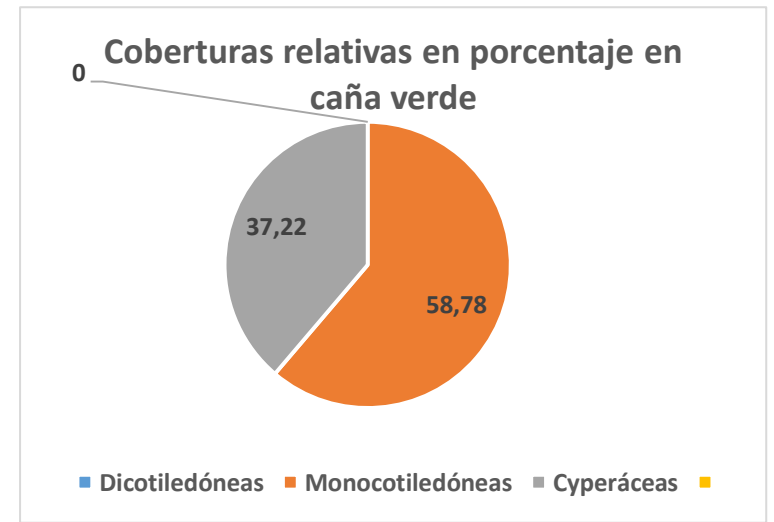


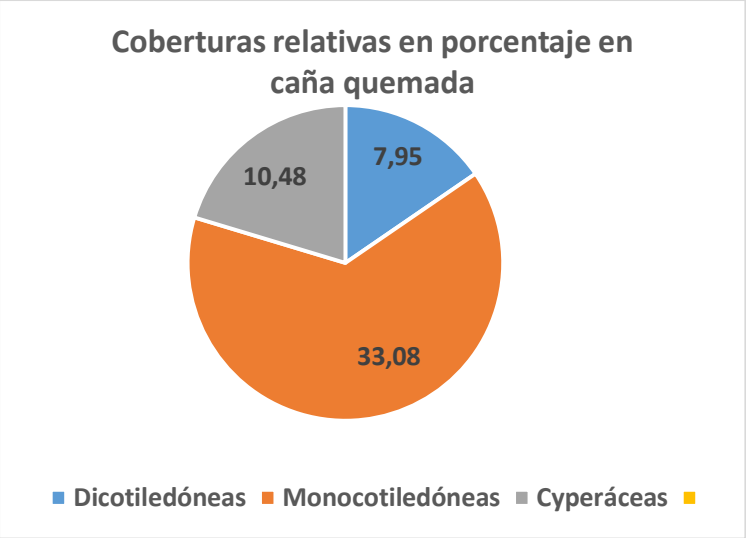
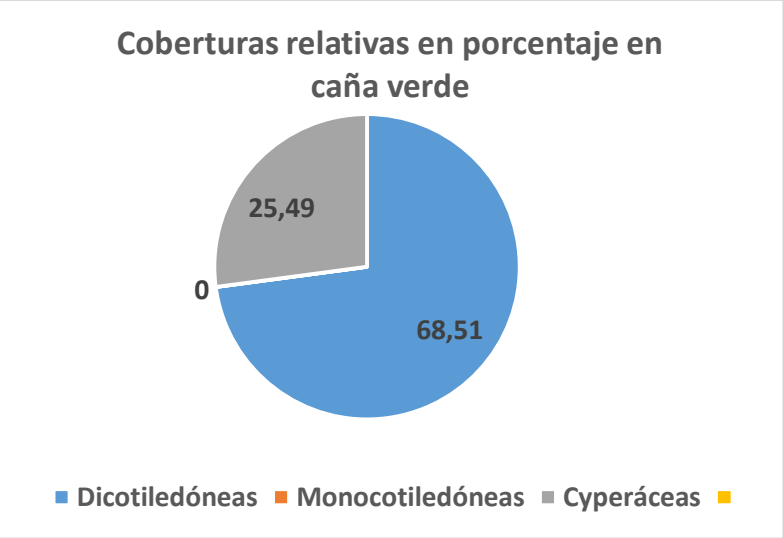
Figura 2. Proporción de malezas por agrupaciones a los 15 días. (Dicotiledóneas, monocotiledóneas y ciperáceas)



observamos como cambió la composición de las especies de malezas, de manera que, en la caña verde, las malezas monocotiledóneas incrementaron su proporción y de las más escasas pasaron a más abundantes que las ciperáceas que aun consiguieron ser las que más sobrevivieron, desapareciendo prácticamente las dicotiledóneas. Por su parte en la caña cosechada quemada las monocotiledóneas pasaron a ser también las mas abundantes pero a diferencia de la caña verde mantuvieron una considerable presencia la dicotiledóneas. Las primeras malezas en emerger tanto en caña quemada como verde fueron monocotiledóneas y ciperáceas (*Cyperus ferax* y *Panicum fasciculatum*)

Tabla 11. Composición de malezas luego de 30 días de efectuada la cosecha (25/08/2016)

	Quemada		Verde	
	Cobertura Absoluta (70%)	Cobertura Relativa	Cobertura Absoluta (70%)	Cobertura Relativa
Totales	53,10	100,00	11,80	100,00
Dicotiledóneas	7,95	14,98	8,08	68,51
Monocotiledóneas	33,08	62,29	0,00	0,00
Cyperáceas	10,48	19,73	3,01	25,49



Ya en este momento la cobertura de malezas aumenta en la caña quemada a un 53.1% (7 veces más que a los 15 días) y en la verde a un 11.8 (dos y media veces más que a los 15 días). La necesidad de una labor de limpia se hace evidente en la caña quemada e innecesaria todavía en la caña verde. Se evidencia que las monocotiledóneas brotan más profusamente después de quemada la caña, siendo en la caña verde por el contrario las dicotiledóneas las más beneficiadas. Las ciperáceas son las que proporcionalmente disminuyen desde su cobertura inicial, en la caña quemada por los efectos de esta práctica y en la verde por efecto de la cobertura

Figura 3. Proporción de malezas por agrupaciones a los 30 días. (Dicotiledóneas, monocotiledóneas y ciperáceas)

Tabla 12. Composición de malezas luego de 210 días de efectuada la cosecha (15/03/2017)

Nombre Científico	Nombre Vulgar	Quemada		Verde	
		Cobertura Absoluta	Cobertura Relativa	Cobertura Absoluta	Cobertura Relativa
Caporonia palustra	Botoncillo	8,00	8,00	5,14	6,60
Cyperus ferax	coquillo	4,05	4,05	2,95	3,78
Cyperus sculenta	coquillo	3,59	3,59	2,57	3,30
Echinochloa colona	pasto colorado	10,21	10,21	12,18	15,62
Ipomoea spp.	bejuco	12,97	12,97	9,23	11,83
Leptochloa filiforme	plumilla	5,61	5,61	5,98	7,66
Mimosa púdica	Sierrilla	11,13	11,13	5,37	6,89
Panicum fasciculatum	Paja colorada	8,37	8,37	5,22	6,69
Phyllanthus niruri	balsilla	8,00	8,00	6,36	8,15
Passiflora foetida	Bedoca	5,89	5,89	1,97	2,52
Rottboellia cochinchinensis	Caminadora	8,10	8,10	9,99	12,80
Axonopus scoporius	gramalote	6,07	6,07	8,70	11,16
Otras	Otras	8,00	8,00	2,34	3,00
Totales		100,00	100,00	78,00	100,00
Dicotiledóneas		46,00	46,00	28,07	35,99
Monocotiledóneas		38,36	38,36	42,07	53,93
Cyperáceas		7,64	7,64	5,52	7,08

Luego de 7 meses sin labores de control de malezas la situación se refleja en la tabla 13, en ese momento ya la cobertura absoluta de malezas en la caña cosechada quemada resultó del 100%, 22% más que en la caña verde que obtuvo el 78%. Esto demuestra la capacidad de retención de la emisión de malezas debido a la cobertura de residuos que se logra en la cosecha verde, donde alrededor de 20 t de residuos quedan esparcidos cubriendo el suelo, evitando la aparición de malezas y conservando la humedad.

Ya en este momento las ciperáceas pasan a un tercer plano, resultando el grupo de malezas más importante en la caña quemada las dicotiledóneas (46%) y en la verde las monocotiledóneas 53.93%)

Luego de 7 meses sin labores de control de malezas la situación se refleja en la tabla 13, en ese momento ya la cobertura absoluta de malezas en la caña cosechada quemada resultó del 100%, 22% más que en la caña verde que obtuvo el 78%. Esto demuestra la capacidad de retención de la emisión de malezas debido a la cobertura de residuos que se logra en la cosecha verde, donde alrededor de 20 t de residuos quedan esparcidos cubriendo el suelo, evitando la aparición de malezas y conservando la humedad.

Ya en este momento las ciperáceas pasan a un tercer plano, resultando el grupo de malezas más importante en la caña quemada las dicotiledóneas (46%) y en la verde las monocotiledóneas 53.93%)

RESULTADOS

Humedad

22/08/2016

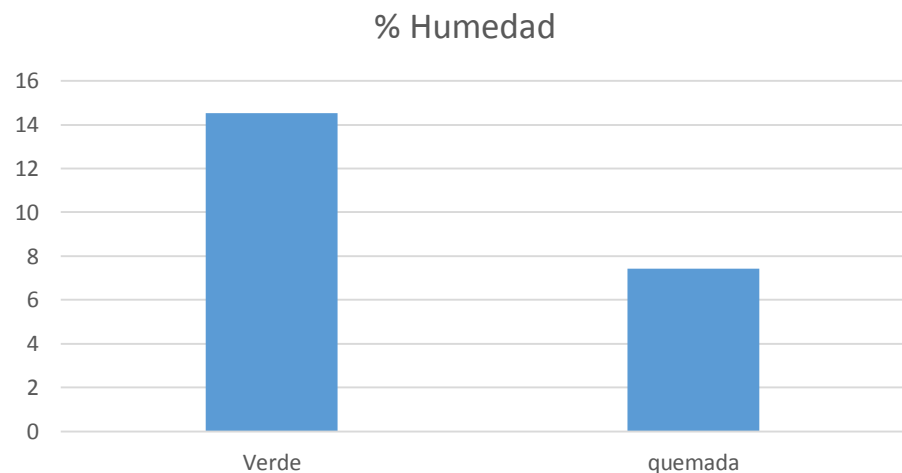


Figura 4. Efecto de la cosecha caña verde y caña quemada sobre la humedad del suelo en la localidad de Milagro

En Milagro el incremento de la humedad en el suelo cosechado verde resultó del 48%. En Vainillo también hubo un incremento de la humedad en un 34% lo que indica que la tecnología verde conserva mucho mas la humedad y su impacto sobre la conservación de suelo es notable.

Con el suelo cubierto por los desechos de la cosecha de caña de azúcar se mantiene la humedad hasta un 40 % más que cuando está desnuda

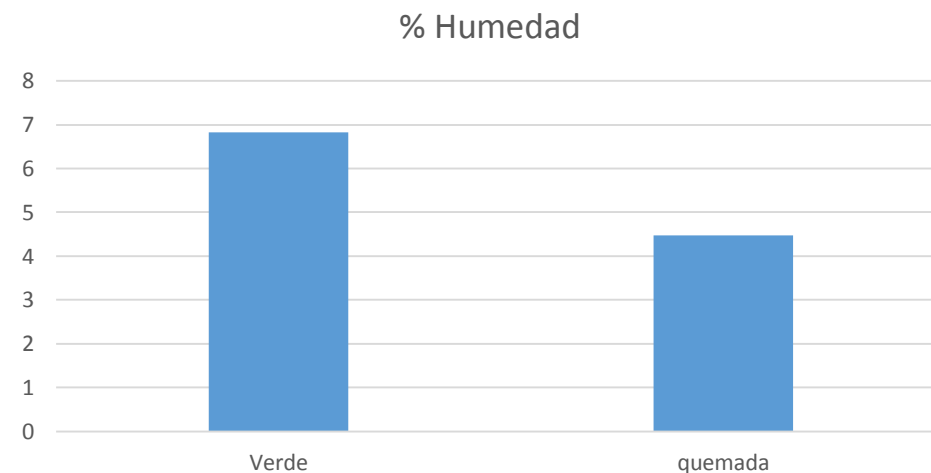


Figura 4. Efecto de la cosecha caña verde y caña quemada sobre la humedad del suelo en la localidad de Vainillo

Esta variable fue asumida por un proyecto desarrollado en el mismo período, sobre los mismos experimentos de campo y por los mismos autores, aunque corresponde a otro investigador principal. Los datos incluidos en ese informe son reproducidos acá, con la autorización correspondiente

Tabla 13. Balance y costos de labores de riego y control de malezas por tecnología de cosecha

Tecnología	Labores necesarias		Costo unitario de labores		Costo total de labores		Total
	Riego	Control de malezas	Riego	Control de malezas	Riego	Control de malezas	
Verde	5	2	20	40	100	80	180
Quemada	10	4	20	40	200	160	360
Diferencia	5	2	0	0	100	80	180

La aparición de malezas y la pérdida de humedad en las áreas cosechadas quemadas se producen con mayor rapidez e intensidad por la desnudez del suelo. Estos dos factores condicionan la necesidad de acciones adicionales de control de malezas y suministro de agua a las plantaciones.

El costo de mantenimiento en las labores de control de malezas y riego se reduce a la mitad en la tecnología verde,

Los costos de producción de acuerdo a MAGAP (2016), se han mantenido alrededor de los 700 USD (no incluye la fertilización con 390 USD aproximadamente). En 2014 estos costos eran de 720.58 USD. De ellos dos terceras partes dedicados al riego y un tercio a cultivo y control de malezas.

Agregados estables del suelo o índice estructural (método de Pieri, 1995),

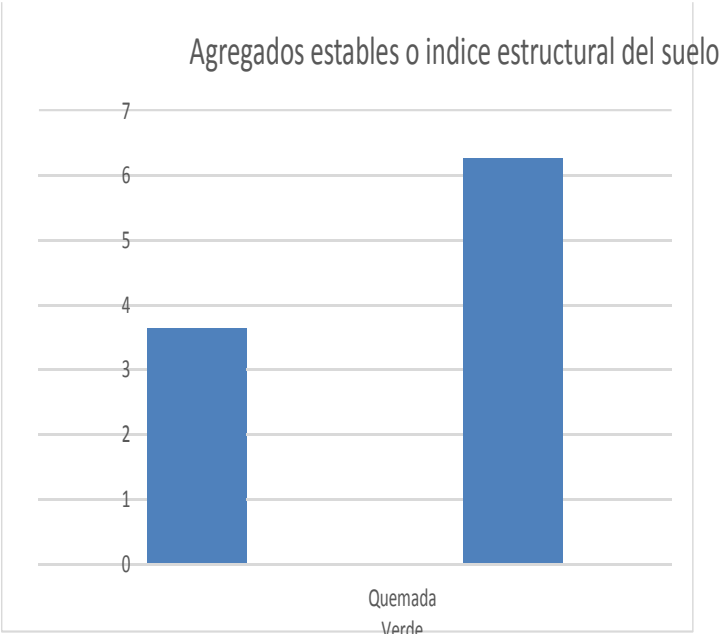
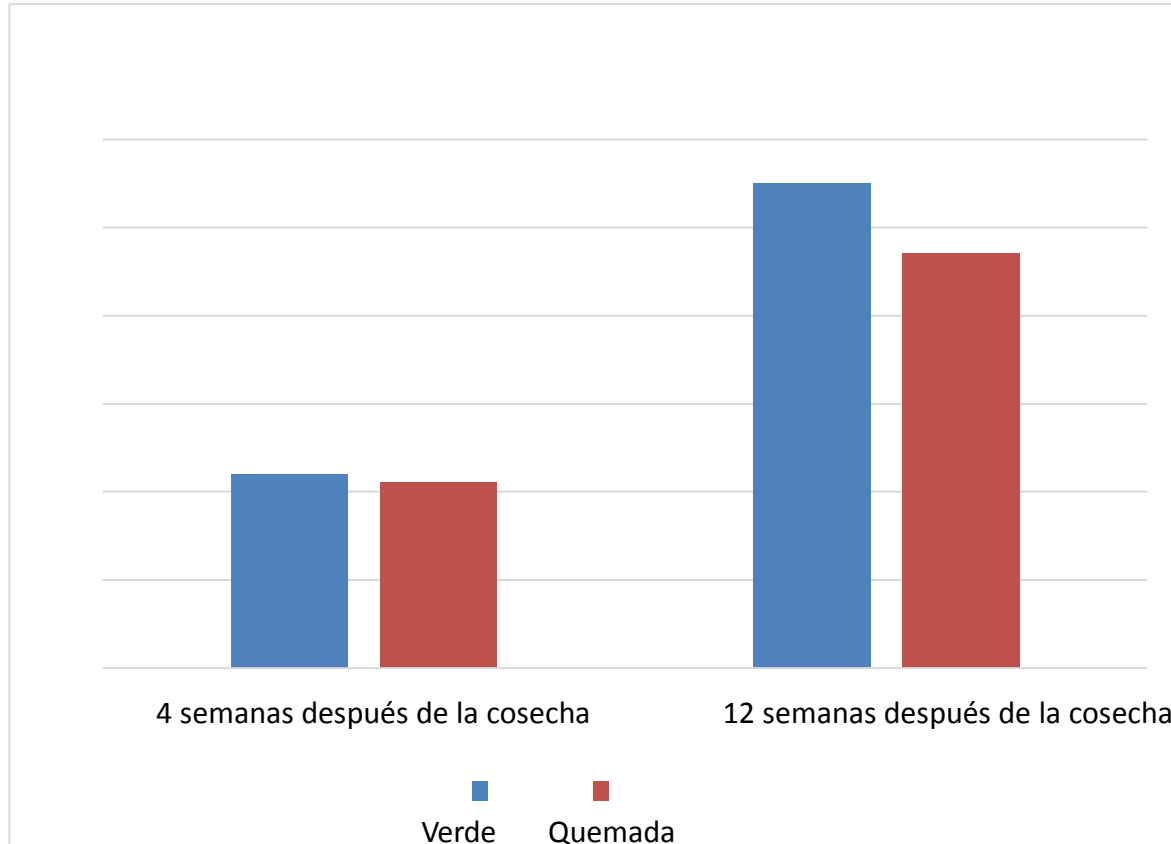


Figura No 4. Efecto de la cosecha caña verde y caña quemada sobre la estabilidad estructural

Nivel de Suelos	Valores	Representación
Suelos Degradados	< 5	Son suelos con alta susceptibilidad a la erosión y a la degradación física
Suelos Altamente Susceptibles	5 a 7	Son suelos con alto riesgo a la degradación física debido a la formación de costras duras de arcillas en la superficie, la compactación y la erosión
Suelos ligeramente Susceptibles	7 a 9	Son suelos con leve degradación física
Suelos Estructuralmente Estables	> 9	Son suelos relativamente estables, tiene importante contenido de carbono orgánico.

Se evidenció un efecto marcado sobre la estabilidad estructural del suelo en la caña quemada llevándola a la categoría más baja (***Suelos con alta susceptibilidad a la erosión y a la degradación física***) mientras que con la tecnología verde se mantuvo en la categoría superior.

La actividad biológica se realizó mediante la estimación de la respiración de suelo (cuantificación de CO₂), (Isermeyer, 1952).



Se puede observar un ligero incremento de 4.6 % de la actividad biológica a las 4 semanas y a las 12 semanas fue mayor llegando a superar por 16.8% a la cosecha quemada lo que coincide con lo reportado por Rachid et al, (2013) quienes manifiestan que la quema disminuye la diversidad y el número de colonias de los microorganismos del suelo.

Tabla 2. Parasitoides y depredadores encontrados al cultivo de la caña de azúcar, en el Sector Vainillo, Guayas, Ecuador. Período agosto – octubre de 2015.

Orden	Familia	Género o Especie	% Abundancia
Coleoptera	Coccinellidae	Varias especies	1,7
Diptera	Dolichopididae	<i>Chrysosoma leucopogon</i>	2,8
	Phoridae	<i>Phora</i> sp.	14,7
	Tachiniidae	<i>Paratheresia claripalpis</i>	3,0
Hymenoptera	Aphelinidae	<i>Encarsia</i> sp.	5,1
	Chalcididae		1,3
	Encyrtidae		1,6
	Ichneumonidae		1,2
	Mymaridae		1,2
	Platygastridae		0,9
	Scelionidae	Varias especies	8,8
	Trichogrammatidae	<i>Trichogramma</i> sp.	3,2

Los Enemigos naturales fue el grupo más diverso (12 taxa) y abundante 45,4 %

Tabla 5. Abundancia de insectos fitófagos, depredadores y saprófagos asociados a la caña de azúcar encontrados en trampas Pitfall en el área quemada y verde. Período agosto – noviembre de 2016.

Habito alimentario	% Abundancia (Área Verde)	% Abundancia (Área Quemada)
Saprófagos	24.8 a	23,5 a
Depredadores y parasitoides	50.5 a	38,2 b
Fitófagos	24.7 b	40.3 a

En el estudio los resultados sugieren que la práctica de la quema podría cambiar los patrones de abundancia favoreciendo los fitófagos y disminuyendo los depredadores.

CONCLUSIONES

- **El volumen de residuos totales resulta superior (algo más del doble), en caña cosechada verde que, en caña quemada,**
- **El componente de la paja o residuos de hojas es el que marca la diferencia, pues los restos de tallos alcanzan volúmenes similares en ambas tecnologías.**
- **No existen diferencias significativas en cuanto a las pérdidas de cosecha (segmentos de tallos molibles), lo que indica que las dos formas de cosecha producen resultados productivos similares y que las pérdidas son muy parecidas y proporcionales al rendimiento en ambos casos.**

- El promedio de residuos quemados asciende a 9.8 t/ha en este estudio y demuestra ser proporcional al rendimiento (coeficiente de correlación $r=0.71$). En el caso de los segmentos de tallos la diferencia es de solo 1.2 t/ha entre ambas tecnologías. Y no es significativa
- El total de residuos en la cosecha verde está más relacionado con su contenido de paja que con los de segmentos de tallos, (coeficientes de correlación 0.93^{**} vs -0.32) mientras que en la cosecha quemada sucede lo inverso (coeficientes de correlación 0.69 vs 0.96^{**})

- **El impacto inicial de la cosecha reduce desde un 70% de cobertura antes de la cosecha, a un 7.52% de cobertura en caña cosechada quemada y 4.9% en caña cosechada verde ,**
- **30 días después de la cosecha la cobertura de malezas aumenta en la caña quemada a un 53.1% (7 veces más que a los 15 días) y en la verde a un 11.8 (dos y media veces más que a los 15 días). A los 30 DDC se comprueba que las monocotiledóneas brotan más profusamente después de quemada la caña, siendo en la caña verde por el contrario las dicotiledóneas las más beneficiadas.**

- **La capacidad de retención de la emisión de malezas debido a la cobertura de residuos que se logra en la cosecha verde, donde alrededor de 20 t de residuos quedan esparcidos cubriendo el suelo, evitando la aparición de malezas y conservando la humedad, demostró extenderse hasta después de los 6 meses (180 días) después de la cosecha.**
- **Con el suelo cubierto por los desechos de la cosecha de caña de azúcar se mantiene la humedad hasta un 40 % más que cuando está desnuda.**
- **El costo en cuanto a labores de control de malezas y riego se puede reducir hasta un 50%**

- **No hubo una diferencia significativa entre la cosecha verde y la quemada con respecto a la fertilidad química, siendo afectado solamente el contenido de potasio y el pH.**
- **En el sistema de cosecha verde se evidencia un incremento de la actividad biológica del suelo.**
- **Con el suelo cubierto por los desechos de la cosecha de caña de azúcar se mantiene la humedad hasta un 40 % más que cuando está desnuda.**
- **El contenido de materia orgánica del suelo no se ve afectado por el uso de las tecnologías de cosecha estudiadas.**
- **La tecnología de caña quemada tiene un efecto negativo sobre la estabilidad estructural del suelo lo que puede acelerar el proceso de degradación**

Estrategia para la conservación de los suelos bajo la siembra de caña de azúcar.

- **Como se ya se dijo anteriormente los efectos sobre las propiedades químicas no son significativos por lo que se recomienda una fertilización normal de acuerdo a lo orientado para cada variedad que se siembra en el país.**
- **Asumiendo que la actividad biológica disminuye sería propicio crear condiciones que favorezcan su desarrollo como el mulch o la aplicación de microorganismos eficientes que incrementan la colonización y por ende la actividad biológica.**

- **Se observó que los enemigos naturales resultaron los grupos taxonómicos más diversos (12 taxa) y abundantes (45,4 %). Los fitófagos presentes y más abundantes podrían sugerir aquellos que por el desarrollo de poblaciones podrían resultar importantes como problema de plagas.**
- **Los resultados sugieren que la práctica de la quema podría cambiar los patrones de abundancia favoreciendo los fitófagos y disminuyendo los depredadores.**



21/07/2016





