

EVALUACION DEL IMPACTO AMBIENTAL QUE PROVOCAN LAS QUEMAS EN LOS CULTIVOS DE CAÑA DE AZUCAR EN LA LOCALIDAD DE BERMEJO

EVALUATION OF THE ENVIRONMENTAL IMPACT THAT THE BURNING IN THE SUGAR CANE CULTIVATIONS CUSE IN BERMEJO

Cavero Sánchez Marcelo Álvaro¹, Blanco Guzmán Elsa María² y Ríos Cesar Giovanni³

¹Director del proyecto (Estudiante de Ingeniería Agronómica), ²Investigadora (Estudiante de Ingeniería Agronómica),

³Asesor del proyecto, Ingeniero Forestal.

Dirección para correspondencia: Marcelo Álvaro Cavero Sánchez. Barrío Moto Méndez

Calle Capitán Garay N° 2229. Tarija - Bolivia.

Correo electrónico: marcecaverlich@hotmail.com

RESUMEN

Las quemadas que se originan en los cultivos de caña de azúcar en la localidad de Bermejo ocasionan impactos ambientales muy severos.

Por tal sentido se desarrolló este trabajo que está orientado a caracterizar los impactos que provoca esta actividad tanto en el suelo como en sus propiedades físico-químicas, y la cantidad de biomasa que se reduce por hectárea.

Esta investigación siguió un contexto de metodologías, para el caso de la materia orgánica se calculó por el método de Walkley y Black, el nitrógeno por el método de Kjeldahl, en lo que se refiere al fósforo se determinó por el método de Olsen, la cantidad de biomasa se calculó por fórmulas matemáticas.

Los resultados más destacados son una eliminación de materia orgánica producto de las quemadas, logrando que los demás elementos químicos del suelo sufran alteraciones como ser: el incremento de nitrógeno de forma temporal, el fósforo sufre una volatilización al igual que el potasio, al existir estos cambios en la parte química, también se alteran las propiedades físicas ya que existe una compactación del suelo por la elevada densidad aparente, y el poco espacio poroso que existe dificultado la infiltración del agua hacia el suelo, perjudicando de gran medida a la producción de caña, observando un bajo rendimiento de biomasa por hectárea.

Palabras claves: Quemadas; Biomasa; Impacto ambiental, paisajes

ABSTRACT

The burnings that are originated in the sugar cane cultivations in the town of Bermejo cause severe environmental impacts.

In that sense, this research was developed to guide the characterization of the impacts that burning causes in the physical-chemical properties of the soil, and the quantity of biomass decreased by hectare.

This research followed a combination of methodologies. In the case of the organic matter, it was calculated using the Walkley and Black method. The nitrogen using the Kjeldahl method, referring to the phosphorus, it was determined using the Olsen method, the quantity of biomass was calculated using mathematical formulas.

The most outstanding results are the elimination of organic matter due to the burnings, causing the other chemical elements of the soil suffer alterations like: the increment of nitrogen in a temporary way, the phosphorus suffers a volatilization as well as the potassium. When these changes in the chemical part exist, the physical properties are also changed. A compact flattening of the ground exists due to the apparent high density and the little porous space existing hindering the infiltration of the water in the ground, harming the sugar cane production enormously and reaching a low yield of biomass per hectare.

Keywords: Burning; Biomass; Environmental Impact

INTRODUCCION

La agroindustria de la caña de azúcar es una de las actividades más importantes del sector agrícola e industrial en los países productores. En la mayor parte de ellos llega a representar niveles de importancia social, cultural, política y económica de especial relevancia siendo un sector determinante para el desarrollo agro empresarial y actualmente se constituye en una de las formas más eficientes de garantizar la permanencia de la población en el campo, evitando la migración hacia los centros urbanos.

Indiscutiblemente este producto ha venido tomando

importancia a lo largo de los últimos 15 años en nuestro país, cultivándose hoy en día un 100% más, particularmente en el caso de Bermejo se estima un área de cultivo que va desde las 11000 a 12000 ha, en donde se tiene registrados alrededor de unos 1340 productores con un promedio de casi dos parcelas por productor.

Esto ha motivado a que el gobierno por iniciativa propia alrededor del año 1968 haya fundado el Ingenio azucarero "Industrias Agrícolas de Bermejo S.A." dependiente de la corporación boliviana de fomento (CBF), al desaparecer esta instancia en el año 1985 pasa a depender de la Corporación de desarrollo Tarija (Codetar), para luego ser privatizada el año 1998 en donde en la actualidad esta empresa pasa a depender de los trabajadores con un 100% de las acciones, generando con ello cientos de fuentes de empleo y constituyéndose en un pilar de la economía de los pobladores de esta región.

Sin embargo la dotación de la materia prima al Ingenio (caña de azúcar) en estos últimos años ha venido generando una serie de problemas debido a las constantes quemadas que se utilizan para la extracción del producto, ya que los zafreos generalmente para cosechar la caña procedían a realizar el desmalojado de las mismas hoy en día queman el producto en pie para facilitar la tarea y ahorrar horas de duro trabajo, sin tomar en cuenta los diversos impactos ambientales como; la contaminación del ambiente por las grandes masas de humo y ceniza que emanan de los cañaverales y la pérdida de fertilidad del suelo en particular.

En tal caso las quemadas en pie según (Chillón, 2003) provocan daños considerables al suelo como; la reducción del fósforo, carbono y un efecto negativo sobre la fertilidad física del mismo, a consecuencia de esto por lo general estos sitios se tornan improductivos con el pasar de los años, observándose una disminución progresiva en el rendimiento de los cultivos que se practican en estas áreas sometidas a esta actividad, a medida que transcurre el tiempo.

Por otra parte la capacidad extractiva de macro y micro nutrientes por parte de los cultivos de caña de azúcar agrava más el problema, considerando que algunos autores como (Cárdenas, 1995) manifiestan que por cada tonelada que se cosecha de este producto, se extrae del suelo aproximadamente 0.66 Kg de nitrógeno, 4 Kg de fósforo y 1.5 kg de potasio acelerando la degradación de este recurso.

En tal sentido a lo largo de este trabajo se muestra el proceso metodológico empleado, la descripción de los resultados encontrados y la discusión alcanzada, las cuales se constituirán en una herramienta para poder orientar, concientizar a nuestro campesino acerca de los impactos que causan estas quemadas a los suelos de esta región, al mismo tiempo nos permitirá sugerir técnicas que nos permitan mejorar la producción del mono cultivo de la caña de azúcar, como así también promover la conservación

y recuperación de estos suelos que se encuentran en su mayoría ampliamente degradados por las quemadas que se practican

MATERIALES Y METODOS

Consistió en un análisis de imágenes satelitales con la ayuda de un Sistema de Información Geográfica (SIG) utilizando los programas; Arcview 3.2 y de esta manera se determinó la zona de estudio como se visualiza en el mapa.

Material/Equipo	Actividades
GPSmap Garmin 76csx	Geo posicionamiento de puntos
Herramientas menores (palas, picos, martillos)	Escavado de calicatas para la toma de muestras de suelo.
Cilindros metálicos	Ensayo de infiltración.
Barreno Holandés	Obtención de muestras de suelo
Carta topográfica	Ubicación del área de estudio
Horno o mufla	Secado de las probetas de caña para determinar la cantidad de biomasa

Para realizar el levantamiento dasométrico se establecieron parcelas de muestreo en diferentes paisajes los cuales tuvieron dimensiones de 10 * 10 m en estas parcelas se midió el diámetro y las alturas de todas las cañas que se encontraban dentro de las parcelas, para determinar la descomposición del rastrojo vegetal se procedió a tomar muestras de hojas de caña viva y así de esta manera poderlas pesar cada 30 días por el transcurso de 6 meses y poder determinar la tasa de descomposición del rastrojo vegetal

Para estimar la cantidad de biomasa que existe por hectárea se cortó muestras de caña, los ejemplares fueron seleccionados por los cálculos de área basal y volumen, haciendo un total de 45 probetas las cuales fueron llevadas a la ciudad de Tarija al laboratorio de tecnología de la madera de la universidad Juan Misael Saracho las probetas fueron pesadas antes de pasar por el proceso de secado una vez secadas se las volvió a pesar para obtener el peso verde y seco, así de esta manera se calculó la biomasa mediante fórmula matemática.

$$B = \frac{Ph - Ps}{Ph} * 100\%$$

B=biomasa
Ph= peso húmedo
Ps= peso seco

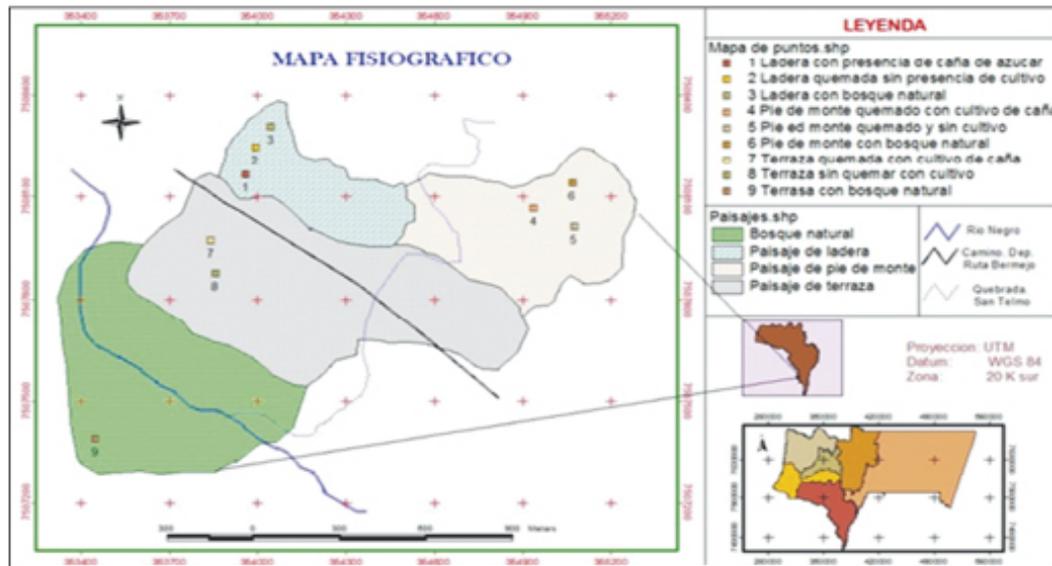
Para el levantamiento de los datos de suelo se toma los siguientes criterios.

El levantamiento de los datos de suelo en los sitios con quemadas y en el suelo testigo el no quemado consiste

en tomar en cuenta criterios como: relieve en general, pendiente, micro relieve, posición topográfica y otros según

la OEA. Los criterios para la ubicación de los perfiles del suelo, testigo y principalmente del suelo chaqueado.

Figura 1. Mapa de la Zona de Estudio



Determinación de los parámetros Físicos del suelo.

El método utilizado para la densidad aparente es el Gravimétrico.

$$Da = \frac{Pss}{Volcm^3}$$

Da = Densidad aparente, en gr. /cc.
 Pss = Peso del suelo seco.
 V = Volumen del cilindro.

$$Po = 1 - \frac{Da}{Dp} * 100$$

La porosidad fue determinada de acuerdo a la siguiente fórmula como se la muestra a continuación:

Po = Porosidad %.
 Da = Densidad aparente
 Dp = Densidad de partícula

La infiltración fue determinada en campo por el método del doble anillo, el cual consiste en insertar dos cilindros de acero al suelo.

$$I = A + \frac{1}{2} S * t^{1/2}$$

I = Infiltración mm/h.
 A = Factor relacionado con la conductividad hidráulica asimilable
 S = Sortividad, que representa los efectos del potencial de succión y gravitacional respectivamente.
 t 1 / 2 = Tiempo.

Determinación de los parámetros químico del suelo.
 Para el caso de la materia orgánica se utilizó el método de

Walkley y Black.

El nitrógeno total fue determinado en laboratorio mediante el método de Kjeldahi.

$$NT = \frac{((Vm - Vb) * N * 1.4)}{Pm}$$

NT= Nitrógeno total %.
 Vm= Volumen de ácido sulfúrico 0.05 N gastado en la muestra en ml.
 Vb= Volumen de ácido sulfúrico 0.05 N gastado en el blanco, en ml.
 Pm= Peso de la muestra, en gramos.
 1.4= Factor.

Para el caso del fósforo se lo determinó por el método de Olse.

P= pi *10
 P= Concentración de fósforo en la muestra de suelo, en ppm.
 pi = Concentración de fósforo obtenido por interpolación, en ppm.

El pH es determinado por el método del Potenciómetro en suspensiones, el mismo consiste en pesar 10gr. de suelo de la muestra el cual se lo deposita en un recipiente y se añade 25ml de agua, dejándolo reposar por una hora para después hacer la medición mediante el potenciómetro él nos dará el valor del pH de la muestra.

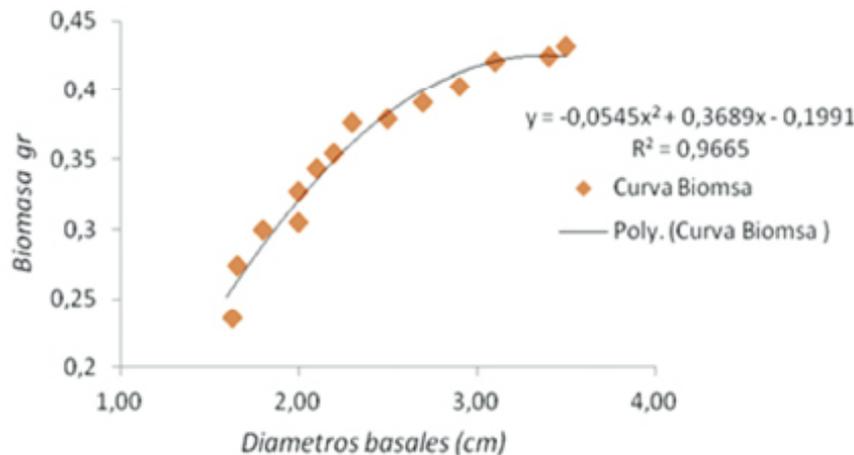
Y por último se realizó una análisis estadístico en este caso el procedimiento más adecuado es la prueba descrita por Mann-Whitney que es un método no para métrico aplicado a dos muestras independientes (Murray y Spiegel, 1890).

RESULTADOS

La biomasa estimada de los cultivos de caña de azúcar varía de acuerdo al paisaje, como se lo puede apreciar a continuación; De acuerdo a la Figura 2 el promedio de

biomasa por m² es de 0.36gr un valor bastante bajo, este comportamiento es producto de las constantes quemas que se realizan en este tipo de paisajes lo que ocasiona una disminución considerable en el rendimiento del cultivo.

Figura 2. Correlación entre biomasa y diámetros basales paisajes de Terraza

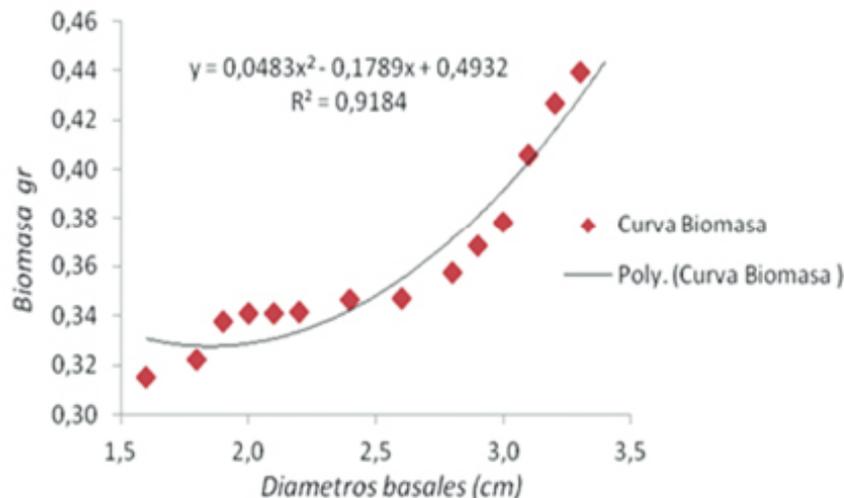


De acuerdo a lo que podemos observar en la Figura 3, el promedio de biomasa por m² es de 0,17 gr este valor es inferior al registrado en los cultivos de caña de azúcar que se encuentran ubicados en las terrazas

Sin lugar a dudas en las laderas las condiciones edáficas

son bastante difíciles, ya que por lo general los suelos son superficiales con bajos contenidos de materia orgánica lo cual los vuelve improductivos, ante esta difícil situación las quemas agudizan a un más el problema

Figura 3. Correlación entre biomasa y diámetros basales paisajes de ladera



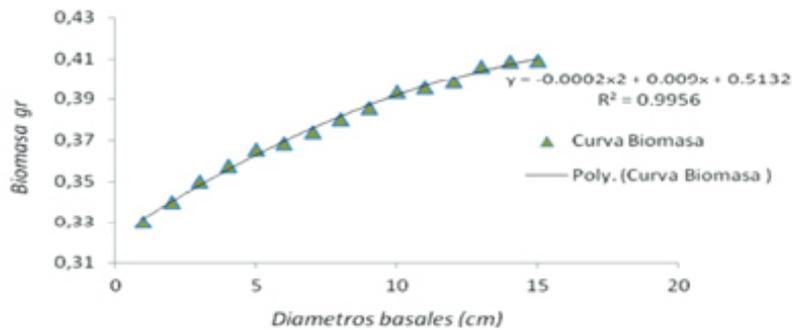
En el caso de los piedemontes el promedio de biomasa es de 0,51 gr mayor al registrado en las laderas y terrazas de acuerdo a lo que podemos observar en la figura 4, este comportamiento puede ser atribuible a que si bien estos lugares son zonas de transporte los suelos que se encuentran son moderadamente profundos.

Cabe destacar que la actividad azucarera se concentra con mayor intensidad en las terrazas por lo cual las

quemas son poco frecuente en estos paisajes, de pie de monte, debido a que la primera cosecha es en las partes bajas, (terrazas), mientras que en este tipo de paisaje por lo general se lo deja para el final.

Situación que obliga a cosechar de la manera tradicional puesto que por la época del año, las precipitaciones no permiten realizar las quemas que frecuentemente se realizaban para alliviar el trabajo.

Figura 4. Correlación entre biomasa y diámetros basales paisajes de ple de monte



Biomasa de caña de azúcar

Los rendimientos de biomasa disminuyen de manera considerable con el pasar de los años, puesto que si observamos en la tabla 1, por el año 1980 los cultivos registraban un promedio de 140 ton/ha, mientras que el año 2009 estos niveles disminuyen alarmantemente a 60 ton/ha, en tanto que para el 2010 la cantidad de biomasa calculada es de 21 ton/ha

Estos datos son una muestra que los suelos de la localidad de Bermejo están enfrentando un serio proceso de degradación por quemaduras, ya que los rendimientos estimados son muy bajos lo cual pone en riesgo el abastecimiento de materia prima al ingenio azucarero, por tratarse de un producto que presenta una calidad baja

Tabla 1. Rendimiento de caña de azúcar en toneladas desde la gestión 1980 a 2010

N°	Tipo de Paisaje	Rendimiento TN/ Has Año 1980	Rendimiento TN/ Has Año 2009	Rendimiento TN/ Has Año 2010
1	Terraza	130	50	18
2	Ladera	140	60	21,1
3	Pie de monte	140	60	21,4

Variables Químicas del Suelo

Materia Orgánica

De acuerdo a lo que se observa en la Figura 5 el porcentaje de materia orgánica en los suelos quemados de terraza y ladera es mayor en comparación a los suelos testigos (vírgenes), mientras que el piedemonte presenta valores relativamente bajos.

Para el primer caso cuando se realizó el análisis de materia orgánica por el método de Walkley y Black las muestras

contenían carbón vegetal residuos inertes no asimilables para los cultivos, si bien elevan el contenido de materia orgánica no representan un aumento de la fertilidad del suelo.

Mientras que en los piedemontes las quemaduras son menos frecuentes debido a que por lo general se comienza con la cosecha de las zonas bajas, en tanto que estos sitios quedan para los meses de noviembre en donde ya no se puede quemar, obligando a los zafreiros a realizar la cosecha de la manera tradicional (desmalojado de la caña).

Figura 5. Materia orgánica en suelos con presencia de quema y su testigo

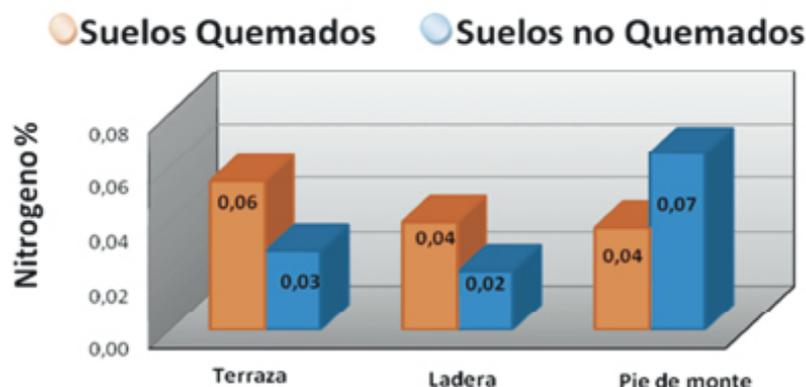


Nitrógeno Total

De acuerdo a la Figura 6 se observa que en las terrazas y laderas el nitrógeno total se incrementa considerablemente en comparación al testigo, sin embargo en los pies de montes el comportamiento es diferente ya que en los suelos testigos el nitrógeno es mayor. A consecuencia de la quema de moderada intensidad de la materia orgánica.

Los niveles de nitrógeno se aumentan de manera temporal por un tiempo leve, esta situación podría decirse que son favorables para el suelo sin embargo estos contenidos decaen de manera considerablemente. En el caso de los pies de montes los contenidos de nitrógeno en el suelo son bajos, aunque no de forma significativa sin embargo este comportamiento es producto de la exigencia del cultivo de caña de azúcar y también de las pocas quemas que se efectúan en estos sitios

Figura 6. Nitrógeno total en suelos con presencia de quema y su testigo



Fósforo Disponible

Los niveles de fósforo en los suelos quemados con presencia de cultivo de caña azúcar presentan variaciones de acuerdo al tipo de paisaje como se detalla a continuación:

En el caso del fósforo se puede observar una volatilización del mismo en los paisajes de terraza y piedemonte a consecuencia de la quema de moderada a baja

intensidad mientras que en el caso de la ladera se produce un aumento significativo del fósforo.

Cabe destacar que en las laderas la quema afecta al fósforo orgánico produciéndose una caída del mismo lo que a su vez provoca un aumento del fósforo inorgánico, sin embargo el aumento de este compuesto no es de gran ayuda para el suelo ya que es poco asimilable para el cultivo.

Figura 7. Cantidad de fósforo en suelos con presencia de quema y su testigo



PH Disponible en el Suelo

Como podemos observar en la Figura 8 el pH se reduce de manera considerable en los paisajes de piedemonte y terraza en tanto que en ladera los niveles si bien disminuyen

pero no son considerables. Este comportamiento es atribuible al parecer a que en estos lugares existiría un lavado del suelo por acción del agua de escorrentía. Lo cual provoca un desplazamiento de las cenizas a lugares más bajos como las terrazas, por lo tanto el pH tiende a ser

de carácter alcalino en los tres tipo de paisaje.

De tal forma los suelos sometidos a la intensa actividad de producción de caña de azúcar de la localidad de

bermejo, experimentan cambios circunstanciales en su composición debido al elevado nivel de sales y alcalinidad que se registran los mismos, dificultando con ello el normal desarrollo del cultivo

Figura 8. PH en suelos con presencia de quema y su testigo



*diferencias significativas al 95% de probabilidad

Variables Físicas del Suelo

Porosidad

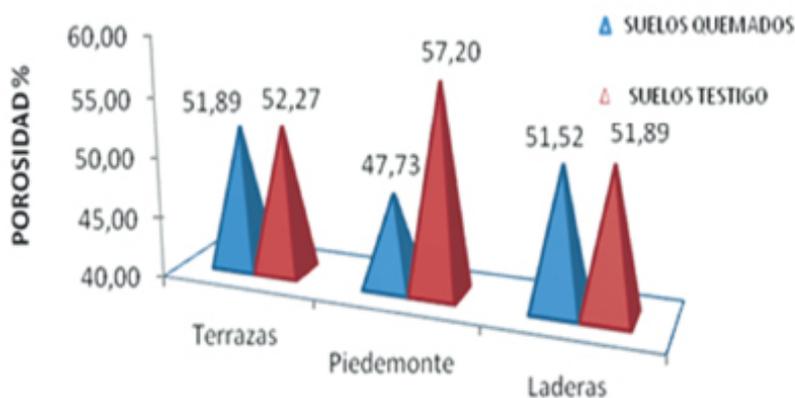
Los efectos de las quemas, alteran el comportamiento en la porosidad, en los distintos tipos de paisajes.

El porcentaje de porosidad disminuye levemente en los suelos quemados de ladera y terraza mientras que en el

pie de monte de acuerdo a la figura 9 se observa una diferencia entre el suelo quemado y su testigo.

La disminución de la porosidad en los suelos productores de caña de azúcar se debe sin lugar a dudas al taponamiento de los macro poros por efecto de la ceniza, que se acumula en la superficie del suelo producto de la quema, para después por acción del agua las partículas de ceniza se infiltran en el perfil del suelo causando el efecto de taponamiento

Figura 9. Espacio poroso % en suelos con presencia de quema y su testigo



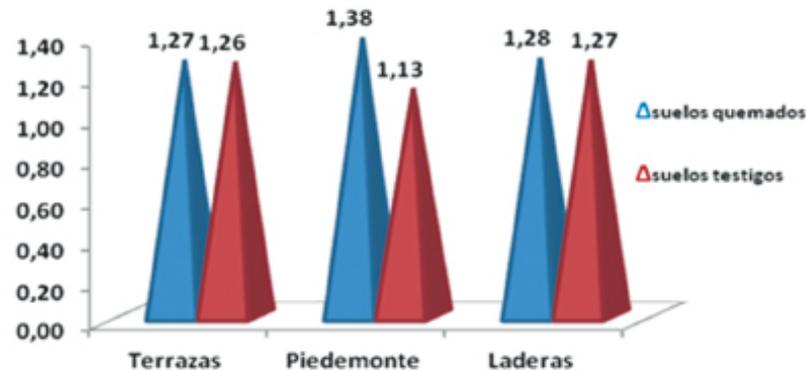
Densidad Aparente

La densidad aparente es un parámetro físico que permite medir el grado de compactación que tiene un suelo, en nuestro caso se constituye en un indicador para poder valorar los impactos producidos por las constantes quemas a las que son sometidas los suelos cañeros, como se puede observar en la figura 10 la densidad aparente se

Incrementa ligeramente en lo suelos de terraza y ladera, mientras que en el piedemonte los valores aumentan de manera significativa.

Sin lugar a dudas este incremento de la densidad aparente de los suelos y la reducción de la porosidad nos estarían indicando que los suelos afectados por quemas tienden a compactarse con el pasar del tiempo.

Figura 10. Densidad aparente en suelos con presencia de quema y su testigo



Infiltración

La capacidad que tiene un suelo de dejar pasar agua a través de su perfil en un determinado tiempo, es un indicador de calidad que muchas veces puede verse alterado como se lo muestra a continuación.

Como podemos observar en las tres figuras (11, 12,13) para el caso del piedemonte la infiltración es bastante baja, mientras que para el caso de las laderas y terrazas aumenta aunque no de manera considerable. Esta situación se debe sin lugar a dudas a la baja porosidad

que tienen los suelos cañeros de la zona de estudio y ratificada por el aumento de la densidad aparente, lo cual dificulta la entrada de agua al perfil causando con ello un déficit hídrico.

Los efectos de esta compactación se reflejan en la cantidad de caña de azúcar que se cosecha por año, que a medida que transcurre el tiempo es menor debido al empobrecimiento de los suelos por la falta de agua, principal componente de la producción y el desarrollo de cualquier cultivo que se practique en una determinada zona del departamento de Tarija.

Figura 11. Infiltración del agua en suelos de pie de monte

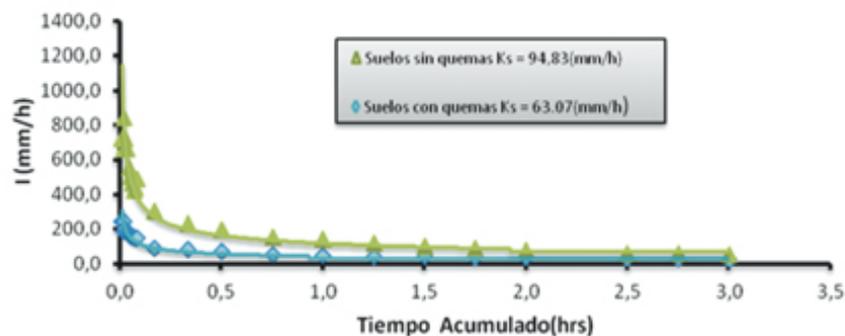


Figura 12. Infiltración del agua en suelos de ladera

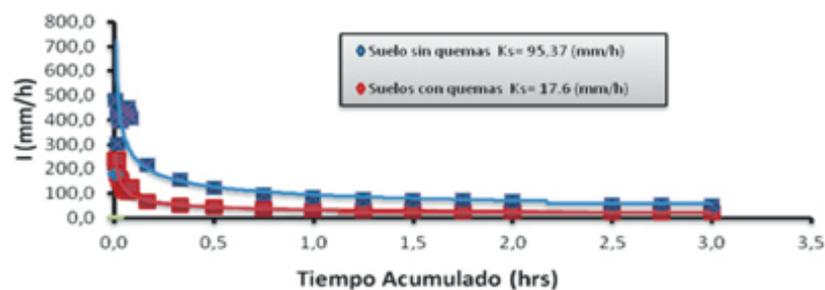
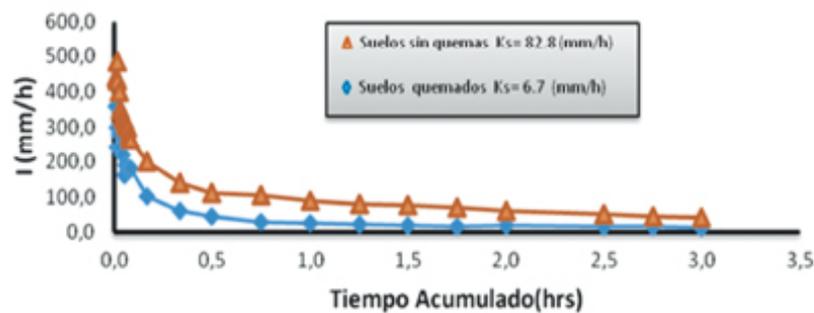


Figura 13. Infiltración del agua en suelos de Terraza

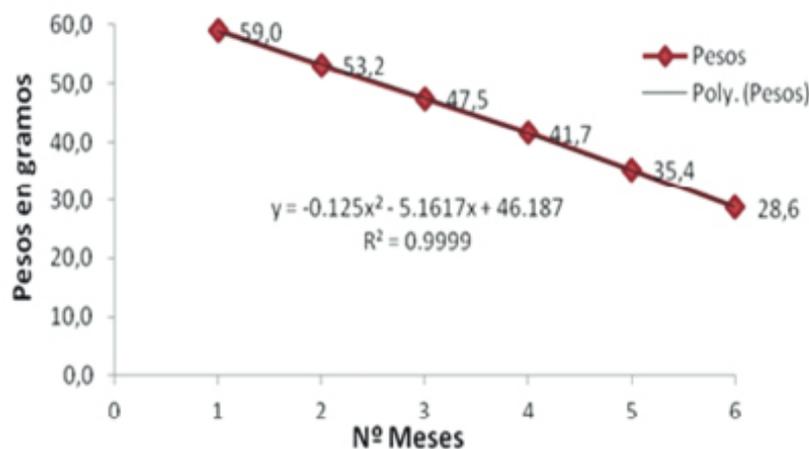


Descomposición del Rastrojo Vegetal

Como se observa en la figura 14 la tasa de descomposición de la hojarasca de caña de azúcar es buena ya que el

coeficiente de determinación R nos da un 99% lo cual indica que la descomposición que se fue dando cada mes fue paulatinamente es decir el contenido de humedad de las hojas fue disminuyendo progresivamente.

Figura 14. Tasa de descomposición del rastrojo vegetal de caña de azúcar en un periodo de 6 meses



DISCUSION

La biomasa estimada de caña de azúcar por m² varía de acuerdo a los distintos tipos de paisajes, en terraza se tiene 36 gr. en ladera 17 gr y en ple de monte 51 gr. como se observa estos resultados son relativamente bajos. De igual forma se observa estos datos en toneladas ya que en los años de 1980 la cantidad de caña que se producía por hectárea era más o menos de 140 Ton. Pero para el año 2010 el rendimiento baja de forma considerable llegando a producir 21.1 Ton/ha, en los lugares más críticos este suceso se estaría dando por las constantes quemadas que realiza los zafreiros lo cual estaría provocando un acelerado proceso de degradación del suelo tanto en sus propiedades físico-químicas ya que en la materia orgánica se produce la formación de residuos inertes que son poco asimilables por el cultivo y por ende los elementos químicos como ser: nitrógeno, fósforo y potasio tienden a sufrir cambios

bruscos en su composición a consecuencia de la pérdida de materia orgánica.

En correlación a todo esto también es afectada la parte física del suelo ya que por la incorporación de las cenizas al suelo se estarían reduciendo los espacios porosos del mismo, existiendo un aumento de la densidad aparente llegando en algunos casos a existir una leve compactación del suelo afectando paulatinamente a la infiltración del agua en los distintos tipos de paisajes de ladera, terraza y ple de monte.

Por otra parte la tasa de descomposición del rastrojo vegetal de caña de azúcar presenta de una moderada a elevada tasa de descomposición lo cual indica que podría constituirse en una alternativa de recuperación de estos suelos degradados por la actividad agrícola a los que son sometidos actualmente y poder frenar la pérdida

de bosque que se da año tras año por la gran expansión de la frontera agrícola.

BIBLIOGRAFIA

Almendros G., Palo, Ibáñez y Lobo M.C. (1984). *Contribución al Estudio de la Influencia de los Incendios Forestales en las Características de la Materia Orgánica del Suelo. Transformaciones del Humus por Ignición en Condiciones Controladas de Laboratorio.* Nº 79-86.

Amezketta E. (1999). *Soil Aggregate Stability.* *Areviv Journal of Sustainable Agriculture.* Nº 14: 83-151.

Debano P. (1998). *Fire's Effects on Ecosystems.* John Wiley y Sons.

Debano L. F. Savage, S. M. y Hamilton D. (1976). *They Transfer of Heat and Hay Drophobic Substances During Burning.* *Soil Science Society of America Proceedings.* Nº 40: 779-782.

Dekker L. F. y Ritsema C. J. (1996). *Variation in Water Content and Wetting Paltering in Duteh Water Repellency Peaty Clay and Clayey Peat Soil.* Nº 28. 89-105.

Dryness C. C. T. y Norum R. A. (1983). *The Effectors Burning on Chaparral Soil II. Soils Microbes and Mineralization.* *Soil Science Society of America Journal.* Nº 43: 509-514.

Boerner R. (1999). *Incendios Forestales.* Universidad Autónoma de Chapingo. Ed. Mundial Prensa. México.

Carballas F. (2003). *Los Incendios Forestales en Reflexión sobre el Medio Ambiente en Galicia.* Cancelería del medio Ambiente. Xunta de Galicia.

Chillón E. (2003). *Estudio de Estrategias de Mitigación de*

Impactos Ambientales del Chaqueo y la Quema en la Provincia Nor Yungas de La Paz – Bolivia.

Ibáñez J. Lobo, M. C. Almendros G. y Polo A. (1983). *Impacto del Fuego Sobre Algunos Ecosistemas Edáficos de Clima Mediterráneo Continental de la Zona Centro España.* Boletín de la Central España.

Ibáñez. Lobo M.C., Almendros G. y Polo A. (1983). *Impacto del Fuego Sobre Algunos Ecosistemas Edáficos de Clima Mediterráneo Continental de la Zona Centro España.* Boletín de la Estación Central de Ecología.

Mendoza R. (1997). *Estudio del Efecto de las Quemadas en las Propiedades Físicas y Químicas del Suelo en la Zona Sub Tropical de Alto Beni.* Beni-Bolivia.

Valera M. (2007). *Efectos de los Incendios Forestales la Degradación Física de los Suelos en Galicia.* Universidad de Vigo España.

Walker J., Raison R. J. y Khana P. K. (1983). *The Impact of Fire on Australian Soil.* Australian University of Queens Land Press.

White E. M. y Gartner F. R. (1975). *Immediate Effects of Prairie Fire on the Soil Nitrate, Ammonium, Avoidable Phosphorus and Total N, Contents.* *Proceedings of the South Dakota Academy Sciences.* Nº 54: 188-193.

Woods P. V., Raison, R. J. y Rhana P. K. (1983). *Effects Prescribed Burning on Forest Floor Microclimate and on Subsequent Rates of Litter Decompositions in a Eucalyptus paucifolia Forest.* *Proceedings of Ecological Society of Australia.* Nº 12: 174-175.

ZONISIG (2001). *Proyecto de Zonificación Agroecológica y Socioeconómica del Departamento de Tarija.*