

IMPACTO DEL CHAQUEO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO – QUÍMICAS DEL SUELO EN LA LOCALIDAD DE RIO CONCHAS, PROVINCIA ARCE DEL DEPARTAMENTO DE TARIJA

Cesar Giovanni Ríos Ríos ⁽¹⁾

(1) Ingeniero Forestal, AMBIODES. cesar_giori@hotmail.com

1. INTRODUCCIÓN

El uso de los chaquesos por parte de los productores para habilitar tierras para cultivos se está incrementando con la expansión de la frontera agrícola, sin considerar los daños que causa a los diferentes componentes del ecosistema forestal en particular al suelo, produciéndose cambios en las propiedades físicas y químicas, disminución de la fertilidad y degradación del suelo por agentes erosivos, lo que ocasiona que el rendimiento de las cosechas baje a medida que transcurre el tiempo después del chaqueo.

El objetivo de este trabajo es evaluar el impacto de la práctica del chaqueo en algunas propiedades físicas y químicas de los suelos de la localidad de Río Conchas.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

En una primera etapa del trabajo se establecieron 7 sitios con chaqueo y 7 sin chaqueo mediante la interpretación de imágenes de satélite a través de técnicas cartográficas empleando un SIG, obteniendo un mapa de sitios chaqueados y no chaqueados el cual fue verificado en campo. Luego en función a criterios de tiempo de chaqueo y tipo de paisaje se realizó una estratificación de los sitios estableciendo tres estratos; *chaqueos de 1 a 3 años*, *chaqueos de 8 a 10 años*, *chaqueos de 20 años* y *un testigo o sitio sin chaqueo*.

En cada sitio chaqueado y no chaqueado se procedió a determinar la densidad aparente por el método del cilindro (Colile, 1936), infiltración por el método del doble anillo (Bouwer, 1986) para después ajustar los datos al modelo de Philip.

Se extrajeron muestras de suelos para los correspondientes análisis químicos de los horizontes "A" para la materia orgánica por el método de (Walkley y Black, 1970), horizontes "A, B y C" para el fósforo total determinado por el método de (Olssen, 1954), nitrógeno total por el método de Kjeldhal, pH por el método del potenciómetro en suspensión de partículas y conductividad eléctrica por el Puente de Resistencia en Suspensión del Suelo.

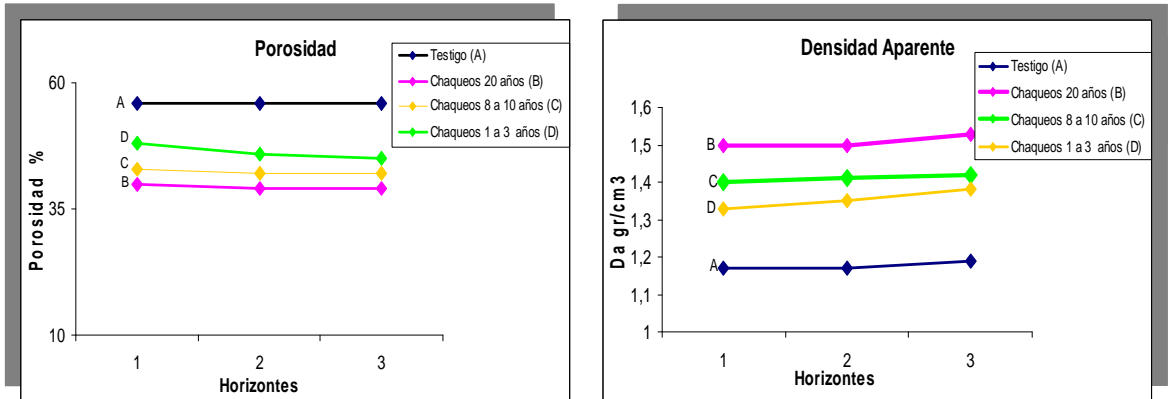
Las variables socioeconómicas fueron tomadas por medio de una encuesta que se la práctico a cada uno de los productores de la zona de estudio.

Posteriormente se sometió a cada una de las variables consideradas al Test estadístico de Mann Whitney para establecer las diferencias estadísticas que podrían existir entre suelos chaqueados y no chaqueados, el mismo que se lo realizó mediante el programa estadístico SSPS versión 17.0.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo a los objetivos planteados en el presente trabajo se presentan a continuación los siguientes resultados:

Porosidad y densidad aparente



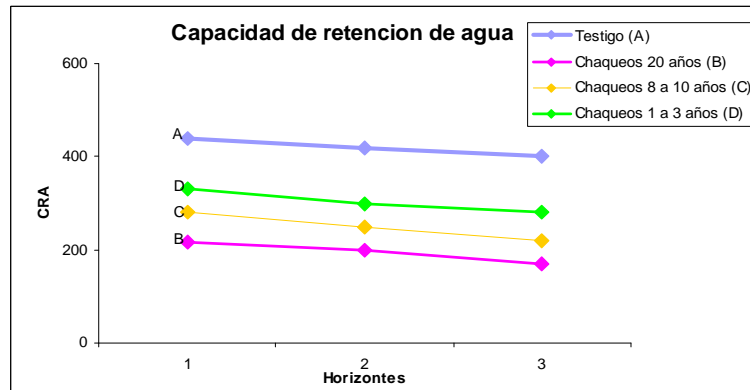
Gráficas N° 1 y 2 Reducción de la porosidad y densidad aparente en suelos chaqueados

De acuerdo a las graficas podemos observar que existen diferencias estadísticamente significativas en los valores de la porosidad y la densidad aparente respectivamente.

Respecto al tiempo transcurrido después del chaqueo se verifica una disminución de la porosidad y un aumento paralelo de la densidad aparente por efecto de la quema de la materia orgánica la cual es reguladora de la estructura gruesa del suelo.

Lo reducción del espacio poroso y aumento de la densidad aparente es debido al agregamiento, taponamiento y obturamiento de los macro poros a causa de la incorporación de cenizas procedentes de la combustión de raíces y materia orgánica. Lo cual ocasiona la compactación de los suelos al margen de quedar expuestos a las lluvias y por ende vulnerables a procesos erosivos.

Capacidad de retención de agua



Grafica N° 3 Disminución de la capacidad de retención de agua en suelos chaqueados

De acuerdo al gráfico N° 3 se observa una notable disminución de la capacidad de retención del agua en todos sus horizontes.

La capacidad de retención de agua en el suelo disminuye desde la superficie hacia los horizontes inferiores asimismo este comportamiento es opuesto con el tiempo después de efectuarse los chaqueos.

Esto se explica por la disminución de la porosidad y su efecto en la densidad aparente, de acuerdo a lo mencionado en los acápite anteriores.

Infiltración del suelo

Los efectos del chaqueo en la infiltración del agua al interior del suelo, se pueden visualizar en los siguientes gráficos:

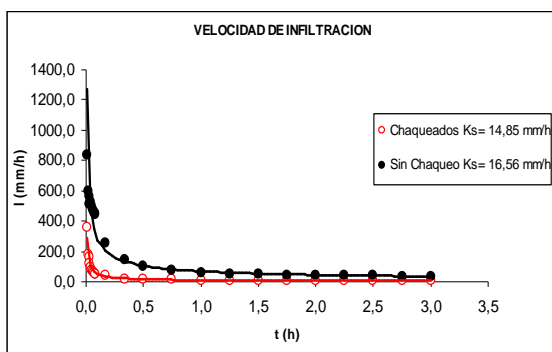


Gráfico N°4 Velocidad de infiltración chaqueos de 1 a 3 años

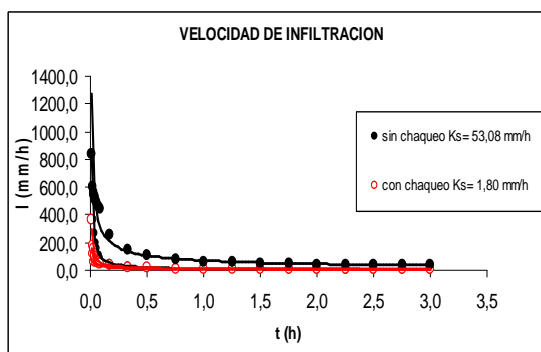


Gráfico N°5 Velocidad de infiltración chaqueos de 8 a 10 años

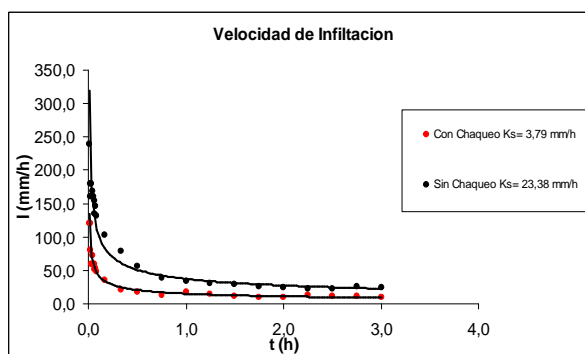


Gráfico N°6 Velocidad de infiltración en chaqueos de 20 años

Los valores de la ecuación de infiltración de Phillip, que fueron ajustados se presentan en el siguiente cuadro:

ESTRATO	ECUACION	R^2	Ks
Testigo	$VI = 16,56 + \frac{1}{2} 147,80 * t^{1/2}$	0.92	16.56
1-3 años	$VI = 14,89 + \frac{1}{2} 47,02 * t^{1/2}$	0.93	14.89 *
8-10 años	$VI = 3,79 + \frac{1}{2} 22,45 * t^{1/2}$	0.94	3.79*
20 años	$VI = 1,80 + \frac{1}{2} 24,36 * t^{1/2}$	0.90	1.80 *

* Diferencias significativas al 95% probabilidad

VI= Velocidad de infiltración

T= Tiempo

Ks= Conductividad hidráulica

De acuerdo a los gráficos de la infiltración de los suelos chaqueados de 1 a 3 años, 8 a 10 años y 20 años se observa una tendencia a disminuir la capacidad de infiltración a medida que transcurre el tiempo después del chaqueo.

Esto se sustenta por los valores de la conductividad hidráulica, los que indican la baja capacidad que presentan los suelos chaqueados de dejar pasar el agua a través de su perfil a medida que transcurre el tiempo después del chaqueo, los cuales presentan diferencias estadísticamente significativas con relación al testigo.

Lo mencionado se explica porque el chaqueo ocasiona una degradación en la estructura del suelo causando consigo la disminución de la porosidad por el taponamiento y obturamiento de los poros mas gruesos a causa de la ceniza, aumentando consigo los valores de la densidad aparente reduciendo la infiltración e incrementando la escorrentía y con ello el lavado de nutrientes por el transporte de sedimentos, lo que a su vez causa la erosión en suelos chaqueados desprovistos de vegetación y materia orgánica.

Características químicas

Los cambios en las propiedades químicas del suelo durante la quema se relacionan en primer lugar con la rápida transformación u oxidación de los nutrientes contenidos en los materiales orgánicos. Las quemas afectan al ciclo biológico de los nutrientes alterando la velocidad de liberación de éstos. (Carballas, 2003).

a).- Materia Orgánica

Los impactos del chaqueo en el contenido de materia orgánica, se los visualiza en la siguiente figura:

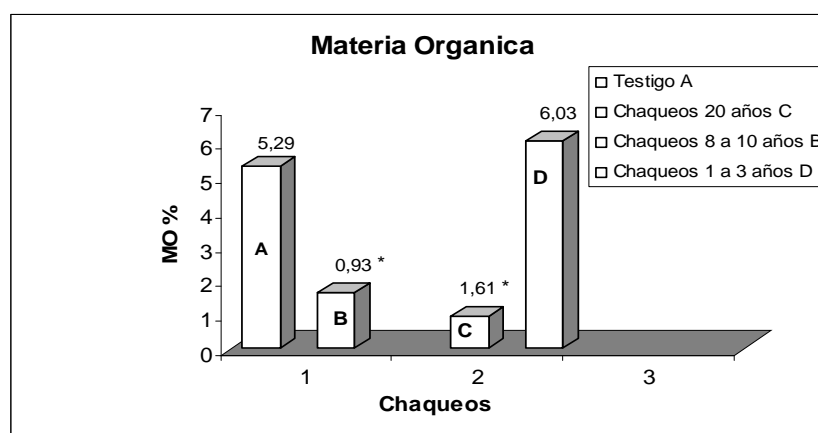


Figura Nº 7 Diferencias de la materia orgánica en suelos chaqueados y testigo

Se puede observar que los chaqueos de 20 años (B) presentan porcentajes mas elevados de materia orgánica que los suelos chaqueos de 8 a 10 años, se puede sugerir que existe una recuperación paulatina de la materia orgánica con el transcurrir del tiempo, pero que no llega a igualar al contenido de materia orgánica del suelo sin chaqueo (A), evidenciándose de que si bien existe una pequeña recuperación después de 20 años bajo ninguna circunstancia la misma recobra su contenido inicial, afirmándose uno de los efectos mas severos de la quema que es la eliminación del humus y con ello la inmediata destrucción de la materia orgánica tornándolo al suelo infértil por efecto de la quema.

En el caso de los chaqueos de 1 a 3 años el contenido de materia orgánica es bastante elevado, llegando incluso a sobrepasar al contenido de materia orgánica del suelo sin chaqueo con el cual no presenta variaciones estadísticamente significativas, estando incluso muy por encima de los valores de los demás chaqueos, este aumento es atribuido a la presencia de restos de carbones orgánicos

procedentes de la combustión que se encontraron al momento de realizar el análisis en laboratorio, los cuales incrementan el contenido de materia orgánica ya que los mismos se lo engloba como parte del análisis según el método de Walkley y black al que fue sometido, pero tomando en cuenta de que si bien eleva la materia orgánica, la misma nos es asimilable para las plantas por ser compuestos orgánicos.

b).- Nitrógeno total y fosforo

Los efectos del chaqueo en el nitrógeno y el fosforo del suelo se los visualiza a continuación en las siguientes figuras:

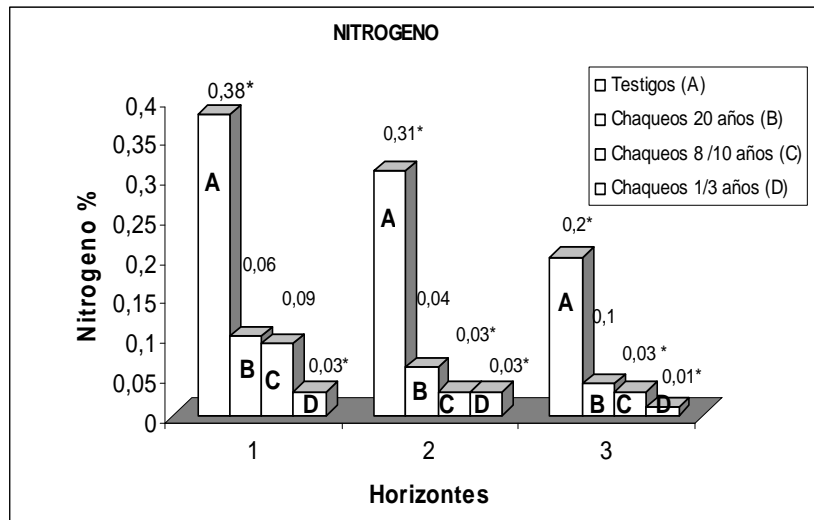


Figura Nº 8 Disminución del nitrógeno por efecto del chaqueo

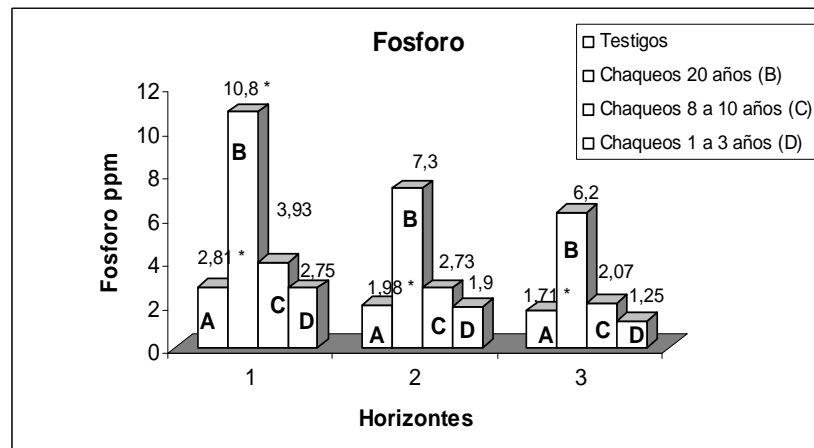


Figura Nº 9 Aumento del fósforo en suelos chaqueados

De acuerdo a la figura Nº 8 se puede observar que los suelos chaqueados de 1 a 3 años (D) presentan diferencias significativas respecto al suelo sin chaqueo (A). Mientras que los suelos chaqueados de 8 a 10 años (C) presentan diferencias significativas en los horizontes 1 y 2.

De esta manera se produce la formación de compuestos volátiles, que ocasionan una disminución en los valores del nitrógeno durante varios años.

En los suelos chaqueados de 20 años se observa un ligero incremento en los valores del nitrógeno esto es debido a que con el transcurso de los años la vegetación se empieza a recuperar y con ello la formación del humus.

Cabe destacar que en los chaqueos mas recientes (1 a 3 años y 8 a 10 años) el contenido del fósforo respecto a los suelos sin chaqueo presenta diferencias significativas de reducida magnitud, respecto a los suelos chaqueados de hace 20 años.

Lo mencionado se explica que como producto del chaqueo existe la combustión de la materia orgánica, donde esta es consumida casi en su totalidad, lo que ocasiona la disminución del fósforo en el chaqueo de 1-3 años (D). Después de la quema, debido a la incorporación de las cenizas (De Bano & Klopak, 1998; Polglose 1992) se incrementa el contenido de fósforo disponible (P orgánico + P inorgánico) conforme se puede observar en los chaqueos de 8 a 10 años y 20 años.

Cabe destacar que la vegetación natural de las áreas chaqueadas se incrementan a mayor tiempo transcurrido después del chaqueo, lo que favorece un incremento de la materia orgánica y del fósforo inorgánico, conforme se puede apreciar en el chaqueo después de 20 años (B) que alcanza valores significativamente mayores que las áreas sin chaquear.

d).- pH y conductividad eléctrica

El impacto del chaqueo en el pH y la conductividad eléctrica se los visualiza en las siguientes figuras:

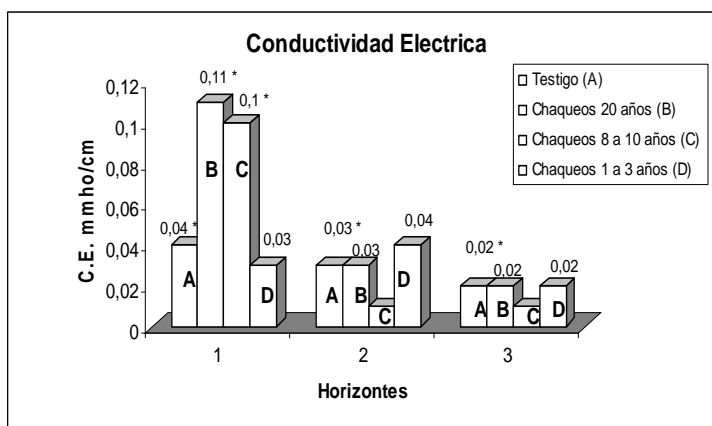


Figura N° 10 Efectos de salinidad

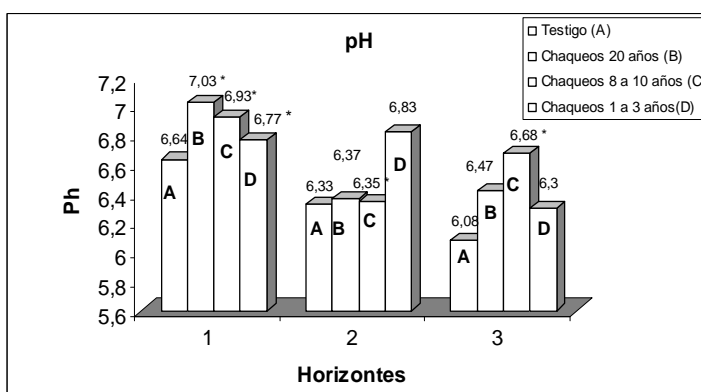


Figura N° 11 Incrementos de pH

En la superficie del suelo (horizontes 1) en comparación con el área sin chaqueo existe una disminución de la conductividad eléctrica después del chaqueo (1 a 3 años), posteriormente hay un incremento significativo de la conductividad eléctrica conforme se observa en los chaqueos de 8 a 10 años y de 20 años. Esto se debe al incremento de cenizas depositadas en el suelo, que ocasiona un efecto de salinización por los cambios producidos en los cationes.

Mientras que en el pH cabe destacar que en la superficie del suelo en el (horizonte 1) de los suelos chaqueados de 8 a 10 años y 20 años presentan diferencias estadísticas, en comparación con el área sin chaqueo (A).

Esto se explica por la incorporación de cenizas con carácter alcalino que se produjo a consecuencia del chaqueo, las mismas que se humedecieron por efecto de las lluvias produciéndose la hidrólisis de los cationes básicos contenidos en las cenizas y consecuentemente, la elevación del pH según Kutiel y col, (1990); Fritze y col, (1994); Ulery y col (1995).

Características socioeconómicas

- **Aspectos del chaqueo**

En la comunidad objeto de estudio, la superficie media de chaqueo es de $\frac{1}{2}$ a $\frac{1}{4}$ de ha por familia. La época en la que se desarrolla el chaqueo es en los meses de agosto a octubre, periodo en el cual el suelo se encuentra con escasa disponibilidad de agua y la vegetación tiene una elevada tasa de combustibilidad, lo que favorece la propagación del fuego.

Los chaqueos realizan los miembros de la familia (padre, madre e hijos) utilizando herramientas simples como ser: machetes, hachas, etc.

- **Origen de la práctica**

La práctica del chaqueo ha sido realizada desde tiempos inmemoriales, constituyéndose en una herencia transmitida de una generación a otra de padres a hijos, la que hasta la actualidad se sigue practicando como una de las maneras más fáciles y cómodas para habilitar la tierra.

- **Descripción de la práctica del chaqueo**

Lo que generalmente se hace primero antes de proceder a quemar la vegetación existente en el sitio, es realizar un acordonamiento del lugar para evitar la propagación del fuego a otras áreas que no sean objeto del chaqueo, para inmediatamente cortar los árboles más frondosos que se puedan encontrar en el lugar con el propósito de aprovechar su madera.

El resto de la vegetación como ser (ramas, hojas, arbustos y tocones de los árboles apeados), por lo general se los quema en el sitio, de esta manera se garantiza la total eliminación de la vegetación existente del lugar, para que el terreno quede apto para las posteriores labores agrícolas que se puedan practicar en el área, como la implementación de diversos cultivos agrícolas para el consumo y venta del productor de la zona.

- **Tipos de cultivo**

De acuerdo a las consultas realizadas a los productores, se pudo elaborar una lista de los diferentes cultivos que se realizan en las áreas chaqueadas de la comunidad Río Conchas, los cuales se presentan en el siguiente cuadro:

Cuadro Nº 3 Cultivos que se producen en los estratos chaqueados

PAISAJE	ESTRATOS DE CHAQUEO			
	1-3 años	8-10 años	20 años	Testigo
Terraza	<ul style="list-style-type: none"> • Papa • Maní • Arveja • Maíz 	<ul style="list-style-type: none"> • Cítricos • Maíz 	* Cítricos	Bosque natural
Piedemonte	<ul style="list-style-type: none"> • Papa • Arroz • Arveja • Maíz 	<ul style="list-style-type: none"> • Cítricos • Palta 	• Cítricos	Bosque natural

4. CONCLUSIONES

- Los chaqueos reducen la capacidad de infiltración del agua en el suelo, incrementando la magnitud de reducción con el tiempo después del chaqueo por la reducción de la porosidad y la compactación de la superficie del suelo. Esto ocasiona un considerable déficit hídrico que provoca la disminución de la productividad en el crecimiento de la vegetación, inhiben los procesos de regeneración natural, los que resta protección al suelo ante los procesos erosivos que afectan la estabilidad y productividad del ecosistema forestal
- La materia orgánica de los suelos chaqueados no vuelve alcanzar sus niveles iniciales a corto ni mediano plazo, lo que afecta considerablemente la fertilidad de los suelos quemados y la productividad del ecosistema forestal.
- El chaqueo es un practica que forma parte de la cultura del agricultor, por lo que su erradicación implicaría cambios profundos que podrían ser logrados a mediano y largo plazo.

5. RECOMENDACIONES

- En áreas sometidas al chaqueo se sugiere la implementación de sistemas agroforestales considerando el balance de nutrientes (N, P, K) entre lo que aporta la vegetación arbórea del sistema y lo que extrae el cultivo agrícola a implementar; además de valorar el grado de protección hidrológico al suelo para, minimizar las pérdidas de nutrientes por procesos erosivos.
- Para revertir el deterioro de las propiedades físicas ocasionados por el sellamiento y compactación del suelo, se deberá favorecer los procesos de recarga del agua hacia el perfil del suelo mediante la implementación de estructuras de retención y almacenamiento de los escurrimientos superficiales (zanjas de infiltración, terrazas de absorción, fajas vegetales, surcos en contorno, etc.) lo que además de reducir el aumento de sedimentos evitara la pérdida de nutrientes del suelo.
- Debido a que el chaqueo forma parte de la cultura ancestral de nuestros agricultores, es necesario consolidar un programa de capacitación en el manejo de áreas de chaqueo que comprenda: la sensibilización ambiental, técnicas de chaqueos controlados, sistemas de alerta atmosférica en riesgos de incendio, sistemas de producción bajo chaqueo, restauración de tierras chaqueadas degradadas, etc.

6. BIBLIOGRAFÍA

- COLQUE & EDGAR 1996.** Manual de Chaqueo y Quema controlada, Cartilla de Capacitación imprenta grafica Boston, Santa Cruz Bolivia 1996.
- CARBALLAS 2003.** *Los incendios forestales. En: Reflexiones sobre el medio ambiente en Galicia (J.J. Casares Long, coord.). Consellería de Medio Ambiente, Xunta de Galicia. 2003.*
- CHRISTENSEN, N.L 1973.** *Fire and the nitrogen cycle in California chaparral. Science, 181: 66-68.*

- FASSBENDER, W 1987.** *Química de Suelos, en énfasis en los suelos de Latinoamérica y el Caribe.* Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. San José, Costa Rica.
- KUTIEL, P.; NAVEVEH, Z. Y KUTIEL 1990.** *The effect of a wildfire on soil nutrients and Vegetation in an Aleppo pine forest on Mount Carmel, Israel.* En: *Fire and ecosystems dynamics.* (J.G. Goldammer y M.J. Jenkins, eds.) SPB Academic Publishing. The Hague.
- MENDOZA R 1997.** *Estudio del efecto del chaqueo en las propiedades físicas y químicas del suelo en la zona sub. Tropical de Alto Beni. Área 4 (Provincia Caranavi.*
- NORIEGA, Y 2001.** *Evaluación de las propiedades de un suelo Chaqueado comparado con otros con incorporación de biomasa Compostada en el cultivo de maíz.*
- PRIMAVESI, A 1984.** *Manejo Ecológico del suelo.* Editorial Ateneo, Buenos Aires, Argentina.
- VARELA, M 2007.** *Efectos de los Incendios Forestales en la Degradación Física de los Suelos en Galicia. Tesis Doctoral. Universidad de Vigo España.*
- WALKER, J.; RAISON, R.J. Y KHANA, P.K 1983.** *The impact of fire on Australian soils.* En: *Australian soils: the human impact* (Russell, Isbell, eds.). University of Queensland Press.