

## EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE SITIO PARA MEJORAR EL RENDIMIENTO Y PRODUCTIVIDAD DEL Nogal Serr INJERTADO EN LA COMUNIDAD DE ERQUIS CEIBAL

**Teresa Bejarano Martínez.**

Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales, Carrera Ingeniería Forestal. UAJMS.

**Correo electrónico:** teresitabm.tbm@gmail.com

### RESUMEN

El presente trabajo se realizó con el propósito de evaluar la calidad de sitio de la plantación de nogal Serr, mediante un análisis de propiedades físico-químicas del suelo, la infiltración, el crecimiento radicular y la determinación del crecimiento y productividad de la especie implantada.

Se determinó que no existen diferencias significativas en propiedades químicas, caso contrario al de las propiedades físicas, los cinco sitios determinados presentan una textura franco-arenosa.

En los resultados finales de acuerdo a la Ley del Mínimo tendríamos una categoría C, lo cual limita el desarrollo pero aplicando un estudio a más detalle, con un mejor manejo fitosanitario y aumentando la disponibilidad de nutrientes, tres sitios pueden llegar a una categoría A y los otros dos a categoría B.

### PALABRAS CLAVE

Nogal, propiedades físicas, propiedades químicas y desarrollo radicular.

### INTRODUCCIÓN

En la actualidad los cultivos como el nogal presentan serios problemas de productividad a causa de fenómenos como la erosión, los cambios climáticos, el sobrepastoreo y el apro-

vechamiento inapropiado que se realiza de un determinado sitio. Los cultivos en la zona de estudio se ven afectados por sequías que ocasionan una pérdida importante de recursos evitando el poder desarrollar nuevas especies mejoradas (injertadas). Por lo tanto es muy importante realizar una correcta elección del sitio considerando las condiciones climáticas y las propiedades del suelo para contrastarlas con los requerimientos y características de cada cultivar.

El nogal que se cultiva en Tarija es la especie *Juglans regia* con un rendimiento de 50 (kg/árbol)/año durante 40 años por tratarse de especies de pie franco. De acuerdo al testimonio de los productores esta especie empieza a generar frutos a partir de los 12 a 15 años de edad, obteniéndose nueces de pequeño tamaño y deficiente sanidad lo que evita que sean comercialmente competitivas con las nueces importadas. Sin embargo, en los últimos años algunos productores innovadores introdujeron variedades mejoradas (injertadas) que tienen una alta precocidad, lo que permite obtener frutos a partir del tercer año, como es el caso de la variedad Serr.

El presente estudio pretende evaluar la calidad de sitio como un factor de influencia en la productividad de dicha variedad, ya que se observó que existe una baja productividad de nuez

de la variedad Serr en la plantación estudiada. En la misma no se alcanzan los niveles de producción deseados, estando el rendimiento entre los 500 a 800kg/ha.

La evaluación se realizará mediante un análisis de las propiedades físico-químicas del suelo, determinando al mismo tiempo el crecimiento y la productividad de la especie en estudio, la cual fue plantada el año 2007.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Área de estudio

El área de estudio cuenta con una superficie de 1,07 ha, se encuentra en la finca “El Chilenito”, en la comunidad de Erquis Ceibal, perteneciente a la provincia Méndez del departamento de Tarija.

FIGURA N° 1: Zona de estudio



Según los datos del SENAMHI (2014), el clima es semiárido y fresco. La temperatura media anual es de 26.7 °C., la máxima media anual de 28.8 °C, y la mínima media de 10.85 °C. La máxima extrema en el período de referencia 2011-2014, ha sido de 38.82 °C, y la mínima extrema de -9.02 °C.

Presenta un relieve ligeramente ondulado, el

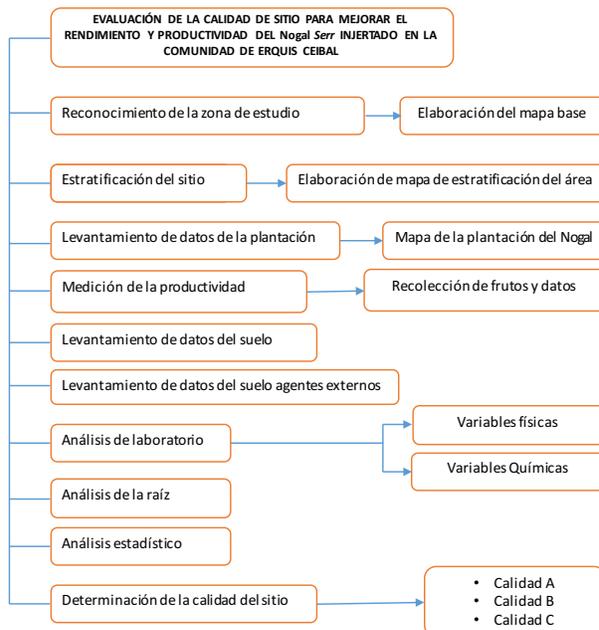
cual está conformado por terrenos casi planos con pendientes de entre 2% y 3% y es de paisaje pequeño situado al pie de la montaña.

### Materiales:

- Herramientas (picos, palas y martillo)
- Bolsas de polietileno
- Cilindros metálicos
- Galones de agua para pruebas de infiltración
- Cronómetro
- Tabla Munsell
- Planillas
- Vernier
- GPS
- Flexómetro
- Cuchillos

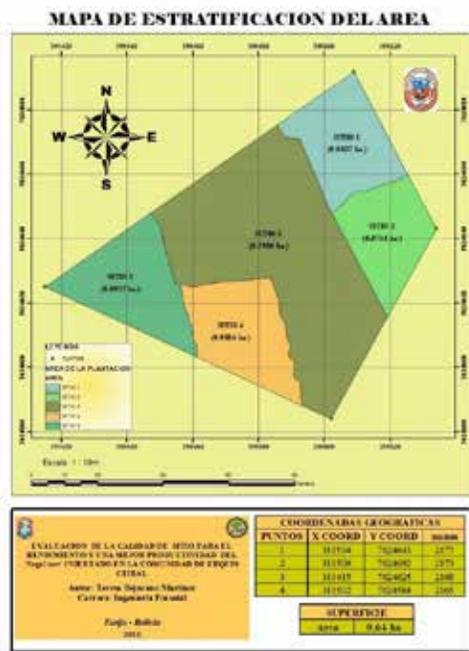
## Metodología

FIGURA N° 2: Diagrama de la metodología empleada



Considerando los criterios de pendiente, relieve y profundidad, se dividió la parcela en 5 sitios para tomar datos de infiltración y recoger las muestras para análisis físico-químicos de suelos.

FIGURA N° 3: Mapa de los 5 sitios seleccionados en la zona de estudio



El predio presenta 162 árboles injertados de la variedad Serr, en los que se procedió a seleccionar de cada sitio 3 muestras (árboles) considerando su altura, diámetro, peso y cantidad de frutos, obteniendo 15 árboles en total, de acuerdo a su calidad.

FIGURA N° 4: Árboles seleccionados

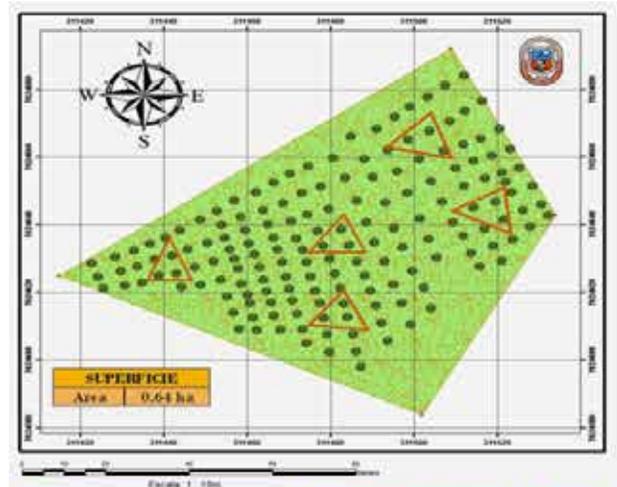
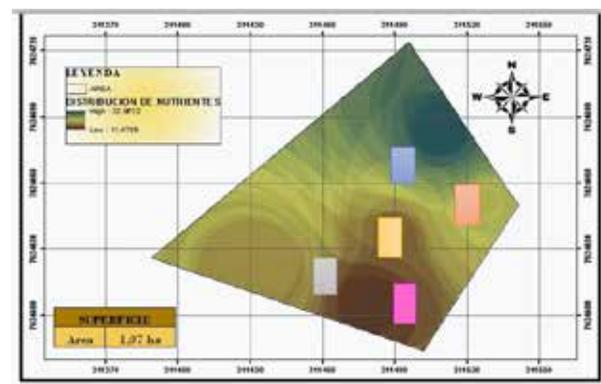


FIGURA N° 5: Posición de las calicatas en la superficie de estudio



- Calicata 1
- Calicata 2
- Calicata 3
- Calicata 4
- Calicata 5

Luego de haber seleccionado las calicatas, se procedió a describir cada perfil detalladamente, se tomaron las muestras respectivas, extrayendo aproximadamente ½ kg de suelo de cada horizonte con la ayuda de un cilindro

metálico de 3,2 cm de diámetro y una altura de 5,4 cm, dichas muestras fueron etiquetadas en bolsas de polietileno, siendo llevadas al laboratorio para el análisis correspondiente.

### Infiltración

La infiltración fue determinada por el método del doble anillo que consiste en que se insertan en el suelo dos cilindros de acero el uno con un diámetro entre 8 a 12 cm y el otro de 15 a 20 cm hasta una profundidad de 15 a 20 cm. Posteriormente se aforan con agua los dos cilindros hasta la misma altura y con la ayuda de una regla milimétrica se empieza a medir la altura de disminución del agua en el cilindro interno, a intervalos periódicos hasta completar las tres horas.

FIGURA N° 6: Proceso del método del doble anillo



### Análisis de la raíz

El procedimiento utilizado para este fin comenzó con una abertura de 0,30 m de ancho por 2,4 m de largo, con una profundidad de 0,9 m mediante una excavación paralela a las hileras de plantación a cierta distancia desde el tronco. Luego se procedió a nivelar los perfiles, con la extracción de una capa fina de aproximadamente 1-2 cm, dejando expuestas

la mayor cantidad de raíces presentes en el perfil dividido en dos partes iguales (lado izquierdo y lado derecho), asumiendo así una simetría en la distribución de las raíces. Para facilitar el proceso de medición en campo, se usó una malla de acero de 1,2 x 0,9 m dividida en 48 cuadrados de 15 x 15 cm, cuya área total es de 225 cm<sup>2</sup>, que se va ubicando a ambos lados de los troncos.

FIGURA N° 7: Análisis de raíz



### Análisis estadístico

Se empleará el test de estadística no paramétrica de Mann Whitney para establecer diferencias significativas en las propiedades físico químicas entre diferentes estratos.

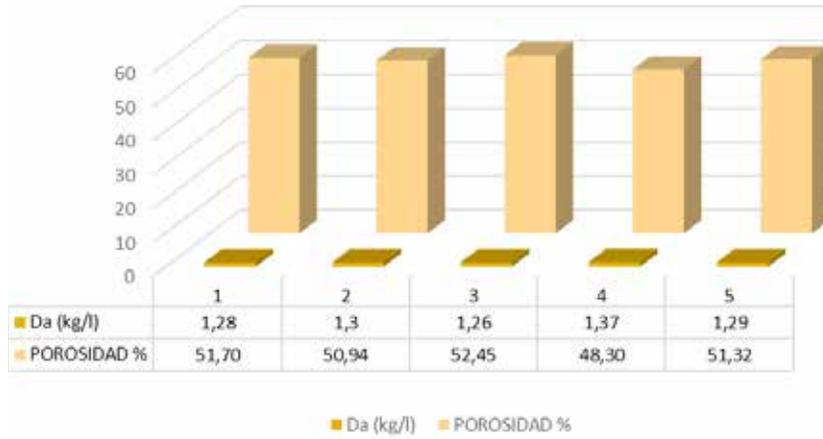
### Determinación de la calidad de sitio

Para calificar la calidad de sitio es importante tomar en cuenta la Ley del mínimo de Liebig que dice que el nutriente que se encuentra menos disponible es el que limita la producción, aun cuando los demás estén en cantidades suficientes. Aunque esta ley se enuncia en función de los nutrientes del suelo, resulta adecuada para este fin.

- Calidad A: Sitios con buena calidad de suelo

- Calidad B: Sitios con mediana calidad de suelo.
- **Calidad C:** Sitios con mala calidad de suelo

GRÁFICO 1: Propiedades Físicas



## RESULTADOS

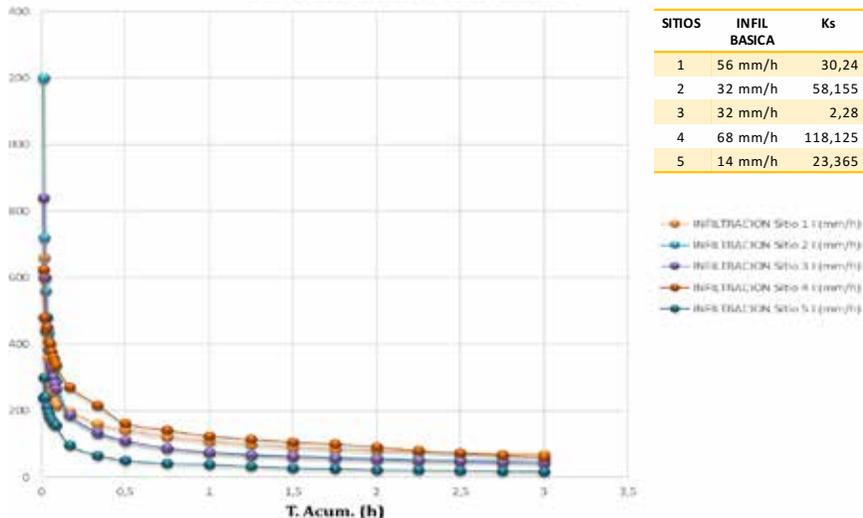
En lo que respecta a los 5 sitios, de acuerdo a la interpretación del análisis de suelo del Ministerio de Desarrollo Sostenible 2005, se encuentran en una categoría media de densidad aparente sin diferencias significativas aunque en los sitios 4 y 2, los valores son un poco más elevados ya que estos suelos son arenosos.

En cuanto a la porosidad se observa en la gráfica que el sitio 3 es el de mayor porcentaje y el sitio 4 el de menor, presentando diferencias

significativas al 95 %. Según la interpretación, la porosidad se encuentra en una categoría satisfactoria en los sitios 1, 2, 3 y 5 presentando suelos con una mejor aireación e infiltración, donde su textura liviana favorece el crecimiento de las plantas.

Según los datos de laboratorio presentan una misma textura franco-arenosa, la cual nos indica que existe una buena infiltración, una retención de humedad regular y una aireación buena.

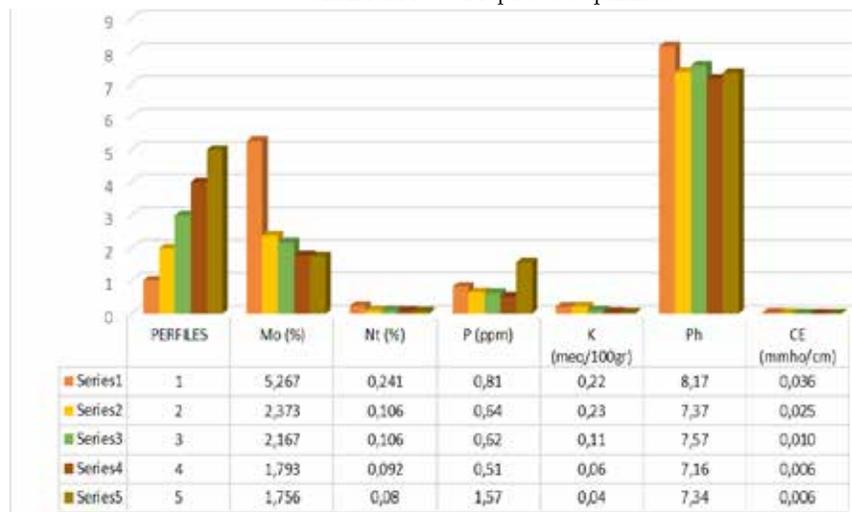
GRÁFICA N° 2: Infiltración



En el caso del sitio 4 se tiene una infiltración rápida sin retención del agua y con el consiguiente lavado de nutrientes, a diferencia de

los otros sitios en los que la velocidad de infiltración es moderada de acuerdo a la tabla de Landon, 1984. Lo que nos permite decir que son adecuados para riego de superficie.

GRÁFICA N° 3: Propiedades químicas



La materia orgánica en el sitio 1 presenta el mayor valor por lo cual existe una mejor capacidad de retención de agua, se pudo ver que en este sitio había una mayor presencia de hojas en descomposición generando materia orgánica en mayor proporción. Los sitios 2, 3 y 5 presentan niveles medios de materia orgánica a diferencia del sitio 4 en el cual existe escasez de vegetación.

El nitrógeno es constituyente esencial de las proteínas, por lo que está involucrado en todos los procesos principales de desarrollo de las plantas, en el rendimiento y en la absorción de otros nutrientes, lo que se pudo evidenciar en el sitio 1 con alta presencia de N y en un término medio en los sitios 2 y 3 a diferencia de los sitios 4 y 5.

Se observa en la gráfica N° 3 mayor cantidad de fósforo en el sitio 5 en tanto que en los sitios 1, 2, 3 y 4 se encuentran valores bajos según la tabla de interpretación (Fernández, 2006). El

sitio 4 que presenta los valores más bajos tiene árboles cuyo sistema radicular no está en buen estado en tanto que en los otros sitios, los árboles presentan raíces con diámetros gruesos, fuertes y abundantes.

Los bajos niveles de potasio en los sitios 4 y 5 se deben, al parecer, a que sus suelos son más pesados, con poca aireación, baja porosidad y con valores medios de densidad aparente. En éstos también se observó canchales en algunas hojas de las plantas. Por esta razón se nota menos desarrollo y algunas enfermedades en las plantas de estos dos sitios.

En tanto que los sitios 1, 2 y 3 presentan mejores niveles de potasio, aunque se mantienen bajos de acuerdo a las interpretaciones realizadas, sin llegar a ser significativo, lo cual se aprecia en hojas muy verdes y troncos gruesos con un buen vigor.

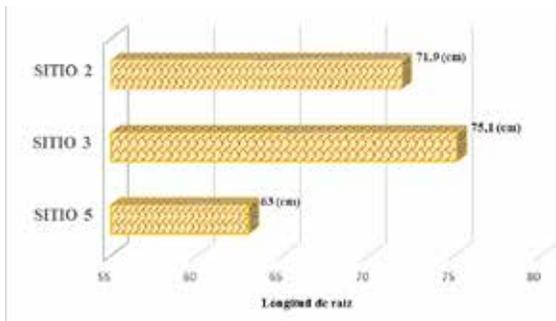
En cuanto al pH notamos que los suelos pre-

sentan valores ligeramente por encima del punto neutro, indicando que la calidad de sitio es apta para plantaciones y cultivos, más que todo en los sitios 2, 3, 4 y 5 con mejores condiciones para la asimilación de nutrientes y desarrollo de las plantas, a diferencia del sitio 1 que tiene un pH 8,17, en el cual el fósforo disponible disminuye.

La conductividad eléctrica presenta valores bajos y de acuerdo a la tabla de interpretación de Fernández, 2006, en los 5 sitios, se encuentra en la categoría no salino 0 – 2,0.

### Medición de Raíces

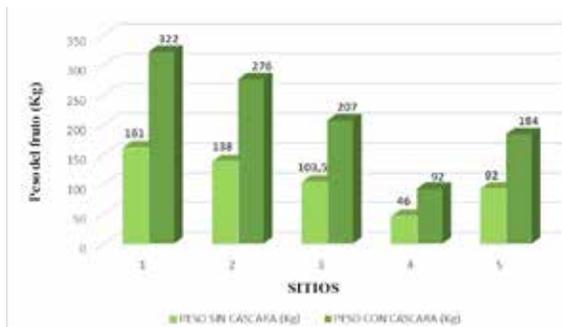
GRÁFICA N° 4: Promedio de desarrollo



La gráfica muestra que en los 3 sitios existe una conformidad para la adaptación y mejor deslizamiento de la raíz, se pudo observar una disponibilidad espacial y temporal de agua.

### Rendimiento del Nogal Serr

GRÁFICA N° 5: Producción en los 5 sitios



Se tiene en cuenta que los sitios 1 y 2 son de mayor productividad, porque existen factores en buenas condiciones como ser: la retención de agua, la presencia de materia orgánica, la penetración y desarrollo de la raíz, la presencia de nitrógeno que permite un abundante follaje y por último que son suelos más livianos. El sitio 4 es el de menor producción ya que en él hay poca presencia de materia orgánica y nitrógeno, los árboles son más pequeños con poco desarrollo foliar y la infiltración es rápida existiendo mayor pedregosidad.

### Determinación de la Calidad de Sitio

CUADRO N° 1: Características externas del suelo

INTERPRETACIÓN PARA LAS CARACTERÍSTICAS EXTERNAS DEL SUELO		
	RANGO	CLASE
<b>Pendiente</b>	0-20	1
<b>Profundidad del suelo</b>	21-100	2
	Mas de 100	3
	<b>Pedregosidad</b>	No existen gravas ni piedras
	De 2 a 10m y de 10 a 90	B
	Presencia de fragmentos y piedras es mayor y dificulta hacer plantaciones forestales	C
<b>ROCOSIDAD</b>	0	A
	0 - 2	A
	5 -15	B
	2-5	B
	30	C

CUADRO N° 2: Interpretación de la calidad de sitio

PROPIEDADES FÍSICAS	RANGO	COMPORTAMIENTO
Densidad aparente	> 1,5	Alto
	1,2 - 1,5	Medio
	< 1,2	Bajo
Porosidad %	> 70	Porosidad excesiva, suelo muy esponjoso
	55 - 70	Porosidad excedente
	50 - 55	Porosidad satisfactoria para cada arable
	< 50	Porosidad escasa para cada arable
	40 - 25	Porosidad muy baja, problemas de asfixia radicular
Infiltración (mm/hora)	<1	Suelo adecuado para cultivo de arroz, por la susceptibilidad al encharcamiento superficial. Riesgo de erosión elevado.
	1 - 5	Lenta. Riesgo de erosión importante. Se pierde una parte considerable del agua de riego. Puede haber falta de aireación para las raíces en condiciones de exceso de humedad.
	5 - 20	Moderadamente lenta. Óptima para riego de superficie.
	20 - 60	Moderada. Adecuada para riego de superficie
	60 - 125	Moderadamente rápida. Demasiado rápido para riego de superficie, provoca pérdidas de nutrientes por lavado. Baja eficiencia de riego.
	125 - 250	Rápida. Marginal para riego de superficie
	> 250	Muy rápida. Excesiva para riego de superficie. Característica de los suelos muy arenosos. Se requiere riego localizado
PROPIEDADES QUÍMICAS	RANGO	COMPORTAMIENTO
Materia orgánica %	< 0,5	Muy Bajo
	0,6 - 1,5	Bajo
	1,6 - 3,5	Medio
	3,6 - 6,0	Alto
	> 6,0	Muy Alto
Nitrógeno %	< 0,05	Muy Bajo
	0,05 - 0,10	Bajo
	0,10 - 0,20	Medio
	0,20 - 0,30	Alto
	> 0,30	Muy Alto
Fósforo ppm	< 5,5	Bajo
	5,5 - 11	Medio
	> 11	Alto
Potasio Meq/100gr.	< 0,2	Muy Bajo
	0,2 - 0,3	Bajo
	0,3 - 0,6	Medio
	> 0,6	Alto
Ph	< 5,0	Fuertemente ácido
	5,1 - 6,1	Moderadamente ácido
	6,6 - 7,3	Neutro
	7,4 - 8,5	Medianamente alcalino
	> 8,5	Fuertemente alcalino
Conductividad eléctrica	0 - 2,0	No salino
	2,1 - 4,0	Poco salino
	4,1 - 8,0	Moderadamente salino
	8,1 - 16,0	Muy salino
	> 16,0	Extremadamente salino

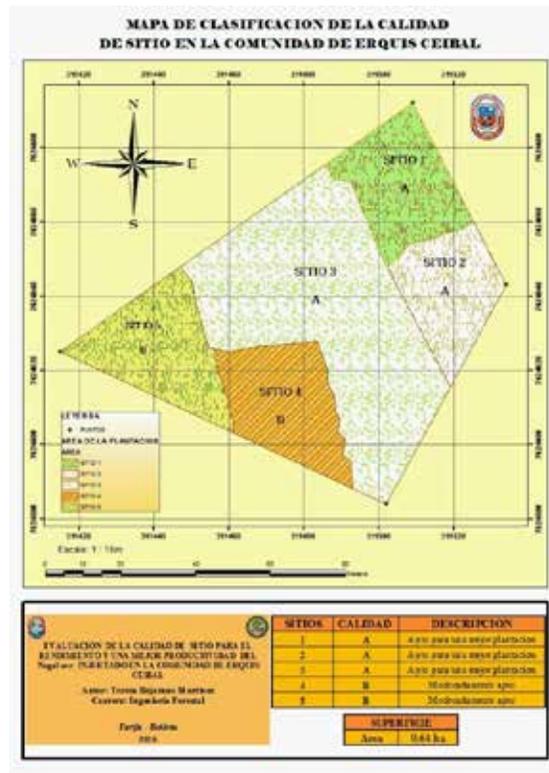
TABLA N° 1: Matriz general con valores reales

DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DEL SITIO																
PROPIEDADES QUÍMICAS DEL SUELO							PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO			CARACTERÍSTICAS EXTERNAS DEL SUELO						
SITIOS	M.O. %	N %	P ppm	K meq/100gr	pH	C.E. Mmho/cm	TEXTURA			Da Kg/l	Po %	Infiltración mm/h	Pen %	Roc %	Pedre %	P.e.s. (cm)
							Arena %	Limo %	Arcilla %							
1	5,267	0,241	1,57	0,22	7,34	0,006	66	18	16	1,28	51,70	56	5	0	0	73
2	2,373	0,106	0,81	0,23	7,37	0,025	76	12	12	1,30	50,94	32	0,5	0	0	80
3	2,167	0,106	0,64	0,11	7,16	0,006	78	12	10	1,26	52,45	32	2	2	2	100
4	1,793	0,092	0,62	0,04	8,17	0,036	68	12	10	1,29	51,30	68	5	10	5	60
5	1,756	0,08	0,51	0,06	7,57	0,01	72	16	12	1,37	48,30	14	5	0	0	70

TABLA N° 2: Datos calificados

DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DEL SITIO																	
PROPIEDADES QUÍMICAS DEL SUELO							PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO			CARACTERÍSTICAS EXTERNAS DEL SUELO							
SITIOS	M.O.	N	P	K	pH	C.E.	TEXTURA			Da	Po	Infiltración n	Pen %	Roc %	Pedre %	P.e.s. (cm)	Calidad del sitio
							Arena %	Limo %	Arcilla %								
1	A	A	C	B	A	A	A	B	C	B	B	B	A	A	A	B	C
2	B	A	C	B	A	A	A	B	C	B	B	B	A	A	A	B	C
3	B	A	C	C	A	A	A	B	C	B	B	B	A	A	B	A	C
4	B	B	C	C	B	A	A	B	C	B	B	C	A	B	B	B	C
5	B	B	C	C	A	A	A	B	C	B	B	B	A	A	B	B	C

FIGURA N° 8: Mapa potencial de la calidad del sitio



Como se puede observar en la tabla nº 2 se tiene una categoría C, obtenida mediante la Ley del Mínimo. El mapa de clasificación de la calidad de sitio, muestra los cinco sitios de estudio, teniendo en cuenta que incrementando la disponibilidad de potasio y fósforo, los sitios 1-2-3 entran en la clasificación A lo cual indica que estos suelos son aptos para realizar un repoblamiento o plantación, para el caso de los dos últimos sitios 4-5 entran a la clasificación B moderadamente aptos, con la posibilidad de obtener buenos resultados.

## CONCLUSIONES

- En base a los resultados obtenidos, podemos concluir que aunque la calidad actual de los sitios evaluados no es la más adecuada para el rendimiento óptimo del nogal, ésta puede potencialmente mejorarse de manera significativa mediante un adecuado manejo que incluya la fertilización del suelo.
- Al realizar el estudio se observó que no existía un buen manejo del cultivo debido a la falta de podas y un riego favorable, por otra parte al no realizar un mantenimiento fitosanitario se tienen pérdidas en la producción. La zona presenta malezas y los árboles Antracnosis y Phytophthora del nogal, se tiene en cuenta la aplicación de la cianamida de hidrogeno (Dormex) para inducir horas frío.
- Por su textura, los suelos son aptos para lograr una profundidad efectiva de raíces y un mejor desarrollo de las mismas. Aunque es importante destacar la baja concentración de materia orgánica y por ende de macroelementos.

## BIBLIOGRAFÍA

BOHM W. (1979). Métodos de estudio en sistemas de ecología y cuantificación de raíz.

FERNANDEZ LINARES CARLOS Y COL. Manual de técnicas de análisis de suelos aplicadas a la remediación de sitios contaminados, 2006.

GAMALIER LEMUS, ING. AGR. M.S., INIA – CRI LA PLATINA. Manual Producción de nueces de nogal dirigido a profesionales y técnicos del área agropecuaria

MARTÍNEZ ELENA J. Métodos No Paramétricos.

MINISTERIO DE DESARROLLO SOSTENIBLE. Norma técnica de clasificación de tierras en Bolivia según su capacidad de uso mayor marzo, 2005.