

**UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN**

**ESCUELA DE POSGRADO**



---

**RECUPERACION DE SUELOS DEGRADADOS EN EX COCALES Y  
SU VALORACION ECONOMICA MEDIANTE EL CULTIVO *Inga  
edulis* C. Martius “huaba” EN RICARDO PALMA - TINGO MARIA**

**2017**

---

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE DOCTOR EN  
MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE**

**TESISTA : JOSE KALION GUERRA LU**

**ASESOR : DR. SANTOS JACOBO SALINAS**

**HUANUCO –PERÚ**

**2018**

## **DEDICATORIA**

A mis padres José Guerra y Rosa Lu, por su abnegado sacrificio, su orientaciones y enseñanzas, orientados en mi formación profesional, y por haber compartido las alegrías de mis logros.

A mis hijos Brayan y Bryanna, quienes comparte momentos de amor, alegría y felicidad en familia desde el momento que llegaron a mi vida.

A Dios quien me acompaña a cada instante y me da la fortaleza para seguir adelante.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por permitirme culminar un escalón más en mi formación profesional

A la UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA TINGO MARÍA, la que nos dio la oportunidad de ejercer como profesional y que nos dio las facilidades de seguir creciendo profesionalmente.

A la UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZAN DE HUANUCO, por darme las facilidades para culminar este doctorado.

Al Dr. ABNER FONSECA LIVIA, por el apoyo y facilidades

Al Dr. JACOBO SALINAS SANTOS, por el asesoramiento al presente trabajo de investigación

A mis amigos TEO, MIGUEL, RENE, con quienes dimos inicio a estos trabajos orientados a esta investigación.

## RESUMEN

El Perú como otros países de la amazonia diariamente sufren problemas de deforestación, en lo que respecta a la selva peruana específicamente en la selva alta para el cultivo de la coca la que después de un proceso de erradicación han dejado suelos abandonado, degradados no aptos para la agricultura, el uso de las leguminosas para recuperar suelos degradados están siendo utiliza, pero esta es poco estudiada aún más el uso de especies de leguminosas arbóreas a las que no se ha realizado una valoración económica en la recuperación de suelos degradados. El objetivo de este estudio es evaluar la recuperación de suelos degradados ex cicales mediante la siembra de *Inga edulis* con diferentes edades de siembra, a la vez hacerle la valoración económica por la incorporación del NPK hacia el suelo, determinado si existe diferencia significativa en relación con el tiempo de siembra. Para esto se requiero análisis físicos y químicos de los suelos haciendo cálculos y análisis determinar la recuperación de los suelos degradados ex cicales, así como su valoración económica y sus diferencias significativas, teniendo como resultado que a partir de los 4 años de siembra de *Inga edulis* en suelos degradados, estos se han recuperado pudiendo ser utilizados en actividades agrícolas sostenibles, y que el valor económico a precios de mercado se van incrementando por el aporte de macro y micronutrientes, los mismos que presentan diferencias significativas en relación con el tiempo de siembra, por lo que se concluye que *Inga edulis* recupera suelos degradados por el aporte de macro y micro nutriente y su valoración económica está en relación con el tiempo de siembra

Palabras Clave: Recuperación, Suelos degradados, Valoración económica

## **ABSTRAC**

Peru and other countries of the Amazon daily suffer deforestation problems, as regards the Peruvian jungle specifically in the high jungle for the cultivation of coca which after an eradication process have left abandoned, degraded soils not suitable for agriculture, the use of legumes to recover degraded soils are being used, but this is little studied further the use of tree legume species to which an economic valuation has not been made in the recovery of degraded soils. The objective of this study is to evaluate the recovery of degraded former coconut soils by planting *Inga edulis* with different planting ages, at the same time making the economic valuation by incorporating the NPK into the soil, determined if there is a significant difference in relation to the planting time. For this, physical and chemical analyzes of the soils are required, making calculations and analysis to determine the recovery of degraded former coconut soils, as well as their economic valuation and their significant differences, resulting in that after 4 years of sowing of *Inga edulis* in degraded soils, these have been recovered and can be used in sustainable agricultural activities, and that the economic value at market prices is increased by the contribution of macro and micronutrients, which present significant differences in relation to the sowing time, so it is concluded that *Inga edulis* recovers degraded soils by the contribution of macro and micro nutrient and its economic valuation is in relation to planting time

Keywords: Recovery, Degraded soils, Economic valuation

## RESUMO

Peru e outros países da Amazônia sofrem diariamente problemas de desmatamento, com relação à selva peruana especificamente no alto da floresta para o cultivo de coca que depois de um processo de erradicação não deixaram solos abandonados, degradados impróprios para Na agricultura, está sendo utilizado o uso de leguminosas para recuperação de solos degradados, mas pouco se estuda o uso de espécies de leguminosas arbóreas para as quais não tenha sido feita uma avaliação econômica na recuperação de solos degradados. O objetivo deste estudo é avaliar a recuperação de solos degradados ex plantações de coca com o plantio de *Inga edulis* com diferentes idades de plantio, enquanto fazer uma avaliação econômica pela adição de NPK para o chão, especialmente se existem diferenças significativas em relação aos o tempo de plantio. Para esta análise física e química dos solos fazendo cálculos e análises para determinar a recuperação de antigos solos de coca degradadas e seu valor econômico e diferença significativa foi I exigirem, com o resultado que, depois de 4 anos de plantio de *Inga edulis* em solos degradados, terem recuperado e pode ser usado na agricultura sustentável e o valor econômico a preços de mercado estão a aumentar a contribuição de macro e micronutrientes los com diferenças significativas a partir do momento do plantio, Assim, conclui-se que o *Inga edulis* recupera solos degradados pela contribuição de macro e micronutrientes e sua valoração econômica é em relação ao tempo de plantio.

Palavras-chave: recuperação, solos degradados, valoração econômica

## ÍNDICE

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
RESUMEN	iv
ABSTRACT	v
RESUMO	vi
INTRODUCCION	x

### CAPITULO I

I.	DESCRIPCION DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	11
1.1.	Fundamentación del problema de investigación	11
1.2.	Justificación	12
1.3.	Importancia o propósito	14
1.4.	Limitaciones	15
1.5.	Formulación del problema de investigación	15
	1.5.1. Problema general	15
	1.5.2. Problemas específicos.	16
1.6.	Formulación del objetivo	16
	1.6.1. Objetivo general	16
	1.6.2. Objetivo específico	16
1.7.	Formulación de la hipótesis	17
	1.7.1. Hipótesis general	17
	1.7.2. Hipótesis específicas	17
1.8.	Variables	18
	1.8.1. Variable independiente	18
	1.8.2. Variable dependiente	18
1.9.	Operacionalización de variables	18
1.10.	Definición de términos operacionales	18

### CAPITULO II

II.	<b>MARCO TEORICO</b>	19
2.1.	Antecedentes	19
2.2.	Bases teóricas	26
	2.2.1. Degradación de los suelos	26
	2.2.2. Degradación física	28
	2.2.3. Degradación química	29
	2.2.4. Degradación biológica	30

2.3.	Bases conceptuales	31
2.3.1.	Valoración económica ambiental	31
2.3.2.	Bienes y servicios ambientales	36
2.3.3.	Valoración económica de los bienes y servicios ambientales	40
2.3.4.	Métodos de valoración económica	41
2.3.5.	Métodos de medición de la valoración económica	44
2.4.	Bases epistemológicas	45

### **CAPITULO III**

<b>III.</b>	<b>METODOLOGIA</b>	46
3.1.	Ámbito	46
3.1.1.	Características Climáticas	46
3.1.2.	Relieve Y Suelos	46
3.1.3.	Zona de vida	47
3.1.4.	Flora	47
3.2.	Población	48
3.3.	Muestra	48
3.4.	Nivel y tipo de estudio	48
3.4.1.	Tipo de investigación: Aplicada	48
3.4.2.	Nivel de investigación: Experimental	49
3.5.	Diseño de investigación	49
3.6.	Técnicas e instrumentos	50
3.6.1.	Técnicas estadísticas	50
3.6.2.	Tipo de muestreo	50
3.7.	Validación y confiabilidad del instrumento	50
3.8.	Procedimiento	50
3.9.	Plan de tabulación y análisis de datos	54

### **CAPITULO IV**

<b>IV.</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSION</b>	56
4.1.	Análisis descriptivo	56
4.2.	Análisis inferencial y contrastación de hipótesis	66
4.3.	Discusión de resultados	70
4.4.	Aporte de la investigación	74



<b>CONCLUSIONES</b>	75
<b>RECOMENDACIONES O SUGERENCIAS</b>	76
<b>REFERENCIA BIBLIOGRAFICA</b>	77
<b>ANEXOS</b>	82
Matriz de consistencia	83
Instrumentos	86
NOTA BIOGRAFICA	93
ACTA DE DEFENSA DE TESIS DE DOCTOR	94
AUTORIZACION PARA PUBLICACION DE TESIS	95

## INTRODUCCIÓN

La deforestación en la Amazonia peruana avanza a una tasa de 261 mil hectáreas anuales y que esta cifra podría ser mayor por los equipos y maquinarias con las que se cuenta en la actualidad, lo que hace razonar que la tasa de deforestación actual sea superior a las 300 mil hectáreas anuales. Más de 9 millones de hectáreas han sufrido la pérdida de su cobertura forestal originaria y, de esta cifra, 5.5 millones se consideran degradadas o en estado de abandono. El restante se reparte entre actividades agrícolas de baja productividad, ganadería intensiva, cultivos de coca y extracción forestal residual para estos últimos años los suelos degradados y abandonados se han incrementado por el proceso de erradicación de la coca, según publicaciones del estado peruano en el Perú se ha llegado a determinar más de 120 mil hectáreas con cultivo de coca, Tal proceso se inició en la década de 1940, cuando el Estado empezó a promover la ocupación de la región con el fin de asegurar la frontera amazónica, aprovechar la Amazonia y sus ingentes recursos en beneficio de la economía nacional y mejorar la comunicación con la región y el modo segmentado en que venía siendo ocupada, siendo la construcción de la carretera la marginal de la selva la que impulso este gran deterioro (Meza, *et al* 2006).

El costo de recuperación de estos suelos aplicándoles enmiendas son muy altos que no pueden ser asumidos por los pobladores de campo originando el abandono y la búsqueda de nuevas áreas afectando nuevamente el bosque, el uso de las leguminosas para recuperar suelos degradados están siendo utiliza, pero esta es poco estudiada aún más el uso de especies de leguminosas arbóreas a las que no se ha realizado una valoración económica en la recuperación de suelos degradados, y otros servicios ambientales que prestan estas.

## CAPITULO I

### DESCRIPCION DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

#### 1.1. Fundamentación del problema de investigación

Los suelos degradados son abundantes en todo el mundo y su aprovechamiento agropecuario es muy difícil, antieconómico o directamente impracticable, Los árboles fijadores de nitrógeno -leguminosas y actinorrizas- establecen una asociación simbiótica con microorganismos fijadores de nitrógeno del suelo de los géneros *Rhizobium* y *Frankia* respectivamente. Estos árboles también pueden formar simbiosis con hongos micorrícicos. Estas asociaciones permiten la fijación de nitrógeno atmosférico y mejoran la absorción de agua y la asimilación de nutrientes del suelo. En muchos sitios disturbados, los árboles fijadores de nitrógeno pueden crecer mejor que los no-fijadores e incluso mejor que plantas herbáceas fijadoras de nitrógeno. (Ferrari, y Wall 2004)

Durante las últimas dos décadas se han sucedido múltiples esfuerzos de rehabilitación de importantes extensiones de tierras forestales degradadas en la región amazónica, a través de proyectos de reforestación; se han propuesto alternativas de uso de la tierra con diferentes enfoques de manejo y conservación de suelos (con énfasis en la aplicación de abonos y enmiendas) y el uso de sistemas agroforestales agrosilvopastoriles y forestales, incluyendo el manejo de “purmas” o bosques secundarios. Estas iniciativas de

rehabilitación, sin embargo, han sido en su gran mayoría poco difundidas, y tampoco se han hecho esfuerzos de sistematización y evaluación crítica para tratar de extraer lecciones y recomendaciones y tampoco se han evaluado, muchos de ellos con fracaso por la poca aceptación de la población que no entendía su importancia (Meza, *et al* 2006:21)

## **1.2. Justificación**

El cambio climático constituye uno de los disparadores de la degradación de los suelos y las acciones antrópicas, como el uso de prácticas agrícolas no sustentables, la carencia de plan de ordenamiento territorial en base a la zonificación ecológica económica, que genero el desarrollo de actividades agrícolas en lugares no aptos para ello, provocando erosión de los suelos, sedimentación de ríos, pérdida de fuentes de agua y de cobertura vegetal y pérdida de biodiversidad, lo que agrava los impactos climáticos.

El suelo es un sistema natural dinámico de gran complejidad en términos de los procesos físicos, químicos y biológicos. Estos procesos mantienen la vida de otros ecosistemas, los ciclos de nutrientes y ciclos del agua y, por lo tanto, favorecen la sobrevivencia humana. En la actualidad, en la Amazonía peruana existen muchas áreas degradadas. El área deforestada asciende a más de 10 millones de hectáreas y las prácticas tradicionales de rozo, tumba y quema provocan la pérdida de la biodiversidad entre ellas de vegetación, proyectándose una pérdida de 150 000 ha en promedio por año. Las fincas ubicadas en pendiente presentan mayores niveles de degradación. La producción de cultivos ilegales con prácticas agrícola inadecuadas también

puede generar procesos erosivos, debido a las prácticas de quema en predios en pendiente, muchos de ellos en la actualidad abandonada debido a la erradicación de estos cultivos. (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura –IICA- 2016)

Estimaciones de FAO (2011) indican que una cuarta parte de la tierra del planeta presenta una tendencia elevada a la degradación o son tierras fuertemente degradadas. Según Gardi *et al* (2014), más de la mitad de los 576 millones de hectáreas de la tierra cultivable de América Latina, particularmente el 74 % en Mesoamérica y el 45 % en Suramérica, son afectadas por procesos de degradación debido a cambios en el uso del suelo, sobreexplotación, el cambio climático y la inequidad social. Esto muestra la vulnerabilidad climática que existe en la región y que generalmente es más crítica para los pequeños productores.

En los últimos treinta años, la Universidad Nacional Agraria La Molina ha investigado diversas opciones tecnológicas que le permitan al agricultor crear sistemas más estables y continuos en áreas degradadas. Los programas de recuperación agrícola y extensión buscan detener la expansión de la frontera agrícola hacia la foresta virgen que está siendo seriamente afectada, en el caso peruano, asciende a un total de 60 millones de hectáreas. Más bien se espera que la frontera se amplíe hacia los suelos que ya fueron degradados previa a un proceso de recuperación y mediante una agricultura más sustentable y amigable con el medio ambiente (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura –IICA- 2016: 12)

En el presente trabajo se justifica porque al hacer una valoración económica y demostrar como los suelos degradados ex cacaos se recuperan mediante la siembra de *Inga edulis* "huaba", los resultados que se obtenga permitirán revalorar a esta especie y promocionarlo en los proyectos de recuperación de suelos degradados, facilitando al agricultor la utilización de estos suelos, a su vez contribuir a detener el proceso de deforestación del bosque para ampliar la frontera agrícola

### **1.3. Importancia o propósito**

Uno de los principales problemas ambientales que limita la capacidad productiva del sector agropecuario es la degradación de los suelos. Según datos de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación (FAO 2014), el 14 % de la degradación mundial de los suelos ocurre en América Latina y el Caribe. Esta situación es más grave en las tierras de Mesoamérica y América del Sur, donde cuatro países de la región presentan más del 40 % de sus tierras degradadas y en 14 países la degradación afecta entre 20 % y 40 % de la superficie nacional.

Uno de los principales problemas ambientales de nuestro tiempo está asociado a la degradación de los recursos naturales que son básicos para la sobrevivencia de todos los demás ecosistemas del planeta, como el suelo y el agua. La degradación de los suelos tiene implicaciones multidimensionales y multisectoriales y ciertamente su abordaje debe darse de forma integrada, donde se tomen en cuenta todos los bienes y servicios ecosistémicos, tanto biofísicos como socioeconómicos (FAO 2011).

La importancia del trabajo radica en demostrar la recuperación de los suelos degradados ex cicales por el cultivo de *Inga edulis* “huaba” para ser incorporados a proyectos agrícolas en la cual se disminuirá el costo de la aplicación de enmiendas para mejorar estos suelos y así disminuir la presión a los bosques para ganar nuevas áreas agrícolas, así como también evaluar su valor ecológico ambiental en la recuperación de suelos a través de técnicas de valoración económica para mejorar la relación entre las actividades económicas y los recursos naturales

#### **1.4. Limitaciones**

Se considera a la falta de metodologías de valoraciones económicas y las limitaciones que estas tienen en la valoración recursos naturales, las que presentan múltiples funciones y que a la vez son dinámicas en los diferentes ecosistemas, así como la poca importancia que le dan los decisores políticos al momento de considerar estas especies en los proyectos agroforestales, en los cuales se prioriza a especies de importancia por el uso directo por el aprovechamiento forestal

#### **1.5. Formulación del problema de investigación general y específicos.**

##### **1.5.1. Problema general**

¿Se recuperarán los suelos degradados ex cicales y habrá cambios significativos en su valoración económica mediante el cultivo *Inga edulis* “huaba” en Ricardo Palma - Tingo María 2017?

### 1.5.2. Problemas específicos

- a) ¿Cuáles son los cambios en la recuperación de suelos degradados ex cicales con siembra de *Inga edulis* “huaba” considerando los diferentes periodos de siembra de 2, 4 y 6 años?
- b) ¿Cuál es el efecto del sembrío de *Inga edulis* “huaba de 2, 4, y 6 años en el aporte de macronutriente N, P, K y materia orgánica?
- c) ¿Existirá diferencias estadísticas significativas en la presencia de macronutrientes N, P, K y materia orgánica de un suelo ex cocal y los aportes de macronutrientes N, P, K, y materia orgánica por la siembra de *Inga edulis* “huaba” de 2, 4 y 6 años?

### 1.6. Formulación del objetivo general y específico

#### 1.6.1. Objetivo general

Evaluar la recuperación de los suelos degradados en ex cicales y su valoración económica mediante el cultivo *Inga edulis* “huaba” en Ricardo Palma - Tingo María

#### 1.6.2. Objetivos específicos

- a) Determinar la recuperación de los suelos degradados ex cicales con siembra de *Inga edulis* “huaba” considerando los diferentes periodos de siembra, entre 2, 4 y 6 años



- b) Determinar el efecto del sembrío de *Inga edulis* “huaba de 2, 4 y 6 años en el aporte de macronutrientes N, P, K, en suelos degradados ex cicales y su valoración económica
- c) Comparar las diferencias estadísticas significativas entre los cultivos de tiempo de 2, 4 y 6 años en el aporte de macronutrientes N, P, K,

## **1.7. Formulación de la hipótesis**

### **1.7.1. Hipótesis general**

Si se siembra *Inga edulis* “huaba” en suelos degradados, entonces se tiene efectos significativos en la valoración económica en Ricardo Palma Tingo María

### **1.7.2. Hipótesis específicos**

- a) La siembra de *Inga edulis* “huaba” influencia en la recuperación de los suelos degradados ex cicales en forma significativa
- b) La siembra de *Inga edulis* “huaba” a los dos años tiene efectos significativos en el aporte de macronutrientes N, P, K, y materia orgánica
- c) La siembra de *Inga edulis* “huaba” a los cuatro años tiene efectos significativos en el aporte de macronutriente N, P, K, y materia orgánica
- d) La siembra de *Inga edulis* “huaba” a los 6 años tiene efectos significativos en el aporte de macronutrientes N, P, K y materia orgánica

- e) Si, existen diferencias estadísticas significativas, entre los cultivos de 2, 4 y 6 años en el aporte de nutriente, donde el sembrío de 6 años difiere estadísticamente en el aporte de macronutriente: N, P, K, y materia orgánica

## **1.8. Variables**

### **1.8.1. Variable Independiente**

Suelos Degradados

#### **Indicadores:**

Tiempo

- A. 2 años
- B. 4 años
- C. 6 años
- D. T absoluto

### **1.8.2. Variable dependiente**

Valoración Económica

#### **Indicadores**

Elementos aportados

Cantidad de elementos químicos (N, P, K, CO<sub>2</sub>, materia orgánica)

## **CAPITULO II**

### **MARCO TEORICO**

#### **2.1. Antecedentes**

Según el Tratado de Cooperación Amazónica (1999) la Amazonía peruana tiene una extensión aproximada de 75 560 500 ha que representa el 9,54 % de los bosques amazónicos; de esta cifra se estima que ya se ha deforestado 9 559,817, ha, es decir, aproximadamente 12,65 %, y si se hace proyecciones hasta la fecha es posible que se haya deforestado más del 18%, cuyo impacto en el medio ambiente ha sido extremadamente significativo no solo por la emisión del CO<sub>2</sub> producto de la quema de los bosques, sino principalmente por el deterioro de la biodiversidad de los recursos genéticos forestales, suelos y regímenes hídricos

Las opciones agroforestales en muchos casos ofrecen mejores oportunidades productivas y de recuperación de los suelos degradados que generan servicios ambientales y ecosistémicos. Un primer ejemplo de manejo de suelos tropicales degradados es la estabilización del suelo (taludes) con vegetación en clima tropical (*Flemingia congesta* o *Leucaena*) para luego cultivar plantaciones resistentes en hileras. Para ello se utilizan sistemas de intensificación sustentable y se cuida la fertilización de acuerdo con las propiedades del suelo. (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura –IICA- 2016: 13)

Otro ejemplo de opciones de recuperación se enfoca en el uso de materia orgánica. Muchas fincas degradadas se han recuperado con plantas que se descomponen rápidamente, con el fin de dar nutrientes al suelo de manera ágil, así como con plantas que se descomponen lentamente para proteger el suelo y generar un efecto residual. (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura –IICA- 2016: 13)

Cuando se buscan alternativas para suelos degradados, es necesario entender el contexto donde se está trabajando para diseñar e implementar opciones tecnológicas, políticas e incentivos económicos que realmente mejoren la productividad y la calidad del suelo y permitan aprovechar la agrobiodiversidad, generar indicadores de resiliencia biofísica, socioeconómica y cultural, optimizar el uso de las nuevas tecnologías digitales de sensoramiento y analizar los riesgos agroclimáticos de manera temprana.

Otro paso importante es elevar la conciencia de la sociedad civil y de los tomadores de decisiones sobre la importancia del suelo para la seguridad alimentaria, la adaptación al cambio climático, la mitigación de GEI, los servicios ecosistémicos esenciales, la reducción de la pobreza y el desarrollo sostenible y para la vida humana (Ávila 2015).

Una investigación previa de Alegre y Rao (1996) evaluó durante cinco años las pérdidas del suelo y los efectos de la escorrentía en cultivos anuales solos, cultivos en callejones con *Inga edulis*, cultivos en bosque secundario y parcelas desnudas. Por un lado, los autores determinaron que la escorrentía media se redujo de 838 mm en promedio en parcelas desnudas a 414 mm en cultivos

anuales solos y a 60 mm en cultivos en callejones. Por otra parte, la pérdida del suelo promedio registrada (t/ha) pasó de 140 t/ha en parcelas desnudas a 69 t/ha en cultivos anuales y a 5 t/ha en cultivo en callejones.

IICA, (2016) reporta a otro sistema deforestado que se evaluó durante treinta años donde se estableció un tratamiento de multiestrato con diferentes especies. El primer estrato fue destinado al cultivo y se continuaron los siguientes estratos con especies como *Colubrina glandulosa*, *Bactris gasipaes*, *Inga edulis*, *Centrosema macrocarpum*. Se culminó con un último estrato de *Cedrelinga cataeniformis*. Este sistema utilizó únicamente los estratos sin fertilización y actualmente se usa para cosechar la especie maderable. Ahora también está siendo escalonado en programas de reforestación y recuperación de áreas degradadas.

IICA, (2016) indica que algunos sistemas agroforestales de multiestrato ofrecen buenas oportunidades para la recuperación de los suelos, lo cual reduce la erosión hídrica y promueve el incremento de la biodiversidad y la mitigación de gases de efecto invernadero (GEI). Cabe resaltar que la reforestación mediante diferentes especies forestales y bosques secundarios antiguos permite secuestrar en promedio 10 t de C/ha.

Pese a esa multiplicidad de funciones que cumple el suelo, es necesario verlo como un componente más de un sistema productivo. En el sector agrícola, es vital planificar las fincas, ajustando la producción según las condiciones agroecológicas y socioeconómicas antes de realizar intervenciones. Para esto

es necesario recordar que las personas que viven y trabajan en su finca son los más interesados en hacer un uso eficiente y sostenible del suelo y el agua.

Una forma de abordar los problemas ambientales generados por efectos climáticos y antrópicos es la implementación del manejo integrado del suelo; sin embargo, este tipo de enfoque requiere de la comprensión, por un lado, de las situaciones locales o del paisaje y, por otro, de las necesidades de los productores. En este sentido, las intervenciones en fincas o paisajes con suelos degradados implican un trabajo diferenciado, adaptado al contexto local y a las necesidades de los productores según escala, en una fórmula en donde coincida la investigación, la demanda del productor y la extensión. Para el caso de la extensión, este acompañamiento tiene que ser sistemático y oportuno. (IICA, 2016)

En Honduras se han mejorado cerca de 12 000 ha mediante el sistema quesungual que provee beneficios productivos, económicos, de mano de obra y ambientales. En lo productivo, el sistema extiende la estación de crecimiento, resiste la canícula, estabiliza la agricultura, reduce la erosión de suelos y deslizamientos de tierras, incrementa rendimientos y genera el 80 % de la necesidad de leña. En lo económico, el sistema incrementa la tasa de retorno, reduce el uso de insumos externos, libera tierras para diversificación, aumenta la competitividad con granos importados para uso doméstico. Además, se reduce el número de días de trabajo, incrementa la eficiencia en el trabajo, la productividad de la tierra, reduce el uso de herbicidas. En lo ambiental, el sistema incrementa la retención de agua en el suelo de un 8 % a 23 % y se conservan los servicios ecosistémicos. (Castro *et al* 2009 y Ayarza 2015.)

Reynel (2003) indica que *Inga edulis* C. Martius, tiene un alto potencial para la recuperación de suelos degradados; su crecimiento es muy rápido y aporta gran cantidad de hojarasca y materia orgánica. Es excelente para revegetar zonas en las que la cubierta vegetal ha sido desbastada pues facilita el establecimiento posterior de árboles más exigentes en calidad de suelo. La tasa de generación de biomasa en esta especie es espectacular, y se registran promedios de casi 25 t/ha/año

Rangel *et al* (2013) manifiestan que la investigación científica, ha cobrado gran fuerza la relación entre economía y medio ambiente, especialmente la cuantificación del valor de los componentes de este último (Gómez 2002). Si bien algunos recursos naturales poseen un *precio* en el mercado, éste *precio* no contempla en la mayoría de los casos, la amplia variedad de funciones ambientales que le añaden un valor económico mayor, éste último generalmente desestimado al tomar decisiones relacionadas con su manejo.

Este valor radica en que los recursos naturales y el medio ambiente, cumplen al menos cuatro funciones, percibidas positivamente por la sociedad:

1. forman parte de la función de producción de gran cantidad de bienes y servicios económicos;
2. cumple funciones ambientales cuyos servicios son demandados por la sociedad;
3. actúan como receptor de residuos y desechos de diversos tipos;
4. constituyen un sistema integrado que proporciona los medios elementales para sostener toda clase de vida.

Hernández *et al* (2012) indican que la valoración económica ambiental de los recursos naturales, es sin dudas un importante mecanismo que tributa a favor de lograr una mejor conservación y gestión de los recursos naturales. En el caso de las áreas protegidas, el empleo de la modelación multicriterio como herramienta para la valoración económica de Bienes y Servicios Ambientales, constituye una herramienta útil, que posibilita la integración de diversos componentes de carácter natural, económico y social

Una de las principales limitaciones para valorar un servicio ambiental es la falta de información adecuada y suficiente sobre los distintos procesos ecológicos que sirven de base para la provisión de los distintos servicios ambientales. En esta situación, se debe tener claro que la valoración económica no origina estimaciones reales de los servicios ambientales (Barbier, Knowler y Acreman, 1999). Por ello, la adecuada identificación y cuantificación de estos servicios constituye una etapa previa a la estimación del valor económico de tales servicios.

Evenson (1993) aplicó la técnica de los precios hedónicos para analizar la productividad en arroz y asociar los niveles de productividad con las características del acervo genético utilizado en ciertas localidades de India. Se ajustó una ecuación para desagregar las mejoras en rendimientos, según cada una de sus fuentes: mejoramiento de variedades, otros avances tecnológicos y otras fuentes de cambio en los rendimientos, tales como condiciones agroecológicas y socioeconómicas (nivel educativo de los agricultores, etc.). En este modelo se supone que el cambio en las variedades depende de la



disponibilidad previa de variedades criollas o *landraces*, y de los parientes silvestres de la planta.

En otro estudio se encontró que, en el caso de India, cerca de 5.6% de las ganancias en rendimientos podían ser atribuidas a las colecciones de germoplasma (Gollin y Evenson 1998). Ello equivalía, en términos económicos a beneficios equivalentes a US\$ 6,1 millones, (descontando en flujo de ingresos a una tasa del 10 %). Este beneficio se comparaba favorablemente con los costos de mantenimiento de los acervos de germoplasma, que se estimaron en aproximadamente un millón de dólares. Como la expansión de las variedades modernas no fue considerada plenamente, los autores consideran que es probable que esa contribución de los recursos genéticos a los rendimientos en la India pudiera ser de 3 a 4 veces mayor en la realidad.

Martínez *et al* (2002) en su trabajo La importancia de la valoración económica en el diseño de políticas ambientales, realizado mediante el Estudio de Valoración Contingente en las Zonas Norte y Sur de la Ciudad de México para Estimar la Disposición a Pagar (DAP) de los habitantes por el Mejoramiento de la Calidad del Aire, encontró que en la Zona Norte de la Ciudad de México el 60 % de la población está dispuesta a pagar una cantidad de dinero mensualmente y durante un año por mejorar la calidad del aire; después de realizar las estimaciones se encontró que la Media de la DAP en la Zona Norte fue de \$ 18,68 ( $\pm$  2,84) pesos mexicanos. Así mismo, en la Zona Sur el 58 % está DAP, y la Media de la DAP estimada es de \$ 20,01 ( $\pm$  2,86) pesos mexicanos. De las personas que estuvieron dispuestas a pagar, en

ambas zonas, el 89 % opinó que la aportación de los recursos debería hacerse directamente a un Fondo o Fideicomiso.

Portilla (2002) reporta que la región Selva posee un potencial de captura de CO<sub>2</sub> atmosférico del 99,25 %, significando un valor económico de más de 289 mil millones de dólares, cantidad que puede ser negociada en el mercado internacional al implementarse el mercado de Certificados Negociables de Reducción de Gases de Efecto Invernadero. Si el Perú pudiera negociar solamente el 10 % del valor económico total por capturar CO<sub>2</sub>, cubriríamos aproximadamente el 90 % de la deuda externa peruana.

## **2.2. Bases teóricas**

### **2.2.1. Degradación de los suelos**

La degradación de los suelos es un problema ambiental y significa la reducción de la fertilidad física, química y biológica del suelo. Haciendo una comparación, éste problema es tan importante como la reducción de la capa de ozono y el efecto invernadero, porque afecta directamente la seguridad alimentaria de los pueblos. Especialmente en el Perú donde el área con aptitud agrícola es bastante reducida (3,8 % de la superficie total), representa un peligro no implementar prácticas de gran impacto para conservar el suelo. (Red de Acción en Alternativas al uso de Agroquímicos – RAAA 1999)

La degradación de este recurso no solo es producida por el mal manejo de las unidades productivas, sino también se debe a los impactos que vienen

ocasionando otras actividades productivas que el hombre realiza. Por ejemplo, los efectos de la explotación forestal, el sobrepastoreo, el mal manejo del agua que causa la salinización, el crecimiento de las ciudades a expensas de las áreas agrícolas, la explotación minera entre otras, son los agentes que directamente vienen destruyendo éste importante recurso. (Red de Acción en Alternativas al uso de Agroquímicos – RAAA 1999)

Desde hace buen tiempo se viene priorizando prácticas de conservación de suelos y aguas como una " acción curativa", fundamentalmente orientado a detener la degradación física mediante la ejecución de obras físicas de conservación para detener la escorrentía y químicas basado en la devolución de nutrientes mediante el uso de fertilizantes sintéticos. Este enfoque reduccionista de la conservación del suelo, no ha logrado entender que es más importante realizar acciones integrales de prevención, que garanticen la vida del suelo y mejoren su fertilidad biológica. (Red de Acción en Alternativas al uso de Agroquímicos – RAAA 1999)

La degradación de los suelos, es la pérdida de su capacidad para cumplir sus funciones como medio para el crecimiento de las plantas, como regulador del régimen hídrico y como filtro ambiental. Los cambios desfavorables en las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo provocan efectos negativos en la productividad de los cultivos y en la calidad ambiental. Estos procesos de degradación pueden ser causados por variaciones climáticas o provocadas por la acción del hombre. (Red de Acción en Alternativas al uso de Agroquímicos – RAAA 1999)

### **2.2.2. Degradación física**

Red de Acción en Alternativas al uso de Agroquímicos – RAAA (1999) nos indica que la pérdida de suelo por erosión comprende (arrastre de partículas finas del suelo por escorrentía), la destrucción de su estructura, compactación, entre otros. Esta degradación se produce principalmente debido a la eliminación de la cobertura vegetal y al uso intensivo de labranza convencional que modifica desfavorablemente las propiedades físicas del suelo. Red de Acción en Alternativas al uso de Agroquímicos – RAAA (1999)

El transporte de las partículas del suelo por la acción del agua de las lluvias, representa la principal forma de degradación que afecta a los suelos de la sierra peruana y a la ceja de Selva. Estos daños no solo se manifiestan en el lugar donde ocurren, sino también existen efectos a distancia debido a los procesos de sedimentación y colmatación de la infraestructura mayor de riego como los reservorios, las represas, entre otras, afectando a la población en general de las partes altas y bajas de la cuenca. Red de Acción en Alternativas al uso de Agroquímicos – RAAA (1999)

Los principales tipos de erosión hídrica son la erosión laminar que viene a ser la pérdida uniforme de la superficie del suelo y afecta directamente la fertilidad del suelo, la erosión en surcos es el arrastre del suelo formando pequeñas depresiones o zanjas y se debe principalmente a las prácticas inadecuadas que realiza el hombre y en la erosión en

cárcavas se forman zanjas profundas como consecuencia del arrastre continuo de las partículas del suelo. Otra de las formas de degradación física se produce por la acción del viento, que desplaza la capa superficial del suelo especialmente en las zonas áridas, formando huecos y dunas. Red de Acción en Alternativas al uso de Agroquímicos – RAAA (1999)

### **2.2.3. Degradación química**

Red de Acción en Alternativas al uso de Agroquímicos – RAAA (1999) nos indica que la degradación química comprende la modificación del equilibrio mineral, reducción de la capacidad de intercambio catiónico, la salinización y alcalinización, la acidez del suelo, la toxicidad de aluminio y manganeso, deficiencia de nutrientes y acumulación de compuestos tóxicos. Esta degradación se produce debido al mal manejo del agua de riego, a la acumulación de desechos mineros, a la aplicación indiscriminada de agroquímicos (fertilizantes y plaguicidas) y a la sobreexplotación del recurso suelo.

Los plaguicidas utilizados para el control de las plagas en la agricultura llegan al suelo y pueden permanecer sin cambio o sufrir degradación química, fotoquímica o biológica total o parcial, produciendo en ocasiones metabolitos igual o más tóxicos que el compuesto original. Las moléculas originales o los productos tóxicos de su degradación pueden persistir por diversos periodos de tiempo, en forma libre o adsorbida por los coloides del suelo como la arcilla, materia orgánica y otros complejos del

suelo. Red de Acción en Alternativas al uso de Agroquímicos – RAAA (1999)

#### **2.2.4. Degradación biológica**

Red de Acción en Alternativas al uso de Agroquímicos – RAAA (1999) nos indica que la degradación biológica comprende la reducción en el contenido de humus en la capa superficial del suelo, disminución de la actividad microbiológica, eliminación de cepas nativas de microorganismos que participan en el reciclaje de N y P, y de aquellos que ayudan a regular las poblaciones de patógenos en el suelo. Esta degradación se debe fundamentalmente a la eliminación de la cobertura vegetal y a la incapacidad de garantizar el reciclaje de la biomasa producida en el predio; esta situación se ve empeorada por la aplicación de agro tóxicos que afectan directamente a la población microbial del suelo.

Los efectos de los plaguicidas en la fijación del nitrógeno atmosférico o en la mineralización del nitrógeno son de importancia ecológica y económica, porque al eliminar estos microorganismos se pierde un gran potencial para mantener la fertilidad del suelo. Asimismo, se ha encontrado que la aplicación de los fungicidas, nematicidas y fumigantes del suelo causan la alteración más drástica del equilibrio microbiológico, porque se aplican como agentes antimicrobianos y exhiben varios grados de especificidad hacia patógenos de plantas en el suelo; su acción rara vez se limita al patógeno. El efecto completo es la esterilización parcial, causando cambios cualitativos y cuantitativos de la micro flora del suelo. En este

proceso puede verse gravemente afectados los microorganismos benéficos por largos periodos. Red de Acción en Alternativas al uso de Agroquímicos – RAAA (1999)

## **2.3. Bases conceptuales**

### **2.3.1. Valoración económica ambiental**

La valoración económica ambiental puede definirse como un conjunto de técnicas y métodos, que permiten medir las expectativas de beneficios y costos derivados de algunas acciones tales como: uso de un activo ambiental, realización de una mejora ambiental, generación de un daño ambiental, entre otros, constituye un procedimiento dirigido a imputar valores económicos a los bienes y servicios ambientales. (Azqueta, 1994: 46).

La valoración económica, que propone la economía ambiental, consiste en asignar valores monetarios a los bienes, servicios o atributos que proporcionan los recursos naturales y ambientales, independientemente de que estos tengan o no mercado (Castiblanco, 2003). Lo anterior, se justifica, por la toma de decisiones sobre los usos alternativos de los recursos naturales, el diseño de políticas ambientales para regular el acceso y el uso de los mismos y por constituir un elemento esencial para la actividad económica en la actualidad.

Se considera que la valoración económica puede ser útil en la definición de un grupo de prioridades, políticas o acciones que protejan el medio ambiente y sus servicios (Cerdea, 2003: 13). Así, la valoración económica de estos recursos resulta necesaria, pues contribuye a descubrir el valor económico de las externalidades y de los bienes públicos y a diseñar políticas que prioricen la protección y conservación de los recursos naturales.

Rangel *et al* (2013) Manifiesta que las funciones ambientales valoradas económicamente en un sector de una cuenca evaluada fueron las de retención de CO<sub>2</sub>, y las relacionadas con el uso con fines medicinal y artesanal de la vegetación. En el primer caso se utilizó como precio de referencia de la tonelada de carbono retenido al año, el de 25 dólares, el cual se multiplicó por la Masa de Carbono Retenida (MCR) al año determinada para esta formación vegetal.

Figuerola (2002) menciona que la valoración económica del medio ambiente consiste en darle un valor monetario a bienes y servicios ambientales que no son transados en los mercados y por tanto no tienen precio explícito.

Reyes (2001) menciona que la valoración económica se ha visto como un instrumento que permite poner en evidencia los diferentes usos de los recursos biológicos y la biodiversidad. Si se muestra que la conservación de la biodiversidad puede tener un valor económico positivo mayor que el de las actividades que la amenazan, la información que se pueda generar



sobre sus beneficios ecológicos, culturales, estéticos y económicos apoyará las acciones para protegerla y conservarla productivamente, convirtiéndose en una herramienta importante para influir en la toma de decisiones gubernamentales y sociales, colectivas e individuales.

Jager *et al* (2001) mencionan que una forma de conceptualizar el problema de la valoración de los bienes y servicios ambientales es a través del uso del concepto de precios ecológicamente corregidos, entendiéndose por tales a aquellos precios de mercado a los que se les ha introducido un factor de corrección que toma cuenta de los costos ambientales no contabilizados.

La valoración económica genera información útil para la toma de decisión sobre los usos alternativos de los recursos, no necesariamente refleja en forma objetiva el valor de estos recursos en términos de moneda, ya que como se puntualizó anteriormente el valor de los bienes y servicios ambientales abarca más de una dimensión y no todas son expresables en dinero. Jager *et al* (2001)

Jager *et al* (2001) Nos indica que los sistemas de valores habitualmente usados por los economistas distinguen entre:

Valor intrínseco, Valor ligado en forma indisoluble a un componente natural *per se*, es decir por el mero hecho de existir, y

Valores instrumentales, Valores que se derivan de la satisfacción de necesidades humanas para el bienestar económico.

Cualquier bien o servicio tendrá valor instrumental en la medida en que exista una demanda por él. Es decir, si satisface alguna preferencia individual o social. El valor monetario de ese bien o servicio se puede derivar de la intensidad de esa preferencia.

Por lo tanto, en su origen, los valores económicos son psicológicos ya que dependen de las percepciones individuales, siendo una traducción o representación de la intensidad de las preferencias.

Al respecto, se pueden destacar las siguientes características de las percepciones y de las preferencias (y consecuentemente de los valores económicos): Varían de un individuo a otro y de un grupo social a otro, y pueden variar rápidamente en el tiempo, acompañando cambios en la situación de un individuo o de un grupo social.

Al realizar experiencias de valoración se debe recordar, por lo tanto, que no existen valores absolutos, sino que dichos valores dependen de cómo son percibidos por el ser humano. Como se ha dicho, estas percepciones son dinámicas de acuerdo con los cambios en las circunstancias.

Rojas *et al* (2002) nos indican que la diversidad tiene un importante valor para consumidores y productores. En primer lugar, la diversidad biológica tiene un valor *per se*, es decir al igual que es el caso de lugares que las personas nunca visitarán, éstas desean saber que esa diversidad existe, independientemente de cualquier otra consideración. Aparte de este valor *per se*, la diversidad genética, inter e intra-especies, puede ser valorada desde perspectivas más prácticas. Los investigadores han identificado tres valores relacionados con las funciones de la variabilidad

genética a saber: valor de portafolio, valor de opción y valor de exploración (FAO, 1996).

La diversidad genética ayuda a proveer estabilidad (valor de portafolio) a los sistemas de producción a niveles local, nacional y global, por medio del suavizado de las variaciones en rendimiento, por medio del mantenimiento de un amplio rango, o portafolio, de diversidad entre cultivos e intra cultivos. Las pérdidas debidas a fallas en un cultivo en particular son compensadas por el rendimiento de otras variedades o cultivos.

La diversidad genética provee aseguramiento (valor de opción) contra futuras condiciones adversas, en la medida en que las necesidades cambian constantemente y debido a que los recursos filogenéticos pueden proveer características útiles, tales como resistencia a nuevas enfermedades o cambios climáticos.

Finalmente, la diversidad genética representa un "arca del tesoro" de recursos potenciales, pero todavía desconocidos (valor de exploración).

Martínez *et al* (2002) manifiestan que la postura antropocéntrica afirma que el ser humano es quien da valor a las cosas, incluyendo al medio ambiente (agua, suelo, aire), porque cumple con una serie de funciones que proporcionan bienestar a la sociedad. Además, al considerarse un bien público; es decir, de no exclusividad y de no rivalidad en el consumo, quienes le otorgan ese valor son los usuarios del mismo.

### **2.3.2. Bienes y servicios ambientales**

Se definen los Bienes y Servicios Ambientales (BSA) como aquellos productos o servicios de la naturaleza, que responden a un deseo o una demanda de ciertos grupos de personas, comunidades o empresas que originan las diversas posibilidades de uso directo o indirecto, sin afectar el mejoramiento sostenible de las condiciones del medio ambiente. (Martínez, 2004:10).

Los bienes ambientales, son, según Barsev (2002) aquellos recursos tangibles que brinda la naturaleza, los cuales son utilizados de manera directa por el ser humano como insumos en la producción o en el consumo, de modo que se transforman en el proceso, en cambio, los servicios ambientales se asocian a las funciones ecosistémicas que utiliza el ser humano indirectamente, generando utilidad al mismo y no se transforman en el proceso.

Izko y Burneo (2003) y CCAP-PNUD/GEF, (2002) indican que cuando los componentes estructurales de los ecosistemas son apropiados con fines de uso se convierten en bienes ambientales o bienes de los ecosistemas. Estos tienen la característica fundamental de que son tangibles y susceptibles de ser cuantificados y comercializados. Pueden ser utilizados por el ser humano como insumo de la producción (materia prima) o como producto final. Por lo tanto, es posible obtener un precio de

mercado para la mayoría de ellos, lo que permite una estimación precisa de los ingresos generados por su aprovechamiento.

Izko y Burneo (2003) clasifican los bienes, producidos por un ecosistema boscoso, en:

Agua.

Madera y leña (productos maderables).

Productos forestales no maderables.

Los productos forestales no maderables, son elementos de origen biológico, diferente de la madera, que se obtienen en los bosques, otros espacios arbolados y en los árboles fuera del bosque.

Se reconoce cada vez más su contribución a la economía familiar y a la seguridad alimentaria, a algunas economías nacionales y, en particular, a la consecución de objetivos medioambientales, especialmente la conservación de la biodiversidad (FAO, 1999) y del ecosistema en general.

En algunos casos, pueden ser más atractivos que la madera. Sin embargo, el desconocimiento que existe de los mismos y la falta de mercados, ha limitado el emprendimiento de actividades para su promoción, pese a que existen estudios que sostienen que su valor podría superar, en el largo plazo, al de la madera. Los principales PFNM o bienes ambientales, reportados en la literatura (Izko y Burneo, 2003; Añazco *et al* 2004; FAO, 1999; CCAD-PNUD/GEF, 2002) son:

Plantas medicinales, ornamentales y condimentarías (o especias)

Proteína animal (animales provenientes de caza y pesca)

Proteína vegetal (plantas y frutos comestibles)

Semillas

Savias y gomas

Materia prima para artesanías (bejucos y fibras principalmente)

Bacterias, algas, hongos y líquenes beneficiosos

Los servicios ambientales, ecosistémicos o de los ecosistemas son funciones que brindan los ecosistemas, de las cuales se desprenden servicios o beneficios para la comunidad local, nacional o internacional.

La transformación de una función ecológica o ecosistémica en servicio ambiental implica que dicha función genera un beneficio económico, ecológico y social.

En el caso de bosques u otros ecosistemas en un buen estado de conservación, los servicios ambientales que estos generan, tienen la característica de que no se gastan ni se transforman cuándo son utilizados (CCAD-PNUD/GEF, 2002). Lo que no ocurre en ecosistemas donde se desarrollan actividades productivas, se dan cambios en el uso del suelo o se da un uso no sostenible; en estos casos si hay cambios en la provisión de servicios ambientales. Los principales servicios ambientales, reportados en la literatura (CCAD-PNUD/GEF, 2002; Izko y Burneo, 2003; Kaimowitz, 2001; Landell-Mills y Porras, 2002; Robertson y Wunder, 2005) son:

- Polinización (provisión de polinizadores para reproducción de poblaciones de plantas y dispersión de semillas)
- Purificación y desintoxicación (filtración, purificación y

desintoxicación del aire, agua y suelo)

- Control biológico (regulación de la dinámica de poblaciones, control de plagas y enfermedades)
- Reciclado de nutrientes (fijación de nitrógeno, fósforo, potasio)
- Formación de suelos (meteorización de rocas y acumulación de materia orgánica)
- Regulación de gases con efecto invernadero
- Reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> (deforestación evitada)
- Captación o fijación-de carbono
- Provisión de belleza escénica o paisajística (paisaje)
- Provisión de un espacio para la recreación y el turismo
- Conservación de la biodiversidad
- Conservación de recursos genéticos importantes
- Conservación de especies raras, amenazadas o en peligro de extinción
- Conservación de ecosistemas
- Servicios hidrológicos (o conservación de cuencas hidrográficas)
- Regulación de flujos hidrológicos
- Reducción del impacto de deslaves e inundaciones
- Reducción de la erosión del suelo
- Reducción de la sedimentación en los cursos de agua
- Mantenimiento o mejoramiento de la calidad del agua (filtración de contaminantes potenciales)
- Mantenimiento o mejoramiento de la recarga de acuíferos

- Mantenimiento o mejoramiento de hábitats acuáticos
- Conservación de suelos

Según Robertson y Wunder (2005) los servicios ambientales que se transan con mayor frecuencia, en escala significativa, son los asociados con los bosques tropicales y el mercado de carbono:

- Conservación de cuencas hidrográficas
- Servicios hidrológicos o Conservación de suelos
- Belleza escénica o paisajística
- Biodiversidad
- Carbono
- Captación o fijación de carbono
- Reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> por deforestación y degradación.

### **2.3.3. Valoración económica de los bienes y servicios ambientales**

Según lo expresado, la valoración económica de los bienes y servicios ambientales supone un análisis hacia la concepción relacionada con el uso directo de los bienes y por otro lado hacia el uso indirecto de sus servicios ambientales. En torno a este debate, se identifican dos grupos de valor: los valores de uso y los valores de no uso. Como valores de uso, se definen, aquellos derivados del actual uso de un bien o servicio, los cuales pueden ser directos (para el caso de un bosque la caza o la madera) o indirectos (para la pesca son fundamentales las algas) (Martínez, 2004: 2).



#### **2.3.4. Métodos de valoración económica**

Reyes (2001) Generalmente se ha aceptado una clasificación para la valoración económica de los recursos biológicos y su diversidad de acuerdo con el beneficio que aportan a la sociedad. Existen algunas variantes de esta clasificación, pero todas introducen el valor de uso de los recursos naturales y la biodiversidad, los valores alternos de este uso, los valores para futuras generaciones y los valores referidos a una convicción ética.

Munasinghe, M (1993) indica que los valores de uso a su vez se dividen en valor de uso directo, de uso indirecto, valor de opción y valor de existencia. El valor de uso directo es el más accesible en su concepción, debido a que se reconoce de manera inmediata a través del consumo del recurso biológico (alimentos, producción de madera; la explotación pesquera; la obtención de carne, pieles y otros productos animales y vegetales; la recolección de leña, y el pastoreo del ganado, entre otras) o de su recepción por los individuos (ecoturismo, actividades recreativas). Algunas clasificaciones abren el valor directo en valor de uso extractivo y de uso no extractivo.

El valor de uso indirecto se refiere a los beneficios que recibe la sociedad a través de los servicios ambientales de los ecosistemas y de las funciones del hábitat. Algunos ejemplos son los servicios proporcionados por los bosques como la protección contra la erosión, la regeneración de suelos, la recarga de acuíferos, el control de

inundaciones, el ciclaje de nutrientes, la protección de costas, la captación y el almacenamiento de carbono, el auto sostenimiento del sistema biológico, entre otros.

A diferencia del valor de uso directo, el indirecto generalmente no requiere del acceso físico del usuario al recurso natural, pero sí de la existencia física del recurso en buenas condiciones.

El valor de opción se refiere al valor de los usos potenciales de los recursos biológicos para su utilización futura directa o indirecta. Por ejemplo, el uso potencial de plantas para fines farmacéuticos, para la obtención de nuevas materias primas o de especímenes para el control biológico de plagas, y para el avance del conocimiento humano sobre la vida en nuestro hábitat planetario. En adición a los valores de uso actuales o potenciales, los valores de no uso incluyen el valor de herencia, que se refiere al valor de legar los beneficios del recurso a las generaciones futuras; este valor implica un sentido de pertenencia o propiedad.

Finalmente, el valor de existencia es el valor de un bien ambiental simplemente porque existe: este valor es de orden ético, con implicaciones estéticas, culturales o religiosas. Por ejemplo, uno puede valorar la existencia de selvas, jaguares o ballenas, sin implicaciones de posesión o de uso directo o indirecto de ellos.

Evenson y Santaniello (1998) opinan que el método de los precios hedónicos es quizás la medida más convincente del valor de los recursos genéticos, ya que se vinculan directamente los materiales genéticos con la producción. Por otra parte, estos autores muestran que se trata de un método sumamente intensivo en datos. Los estudios realizados en la India por Evenson, Gollin y Santaniello (1998), se llevaron a cabo en conjunción con un estudio sobre el impacto de la investigación agrícola en ese país. Fue solamente en ese contexto que se pudo separar el valor del material genético de los incrementos en los factores asociados con la investigación y con otros factores de la producción.

Sarmiento (2003) reporta que los métodos de valoración más empleados son: el método de valoración contingente (MVC), método del coste del viaje (MCV), método de precios hedónicos (MPH), método de costes evitados (MCE) y otros que están fundamentados en la variación de los valores de la producción, valores de costes, indicadores medioambientales y en razonamientos matemáticos complejos. Los mismos están basados en la medida de la disposición a pagar (DAP) o en la disposición a ser compensado (DAC), por las 4 personas mediante la creación de mercados hipotéticos o directamente apoyándose en mercados reales y teniendo sesgos propios de las personas.

### 2.3.5. Métodos de medición de la valoración económica

Reyes (2001) indica que los métodos de medición del valor económico se pueden agrupar de acuerdo con el tipo de mercado que se utiliza para su cálculo: a partir de un mercado real, un mercado sustituto o un mercado simulado.

En el caso de mercados reales se utiliza la información de los precios de mercado como un índice del valor monetario del recurso biológico, suponiendo que este precio describa razonablemente el valor.

Existen otras técnicas como la del cambio de productividad. Por ejemplo, la pérdida de los bosques puede disminuir la productividad agrícola al degradarse los servicios ambientales prestados por ellos, tales como la conservación del suelo y el agua, el control de inundaciones o la protección contra el viento. El costo de oportunidad o el valor neto de la producción perdida se convierte en una medida de valor del servicio ambiental del bosque para la agricultura. Esta valoración se hace sobre los precios de mercado de la producción perdida por la disminución de productividad. La ganancia perdida se puede considerar como la máxima disposición de los agricultores de pagar para evitar el daño. Este método puede ser usado para la valoración del uso indirecto. Por ejemplo, así se calculó el caso de la deforestación en la sierra del Ecuador (Claro 1996).

## **2.4. Bases epistemológicas**

Los servicios ambientales (SA) son el resultado de las funciones del ecosistema que benefician a los seres humanos. En principio, los servicios incluyen tanto los productos (maderables y no maderables), como los servicios propiamente dichos. Las funciones generan servicios cuando el hombre en su sistema social les asigna un valor. Sin embargo, muchos de los servicios del bosque no son pagados (Nasi *et al* 2002). Las funciones ecológicas constituyen la capacidad de los procesos naturales de proveer bienes y servicios que satisfagan las necesidades humanas directa e indirectamente.

## **CAPITULO III**

### **METODOLOGIA**

#### **3.1. Ámbito**

El presente trabajo de investigación se realizó En parcelas de cultivos agroforestales en el centro poblado de Ricardo Palma, Distrito de Padre Felipe Luyando, Provincia de Leoncio Prado, Departamento de Huánuco

##### **3.1.1. Características Climáticas**

Según las estaciones meteorológicas del SENAMHI en la ciudad de Tingo María registran una temperatura máxima media anual de 29,8° C y una temperatura mínima media anual de 19,2° C, siendo la temperatura media anual de 24,5° C. La humedad relativa media anual es cercana al 80 %. La precipitación media anual es de 3 300 milímetros. La época de lluvias comienza en octubre y se prolonga hasta abril. Sin embargo, en los últimos tres años el régimen de lluvias y estiaje ha sufrido grandes variaciones en su intensidad, ocasionando inundaciones en las riberas de los ríos y sequías que han afectado a la agricultura.

##### **3.1.2. Relieve Y Suelos**

El Alto Huallaga se extiende sobre la totalidad de la pequeña cadena montañosa de la cordillera Azul, motivo por el cual su relieve es, con excepción de algunas pequeñas terrazas, muy escarpado y accidentado. Las pendientes son de moderadas a pronunciadas, superando en algunos casos

los 45° de inclinación; también abundan las paredes rocosas de 300 a 500 metros de altura. Se encuentra entre los 650 y los 1 808 metros sobre el nivel del mar.

Sus suelos poco profundos y pedregosos son muy susceptibles a la erosión y muestran claramente su vocación de protección, se puede apreciar diversos afloramientos de rocas y signos de deslizamientos naturales u ocasionados por labores agrícolas no muy recientes.

### **3.1.3. Zona de vida**

Debido a su altitud y ubicación, el Alto Huallaga está cubierto por los bosques montanos lluviosos y nublados característicos de la ecorregión de las Yungas Peruanas (Dinnerstein et al., 1995) o Selva Alta (Brack, 1986). La clasificación por zonas de vida, de acuerdo al Mapa Ecológico del Perú (1995), lo caracteriza como bosque muy húmedo pre montano subtropical. En las partes altas la vegetación es densa y baja, cargada de musgos, líquenes, bromelias y otras epifitas que cubren los afloramientos rocosos. Estas formaciones son denominadas roquedales y están asociadas a pequeños ojos de agua.

### **3.1.4. Flora**

La vegetación que acompaña es propia de selva alta con la presencia de hierbas, arbustos y árboles, distribuidos en forma heterogénea, en muchos lugares se puede apreciar la presencia de orquídeas de diferentes géneros, donde resaltan las Pleurotalis, Maxillarias, Madevalias, sobralias, entre otras, de igual manera se reportan la presencia de palmeras, la

vegetación arbórea esta en muchos de los casos cubiertas de epifitas como bromelias y orquídeas.

Las especies forestales más abundantes son la: *Virola calophylla* “cumala blanca”, *Guarea selvatica* “requia blanca”, *Nectandra* sp, “moena”, *Nectandra cuspidata* “moena negra”, *Iryanthera laevis* “cumala colorada”, *Clarisia racemosa*, “tulpay”, *Brosimum alicastrum* “manchinga”, *Ficus insipida* “ojé”, *Cecropia dentata* “cetico”, *Triplaris. americana* “tangarana”, *Guatteria modesta* “carahuasca”

Entre algunas especies que se han vuelto raras en la selva alta, se han reportado a: *Cedrela odorata* “cedro colorado”, *Cinchona officinalis* “cinchona” *Cinchona pubescens* “palo blanco” entre otro.

### **3.2. Población**

Suelos Degradados de ex cicales de Ricardo Palma Tingo María, 4 hectáreas.

### **3.3. Muestra**

Suelos degradados ex cicales con Sembrío de *Inga edulis* “huaba” de 2, 4, 6 Años de tiempo de siembra, 12 parcelas de 100 m<sup>2</sup>.

### **3.4. Nivel y tipo de estudio**

#### **3.4.1. Tipo de investigación: Aplicada**

Porque se recurrió a los principios de las ciencias del suelo para solucionar el problema de la recuperación de los suelos degradados por ex



cocales con la siembra de *Inga edulis* “huaba que tienen los agricultores de Ricardo Palma - Tingo María

### 3.4.2. Nivel de investigación: Experimental

Porque se manipulo la variable independiente suelos degradados y se midió la variable dependiente valoración económica con el aporte de nutrientes y se comparó con un testigo (Sin sembrío de *Inga edulis* huaba)

### 3.5. Diseño de investigación

Diseño de bloques completamente al azar con cuatro parcelas con 3 repeticiones con un total de 12 unidades experimentales

#### Croquis del campo.

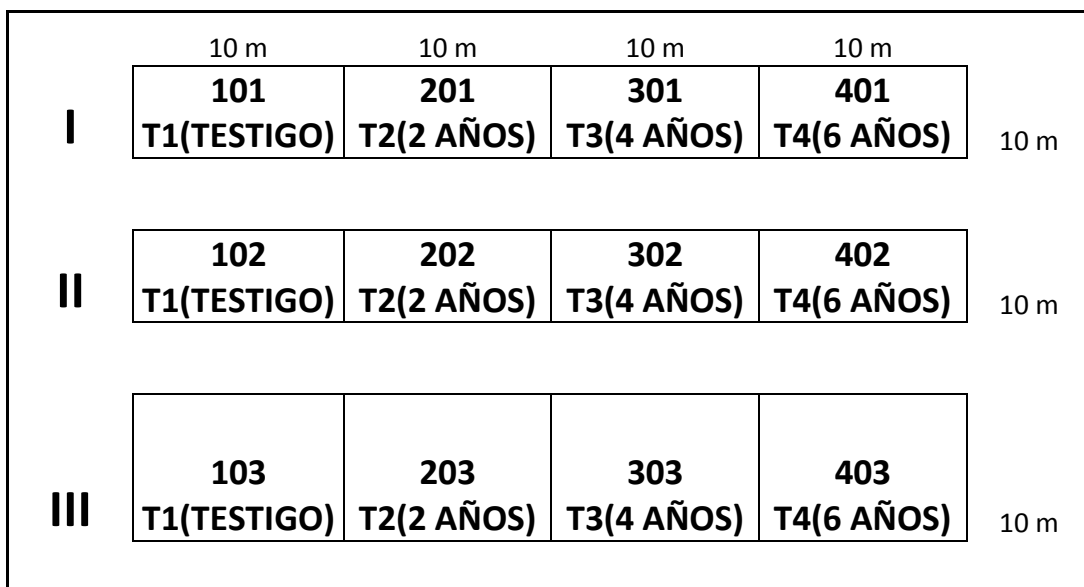


Fig. 01. Croquis del Campo de muestreo del cultivo de *Inga edulis* “huaba”

### **3.6. Técnicas e instrumentos**

#### **3.6.1. Técnicas estadísticas**

Se utilizó el Análisis de varianza, para determinar la significancia entre bloque y entre tratamientos al 5 y 1%

Se comparó los promedios de los tratamientos mediante la prueba de Duncan 5% y al 1% de margen de error

#### **3.6.2. Tipo de muestreo**

Probabilístico, con muestreo aleatorio simple porque cualquiera de los suelos degradados de la muestra tendrá la oportunidad de ser integrantes de la muestra del suelo para llevar al laboratorio

### **3.7. Validación y confiabilidad del instrumento**

Para la toma de muestras de suelos de las diferentes parcelas se procedió de acuerdo al protocolo establecidos, los análisis físico químicos se realizaron en el laboratorio de análisis de suelo de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, supervisado por docentes especialistas, cada análisis con su metodología y protocolo socializado y recomendado por diferentes investigadores

### **3.8. Procedimiento**

#### **3.8.1. Fase de Campo**

Se ubicaron chacras con suelo degradados ex cicales, con cultivo de *Inga edulis* "huaba" de 2,4, y 6 años de siembra

Una vez ubicados se procedió a delimitar con rafia las parcelas con un área de 10 X 30, con 3 sub parcelas de 10 X10, las mismas que se geo referencio con un GPS.

Con un tubo muestreador de suelos se tomaron muestras a 20 cm. De profundidad con un peso aproximado de un kilogramo, que se depositaron en bolsas de polietileno o de papel que esté limpia, previamente etiquetadas con el código de parcela y sub parcela, luego se llevaron a laboratorio para los análisis correspondientes

### **3.8.2. Fase de laboratorio**

Las muestras de suelo fueron preparadas, secadas y trituradas y analizadas

Los análisis correspondientes se realizaron en el laboratorio de suelos de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María

#### **3.8.2.1. Métodos analíticos utilizados**

- pH método del potenciómetro, relación suelo – agua 1:1
- Materia Orgánica: Método de Walkey y Black
- Nitrógeno total: Micro Kjeldahl
- Fosforo disponible: Método de Olsem modificado. Extracto de  $\text{NHCO}_3$  0.5M, pH 8.5
- Potasio disponible: Método de acetato de amonio 1N, pH 7.0
- Ca: Absorción atómica
- Mg: Absorción atómica
- K: Absorción atómica

- Na: Absorción atómica
- C.I.C. efectiva: Desplazamiento con KCl 1N (Suelo con pH < 7.0)
- Aluminio más hidrogeno: Método de Yuan

### 3.8.3. Fase de gabinete

Se sistematizo la información y se realizó los cálculos correspondientes para la valoración de los cambios comparativos entre el testigo (suelo degradado ex cocal) y los diferentes tratamientos (suelos degradados ex cicales con cultivos de *Inga edulis* “huaba”

#### 3.8.3.1. Interpretación de la recuperación de los suelos degradados ex cicales

Se realizó mediante el análisis e interpretación considerando el cambio de ph, la textura, el incremento de los macronutrientes (nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio y azufre), así como los micronutrientes (boro, cobre, zinc, Fe, Molibdeno, etc.), la capacidad de intercambio catiónico, bases cambiables, % de acides cambiabile, concentración de aluminio entre otros.

#### 3.8.3.2. Cálculos de la cantidad en Kg/Ha de N.P.K. en el suelo

Los cálculos se realizaron de la siguiente manera:

##### Para el nitrógeno.

$\%N \times \text{peso del suelo} \times \text{grado de aprovechamiento} \times$   
 coeficiente de mineralización = Kg de N/Ha.

Peso del suelo = 28,000

Grado de aprovechamiento = 0.4

Coefficiente de mineralización = 0.03

**Para el fosforo.**

Fosforo en ppm X peso de una Ha. X coeficiente de transformación X grado de aprovechamiento = Kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/Ha.

Peso de una Ha = 2.8

Coefficiente de transformación = 2.3

Grado de aprovechamiento = 0.2

**Para el potasio.**

Potasio disponible X peso de una Ha. X coeficiente de transformación X grado de aprovechamiento = Kg. De K<sub>2</sub>O/Ha.

**3.8.3.3. Cálculos de la cantidad en Kg/Ha de N.P.K. equivalente en productos comerciales y valor económico en soles**

Los cálculos se realizaron de la siguiente manera:

**Para el nitrógeno**

Kg de N/Ha X 100/% de nitrógeno en la urea = Kg de urea equivalente

Kg de urea equivalente X precio comercial = valor económico en soles

**Para fosforo**

$\text{Kg de P}_2\text{O}_5/\text{Ha.} \times 100\% \text{ de fósforo en súper fosfato tripe de calcio} = \text{Kg de súper fosfato tripe de calcio equivalente}$

$\text{Kg de súper fosfato tripe de calcio equivalente} \times \text{precio comercial} = \text{valor económico en soles}$

#### **Para el potasio**

$\text{Kg. De K}_2\text{O}/\text{Ha} \times \% \text{ de potasio en cloruro de potasio} = \text{Kg de cloruro de potasio equivalente}$

$\text{Kg de cloruro de potasio equivalente} \times \text{precio comercial} = \text{valor económico en soles}$

#### **3.8.3.4. Cálculo del valor económico en base a la presencia de macronutrientes NPK**

Se realizó mediante la sumatoria para los diferentes tratamientos

$\text{Valor económico del nitrógeno} + \text{valor económico del fósforo} + \text{valor económico del potasio} = \text{valor económico NPK.}$

#### **3.8.3.5. Para determinar diferencias significativas entre tratamientos**

Se realizó mediante la prueba de ANOVA y Duncan

### **3.9. Plan de tabulación y análisis de datos**

#### **3.9.1. Técnicas bibliográficas**

Fichaje para recopilar los elementos bibliográficos

Análisis de contenidos para elaborar el sustento teórico (bases teóricas)

### **3.9.2. Técnicas de campo**

Observación

Análisis De Laboratorio

### **3.9.3. Instrumentos de recolección de información**

Ficha de localización

Ficha de investigación

Resumen

Transcripción

Comentario

### **3.9.4. Instrumentos**

Libreta de campo

Ficha de análisis

### **3.9.5. Técnicas de presentación de datos**

Cuadros

Tablas

Figuras

## CAPITULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSION

#### 4.1. Análisis descriptivo

Al realizar el análisis de los resultados físico, químicos de laboratorio presentados en el cuadro N° 01, en el tratamiento I, parcelas con suelos degradados ex cicales sin siembra de *Inga edulis* "huaba" el pH varía entre 4.15 a 4.59 es decir suelos fuertemente ácidos, suelos poco productivos, debido a que, en estos lotes, todos los macronutrientes (nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio y azufre), así como los micronutrientes (boro, cobre, zinc, Fe, Molibdeno, etc.) se encuentran poco disponibles o asimilables por las plantas. Estos suelos presentan entre 41.85 a 55.13 % de bases cambiables, y entre 44.87 a 58.15 % de acidez cambiante con saturación de aluminio entre 43.08 a 55.51 % lo que significa que existe una alta concentración del aluminio disponible, con presencia de fosfatos de hierro, aluminio y fosfatos de manganeso, los cuales están poco disponibles o son poco asimilables por las plantas, por lo que necesita efectuar enmiendas con material encalante como Dolomita o magnocal, para subir el pH y que se genere fosfatos, monofosfatos y difosfatos los cuales si son disponibles.

Al realizar el análisis para el tratamiento II, de acuerdo a los resultados reportados en el cuadro N° 01, los suelos degradados ex cicales con siembra de *Inga edulis* "huaba" de 2 años de edad, se empieza a ver mejoras, en las que se aprecia que las tres muestras de suelos siguen siendo fuertemente ácidos con pH entre 4.51 a 4.91 es decir suelos poco productivos, debido a que en estos lotes todos los macronutrientes (nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio y azufre), así como los micronutrientes (boro, cobre, zinc, Fe,



Cuadro N° 01: análisis de laboratorio de los suelos de los diferentes tratamiento en estudio

N°	COD. LAB.	DATOS		ANALISIS MECANICO				pH	M.O	N	P	K	CIC	CAMBIABLES Cmol(+)/kg						CIC e	%	%	%
				Aren a	Arcill a	Lim o	Textura							Ca	Mg	K	Na	Al	H				
		EDAD	REFER ENCIA	%	%	%		1:1	%	%	pp m	ppm		Ca	Mg	K	Na	Al	H	Bas. Camb .	Ac. Camb .	Sat. Al	
4	S3045	6 AÑOS	1	33	18	49	Franco	5.63	3.90	0.18	9.45	112.45	8.17	6.24	1.44	0.455	0.0	--	--	--	100.00	0.00	0.00
5	S3046	6 AÑOS	2	41	18	41	Franco	5.65	2.55	0.11	8.42	165.30	7.61	5.32	1.43	0.752	0.12	--	--	--	100.00	0.00	0.00
6	S3047	6 AÑOS	3	43	16	41	Franco	6.11	4.23	0.19	8.89	131.57	7.18	5.36	1.37	0.388	0.08	--	--	--	100.00	0.00	0.00
7	S3048	4 AÑOS	1	25	30	45	Franco Arcillo Limoso	5.20	4.46	0.20	7.30	81.96	----	4.02	0.54	--	--	1.55	0.04	6.15	74.14	25.86	25.20
8	S3049	4 AÑOS	2	21	36	43	Franco Arcillo Limoso	5.08	4.86	0.22	7.20	67.97	----	4.32	0.69	--	--	1.42	0.12	6.55	76.50	23.50	21.67
9	S3050	4 AÑOS	3	21	32	47	Franco Arcillo Limoso	5.11	3.65	0.16	8.33	128.44	----	4.45	0.57	--	--	0.90	0.10	6.02	83.39	16.61	14.95
10	S3051	2 AÑOS	1	25	26	49	Franco	4.91	3.58	0.16	6.36	67.97	----	3.34	0.52	--	--	2.45	0.20	6.51	59.30	40.70	37.63
11	S3052	2 AÑOS	2	31	26	43	Franco	4.51	3.65	0.16	5.99	58.47	----	3.45	0.52	--	--	3.25	0.20	7.42	53.52	46.48	43.78
12	S3053	2 AÑOS	3	39	18	43	Franco	4.69	2.50	0.11	7.48	77.47	----	3.28	0.50	--	--	2.80	0.52	7.10	53.27	46.73	39.41
13	S3054	EXCOCAL	1	43	36	21	Franco Arcilloso	4.15	1.41	0.06	5.61	69.97	----	2.23	0.84	--	--	2.40	0.10	5.57	55.13	44.87	43.08
14	S3055	EXCOCAL	2	27	44	29	Arcilloso	4.59	1.81	0.08	5.24	100.96	----	3.59	1.01	--	--	4.00	0.20	8.80	52.26	47.74	45.46
15	S3056	EXCOCAL	3	29	44	27	Arcilloso	4.26	0.87	0.04	4.23	69.22	----	2.30	0.87	--	--	4.20	0.20	7.57	41.85	58.15	55.51

MUESTREADO POR EL SOLICITANTE;

FECHA: 02 de mayo del 2018;

Molibdeno, etc.) se encuentran poco disponibles o asimilables. Estos suelos presentan entre 53.27 a 59.30 % de bases cambiables, y entre 40.70 a 46.73 % de acidez cambiante con saturación de aluminio entre 37.63 a 43.78 % lo que significa que existe una alta concentración del aluminio disponible, con presencia de fosfatos de hierro, aluminio y fosfatos de manganeso, los cuales son poco asimilables, por lo que necesita efectuar enmiendas con material encalante como Dolomita o magnocal, para que al subir el pH se genere fosfatos, monofosfatos y difosfatos los cuales si son disponibles o asimilables, estas mejoras en el suelo todavía no son suficientes para que estos sean utilizados en actividades agrícolas.

Para el tratamiento III, y de acuerdo a lo resultados de laboratorio reportado y apreciados en el cuadro N° 01, para parcelas con suelos degradados ex cicales con siembra de *Inga edulis* "huaba" de 4 años también son suelos ácidos pero en este caso el pH fluctúa entre 5.08 a 5.20, es decir suelos poco a medianamente productivos, debido a que en estos lotes todos los macronutrientes (nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio y azufre), así como los micronutrientes (boro, cobre, zinc, Fe, Molibdeno, etc.) se encuentran poco a medianamente disponibles o asimilables para realizar actividades agrícolas el cultivo. Estos suelos presentan entre 74.14 a 83.39 % de bases cambiables, y entre 16.61 a 25.86 % de acidez cambiante con saturación de aluminio entre 14.95 a 25.20 % lo que significa que existe una moderada a alta concentración del aluminio disponible, con presencia de fosfatos de hierro, aluminio y fosfatos de manganeso, los cuales son poco asimilables por las plantas, por lo que necesita también efectuar enmiendas con material encalante como Dolomita o magnocal, a dosis intermedias para que al subir el pH y que se genere más

fosfatos, monofosfatos y difosfatos los cuales si son disponibles por las plantas.

De igual manera para el tratamiento IV, parcelas con suelos degradados ex cicales con siembra de *Inga edulis* "huaba" de 6 años de edad presentan pH entre 5.63 a 6.11 es decir ligeramente ácidos donde los suelos son productivos, debido a que en estos lotes todos los macronutrientes (nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio y azufre), así como los micronutrientes (boro, cobre, zinc, Fe, Molibdeno, etc.) se encuentran disponibles o asimilables por las plantas, sobre todo en producción. Ya que estos suelos presentan 100% de bases cambiables, y 00% de acidez cambiante, lo que significa que existe presencia de fosfatos, monofosfatos y difosfatos los cuales son disponibles o fácilmente asimilables por las plantas en la realización de actividades agrícolas.

Por otro lado al hacer el análisis, de la textura o la clase textural de los suelos del tratamiento IV, reportados en el cuadro N° 01, parcelas con suelos degradados ex cicales con siembra de *Inga edulis* "huaba" de 6 años, así como el tratamiento II, parcelas con suelos degradados ex cicales con siembra de *Inga edulis* "huaba" de 2 años, presentan un cambio clases texturales que lo hace Ideales para las actividades agrícolas, por ser de clase textural Franco, lo cual va a facilitar de alguna manera las labores agrícolas como la preparación del terreno y el manejo del cultivos, los cuales presentan una buena permeabilidad o movimiento del agua y del aire en forma adecuada, así mismo estos suelos presenta agregados granulares, los cuales permiten que la preparación del terreno sea un tanto fácil en el cual los terrones se desmenuzan con cierta facilidad.

Para el tratamiento III, parcelas con suelos degradados ex cocal con siembra de *Inga edulis* “huaba” de 4 años, y para el tratamiento I, parcelas con suelos degradados ex cicales sin siembra de *Inga edulis* “huaba” el análisis suelos de laboratorio reportados en el cuadro N° 01, nos indica que presentan clases texturales Franco arcillosos limosos, a franco arcillosos, y arcillosos, lo cual va a dificultar de alguna manera las labores agrícolas como la preparación del terreno y el manejo de cultivos, ya que estas parcelas presentan una moderada a lenta permeabilidad o movimiento del agua y del aire en forma poco adecuada, así mismo este suelo presenta agregados bloques subangulares en su mayoría los cuales permiten que la preparación del terreno sea un tanto difícil ya que los terrones se desmenuzan con cierta dificultad, en las parcelas ex cicales sin siembra de *Inga edulis* “huaba” son los más complicados por tener clases texturales arcillosos debido a que en estas parcelas se erosionó el suelo por el mal manejo del cultivo de la coca, y en estas parcelas la permeabilidad es lenta con un mayor % de erosión o grado de escorrentía, siendo necesario en esta parcela aplicar niveles intermedios de materia orgánica utilizando humus, compost, gallinaza y otros.

El contenido de materia orgánica y nitrógeno es Bajo en el tratamiento I, parcelas de suelos ex cicales sin siembra de *Inga edulis* “huaba” con valores que fluctúan entre 0.87 a 1,81 % de materia orgánica y entre 0.04 a 0.08 % de Nitrógeno, por lo que es necesario la aplicación de materia orgánica a través del uso de los diferentes estiércoles como gallinaza, estiércol de vacunos, humus o guano de isla, compost, humus, rastrojos, pulpa descompuesta de café y otros, la cual debe hacerse en mediana a altas proporción sobre todo si se utiliza guano de isla como alternativa,

porque solo tiene 10 % de Nitrógeno, y más si se utiliza la gallinaza que solo tiene 4 % de N., elevando el costo de producción si se requiere utilizar estos suelos en actividades agrícolas.

Para el tratamiento III y tratamiento IV, parcelas ex cocal con siembra de *Inga edulis* “huaba” de 4 y 6 años, el contenido de materia orgánica y nitrógeno es Alto entre 4.23 a 4.86 % y entre 0.19 a 0.22 % de Nitrógeno, por lo que es necesario la aplicación de materia orgánica a través del uso de los diferentes estiércoles como gallinaza, estiércol de vacunos, humus o guano de isla, compost, humus, rastrojos, pulpa descompuesta de café y otros, la cual debe hacerse en mediana a bajas proporciones sobre todo si se utiliza guano de isla como alternativa porque solo tiene 10 % de Nitrógeno, y más si se utiliza la gallinaza que solo tiene 4 % de N. En las demás parcelas presentan contenido Medio de materia orgánica entre 2.28 a 3.65%, disminuyendo los requerimientos del suelo si estos son utilizados en actividades agrícolas, con la respectiva disminución de los costos de producción.

Con respecto al Fósforo el resultado de los análisis nos indica que el contenido es Bajo en el tratamiento II , con suelos ex cocal con siembra de *Inga edulis* “huaba” de 2 años con valores entre 5.99 a 6.36 ppm, y en el tratamiento I con suelos ex cicales sin siembra de *Inga edulis* “huaba” con valores entre 4.23 a 5.61 ppm de P<sub>205</sub>, siendo posible manejar este suelo con aplicaciones de fertilizantes poco solubles como la roca fosfórica que funciona perfectamente bien en suelos ácidos, debido a la composición que genera hidróxidos, es posible también el uso de guano de isla, gallinaza y otros, que dependerá de las posibilidades económicas y de disponibilidad en el mercado.

Para los tratamiento IV, parcelas con suelos degradados ex cocal con siembra de *Inga edulis* "huaba" de 6 años el contenido de fosforo reportado de los análisis de laboratorio nos indican que el contenido es medio, con valores entre 8.42 a 9.45 ppm, de P205, así mismo en el tratamiento III, parcelas con suelos degradados ex cocal con siembra de *Inga edulis* "huaba" de 4 años con valores de 7.20 a 8.33 ppm, de P205, siendo posible manejar estos suelo con aplicaciones de fertilizantes poco solubles como la roca fosfórica que funciona perfectamente bien en suelos ácidos, es posible también el uso de guano de isla, gallinaza y otros.

Los análisis químicos de laboratorio nos indican con respecto al Potasio que el contenido es bajo, en todos los tratamientos, parcelas con suelos degradados ex cocal sin siembra de *Inga edulis* "huaba" hasta los diferentes tratamientos, parcelas con suelos degradados ex cocal con siembra de *Inga edulis* "huaba" de 2, 4, y 6, con valores entre 67.97 ppm de K, hasta 165.30 ppm de K, es decir no pasan los 300 kg. De K<sub>2</sub>O por hectárea, Siendo necesaria la fertilización con fuentes de potasio

De lo reportado se puede indicar que en estos suelos degradados ex cicales de ser utilizado en actividades agrícolas el costo sería alto por la necesidad de aplicación de enmiendas ya sea con fertilizantes orgánicos y más aún si se aplica fertilizante sintéticos, la cantidad de enmiendas a aplicar para la realización de actividades agrícolas va disminuyendo como se observa en el cuadro N° 01 en donde poco a poco va recuperándose estos suelos y en estos suelos degradados con siembra de *Inga edulis* de 6 años de siembra ya pueden ser utilizados en actividades agrícolas de la zona, y la aplicación de enmiendas es bajo.

Cuadro N° 02: Cálculo de nitrógeno Kg de N/Ha

cálculo de nitrógeno: Kg. De N/Ha				
REPETICIONES	TRATAMIENTO I	TRATAMIENTO II	TRATAMIENTO III	TRATAMIENTO IV
1	20.16	53.76	67.2	60.48
2	26.88	53.76	73.92	36.96
3	13.44	36.96	53.76	63.84
promedio	20.16	48.16	64.96	53.76

Como se puede observar en el cuadro N° 2, la cantidad de nitrógeno en kilogramos por Ha., se va incrementado siendo el tratamiento III el que mayor incremento presenta.

Cuadro N° 03: Cálculo de equivalente de nitrógeno Kg de N/Ha hacia producto comercial urea

cálculo de equivalente de nitrógeno Kg. De N/Ha hacia producto comercial urea				
REPETICIONES	TRATAMIENTO I	TRATAMIENTO II	TRATAMIENTO III	TRATAMIENTO IV
1	43.83	116.87	146.09	131.48
2	58.43	116.87	160.70	80.35
3	29.22	80.35	116.87	138.78
promedio	43.83	104.70	141.22	116.87

En el cuadro N° 03, se reporta el equivalente de nitrógeno resultado del análisis de suelo, hacia el producto comercial urea el mismo que presenta 46 % de nitrógeno.

Cuadro N° 04: Valoración económica en base a la presencia de nitrógeno

valoración económica en base a la presencia de nitrógeno				
REPETICIONES	TRATAMIENTO I	TRATAMIENTO II	TRATAMIENTO III	TRATAMIENTO IV
Valor comercial	70.12	167.51	225.95	186.99

En el cuadro N° 04, se tiene el resultado del cálculo del equivalente de la cantidad de nitrógeno resultado del análisis de suelo, hacia el producto comercial urea transformado este hacia unidades valorables en este caso precio de mercado.

Cuadro N° 05: Cálculo de fosforo Kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/Ha

cálculo de Kg de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /Ha				
REPETICIONES	TRATAMIENTO I	TRATAMIENTO II	TRATAMIENTO III	TRATAMIENTO IV
1	7.23	8.19	9.40	12.17
2	6.75	7.72	9.27	10.84
3	5.45	9.63	10.73	11.45
promedio	6.47	8.51	9.80	11.49

Como se puede observar en el cuadro N° 05, la cantidad de fosforo en kilogramos por Ha., se va incrementado siendo el tratamiento IV el que mayor incremento presenta.

Cuadro N° 06: Cálculo de equivalente de fosforo Kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/Ha hacia producto comercial súper fosfato triple de calcio

cálculo de equivalente de fosforo Kg. DeP <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /Ha hacia producto comercial súper fosfato triple de calcio				
REPETICIONES	TRATAMIENTO I	TRATAMIENTO II	TRATAMIENTO III	TRATAMIENTO IV
1	15.71	17.81	20.44	26.46
2	14.67	16.77	20.16	23.58
3	11.84	20.94	23.32	24.89
promedio	14.07	18.51	21.31	24.98

En el cuadro N° 06, se reporta el equivalente de fosforo resultado del análisis de suelo, hacia el producto comercial súper fosfato triple de calcio, el mismo que presenta 46 % de fosforo.

Cuadro N° 07: Valoración económica en base a la presencia de fosforo.

valoración económica en base a la presencia de fosforo				
REPETICIONES	TRATAMIENTO I	TRATAMIENTO II	TRATAMIENTO III	TRATAMIENTO IV
valor comercial	28.15	37.02	42.62	49.95

En el cuadro N° 07, se tiene el resultado del cálculo del equivalente de la cantidad de fosforo resultado del análisis de suelo, hacia el producto comercial súper fosfato triple de calcio, transformado este hacia unidades valorables en este caso precio de mercado.



Cuadro N° 08: Cálculo de potasio Kg de K<sub>2</sub>O/Ha

cálculo de Kg de K <sub>2</sub> O/Ha				
REPETICIONES	TRATAMIENTO I	TRATAMIENTO II	TRATAMIENTO III	TRATAMIENTO IV
1	101.09	98.20	118.42	162.47
2	145.87	84.48	98.20	238.83
3	100.01	111.93	185.57	190.09
promedio	115.66	98.20	134.06	197.13

Como se puede observar en el cuadro N° 08, la cantidad de potasio en kilogramos por Ha., se va incrementado siendo el tratamiento IV el que mayor incremento presenta.

Cuadro N° 09: Cálculo de equivalente de potasio Kg de K<sub>2</sub>O/Ha hacia producto comercial cloruro de potasio.

cálculo de equivalente de fosforo Kg. DeK <sub>2</sub> O/Ha hacia producto comercial cloruro de potasio				
REPETICIONES	TRATAMIENTO I	TRATAMIENTO II	TRATAMIENTO III	TRATAMIENTO IV
1	168.49	163.67	197.36	270.78
2	243.11	140.80	163.67	398.04
3	166.68	186.55	309.28	316.82
promedio	192.76	163.67	223.44	328.55

En el cuadro N° 09, se reporta el equivalente de potasio resultado del análisis de suelo, hacia el producto comercial cloruro de potasio, el mismo que presenta 60 % de potasio.

Cuadro N° 10: Valoración económica en base a la presencia de potasio.

valoración económica en base a la presencia de potasio.				
REPETICIONES	TRATAMIENTO I	TRATAMIENTO II	TRATAMIENTO III	TRATAMIENTO IV
valor comercial	308.42	261.87	357.50	525.68

En el cuadro N° 10, se tiene el resultado del cálculo del equivalente de la cantidad de potasio resultado del análisis de suelo, hacia el producto comercial cloruro de potasio, transformado este hacia unidades valorables en este caso precio de mercado.

Cuadro N° 11: valoración económica total en base a la presencia de NPK

valoración económica total en base a la presencia de NPK				
REPETICIONES	TRATAMIENTO I	TRATAMIENTO II	TRATAMIENTO III	TRATAMIENTO IV
valor comercial N	70.12	167.51	225.95	186.99
valor comercial P	28.15	37.02	42.62	49.95
valor comercial K	308.42	261.87	357.50	525.68
valor total	406.69	466.40	626.07	762.62

De acuerdo al cuadro N° 11, se puede observar que el valor económico del suelo degradado ex cocal se va incrementado a medida que se va recuperando en base a la siembra de *Inga edulis* "huaba" y a la presencia de los macronutrientes NPK

## 4.2. Análisis inferencial y contrastación de hipótesis

### 4.2.1. Análisis inferencial.

Cuadro N° 12 Análisis de varianza

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
MO Entre grupos	14,228	3	4,743	10,478	,004
Dentro de grupos	3,621	8	,453		
Total	17,849	11			
N Entre grupos	7,909	3	2,636	,896	,484
Dentro de grupos	23,531	8	2,941		
Total	31,440	11			
P Entre grupos	24,293	3	8,098	18,307	,001
Dentro de grupos	3,539	8	,442		
Total	27,832	11			
K Entre grupos	8023,171	3	2674,390	5,007	,030
Dentro de grupos	4273,004	8	534,125		
Total	12296,175	11			

De acuerdo al cuadro N° 12, El análisis de variancia nos indica que existe diferencias estadísticas significativas entre los 4 tratamientos aplicados para la MO y P para un nivel del 1%.

Cuadro N° 13 Prueba de DUNCAN para materia orgánica

TRATAMIENTO	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
TRATAMIENTO I	3	13,633	
TRATAMIENTO II	3		32,433
TRATAMIENTO IV	3		35,600
TRATAMIENTO III	3		43,233
Significancia		1,000	,096

En el cuadro N° 13, prueba de DUNCAN corrobora lo reportado en el análisis de varianza donde la materia orgánica presenta diferencias significativas, en donde además nos indica que los tratamientos II, III, y IV, es decir los suelos degradados ex cicales con siembra de Inga edulis “huaba” de 2, 4 y 6 años muestran mayores promedios, pero estos tratamientos no muestran diferencias en sus promedios, siendo superiores al tratamiento I, suelos degradados ex cicales sin siembra de Inga edulis “huaba”, que presento el menor promedio y mostro diferente comportamiento a los otros tratamientos.

Cuadro N° 14: Prueba de DUNCAN para fosforo

TRATAMIENTO	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
TRATAMIENTO I	3	50,267		
TRATAMIENTO II	3		66,100	
TRATAMIENTO III	3		76,100	
TRATAMIENTO IV	3			89,200
Significancia		1,000	,103	1,000

En el cuadro N° 14, prueba de DUNCAN corrobora lo reportado en el análisis de varianza donde el fosforo muestra diferencias significativas, en donde el tratamiento IV presento mayor promedio muy diferente a los tratamientos de II y III años, es decir los suelos degradados ex cicales con siembra de Inga edulis “huaba de 6 años de siembra es el que presento el mayor promedio

muy diferente al tratamiento con suelos degradados ex cicales con siembra de Inga edulis “huaba” de 2 y 4 años de siembra, estos dos últimos tratamientos no muestran diferencias en sus promedios. El tratamiento I, suelos degradados ex cicales presento el menor promedio y comportamiento muy diferente a todos los tratamientos evaluados

Cuadro N° 15: Prueba de DUNCAN para potasio

TRATAMIENTO	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
TRATAMIENTO II	3	679,700	
TRATAMIENTO I	3	800,500	
TRATAMIENTO III	3	927,900	
TRATAMIENTO IV	3		1,364,400
Significancia		,243	1,000

En el Cuadro N° 15: Prueba de DUNCAN corrobora los reportado en el análisis de varianza en donde el potasio mostro diferencias estadística a un nivel del 5%. Donde el tratamiento IV, suelos degradados ex cicales con siembra de Inga edulis “huaba” presento mayor promedio muy diferente a todos los tratamientos. Los tratamientos I, II, y III, suelos degradados ex cicales sin siembra de Inga edulis “huaba” y con siembra de “huaba” de 2 y 4, años mostraron igual comportamiento

Cuadro N° 16: Prueba de DUNCAN para nitrógeno

TRATAMIENTO	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	
TRATAMIENTO I	3		,1433
TRATAMIENTO II	3		,1600
TRATAMIENTO III	3		,1933
TRATAMIENTO IV	3		20,400
Significancia			,238

En el cuadro N° 16: Prueba de DUNCAN corrobora lo reportado en, el análisis de variancia en donde el nitrógeno no mostro diferencias estadística significativas entre los tratamientos evaluados, presentando igual comportamiento entre ellos; estos resultados son corroborados con la prueba de Duncan. Sin embargo, numéricamente el tratamiento I, suelos degradados ex cicales sin siembra de *Inga edulis* “huaba” que presento mayor promedio comparado a los otros tratamientos.

#### **4.2.2. Contratación de hipótesis.**

##### **4.2.2.1. Hipótesis general.**

Al hacer la contratación y de acuerdo al resultado se puede determinar que si existen efectos significativos en la valoración económica en la recuperación de los suelos degradados ex cicales por lo que se acepta la hipótesis general.

##### **4.2.2.2. Hipótesis específicos**

- 1) Los resultados reportados nos indican que la siembra de *Inga edulis* “huaba” influencia en la recuperación de los suelos degradados ex cicales en forma significativa, por lo que se acepta la hipótesis especifica 01.
- 2) Para la hipótesis especifica 02 se rechaza, puesto que a los dos años de siembra de *Inga edulis* “huaba” los aportes de macronutrientes N, P, K, y materia orgánica, no son significativos.
- 3) La hipótesis especifica 03 se acepta ya los aportes de macronutriente N, P, K, y materia orgánica al suelo por la siembra de *Inga edulis* “huaba” de cuatro años, al hacer el análisis de

varianza y la prueba de DUNCAN nos indican que existen diferencias significativas para este tratamiento.

- 4) La hipótesis específica 04 se rechaza ya que los resultados nos indican que el aporte de macronutrientes N, P, K y materia orgánica por la siembra de *Inga edulis* “huaba” a los 6 años, empiezan a disminuir al hacer el comparativo con el tratamiento III
- 5) La hipótesis específica 05 se acepta en donde el análisis de varianza y la prueba de DUNCAN nos indican que existen diferencias estadísticas significativas, entre los cultivos de 2, 4 y 6 años en el aporte de nutriente.

#### **4.3. Discusión de resultados**

Meza, Abel, César Sabogal y Wil de Jong. “2006”, nos indican referente al suelo, que los altos niveles de aluminio (elemento tóxico en la nutrición de la gran mayoría de especies vegetales) y el bajo nivel de nutrimentos (nitrógeno, fósforo y bases intercambiables) son indicadores importantes de la degradación. Otros indicadores relevantes son el deterioro de la estructura del suelo, expresado como la baja capacidad de infiltración de humedad, aireación y alta resistencia del suelo a la penetración; los bajos niveles de materia orgánica y la composición de la macrofauna, en el presente trabajo concordamos con lo manifestado en donde los análisis de los suelos de las parcelas ex cicales se puede apreciar los bajos niveles de los macronutrientes, el alto contenido de aluminio y la estructura del suelo y como la siembra de *Inga edulis* “huaba” va incrementando los macronutrientes, disminuye los niveles de aluminio y como va cambiando las estructuras del suelo que hace de estos

suelos degradados ex cicales en el tiempo se recuperen y puedan ser utilizados en las actividades agrícolas.

Red de Acción en Alternativas al uso de Agroquímicos – RAAA (1999), nos indica que la degradación de los suelos, es la pérdida de su capacidad para cumplir sus funciones como medio para el crecimiento de las plantas, como regulador del régimen hídrico y como filtro ambiental. Los cambios desfavorables en las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo provocan efectos negativos en la productividad de los cultivos y en la calidad ambiental. De igual manera nos indica que la degradación química comprende la modificación del equilibrio mineral, reducción de la capacidad de intercambio catiónico, la salinización y alcalinización, la acidez del suelo, la toxicidad de aluminio y manganeso, deficiencia de nutrientes y acumulación de compuestos tóxicos. Para el presente trabajo se coincide con lo manifestado en donde al hacer los análisis respectivos de las muestras de suelos de las parcelas ex cicales se puede apreciar el deterioro de sus propiedades y como estos cambian en el proceso de recuperación gracias a la siembra de *Inga edulis* “huaba”

Meza, Abel, César Sabogal y Wil de Jong. “2006”, nos indican que las tecnologías para recuperar áreas degradadas principalmente para la selva baja han sido principalmente reforestación y sistemas agroforestales con una serie de variantes en cuanto a especies y arreglos espaciales. En donde se han utilizado una mezcla de especies arbóreas y reportan algunas leguminosas entre ellas al “tornillo”, “ishpingo”, “pashacos” entre otros, se han identificado especies con aptitudes para áreas degradadas; se han diseñado sistemas agroforestales apropiados para generar ingresos y proteger el medioambiente en áreas degradadas. Para el presente trabajo se coincide ya que la siembra

de leguminosas especialmente las especies leguminosas arbóreas nos permiten recuperar los suelos degradados como es el caso de la siembra de *Inga edulis* “huaba” en donde los resultados de los análisis nos demuestran la recuperación de los suelos degradados ex cicales.

Meza, Abel, César Sabogal y Wil de Jong. “2006”, nos hacen un listado de las especies arbóreas más utilizadas para recuperar áreas degradadas en la amazonia peruana, dentro de este listado nos reportan a *Inga edulis* “huaba”, *Inga feuillei* “paca” y otras leguminosas arbóreas, como mejoradoras de suelos, su utilidad como sombra, y barreras vivas, estando de acuerdo con lo manifestado en la que se puede apreciar en el presente trabajo donde se evalúa la recuperación de suelos degradados ex cicales con la siembra de *Inga edulis* “huaba” en diferentes años de siembra y como va cambiando poco a poco toda la estructura del suelo tanto de los macronutrientes, así como también la estructura del suelo lo que hace que puedan ser nuevamente utilizados en actividades agrícolas.

Reynel (2003) indica que *Inga edulis* C. Martius “huaba”, tiene un alto potencial para la recuperación de suelos degradados; su crecimiento es muy rápido y aporta gran cantidad de hojarasca y materia orgánica. Es excelente para revegetar zonas en las que la cubierta vegetal ha sido desbastada pues facilita el establecimiento posterior de árboles más exigentes en calidad de suelo. La tasa de generación de biomasa en esta especie es espectacular, y se registran promedios de casi 25 t/ha/año, para el presente trabajo se coincide con lo manifestado ya que se puede apreciar la recuperación de los suelos degradados ex cicales con la siembra de *Inga edulis* “huaba” y el aporte de materia orgánica a estos suelos.



Rangel *et al* (2013) manifiestan que la investigación científica, ha cobrado gran fuerza la relación entre economía y medio ambiente, especialmente la cuantificación del valor de los componentes de este último (Gómez 2002). Si bien algunos recursos naturales poseen un *precio* en el mercado, éste *precio* no contempla en la mayoría de los casos, la amplia variedad de funciones ambientales que le añaden un valor económico mayor, éste último generalmente desestimado al tomar decisiones relacionadas con su manejo. Coincidiendo con lo manifestado ya que para la presente investigación se reporta el valor económico de la influencia de *Inga edulis* “huaba” en la recuperación de los suelos degradados, muchas veces desestimado ya que más se da importancia a productos valorado en los mercados y que son desestimados el tomar decisiones.

Castiblanco (2003), nos indica que la valoración económica, que propone la economía ambiental, consiste en asignar valores monetarios a los bienes, servicios o atributos que proporcionan los recursos naturales y ambientales, independientemente de que estos tengan o no mercado, para el presente trabajo se coincide lo manifestado en donde se tiene una valoración económica en el proceso de recuperación de los suelos degradados ex cacaos a través de la siembra de *Inga edulis* “huaba” en la incorporación de macronutrientes NPK y que al hacer los cálculos y asignar valores de mercado se tiene la valoración económica de *Inga edulis* “huaba” cabe indicar que esta valoración económica es parcial, puesto que para el trabajo no se considera otros valores como puede ser el valor de usos directo por valor de la leña y los frutos que son comercializados, y tampoco se considera el valor económico por los servicios ambientales que son muchos

#### **4.4. Aporte de la investigación**

El aporte del conocimiento de los resultados de la investigación nos permiten dar mayor importancia al cultivo de *Inga edulis* “huaba” el mismo que puede ser utilizado en la recuperación de los suelos degradados ex cocales, permitiendo al agricultor después de un periodo de siembra utilizar nuevamente estos suelos en actividades agrícolas con un manejo sostenible, disminuyendo además la presión hacia los bosques por la necesidad de ampliar sus actividades agrícolas para cubrir sus medios de subsistencia

En el aporte también se debe considerar la gran cantidad de suelos degradados con los que se cuenta en la actualidad por la erradicación de la coca por lo que el conocimiento de estos resultados da una base para los proyectos de desarrollo en estas regiones las que deben considerar no solo el apoyo a cultivos alternativos sino primero la recuperación y uso de estos suelos degradados mediante el uso de esta especie *Inga edulis* “huaba”

## CONCLUSIONES

- Que la siembra de *Inga edulis* “huaba” en suelos degradados ex cicales recuperan las propiedades físicas y químicas de los suelos haciéndolos a estos que puedan ser utilizados en actividades agrícolas sostenibles.
- Que la siembra de *Inga edulis* “huaba” en suelos degradados ex cicales a los 4 años de siembra el aporte de NPK a los suelos permiten que estos puedan ser utilizados en actividades agrícolas sostenibles.
- Que la siembra de *Inga edulis* “huaba” en suelos degradados ex cicales a los 4 años de siembra su valoración económica por la recuperación de los suelos degradados por el aporte de NPK es el que mayor valor económico reporta.
- Que existe diferencias significativas por la siembra de *Inga edulis* “huaba” en el aporte de materia orgánica a los suelos, así como en el aporte de fosforo y potasio mas no existe diferencias significativas en el aporte de nitrógeno relacionado con los comparativos de periodos de siembra “huaba” y de suelos degradados ex cicales

## RECOMENDACIONES O SUGERENCIAS

- Difundir los resultados de la presente investigación a nivel de autoridades locales, comunales para la promoción de este cultivo en la recuperación de suelos degradados
- Considerar a la siembra de *Inga edulis* “huaba” en los proyectos forestales de recuperación de suelos degradados
- Continuar con los estudios de valoración económica de *Inga edulis* “huaba” con una valoración total, considerando los servicios ambientales, como es la captura de carbono, cierre de los ciclos biogeoquímicos, valor de uso directo, entre otros.
- Realizar estudios de distribución vertical de los nutrientes aportados por el cultivo de *Inga edulis* “huaba” en lo suelos degradados

## REFERENCIA BIBLIOGRAFICA

- Alegre, JC; Rao, MR. .1996. A soil and water conservation by contour hedging in the humid tropics of Peru. *Agriculture, Ecosystem and Environment*, 57(1):17-25.
- Añasco *et al* .2004. Productos forestales no madereros en el Ecuador: Una aproximación a su diversidad y usos. Proyecto apoyo al desarrollo forestal comunal de los andes del Ecuador – Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la alimentación (FAO) impresión Soboc Grafic. Quito, Ecuador.
- Ávila, M; Tuchán, JL. .2015. Reestructuración de programas de fertilización y manejo de suelos a gran escala en caña de azúcar – Ingenio Magdalena, Guatemala (diapositivas). GU, NRU LLC e Ingenio Magdalena. Disponible en <http://www.iica.int/es/eventos/estudios-de-caso-sobre-tecnolog%C3%ADas-para-el-mis-en-alc-0>
- Ayarza, MÁ. .2015. Manejo integrado de suelos en zonas subhúmedas y húmedas (diapositivas). CO, CORPOICA. Disponible en <http://www.iica.int/es/eventos/manejo-integrado-de-suelos-para-sistemas-agr%C3%ADcolas-resilientes-al-cambio-clim%C3%A1tico>
- Barbier, Edward; Acreman, Mike y Knowler, Duncan .1997. Valoración Económica de los Humedales: Guía para decisores y planificadores. Oficina de la Convención
- Barsev, R. .2004. Valoración Económica de los Principales Bienes y Servicios Ambientales (BSA) de la “Reserva Natural Cordillera Dipilto – Jalapa”. MARENA, POSAF, HCG Environment, SASA, Nicaragua. [En red]. Consulta: 25 agosto de 2009. Disponible en: <http://www.siem-sa.com>.
- BRACK A., y MENDIOLA C. .2000. Ecología Del Perú. [http://www.peruecologico.com.pelib\\_c2.htm](http://www.peruecologico.com.pelib_c2.htm)
- Castiblanco, C. .2003. Alcances y Limitaciones de la Valoración Económica de los Bienes y Servicios Ambientales. En: Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Humanas. Departamento de Economía. *Revista de Ensayos de Economía*, Separata Especial, 13. [En red]. Consulta: 20 septiembre de 2009. Disponible en: <http://www.uninorte.edu.co/...pdf>.
- Castro, A; Rivera, M; Ferreira, O; Pavón, J; García, E; Amézquita, E; Ayarza, M; Barrios, E; Rondón, M; Pauli, N; Baltodano, ME; Mendoza, B; Wélchez, LA; Rao, IM. .2009. CPWF Project Report: Quesungual slash and mulch

- agroforestry system (QSMAS): Improving crop water productivity, food security and resource quality in the sub-humid tropics. PN15. CIAT.
- CCAD-PNUD/GEF, .2002. Serie técnica 01. Proyecto Para la consolidación del Corredor Biológico Mesoamericano. 24 p
- Cerda, A. .2003. Valoración Económica del Medio Ambiente. II Curso Instrumentos de Mercado y Fuentes de Financiamiento para el Desarrollo Sostenible. Cartagena de Indias. Colombia. [En red]. Consulta: 16 octubre de 2008. Disponible en: [http:// www.undp.org/cu/eventos/...pdf](http://www.undp.org/cu/eventos/...pdf) de Ramsar [En línea]: <[http://www.ramsar.org/lib\\_val\\_s\\_intro.htm](http://www.ramsar.org/lib_val_s_intro.htm)> [Consulta: 24 de marzo, 2000].
- Claro E. .1996. Valoración económica de la diversidad biológica en America Latina y el Caribe. Informe Técnico del Taller Regional PNUMA/Cepal. s/p
- DOUROJEANNI J. M. .1988. Gran Geografía del Perú, Recursos Naturales, desarrollo y conservación en el Perú. Edit. Manfer, Impreso en México, 234 pag.
- Evenson R. E. .1993. Economic Valuation of biodiversity for agricultura. Yale University, Center for International Studies on Economic Growth. Mimeo, 47 pp. Plus annexes.
- Evenson R., Gollin, D. and Santaniello, V. .1998. Introduction and overview: Agricultural values of plant genetic resources. In: Evenson r., d. Gollin, and V. Santaniello (eds) Agricultural values of plant genetic resources. CABI Publishing for FAO Center for International Studies on Economic Growth and Tor Vergata University (Rome). s/p
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). .2014. Noticia América Latina y el Caribe celebra el Año Internacional de los Suelos 2015. Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe. Disponible en <http://www.fao.org/americas/noticias/ver/es/c/270860/>
- FAO, .1999. Los productos forestales no madereros y la generación de ingresos. UNASYLVA 198. Revista Internacional de silvicultura e Industria Forestal. [Ttp://www.fao.org/docrep/x2450s/x2450s00.htm](http://www.fao.org/docrep/x2450s/x2450s00.htm)
- FAO. .2011. El estado de los recursos de tierras y aguas del mundo para la alimentación y la agricultura. La gestión de los sistemas en situación de riesgo. Mundi-Prensa, Madrid.
- Figuroa J., R. .2002. Valoración Económica y Gestión Sostenible de la Biodiversidad: Enfoque Ecológico y Económico, In: Ponencia para ser presentada en el Congreso Iberoamericano de desarrollo y medio ambiente, 8

- y 9 noviembre de 2002. FLACSO – Quito Ecuador. Universidad Nacional Experimental de Guayana. Estado Bolívar – Venezuela. 12 p.
- Gollin D., and Evenson, R.E. .1998. An application of hedonic pricing methods to value rice genetic resources in India. In: Evenson R., D. Gollin, and Santanillo (eds) Agricultural values of plant genetic resources, pp. 139-150.
- Gómez, G. .2002. Análisis económico de las funciones ambientales del manglar. Tesis de Doctorado. La Habana, Inédito.
- Hernández A.J. y Pastor, J. .2008. La restauración en sistemas con suelos degradados: estudio de casos en agroecosistemas mediterráneos y taludes de carretera. En: Contaminación de Suelos. Tecnologías para su Recuperación. (eds. R. Millán y C. Lobo) : 545-564. Ed. CIEMAT, Madrid
- Hernández S. Hernández S., Casas V., León S., Caballero F., Pérez L. .2012. Algunas consideraciones sobre la valoración económica de bienes y servicios ambientales en áreas protegidas. Revista Tecnologia e Sociedade -, 2012. ISSN (versão online): 1984-3526
- Instituto De Investigaciones De La Amazonía Peruana .2009. Evaluación Económica De Plantaciones De Tornillo, *Cedrelinga catenaeformis*, En El Departamento De Loreto Primera Edición, 2009, Iquitos - Perú
- Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA) .2016. Manejo integrado de suelos para una agricultura resiliente al cambio climático: sistematización del ciclo de foros virtuales en el marco del Año Internacional de los Suelos (AIS) 2015
- Izko y Burneo. .2003. Herramientas para la valoración y manejo forestal sostenible de los bosques sudamericanos. Programa de Conservación de Bosques. Oficina Regional Para América del Sur UIVN – Sur. 171 p.
- Jager M., García J., Cajal F., Burkart R., Riegelhaupt E. .2001. Valoración Económica de los Bosques, Revisión, Evaluación, Propuesta. Consultoría para: Unión Mundial para la Naturaleza – UICN – Oficina Regional para América del Sur – Informe Final Fundación para la Conservación de las Especies y el Medio Ambiente FUCEMA. 30 P.
- Kaimowitz D. .2001. Will livestock intensification help save Latin Americas Tropical forest. In: Angelsen; Kaimowitz, D. (eds). Agricultural Technologies and Tropical Deforestation. Wallingford, UK, CABI. P 1-20.
- Landell – Mills y Porras, .2002. Markets for forest environmental services: Silver bullet or fool’s gold? Markets for forest environmental services and the por,

- emerging issues. International Institute for Environment and Development, London, UK.
- Martínez V., Yáñez r., Melgar P., Ceballos R., Ruiz S. .2002. La importancia de la valoración económica en el diseño de políticas ambientales. Instituto Mexicano del Petróleo. México, D. F. 20 p.
- Martínez, P. .2004. Economía Ambiental y Ordenación del Territorio. *Revista Ecosistemas* [Revista electrónica], 13, (1). Disponible en: <http://www.revistaecosistemas.net>
- Meza, Abel, César Sabogal y Wil de Jong. .2006. Rehabilitación de áreas degradadas en la Amazonia peruana. Revisión de experiencias y lecciones aprendidas. CIFOR, Bogor, Indonesia, 2006
- Munasinghe, M. Editor. 1993. Environmental Economics and Natural Resource Management in Developing Countries, Committee of International Development Institutions on the Environment. World Bank.
- Portilla C., A. .2002. Valoración Económica de la Diversidad Biológica en el Perú. Proyecto de fortalecimiento de las Capacidades Nacionales en América del Sur para la Conservación y Uso Sostenible de la Biodiversidad. Lima, Perú. 58 p.
- Rangel Durán Z., Gómez P., Ferro A., Barranco R., Sánchez C., Abraham A., Laraine C., Herrera O., Vilamajó A .2013. Valoración económico-ambiental de recursos naturales seleccionados en la cuenca del río Guanabo, La Habana, Cuba *Revista Iberoamericana de Economía Ecológica*. Vol. 20:45-55
- Red de Acción en Alternativas al uso de Agroquímicos – RAAA .1999. Manejo Ecológico de Suelos Conceptos, Experiencias y Técnicas, Primera edición, Editorial Gráfica Sttefany S.R. Ltda. Lima- 1, Perú 228 p
- Reyes, María E. .2001. Valoración Económica de los Recursos Biológicos del País. México. 24 p.
- Reynel C., Pennington T.D., Pennington R.T., Flores C., Daza A. .2003. Árboles Útiles de la Amazonía peruana y sus usos, diciembre 2003
- Robertson y Wunder, .2005. Fresh tracks in the forest: Assessing incipient payments for environmental services initiatives in Bolivia (draft). In CIFOR. Bogor.
- Rodríguez A, F. .1995. El recurso del suelo en la amazonia peruana, diagnóstico para su investigación Documento Técnico N° 14 octubre 1995 - Iquitos – Perú
- Rojas M., Ardilla J. y Henríquez P. .2002. Valoración Económica de los Recursos Fitogenéticos en Mesoamérica. Red Mesoamericana de los Recursos



- Fitogenéticos – REMERFI. Proyecto IICA-GTZ/REMERFI/IICA. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura IICA. San Salvador. 41 p.
- Sarmiento M. A. .2003. Un Nuevo Método de Valoración Medioambiental Basado en la Variación del Producto Interior Bruto. Doctor Ingeniero de Montes. Facultad de ciencias Forestales. Universidad Nacional de Santiago del Estero. Argentina. 31 p.

# **ANEXOS**

## ANEXO 01: MATRIZ DE CONSISTENCIA

### ESCUELA DE POST GRADO

#### DOCTORADO EN MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE

Nombre de Investigador: JOSE GUERRA LU

Título de la Investigación: RECUPERACION DE SUELOS DEGRADADOS EN EX COCALES Y SU VALORACION ECONOMICA MEDIANTE EL CULTIVO *Inga edulis* "huaba" EN RICARDO PALMA - TINGO MARIA 2017

PROBLEMA DE INVESTIGACION	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLE	INDICADORES
<p><b>Problema General:</b> ¿Recuperación De Suelos Degradados En Ex Cocales y Su Valoración Económica Mediante El Cultivo <i>Inga edulis</i> "huaba" En Ricardo Palma - Tingo María 2017?</p>	<p><b>Objetivo General:</b> Evaluar El Efecto De La Recuperación De Suelos Degradados En Ex Cocales Y Su Valoración Económica Mediante El Cultivo <i>Inga edulis</i> "huaba" En Ricardo Palma - Tingo María</p>	<p><b>Hipótesis General:</b> Si se siembra <i>Inga edulis</i> "huaba" en suelos degradados, entonces se tiene efectos significativos en la valoración económica en Ricardo Palma Tingo María</p>	<p><b>Variable Independiente:</b> Suelos Degradados</p> <p><b>Variable dependiente 1</b> Valoración Económica</p>	<p><b>TIEMPO</b> E. 2 AÑOS F. 4 AÑOS G. 6 AÑOS H. T COMPARACION ABSOLUTO</p> <p><b>ELEMENTOS APORTADOS</b> CANTIDAD DE ELEMENTOS QUÍMICOS (N, P, CO2, MATERIA ORGÁNICA)</p>
<p><b>Problema específico 1</b> ¿Cuál sería el efecto sembrío de 2 años en el aporte de elementos químicos n, p co2 materia orgánica?</p>	<p><b>Objetivo específico: 1</b> Determinar el efecto del sembrío de 2 años en el aporte de elementos químicos n, p co2 materia orgánica</p>	<p><b>Hipótesis específica:</b> La siembra de <i>Inga edulis</i> "huaba" a los dos años tiene efectos significativo en el aporte de los elementos químicos n, p co2, materia orgánica</p>	<p><b>Sub Variable Independiente 1:</b> 2 años</p> <p><b>Sub Variable dependiente 1</b> Elementos químicos: N, P, CO2 MATERIA ORGANICA</p>	<p><b>TIEMPO</b> A. Siembra 2 años</p> <p><b>ELEMENTOS INCORPORADO</b> % N, PPM P, PPM CO2 % MATERIA ORGANICA</p>

<p><b>Problema específico 2</b> ¿Cuál sería el efecto sembrío de 4 años en el aporte de elementos químicos n, p co2 materia orgánica?</p>	<p><b>Objetivo específico: 2</b> Determinar el efecto del sembrío de 4 años en el aporte de elementos químicos n, p co2 materia orgánica</p>	<p><b>Hipótesis específica:</b> La siembra de <i>Inga edulis</i> "huaba" a los 4 años tiene efectos significativo en el aporte de los elementos químicos n, p co2, materia orgánica</p>	<p><b>Sub Variable Independiente 2:</b> 4 años <b>Sub Variable dependiente 2</b> Elementos químicos: N, P, CO2 MATERIA ORGANICA</p>	<p><b>TIEMPO</b> A. Siembra 4 años <b>ELEMENTOS INCORPORADO</b> % N, PPM P, PPM CO2 % MATERIA ORGANICA</p>
<p><b>Problema específico 3</b> ¿Cuál sería el efecto sembrío de 6 años en el aporte de elementos químicos n, p co2 materia orgánica?</p>	<p><b>Objetivo específico: 3</b> Determinar el efecto del sembrío de 6 años en el aporte de elementos químicos n, p co2 materia orgánica</p>	<p><b>Hipótesis específica:</b> La siembra de <i>Inga edulis</i> "huaba" a los 6 años tiene efectos significativo en el aporte de los elementos químicos n, p co2, materia orgánica</p>	<p><b>Sub Variable Independiente 3:</b> 6 años <b>Sub Variable dependiente 3</b> Elementos químicos: N, P, CO2 MATERIA ORGANICA</p>	<p><b>TIEMPO</b> A. Siembra 6 años <b>ELEMENTOS INCORPORADO</b> % N, PPM P, PPM CO2 % MATERIA ORGANICA</p>
<p><b>Problema específico 4</b> ¿Existirá diferencias estadísticas significativas entre los cultivos de 2, 4 y 6 años en el aporte de nutrientes?</p>	<p><b>Objetivo específico: 4</b> Comparar las diferencias estadísticas significativas entre los cultivos de 2, 4 y 6 años en el aporte de nutrientes</p>	<p><b>Hipótesis específica:</b> Si existen diferencias estadísticas significativas entre los cultivos de 2, 4 y 6 años en el aporte de nutriente. Donde el sembrío de 6 años difiere estadísticamente en el aporte de Elementos químicos: N, P, CO2 MATERIA ORGANICA</p>	<p>6 años difiere en los de 2 y 4 años</p>	<p>Mayor cantidad de nutrientes</p>
	<p>Proponer que en los programas de desarrollo alternativos se considere la recuperación de suelos</p>			



## ANEXO 2: INSTRUMENTOS

### CARBONO ORGÁNICO (Método de WALKLEY & BLACK)

Ing. Agr. Daniel Carreira – INTA Castelar

#### INTRODUCCIÓN

Desde que Ames y Gaither (1916) demostraron que el carbono orgánico del suelo podía cuantificarse por oxidación con mezcla sulfocrómica, los métodos basados en la “combustión húmeda” se generalizaron rápidamente.

Sobre esta base, Shollenberger, en 1926, desarrolla una técnica rápida adaptada al análisis rutinario donde aplica calefacción externa a los tubos de reacción, a una temperatura de 175°C, e incorpora al método la valoración del C a través de la titulación del exceso de Cr<sup>6+</sup> con una sal ferrosa. En 1930, Degtjareff, utiliza peróxido de hidrógeno previo al agregado de la mezcla sulfocrómica, afirmando que se produce una mejora en el nivel de oxidación del CO. Cuatro años más tarde Allan Walkley y Amstrong Black demuestran el error de esa conclusión y desestiman el procedimiento. Sin embargo rescatan el hecho de que la disolución del ácido sulfúrico, en la solución de peróxido, generaba suficiente calor como para lograr un nivel de oxidación aceptable del CO. Sobre esta observación presentan una simple pero novedosa modificación a los métodos utilizados hasta ese momento, reemplazando la calefacción externa de la mezcla sulfocrómica por el calor de disolución del ácido sulfúrico. Un año después este método recibió fuertes críticas por parte de la Internacional Society of Soil Science debido a que arrojaba resultados sensiblemente menores de oxidación del carbono orgánico, y variables según el tipo de suelo, en comparación con aquellos que utilizaban calefacción externa.

En 1947, Walkley, publica un análisis crítico del método, basado en la amplia aceptación que había tenido, defendiendo la estabilidad del ensayo cuando se respetan las condiciones del procedimiento y reconociendo la necesidad de usar un factor de recuperación para estimar el CO.

Este método, adoptado masivamente por su simplicidad, ha sufrido a lo largo del tiempo innumerables modificaciones. Las principales variaciones se orientaron a reducir el consumo de reactivos y a mejorar el punto final en la titulación, respetándose la proporción dicromato/sulfúrico y el tiempo de reacción. En cuanto a las modificaciones introducidas para mejorar el nivel de recuperación del CO se

propusieron nuevamente el uso de fuentes externas de calor, a riesgo de perder la simplicidad del método. A ello también se sumaron las modificaciones operativas propias de cada laboratorio, que contribuyeron a aumentar la variabilidad observada en los resultados.

Con el objetivo de abordar la normalización del método en el año 1991, a través de PROMAR- AACCS, se publicaron dos variantes del método original, una respetando la escala macro y otra a nivel reducido o escala micro, las que más tarde fueron reeditadas por el SAMLA (2004).

En la actualidad la escala macro se desestimó por el excesivo consumo de reactivos y generación de residuos, principalmente Cr IV, adoptándose las escalas reducidas, entre la que se encuentra próxima a publicarse como norma IRAM-SAGPyA una variante del método propuesto por Grewelin y Peech en 1960. (Norma 29571-2 “determinación de carbono oxidable por mezcla oxidante fuerte, a escala semi-micro”).

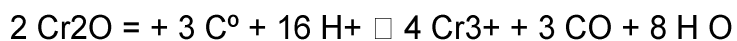
## ALGUNOS PUNTOS CRÍTICOS DEL PROCEDIMIENTO

Las mayores variaciones observadas en el porcentaje de recuperación del carbono orgánico, cuando se aplica este método, se deben a las características del suelo y a calidad de la materia orgánica analizada. Sin embargo hay aspectos metodológicos que también inciden en la en la dispersión de los resultados analíticos. Para el primer caso es necesario definir un factor de recuperación específico para cada tipo de suelo, utilizándose para ello un método referencial tal como el de la combustión seca. En cuanto a lo metodológico es necesario comprender los factores críticos que están involucrados en el proceso de determinación y aplicar una técnica normalizada en todos los laboratorios.

### Estado de oxidación inicial del C

Tanto el C, que se encuentra en distintos niveles de oxidación dentro de la MO del suelo, como el O e H constitutivos de la misma, pueden reaccionar con el dicromato en diferente sentido y proporciones. Pero experimentalmente se determinó una relación proporcional entre la cantidad de CO<sub>2</sub> desprendido en la oxidación por vía húmeda y la cantidad de ácido crómico reducido, sugiriéndose una compensación de las reacciones del H y O orgánicos. Por ello se asume que, cada átomo de carbono es oxidado desde un

estado de oxidación 0 a un nivel +4, reflejando de esta manera todo el intercambio de electrones en la reacción.



En resumen la aceptación de que el C se encuentra en la materia orgánica del suelo en un estado de oxidación "0" es básicamente empírica, con poco sustento estequiométrico.

#### Potencial redox

El potencial redox del sistema está fuertemente asociado a la concentración de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  y a la temperatura de reacción, por lo que un aumento en la concentración del ácido incrementaría la fuerza oxidante del sistema pero reduciría la temperatura alcanzada en la disolución. Por otra parte la concentración de dicromato, empleada en la mezcla, debe asegurar una intensidad oxidativa constante, por lo que la muestra no debería consumir más del 80% del dicromato añadido (Walkley, 1947).

#### Temperatura de reacción

La relación 2:1 de ácido:dicromato, indicada originalmente por Walkley y Black (1934) resulta ser la óptima para alcanzar temperaturas cercanas a los 120-140 °C, y para ello es conveniente una rápida disolución del ácido, lograda a través de la agitación orbital del recipiente de reacción (tubo o erlenmeyer), evitando que queden partículas de suelo adheridas a las paredes del mismo y fuera del alcance de la mezcla oxidante

El nivel de oxidación dependerá no sólo de la temperatura máxima alcanzada, sino también de la persistencia del calor generado. Por ello tanto el recipiente utilizado en la reacción como el grado de aislamiento del medio son factores determinantes que regulan el control de la temperatura y que necesariamente deben ser normalizados.

El empleo de calefacción externa permite lograr valores más altos de recuperación del C, para una gran gama de suelos. Así, temperaturas entre los 125 a 150 °C mejoran el nivel de oxidación del C, pero debe tenerse presente que con temperaturas cercanas o superiores a los 150°C se produce una rápida descomposición térmica del dicromato, catalizada por el propio  $\text{Cr}^{3+}$ , dando en algunos casos valores superiores al 100% de recuperación.

#### Interferencias químicas

Estos tipos de métodos están sujetos a interferencias provocadas por algunos constituyentes del suelo siempre y cuando se encuentren en cantidades elevadas.



La presencia significativa de iones cloruros o iones ferrosos sobreestimarían el CO mientras que los nitratos provocarían el efecto inverso dando valores bajos de CO. La interferencia del cloruro es significativa sólo en suelos salinos, dado que consume dicromato con una relación estequiométrica de 4:1 (Cl:C). Esta puede impedirse por lavado del suelo antes del análisis o por precipitación como AgCl agregando Ag<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> en el ácido sulfúrico. Sin embargo, en el primer caso puede producirse pérdida de compuestos orgánicos solubles y precipitación de cromato de plata o descomposición del dicromato cuando se agrega sulfato de plata.

En cuanto al nitrato sólo interfieren cuando la concentración excede el 5 % del contenido de carbono.

Con respecto al ión ferroso, éste puede eliminarse fácilmente con el secado del suelo al aire.

Por otro lado, la presencia de calcáreo en los suelos podría neutralizar la acidez del medio pero algunos ensayos con contenidos de carbonatos de hasta el 50% p/p no afectaron la determinación (Kalra y Maynard, 1991)

Grado de molienda del suelo.

Es muy probable que el contenido de materiales finos, principalmente arcillas silicatadas, como vermiculita y montmorillonita, y materiales alofánicos afecten el nivel de oxidación del C debido a la formación de microagregados estables que protegen la MO. La mayoría de los autores recomiendan un grado de molienda del suelo tal que pase por un tamiz de 0.5 mm para asegurar una mayor recuperación del CO y evitar errores de submuestreo.

Reactivos

Sulfato amónico ferroso (sal de Mohr): este compuesto reduce notablemente su potencial reductor en presencia del oxígeno atmosférico, por lo que es imprescindible valorar la solución inmediatamente antes de su uso.

Dicromato de potasio: Se emplea como patrón primario y sus soluciones son muy estables pudiéndose conservar indefinidamente.

Ácido Sulfúrico: Su concentración no debe ser menor de 96 % p/p ya que dentro del rango del 90 al 99% existe un incremento casi lineal de recuperación del CO del 1% por cada % de incremento en la concentración del ácido (Walkley, 1947).

Indicadores redox:

Actualmente se utilizan distintos indicadores.

La disolución de difenilamina en ácido sulfúrico concentrado fue el primer indicador utilizado para las titulaciones del exceso de dicromato con una sal ferrosa. El

agregado de  $H_3PO_4$ , NaF o HF antes de la titulación mejora notablemente la definición del punto final al eliminar los iones férricos del sistema.

En cuanto a la sal b́arica del ́acido difenilaminosulf́onico, en combinaci3n con  $H_3PO_4$ , result3 ser ḿas efectiva y ḿas estable que la difenilamina.

La O-fenantrolina, con un mayor potencial de oxidaci3n que los sulfonatos de difenilamina, permite mejorar la nitidez del punto final, pudiéndose utilizar sin el agregado de  $H_3PO_4$ , siempre y cuando se asegure una concentraci3n de sulfúrico 12 N durante la titulaci3n. Sin embargo, tiene el inconveniente de ser adsorbido por coloides del suelo, por lo que se recomienda agregarla justo antes de la titulaci3n.

Factor de conversi3n de C oxidable a C orgánico

En su trabajo publicado en 1934, Walkley y Black, encuentran que, para los veinte suelos ensayados, el porcentaje de C recuperado promediaba el 77 %, proponiendo el uso de un factor de 1.3 para expresar los resultados en porcentaje de carbono orgánico. Trabajos posteriores confirman en general ese valor medio pero ponen de relieve la gran variabilidad para los diferentes tipos de suelos.

## NITR3GENO (Método KJELDAHL)

### INTRODUCCI3N

Para cuantificar el nitr3geno en muestras de suelo se utilizan actualmente dos métodos muy antiguos, pero que han tenido una amplia aceptaci3n: el propuesto por Dumas en el ańo 1831 y el desarrollado por Kjeldahl 50 ańos ḿas tarde. El primero se basa en una combusti3n de la muestra en una corriente de oxigeno con posterior cuantificaci3n del nitr3geno que se desprende. En el método de Kjeldahl la reacci3n ocurre en medio ́acido (sulfúrico concentrado) a temperaturas elevadas ( $400^{\circ}C$ ), donde el nitr3geno orgánico es transformado a ion amonio, el cual es cuantificado a trav́es de una destilaci3n alcalina y su posterior titulaci3n.

En el método de Kjeldahl se cuantifican las formas orgánica y amónica, y con ciertas modificaciones se pueden incluir los nitratos. Éstos deberían incluirse cuando se los encuentra en cantidades apreciables, dado que una concentraci3n en el suelo de 500 ppm de nitratos sólo representa un 0.01% del N total.

Los principales cambios introducidos al método original, consistieron en reducir la escala del ensayo y lograr la automatizaci3n del mismo.

## PUNTOS CRÍTICOS DEL MÉTODO KJELDAHL

Etapa I: Digesti3n de la muestra

### Característica de la muestra.

No hay evidencias de un efecto significativo de la finura del material sobre el porcentaje de recuperación de N. Algunos autores recomiendan un grado de molienda acorde a la escala del método, siendo adecuado un tamaño de 0.5 para las escalas macro y semimicro, y algo menor para el nivel micro, especialmente para obtener una submuestra homogénea.

La abundancia de materiales finos, principalmente arcillas, podrían retener entre sus láminas una apreciable cantidad de amonio. En estos casos la hidratación previa o el tratamiento con HF aumentarían el nivel de recuperación de N, pero sólo de manera significativa cuando la cantidad de amonio representa más del 30% del N total.

Por otra parte la digestión de muestras con niveles elevados de materia orgánica u óxidos de Fe o Al consumen un mayor volumen de ácido sulfúrico.

### Temperatura de digestión

Varios estudios demostraron que la temperatura de digestión es el factor que más incide en la determinación del N por el método Kjeldahl, dado que si ésta es demasiado baja, inferior a 360 °C, la digestión es lenta o incompleta y si es superior a 410 °C, pueden producirse pérdidas de amonio.

El control de la temperatura se realiza con un bloque calefactor y mediante el agregado de sulfato de sodio o de potasio, que permite aumentar el punto de ebullición del sulfúrico. Generalmente se prefiere la sal de potasio a la de sodio, ya que esta última incrementa las proyecciones del digesto sobre las paredes del tubo o balón, donde la temperatura es sustancialmente más elevada.

Otro aspecto importante a considerar es la concentración de estas sales en el ácido sulfúrico, ya que con niveles bajos (menores o iguales a 0.3 g/ml) se requiere de un tiempo de digestión prolongado, y, por el contrario, una alta concentración (1 g/ml o más) reduce significativamente el tiempo de digestión y podría prescindirse del uso de catalizadores (Bremner, 1960). Sin embargo la alta concentración de sulfato de sodio o de potasio (por encima de 0.8g/ml) presenta el inconveniente de la solidificación del digesto cuando éste se enfría, debiéndose destilar la muestra antes de que esto ocurra o bien calentarla previo a su destilación. También se corre el riesgo de aumentar demasiado la temperatura durante la digestión, con posibles pérdidas de amonio y también de sulfúrico, lo cual consecuentemente llevaría a un nuevo aumento de la concentración salina.

## Catalizadores

Los de mayor eficiencia son aquellos que contienen selenio o mercurio, siguiendo los compuestos de titanio y cobre, pero dado que en el mismo orden decrece su toxicidad se recomiendan estos últimos.

## Etapa II: Destilación

En esta etapa debe prestarse atención a la correcta conexión del tubo o balón en el destilador para evitar fugas en el sistema.

El amonio que se desprende al alcalinizar el medio se recoge sobre una solución de ácido bórico, cuyo volumen o concentración no es necesario conocer con exactitud, ya que el borato de amonio que se forma se vuelve a transformar en ácido en el transcurso de la valoración con solución de sulfúrico. Sin embargo, es imprescindible ajustar el pH de la solución de ácido bórico a valores de 4.5-5.0.

Finalmente, como en cualquier titulación, debe prestarse especial atención al título de la solución de ácido sulfúrico utilizada para valorar el amonio proveniente de la destilación.

**NOTA BIBLIOGRÁFICA**

José Kalion Guerra Lu nació en el Distrito de Cajabamba, Provincia de Cajabamba, Departamento de Cajamarca, el 13 de agosto de 1962, sus padres José Guerra Nestares y Rosa Lu de Guerra, los estudios primarios y secundarios los desarrollo en Cajabamba, ingrese en la Universidad de Trujillo en la especialidad de Biología, obteniendo el grado de Bachiller de Ciencias Biológica el 20 de enero de 1989, y el 12 de mayo de 1989 obtuve el título de Biólogo, el 01 de mayo de 1990 ingrese a trabajar como docente a la Universidad Nacional Agraria de la Selva – Tingo María en la Facultad de Recursos Naturales, en las funciones de biología y botánica, postule a la Universidad Nacional de Cajamarca para iniciar estudios de Maestría, siendo becado por el CONCITEC, obteniendo el grado de M. Sc, en Recursos Naturales, Mención: Recurso Vegetal el 01 de octubre de 1999, en el 2004 postule a la Universidad Nacional Federico Villareal para estudios de Doctorado en Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible, siendo becario de la fundación RUSELL, concluyendo mis estudios, desde el 2004 empecé a dictar cursos de maestría en las escuelas de Post Grado: de la Universidad Nacional Hermilio Valdizan, Universidad de Huánuco y en la Universidad Nacional Agraria de la Selva Tingo María, en temas ambientales, en 2016 hice mi traslado externo para graduación hacia la Universidad Nacional Hermilio Valdizan terminado el 2018, estando apto para obtener el grado de Doctor en Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible.



UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILO VALDIZÁN

Huánuco – Perú

ESCUELA DE POSGRADO

Campus Universitario, Pabellón V "A" 2do. Piso – Cayhuayna  
Teléfono 514760 -Pág. Web. [www.posgrado.unheval.edu.pe](http://www.posgrado.unheval.edu.pe)



### ACTA DE DEFENSA DE TESIS DE DOCTOR

En el Auditorio de la Escuela de Posgrado; siendo las 13:00 h, del día lunes 10 DE DICIEMBRE 2018; el aspirante al Grado de Doctor en Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible, José Kalión GUERRA LU, procedió al acto de Defensa de su Tesis titulado: "RECUPERACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS EN EX COCALES Y SU VALORACIÓN ECONÓMICA MEDIANTE EL CULTIVO *Inga edulis* C. Martius "huaba" EN RICARDO PALMA – TINGO MARÍA 2017", ante los miembros del Jurado de Tesis señores:

Dr. Abner FONSECA LIVIAS	Presidente
Dra. Ana María MATOS RAMÍREZ	Secretaria
Dr. Rubén ROJAS PORTAL	Vocal
Dra. Nérida PASTRANA DIAZ	Vocal
Dr. Reynaldo Marcial OSTOS MIRAVAL	Vocal

**Asesor de Tesis:** Dr. Santos JACOBO SALINAS (Resolución N° 01910-2017-UNHEVAL/EPG-D)

Respondiendo las preguntas formuladas por los miembros del Jurado y público asistente.

Concluido el acto de defensa, cada miembro del Jurado procedió a la evaluación del aspirante a Doctor, teniendo presente los criterios siguientes:

- Presentación personal.
- Exposición: el problema a resolver, hipótesis, objetivos, resultados, conclusiones, los aportes, contribución a la ciencia y solución a un problema social y Recomendaciones.
- Grado de convicción y sustento bibliográfico utilizados para las respuestas a las interrogantes del Jurado y público asistente.
- Dicción y dominio de escenario.

Así mismo, el Jurado planteó a la tesis las **observaciones** siguientes:

.....  
.....  
.....

Obteniendo en consecuencia el Doctorando la Nota de... *dieciocho* (18) .....  
Equivalente a *Muy Bueno*, por lo que se declara *Aprobado*  
(Aprobado ó desaprobado)

Los miembros del Jurado, firman la presente ACTA en señal de conformidad, en Huánuco, siendo las... *14:30*... horas del 10 de diciembre de 2018.

.....  
PRESIDENTE  
DNI N° *22012906*

.....  
SECRETARIA  
DNI N° *2259836*

.....  
VOCAL  
DNI N° *0651922*

.....  
VOCAL  
DNI N° *22459224*

.....  
VOCAL  
DNI N° *2282014*

Leyenda:  
19 a 20: Excelente  
17 a 18: Muy Bueno  
14 a 16: Bueno

(Resolución N° 02947-2018-UNHEVAL/EPG-D)

## AUTORIZACIÓN PARA PUBLICACIÓN DE TESIS ELECTRÓNICA DE POSGRADO

### 1. IDENTIFICACIÓN PERSONAL

Apellidos y Nombres: *Guerra Lu José Kallón*  
 DNI: *23008463* Correo electrónico: *guerralu2@yahoo.com*  
 Teléfono de casa: Celular: *962664701* Oficina:

### 2. IDENTIFICACIÓN DE LA TESIS

POSGRADO
Doctorado: <i>Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible</i>

Grado Académico obtenido: *Doctor*

Título de la tesis:

*"Recuperación de suelos degradados en ex cocales y su valoración económica mediante el cultivo Inga edulis C. Martiana "huaba" En Ricardo Palma - Tingo María 2017"*

Tipo de acceso que autoriza el autor:

Marcar "X"	Categoría de acceso	Descripción de acceso
<input checked="" type="checkbox"/>	PÚBLICO	Es público y accesible el documento a texto completo por cualquier tipo de usuario que consulta el repositorio.
<input type="checkbox"/>	RESTRINGIDO	Solo permite el acceso al registro del metadato con información básica, mas no al texto completo.

Al elegir la opción "Público" a través de la presente autorizo de manera gratuita al Repositorio Institucional – UNHEVAL, a publicar la versión electrónica de esta tesis en el Portal Web repositorio.unheval.edu.pe, por un plazo indefinido, consintiendo que dicha autorización cualquier tercero podrá acceder a dichas páginas de manera gratuita, pudiendo revisarla, imprimirla o grabarla, siempre y cuando se respete la autoría y sea citada correctamente.

En caso haya marcado la opción "Restringido", por favor detallar las razones por las que se eligió este tipo de acceso:

Asimismo, pedimos indicar el periodo de tiempo en que la tesis tendría el tipo de acceso restringido:

( ) 1 año    ( ) 2 años    ( ) 3 años    ( ) 4 años

Luego del periodo señalado por usted(es), automáticamente la tesis pasará a ser de acceso público.

Fecha de firma: *28 de Febrero 2019*

  
Firma del autor