

GUIA PARA EL USO DE
“ÁRBOLES DE DECISION”

Alternativas de Uso de la Tierra para los Llanos
Orientales de Colombia
Estudio de Caso: Puerto López, Meta

Herramienta para la Toma de Decisiones

Convenio Colombia
Centro Internacional de Agricultura Tropical CIAT
Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural



República de Colombia
Ministerio de Agricultura y Desarrollo
Rural

**GUIA PARA EL USO DE
“ÁRBOLES DE DECISION”**

**Alternativas de Uso de la Tierra para los Llanos
Orientales de Colombia
Estudio de Caso: Puerto López, Meta**

Herramienta para la Toma de Decisiones

Elaborada por: *Marcela Quintero*
Edgar Amézquita

**Convenio Colombia
Centro Internacional de Agricultura Tropical CIAT
Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural**



República de Colombia
Ministerio de Agricultura y Desarrollo
Rural

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCION.....	5
2. OBJETIVO DE LA HERRAMIENTA.....	7
2.1 OBJETIVO GENERAL:.....	7
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:.....	7
3. BASES CONCEPTUALES PARA EL USO DE ARBOLES DE DECISIÓN PARA LOS LLANOS ORIENTALES	8
3.1. QUÉ ES UN ÁRBOL DE DECISIÓN?	9
3.2. ACERCA DE LA HERRAMIENTA	11
3.3 LIMITACIONES BIOFÍSICAS PARA LA PRODUCCIÓN AGRÍCOLA EN LOS LLANOS ORIENTALES DE COLOMBIA	12
3.4. MEJORAMIENTO GRADUAL DEL SUELO PARA MAYOR PRODUCCIÓN Y SOSTENIBILIDAD	14
3.5 CONTEXTUALIZACION DE LA HERRAMIENTA	15
3.5.1. Identificación de quiénes son los actores	15
3.5.2. Determinar el objetivo de la herramienta	16
3.5.3. Determinación de Alternativas de Uso de la Tierra.....	16
3.5.4. Determinación de la Demanda Biofísica.....	18
3.5.5. Determinación de la Oferta Biofísica	18
3.5.6. Características de la Tierra	19
3.5.7. Unidad Espacial de Decisión (Para "Árboles 1:100" (ver sección 1.4.3)).....	19
4. APLICACION DE LA HERRAMIENTA PROPUESTA	22
4.1. REQUERIMIENTOS DE HARDWARE Y SOFTWARE	23
4.1.1. Requerimientos de Hardware.....	23
4.1.2. Requerimientos de Software.....	23
4.2. APLICABILIDAD DE LA HERRAMIENTA DE ÁRBOLES DE DECISIÓN ..	24
4.3. ASPECTOS GENERALES	25
4.4. ACCESO A LA HERRAMIENTA	25
4.5. FUNCIONAMIENTO DE LA APLICACIÓN.....	26
5. INFORMACIÓN REQUERIDA.....	34
5.1. TEXTURA.....	35
5.1.1. Cómo determinar la textura?.....	35
5.2. PENDIENTE DEL TERRENO.....	37
5.3. PROFUNDIDAD DEL HORIZONTE SUPERFICIAL/PROFUNDIDAD EFECTIVA	37
5.3.1. Cómo medirla?	37
5.3.2. Cómo aumentar la profundidad del horizonte superficial del suelo?	38

6. APLICACION SIG: ALTERNATIVAS DE USO DE LA TIERRA PARA LOS LLANOS ORIENTALES DE COLOMBIA.....	39
6.1. ACCESO A LA HERRAMIENTA:	40
6.2. FUNCIONAMIENTO DE LA APLICACION.....	40
6.2. CONSULTA DE DATOS.....	43
BIBLIOGRAFÍA.....	46

1. INTRODUCCION

El progresivo crecimiento poblacional en el trópico y el consecuente aumento de la demanda por alimentos han ocasionado la expansión de la frontera agrícola con usos inapropiados de los suelos, transformación de los ecosistemas naturales y deforestación, induciendo a la degradación de los suelos tanto en sus propiedades físicas, químicas y biológicas (Lal y Stewart 1990).

Con el propósito de aumentar la productividad natural de los suelos, estos se han sometido a prácticas de manejo con labranza y aplicación de enmiendas y fertilizantes que aumentan la producción solo por un periodo relativamente corto de tiempo y causan efectos negativos sobre las propiedades del suelo. Esto conduce hacia la insostenibilidad del sistema elevando los costos y requerimientos necesarios para abastecer la creciente demanda. Así, la falta de prácticas que conserven el suelo ha conducido a su degradación.

La degradación de los suelos conlleva a la pérdida de la capacidad productiva debido al efecto negativo que tienen estas prácticas agrícolas sobre las propiedades del suelo. De esta manera los efectos adversos de la degradación de los suelos tienden a repercutir de manera desfavorable en las condiciones económicas del sector agropecuario.

Para combatir la degradación es necesario determinar cuáles son las propiedades del suelo más sensibles a este proceso, con el fin de adoptar medidas de manejo de suelos y cultivos que eviten y corrijan el deterioro del recurso. Estas prácticas de manejo deben ser recomendadas teniendo en cuenta las interdependencias existentes entre las propiedades identificadas.

Para el caso de los suelos de la altillanura plana de los llanos colombianos (3.438.000 ha), la sostenibilidad agrícola se ve afectada por su susceptibilidad a la degradación.

Las condiciones de uso y manejo en estos suelos han conducido a la disminución del volumen de macroporos y en consecuencia a su degradación al afectarse la capacidad de aireación, de penetración del agua y de las raíces (Amézquita 1998).

Con el fin de propiciar que en los Llanos las raíces de los cultivos tengan un desarrollo favorable y estable a través del tiempo, se plantea la construcción de una capa arable por medio de una labranza que combine la corrección de las limitaciones físicas, aplique adecuadamente enmiendas y fertilizantes hasta la profundidad deseada, y abonos orgánicos y verdes que mejoren la bioestructura del suelo. Una vez corregido el suelo es posible continuar con

prácticas de labranza conservacionistas que bajo un suelo sin capa arable no tendrían impactos positivos.

En ensayos en los Llanos conducidos por CIAT, el mejoramiento biológico con pastos y leguminosas como el mejoramiento físico con cinceles verticales han mejorado significativamente la porosidad de suelos de sabana nativa no aptos para producción agrícola (Amézquita 1998).

A partir de la preocupación por detener los procesos degradativos que sufren los suelos de los llanos orientales y de promover una cultura de formación de capa arable para asegurar su sostenibilidad, el proyecto de Física de Suelos de CIAT ha diseñado un árbol de decisión para el uso de la tierra en esta región del país. Este árbol de decisión ha sido estructurado teniendo en cuenta los resultados de los ensayos de CIAT en la zona y considera las condiciones de manejo necesarias para lograr el mejoramiento gradual físico, químico y biológico de estos suelos a partir de las variaciones en textura, pendiente y profundidad efectiva de la altillanura plana.

Dentro del marco de un convenio con el Ministerio de Agricultura, CIAT (Proyecto de Planificación Rural) ha desarrollado a partir del árbol de decisión obtenido, una herramienta computarizada o sistema espacial de apoyo en las decisiones (SDSS, en inglés), para que sea empleada por los planificadores del uso de la tierra y productores para implementar alternativas productivas sostenibles.

2. OBJETIVO DE LA HERRAMIENTA

2.1 OBJETIVO GENERAL:

Propender por el uso apropiado de la tierra en los Llanos Orientales de Colombia (Puerto López, Meta) mediante la estructuración de un procedimiento de decisión, que conduzca a determinar un uso coherente, eficiente y sostenible de la tierra, con el fin de evitar la degradación y aumentar la productividad.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- ?? Planificar el uso de la tierra con una perspectiva conservacionista.
- ?? Obtener alternativas de usos de la tierra más acordes con el potencial de la oferta ambiental.
- ?? Identificar las áreas en las cuales es necesario hacer mejoramiento gradual del suelo, para desarrollar suelos sostenibles.
- ?? Identificar las necesidades de investigación y focalizar los futuros proyectos en el área.
- ?? Aportar una metodología útil para la estructuración de esta herramienta en otros lugares teniendo en cuenta los objetivos de los tomadores de decisiones, las limitaciones biofísicas, la disponibilidad de información y el conocimiento y experiencia especialista.
- ?? Proveer un ejemplo de esta metodología desarrollando esta herramienta en el municipio de Puerto López (Meta), el cual puede ser replicado en otros municipios o incluso a nivel departamental.
- ?? Brindar a los tomadores de decisiones del Municipio de Puerto López (Meta), lugar donde los planes de gobierno han centrado mucho de sus proyectos de desarrollo agrícola, una herramienta que prevenga el uso insostenible del suelo.

3. BASES CONCEPTUALES PARA EL USO DE ÁRBOLES DE DECISIÓN PARA LOS LLANOS ORIENTALES

3.1. QUÉ ES UN ÁRBOL DE DECISIÓN?

Los **árboles de decisión** son herramientas excelentes para ayudar a realizar elecciones adecuadas entre muchas posibilidades. Su estructura permite seleccionar una y otra vez diferentes opciones para explorar las diferentes alternativas posibles de decisión. En este caso los posibles resultados corresponden a diferentes alternativas de uso potencial de la tierra.

Los **árboles de decisión** son **guías jerárquicas multi-vía** donde los valores de las características son el criterio diagnóstico para evaluar la calidad de la tierra y determinar el uso más apropiado de la tierra.

La jerarquía se refiere a que la toma de una decisión o camino lleva a otra, hasta que todos los factores o características involucradas se hayan tomado en cuenta. Es multi-vía porque pueden existir más de dos opciones y es una guía porque al responder una pregunta se llega a una decisión (Rossiter, 1997).

Por ejemplo, ¿Qué textura presenta los suelos de su finca? La respuesta significará una decisión frente a la ruta que se debe seguir dentro del árbol y conllevará a otra pregunta y decisión, como cuál es la pendiente del terreno? y así, hasta obtener el resultado final. Cada una de estas preguntas puede tener diferentes respuestas lo cual determinará la decisión final.

El siguiente es un componente del árbol diseñado para la toma de decisiones en la Altillanura Colombiana (Figura 1):

El esquema muestra como a través del conocimiento de la textura, de la pendiente (%) y de la profundidad efectiva, se puede llegar a determinar los sistemas de uso más apropiados para las condiciones planteadas.

De esta manera, el árbol de decisión es utilizado para decidir sobre el tipo de uso de la tierra según las características del lugar respecto a la textura, pendiente y profundidad efectiva. La primera decisión que se toma a lo largo de esta herramienta es determinar el tipo de textura debido a que esta propiedad no puede ser modificada por condiciones específicas de manejo. Según el tipo de textura elegido, el cual corresponde a un grupo textural particular (suelos pesados, medios o livianos) se tendrá que tomar otra decisión según el porcentaje de la pendiente y de manera consecutiva en cuanto a la profundidad efectiva.

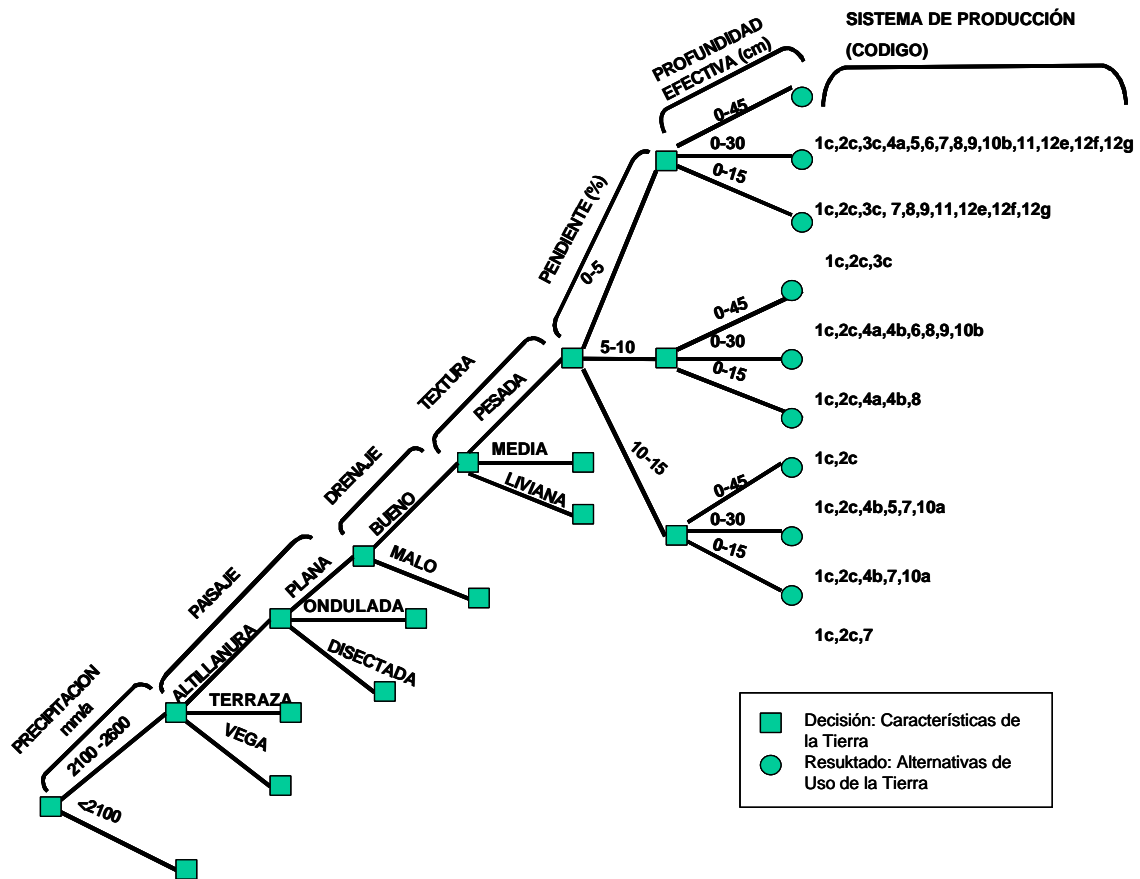


Figura 1. Sección del árbol de decisiones en suelos pesados para determinar las alternativas de uso de la tierra en la Altillanura Colombiana.

Así se evalúan los atributos de la tierra y se plantean los sistemas de producción más apropiados de acuerdo a los requerimientos de los cultivos involucrados y las especificaciones de manejo más adecuadas para lograr un mejoramiento gradual del suelo.

Las diferentes combinaciones de la oferta ambiental dan lugar a propuestas de diseños de sistemas productivos. Estos gradualmente aumentarán su productividad en la medida que se mejore el suelo a través de prácticas que contribuyan a la formación de una capa arable productiva y sostenible, en donde las condiciones de oferta edáfica lo permitan. Es decir, a medida que se aumente la profundidad efectiva, mayor será la productividad de los sistemas.

3.2. ACERCA DE LA HERRAMIENTA

Un sistema de apoyo en la toma de decisiones se refiere a un sistema computacional interactivo que ayuda a tomar decisiones. En este sentido, el SIG puede ser considerado un sistema de apoyo en la toma de decisiones. Sin embargo, desde un punto de vista más funcional se reconoce un sistema espacial de apoyo en la toma de decisiones (SDSS) (Crossland et al. 1995) como un sistema de información que combina funciones seleccionadas de un SIG con otras herramientas diseñadas para el apoyo en la toma de decisiones.

En este sentido, la herramienta “Arboles” presentada en este manual es un SDSS. Se basa en la tecnología de SIG usando información georreferenciada y atiende un problema específico.

En “*Arboles de Decisión*” se ha aprovechado la gran cantidad de información de los suelos derivada de los levantamientos edafológicos y de experiencias puntuales en campo que al no organizarse en un sistema de información es difícil de interpretar para tomar una decisión en cuanto al uso de la tierra más apropiado en un lugar dado.

“*Arboles de Decisión*” funciona a partir de reglas lógicas que estructuran un árbol de decisión diseñado previamente. Estas permiten que la herramienta determine las alternativas de uso de la tierra más apropiadas según las características de la tierra para una unidad de suelo particular.

Estas reglas lógicas han sido estructuradas por los especialistas en suelos quienes a partir de sus experiencias de investigación han determinado cuáles son las características y sus rangos críticos que limitan la productividad sostenible de los suelos de la **Altillanura Plana** Colombiana, permitiendo proponer alternativas de uso y condiciones de manejo que promueven el mejoramiento gradual de estos por medio de la formación de una capa arable.

En este manual no solo se proveen instructivos para operar la herramienta sino se proporcionan las bases conceptuales que se han tenido en cuenta para construir la herramienta desde el punto de vista de condiciones biofísicas del área de estudio hasta definiciones de conceptos útiles para la sistematización de información y estructuración de la herramienta.

3.3 LIMITACIONES BIOFÍSICAS PARA LA PRODUCCIÓN AGRÍCOLA EN LOS LLANOS ORIENTALES DE COLOMBIA

El gran desafío que demanda la atención de los especialistas que trabajan en suelos y en otras áreas de las ciencias biológicas, es el de cómo asegurar la sostenibilidad agropecuaria en áreas ecológicamente frágiles cuando son intervenidas por el hombre, debido a la incapacidad de éste para mantener el equilibrio entre las resistencias que opone el suelo a la degradación y las fuerzas degradativas actuantes que causan erosión y transforman el paisaje. Ante de la intervención humana las características del suelo se mantenían en equilibrio dinámico con las condiciones climáticas, pero una vez se hace la intervención, se pierde el equilibrio y los suelos quedan sujetos a degradación.

La degradación es el proceso de deterioro de la capacidad productiva del suelo. Durante este proceso se ven afectadas negativamente las características físicas, químicas y biológicas de los suelos así como las interrelaciones e interdependencias que los procesos mismos generan. Estas propiedades y procesos varían espacialmente, por lo cual es difícil definir que unidades de tierra con usos y manejos particulares.

Los suelos difieren enormemente en su susceptibilidad a degradación o a mejoramiento. En el caso de los suelos de la Orinoquía colombiana, es posible subir rápidamente los niveles de productividad, pero también aceleradamente disminuye su capacidad productiva y la agricultura no puede hacerse sostenible.

La clave de un "manejo productivo y sostenible" del suelo, radica en la comprensión y detección de las propiedades más sensibles a las acciones de uso y de manejo, y en el desarrollo de prácticas agrícolas o de labranza para controlarlas.

Las principales propiedades físicas de sus suelos que son afectadas por sistemas inapropiados de labranza (intervención humana) son aquellas que tienen que ver con el comportamiento volumétrico del suelo, tales como porosidad total y distribución de tamaño de poros, propiedades íntimamente ligadas a la estructura del suelo. Por lo tanto, cualquier cambio en la distribución de tamaño de agregados, en la estabilidad estructural como consecuencia de la labranza, afecta la infiltración, la capacidad de almacenaje de agua por el suelo, la penetración y crecimiento de las raíces, por afectar la distribución de tamaño de los poros (Amézquita 1998).

En consecuencia, dentro de las limitaciones edafológicas que se deben atender en un manejo adecuado de los suelos de los Llanos Orientales, están: La superficialidad de sus suelos, la susceptibilidad a la erosión, la estructura débil, poca materia orgánica y actividad microbiana, la textura

(principalmente arenas finas y muy finas), sellamiento superficial, baja capacidad de infiltración, baja aireación, baja penetrabilidad, bajo contenido de nutrientes y baja retención de agua.

La productividad de estas tierras así como su impacto ambiental depende de las actividades que realicen los productores. Las propiedades mencionadas deben ser identificadas, analizadas y localizadas para poder ser manejadas racionalmente en un medio tan frágil como los Llanos Orientales, de tal manera que se pueda aprovechar el clima para obtener el mejor provecho de los suelos localizando unidades de tierra en el mejor ambiente para la producción de cultivos, pastos, bosques, etc. dejando siempre las áreas de protección ambiental. Para este fin, se ha construido "Arboles de Decisión" como una herramienta para la toma de decisiones sobre el uso de la tierra en esta región.

3.4. MEJORAMIENTO GRADUAL DEL SUELO PARA MAYOR PRODUCCIÓN Y SOSTENIBILIDAD

En las áreas poco fértiles y propensas a la erosión como lo son las tierras de la altillanura de los Llanos Orientales de Colombia, se hace necesario planificar sistemas de producción que hagan parte del proceso del mejoramiento gradual del suelo controlando los riesgos de erosión y degradación.

Para corregir estos problemas y poder pensar en una mayor productividad se plantea la construcción de una **capa arable**, entendiéndose por ello, la construcción de una capa superficial del suelo en la cual se han corregido las limitaciones físicas y químicas del suelo, para poder obtener una gran respuesta biológica en términos de desarrollo de raíces por mejoramiento físico y químico del suelo (Amézquita 1998b)

Para esto se debe hacer un mejoramiento físico (labranza vertical con cinceles rígidos para mejorar la infiltración, aireación, penetración y distribución de nutrientes) y un mejoramiento químico (enmiendas de fertilización, cal, sulcamag, dolomita, roca fosfórica o calfos), y mejoramiento biológico (siembra de material vegetal adaptado a las características de acidez y baja fertilidad de la región, pero con pastos con un sistema radicular profundo y abundante) del suelo. Con estas prácticas se podrán establecer inicialmente pastos y cultivos que mejoren los suelos con sus raíces y aporten materia orgánica para poder lograr en el futuro el establecimiento de otras especies vegetales con requerimientos nutricionales mayores (Amézquita 1998b).

Una vez se desarrolle una capa arable en la altillanura colombiana, se podrán implementar sistemas agroforestales, manteniendo los pastos como componente indispensable debido a que estos permiten una mayor infiltración de agua en el suelo en comparación con los cultivos. Diferentes resultados han demostrado la importancia que tienen los pastos en la construcción y estabilización de la estructura de estos suelos evitando su encostramiento y sellamiento superficial. Por tal razón, se cree que solo a través de sistemas agropastoriles es posible manejar bien estos suelos.

3.5 CONTEXTUALIZACION DE LA HERRAMIENTA

Para contextualizar esta herramienta y proponer un marco lógico bajo el cuál las herramientas para la toma de decisiones deben ser construidas se tuvieron en cuenta algunos conceptos descritos para la evaluación de tierras (FAO 1985). En este sentido, se siguieron estos pasos (Figura 2):

3.5.1. Identificación de quiénes son los actores

Con este fin, antes de iniciar la construcción de una herramienta para el apoyo en la toma de decisiones es necesario identificar quienes son los actores que inciden en su conceptualización, enfoque y aplicación.

En el proceso de planificación del uso de la tierra deben responder a los siguientes interrogantes:

<p style="text-align: center;">¿Qué decisión debo tomar? ¿Cuál es la mejor opción? ¿Quiénes son afectados por la decisión?.</p>
--

En este sentido se distinguen los siguientes actores:

? Los usuarios: Se refiere a los tomadores de decisión cuyas actuaciones serán apoyadas con la herramienta. Generalmente ellos son quienes han solicitado la herramienta, es decir son los clientes. Estos son: Planificadores, gobernantes, asistentes técnicos, investigadores.

? Evaluador y el especialista en usos y recursos de la tierra: Pueden ser representados por un equipo de trabajo. Este incluye:

- a.) Quien desarrollara la herramienta y cuenta con los conocimientos suficientes para ser el intermediario entre los especialistas y los usuarios. Debe conocer sobre técnicas de computación y SIG.
- b.) Los especialistas en usos y recursos de la tierra proveen la información necesaria en cuanto a alternativas de uso de la tierra en base a la oferta ambiental y los requerimientos de los sistemas de producción. Estos pueden ser: Investigadores en agronomía, suelos, biólogos, ecólogos, otros. Ellos se podrán apoyar en el conocimiento de los extensionistas, asistentes técnicos, productores, etc que han

evidenciado la respuesta de algunas alternativas de uso frente a las condiciones biofísicas de su territorio.

? Stakeholders o beneficiarios: Se refiere a las personas que se verán afectadas por la planificación de acciones basada en las alternativas de uso de la tierra propuestas a partir de la utilización de la herramienta. Se refiere principalmente a la población rural del área de intervención.

3.5.2. Determinar el objetivo de la herramienta

Se fijan de acuerdo con los objetivos de quienes tienen que tomar decisiones. El propósito de la herramienta es:

Propender por el uso apropiado de la tierra en los Llanos Orientales de Colombia (Puerto López, Meta) mediante la estructuración de un procedimiento de decisión, que conduzca a determinar un uso coherente, eficiente y sostenible de la tierra, con el fin de evitar la degradación y aumentar la productividad.

? Para que este planteamiento se convierta en una realidad, para cada condición de clima, suelo, paisaje, pendiente de terreno y condición textural, se presentan en este documento las alternativas de uso de la tierra a través de sistemas de producción de cultivos, rotaciones y prácticas de mejoramiento de suelos o conservacionistas que más se adecuen a las condiciones edafoclimáticas imperantes en el municipio de Puerto López (Departamento del Meta, Colombia).

3.5.3. Determinación de Alternativas de Uso de la Tierra.

Se refiere a la identificación de los **Tipos de uso de la tierra** que más se adecuan a la oferta ambiental, en términos de capacidad productiva y de necesidades alimentarias o económicas de la región, las cuales son muy útiles para los tomadores de decisiones y para los productores.

DEFINICION:

Tipo de uso de la Tierra: Cualquier forma de uso del suelo por el hombre para satisfacer sus necesidades primarias o industriales.

? Los suelos de los Llanos Orientales presentan muchas limitaciones edafológicas y son muy pocos los tipos de uso de la tierra que les son apropiados. Sin embargo, por medio de modificaciones a las propiedades del suelo que sean susceptibles a cambios, junto con especificaciones técnicas requeridas, es posible llegar a desarrollar en ellos una capa arable, por medio de la cual se puede ampliar el espectro de posibilidades de uso de la tierra. Para esto se requiere incrementar la profundidad del suelo para el desarrollo de raíces, mediante el aflojamiento del suelo con arado de cínceles rígido, la aplicación de cal y de fertilizantes, y de la siembra de pastos de raíces abundantes y profundas, capaces de modificar positivamente la condición inapropiada del suelo.

En la tabla 1 se muestran trece alternativas de uso de la tierra para la Altillanura Colombiana, todas basadas en la posibilidad real de ser utilizadas con miras en productividad y sostenibilidad y conservación de los recursos naturales.

Tabla 1. Alternativas de Uso de la Tierra propuestos para la Altillanura de los Llanos Orientales de Colombia.

1	Pasturas Establecidas o Renovadas Técnicamente PET (renovadas cada/n años)
2	Agropastoril Simultaneo AG-P-Sim (1 s x años)
3	Agropastoril Rotacional AG-P-Rot (n años de cultivo anual x n años de pastos)
4	Agrosilvopastoril (AG-SV-P) o Silvopastoril (SV-P)
5	Agroforestal con Cultivos Perennes o Multiestrata ME (cp/som/mad)
6	Agroforestal con Cultivos Anuales AG-F-An (ca/arb)
7	Huertos Caseros Mixtos (HCM)
8	Permanentes con Cobertura (CP+C)
9	Cercas Vivas y Cortinas Rompevientos (CVRV)
10	Forestal F (conservación o comercial)
11	Cultivos Intercalados Anuales CIA (ce/lg)
12	Agrícola Constructivo AG-Const
13	Bosque Tropical Nativo

3.5.4. Determinación de la Demanda Biofísica

Se definen los **requerimientos** de los sistemas de producción en relación con la oferta ambiental del sitio geográfico de ubicación de la tierra.

DEFINICION:

Requerimiento de uso de la tierra: Son las condiciones de la misma, necesarias o deseables para la práctica exitosa y sostenida de un tipo dado de utilización.

? Considerando las limitaciones descritas en los Llanos Orientales para el establecimiento exitoso de los sistemas de producción, se escogieron la textura, el volumen del suelo disponible para el crecimiento de las raíces y las condiciones de terreno favorables para la mecanización, como los requerimientos fundamentales en el establecimiento de los cultivos, pastos y sistemas agroforestales siempre y cuando, se cumpla con algunas condiciones de manejo.

3.5.5. Determinación de la Oferta Biofísica

Se definen las **calidades y limitaciones de la tierra** en relación con los requerimientos de los sistemas de producción.

DEFINICION:

Cualidad de la Tierra: Es la suma de atributos del suelo que actúan en forma específica en la aptitud de la tierra para un tipo específico de uso.

? En el caso de la Altillanura, las facilidades para "enraizamiento" y para la "mecanización" reflejan las limitaciones de sus tierras para el establecimiento de las alternativas de uso que le proponen.

3.5.6. Características de la Tierra

Se refiere a las **características del suelo** que se utilizarán para evaluar la calidad de la tierra y compararla con los requerimientos de los cultivos usados en los sistemas de producción. Para este fin, deben seleccionarse características tales que en el caso de que no exista información disponible, sean fáciles de obtener por los usuarios de la herramienta.

DEFINICION:

Características de la Tierra: es una propiedad del suelo que puede ser medida o estimada y que puede emplearse para evaluar la aptitud de la tierra, puede servir además, para direccionar una ruta dada dentro de la estructura del árbol de toma de decisiones.

? Las características de la tierra que fueron seleccionadas para la Altillanura fueron: la clase textural, la profundidad efectiva y la pendiente del terreno. Esta información se obtiene de levantamientos edafológicos en campo y de los estudios de suelos existentes. Estas permiten comparar la oferta con la demanda (Tabla 2).

Tabla 2. Requerimientos, Calidades y Características de la tierra seleccionadas para proponer las alternativas de uso de la tierra en los Llanos Orientales.

Requerimiento	Calidad	Característica
Grupo Textural	Enraizamiento	Clase textural
Volumen para crecimiento radicular		Profundidad efectiva
Condiciones de terreno para la mecanización	Mecanización	Pendiente (%)

3.5.7. Unidad Espacial de Decisión (Para "Árboles 1:100" (ver sección 1.4.3))

Las unidades de decisión representan las **unidades de tierra** las cuales son delimitadas en el espacio por sus características. Estas unidades de decisión se definen en función de la información y cartografía disponible y las necesidades del usuario. Cada unidad de tierra corresponde a un polígono en el Sistema de Información Geográfica (SIG). Cada polígono esta ligado a una

base de datos que contiene la información sobre las características seleccionadas. De esta manera, es posible espacializar las alternativas propuestas o en otras palabras, se espacializa y localiza la decisión que se toma con la herramienta.

DEFINICION:

Unidad de la Tierra: término que designa a un área que se ha seleccionado por su homogeneidad. Es el área de aplicación de las decisiones.

? Para el caso de la Altillanura, las unidades de tierra correspondieron a las unidades de suelo descritas en el mapa a escala 1:100.000 (IGAC 2000), las cuales se manejan como polígonos dentro del SIG.

! Antes de tomar una decisión sobre las delimitaciones de un área, hay que descartar las que por sus condiciones físicas y/o socio culturales no son viables para la implementación de los tipos de uso de la tierra. Para esto es importante tener en cuenta los criterios y mandatos del ordenamiento territorial de la región.

? Para el caso del área en estudio, se han descartado las áreas de bosques de galería por su importancia al comportarse como refugios de la fauna silvestre, porque albergan alta biodiversidad y protegen a los cauces de agua a los que están asociados (Quintero 2001).
En la cartografía de suelos estas formaciones arbóreas corresponden a la unidad Al axy. (IGAC 2000).

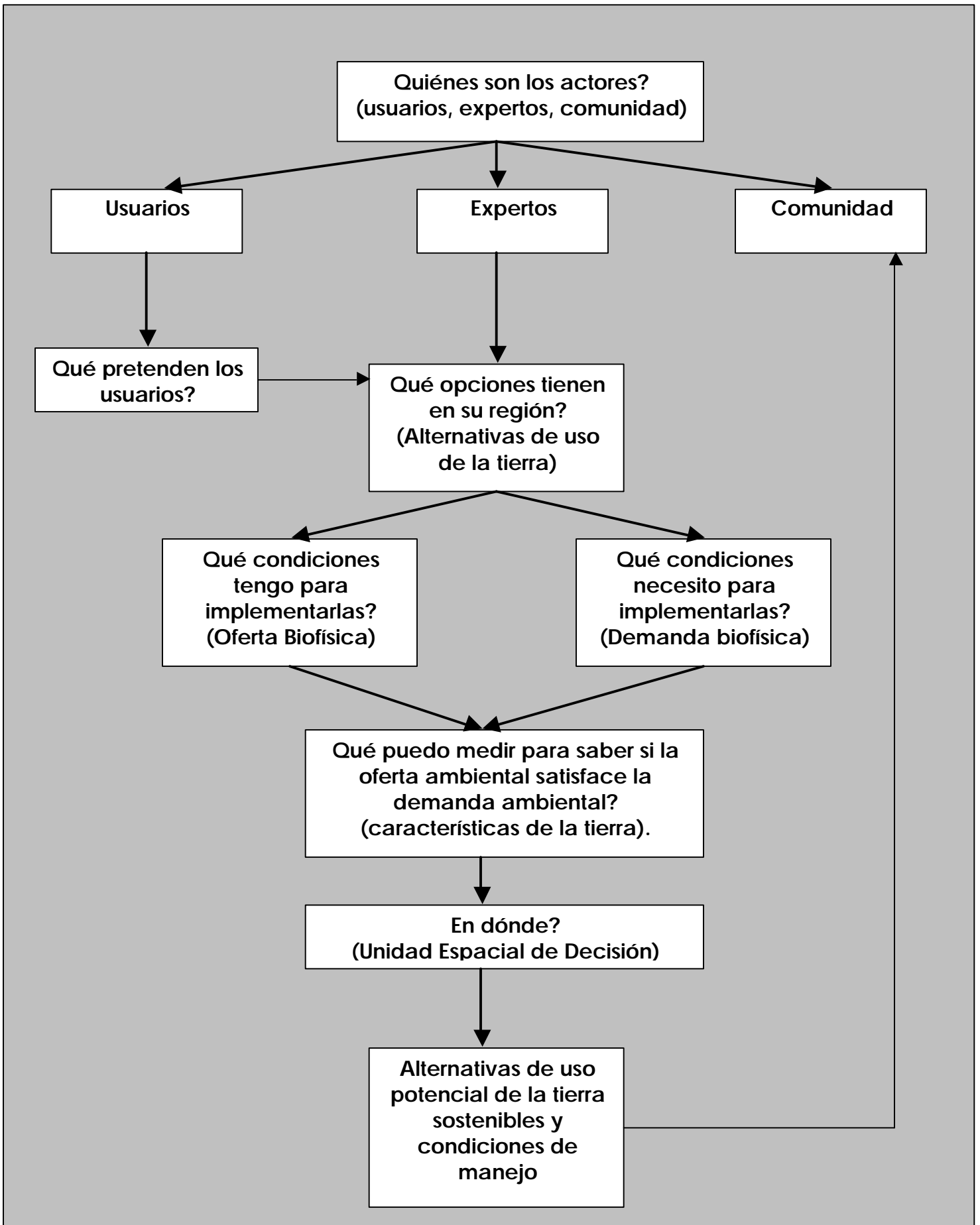


Figura 2. Conceptualización de la herramienta como apoyo en la toma de decisiones.

4. APLICACION DE LA HERRAMIENTA PROPUESTA

4.1. REQUERIMIENTOS DE HARDWARE Y SOFTWARE

4.1.1. Requerimientos de Hardware

- ☞ CPU 486 DS, 66 MHz o mejor
- ☞ Memoria RAM: 24 MB / 64 MB
- ☞ CD-ROM Drive
- ☞ Monitor: Configuración del despliegue de pantalla con 32 bit color. 1024 x 768 pixeles.
- ☞ Espacio libre en el disco duro: 171 MB

4.1.2. Requerimientos de Software

- ☞ Microsoft Office 2000/Office 97
Nota: La aplicación "Árboles de Decisión" en Acces puede ser leída en Windows 98 siempre y cuando haya sido antes convertida a esta versión. La aplicación personalizada del SIG Map Maker Popular. Sin embargo, si desea utilizar Map Maker Popular para editar es mejor utilizar este software con Windows 98.
- ☞ Map Maker Popular: Este Sistema de Información Geográfica será instalado por el CD de la herramienta "Árboles de Decisión". Sin embargo, también podrá ser adquirido desde <ftp://ftp.ciat.cgiar.org>

4.2. APLICABILIDAD DE LA HERRAMIENTA DE ÁRBOLES DE DECISIÓN

Se han construido dos aplicaciones de la herramienta según el alcance de la decisión.

“**Arboles 1:1**”: Apoya la toma de decisiones para un punto cualquiera en el espacio de la Altillanura, es necesario levantar en campo la información correspondiente a textura, porcentaje de pendiente y profundidad efectiva.

“**Arboles 1:100**”: El área de decisión corresponde a la unidad de suelo cartografiada a escala 1:100.000. El usuario no tiene necesidad de levantar la información en campo, ya que la interpretación que la herramienta hace es basada en la información temática correspondiente al mapa de suelos (IGAC 2000) proveniente del levantamiento de suelos.

La interpretación final la hace teniendo en cuenta los porcentajes correspondientes a la representatividad de cada perfil en su respectiva unidad de suelo. Las diferentes alternativas de uso de la tierra son espacializadas en cada unidad de suelo en el SIG Map Maker Popular (Capítulo 4) según su porcentaje de aplicación.

! La interpretación en “Arboles 1:100” se hace para todo el Municipio de Puerto López, es decir para la Altillanura Plana, Ondulada y Disectada. Sin embargo, las interpretaciones de las dos últimas solo son una aproximación y la implementación de las alternativas de uso está sujeta a experimentos científicos previos. Por el contrario, las alternativas propuestas para la **Altillanura Plana** ya han sido corroboradas en campo.

4.3. ASPECTOS GENERALES

"Arboles de Decisión" almacena la información de textura, pendiente y profundidad efectiva de cada unidad de tierra (unidad de suelo) en una base de datos en *Microsoft Acces*. Esta información es interpretada a partir de las reglas lógicas que estructuran el árbol de decisión construido. Estas reglas han sido escritas como condicionales en lenguaje Visual Basic y permiten que la herramienta determine las alternativas de uso de la tierra más apropiadas según las características de la tierra mencionadas.

Cada Unidad de Suelo tiene un símbolo el cual se relaciona con las alternativas de uso de la tierra. Por medio de este símbolo se localizan y espacializan estos usos en el SIG SPRING¹ y se ha desarrollado una aplicación en Map Maker Popular² para facilitar su visualización a usuarios que no son expertos en SIG (Capítulo 6).


4.4. ACCESO A LA HERRAMIENTA

Usted encontrará un archivo llamado arboles11.mdb (correspondiente a "Arboles 1:1) o arboles1100.mdb (correspondiente a "Arboles 1:100"). Cada una de estas herramientas estará disponible en Microsoft Access 97 y 2000.

¹ [SPRING - INPE](#)

² Map Maker Popular ha sido desarrollado bajo el auspicio de UICN, CIAT y el Programa Frontera Agrícola. Es un programa de **distribución gratuita** para organizaciónes sin fines de lucro. El Copyright de este programa pertenece a Mapmaker Ltd. Para escribir ley obtener mayor información: eric@mapmaker.com, o a la dirección postal: Map Maker Ltd, 64 Tenison Road, Cambridge, CB1 2DW, Reino Unido. Para bajar el programa de Internet, ir a <ftp://gis.ciat.cgiar.org/>

4.5. FUNCIONAMIENTO DE LA APLICACIÓN

Una vez la herramienta se ejecute, aparecerá una ventana de acceso (figura 3), donde usted deberá digitar un "Login" y un "Password" (contraseña) que le será a usted proporcionado, una vez reciba esta herramienta. Luego usted tendrá que oprimir el botón .

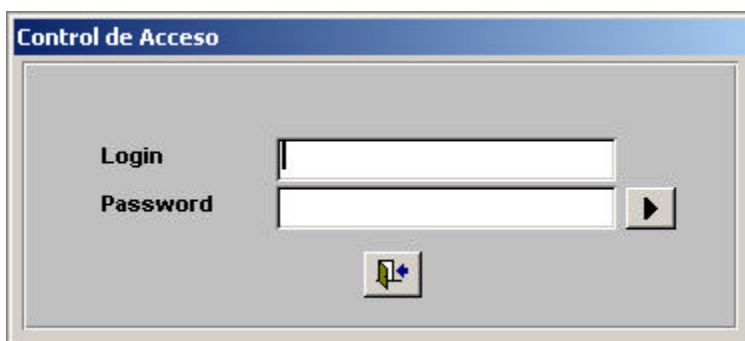


Figura 3. Ventana de acceso a la herramienta "Arboles de Decisión".

Luego de acceder a la herramienta, se desplegará una ventana de iniciación a la herramienta. Para "Arboles1:1" usted tiene la opción de escoger el paisaje sobre el cual realizará su consulta. Una vez haya escogido el paisaje oprima el botón "Aceptar" (Figura 4).



Figura 4. Ventana de Iniciación Aplicación "Arboles 1:1".

! En esta versión solo se ha estructurado un árbol de decisión para el paisaje de altillanura plana, debido a la información disponible al nivel de detalle requerido para realizar consultas a escala 1:1, es decir, a nivel de finca.

En "Arboles 1:100" no se requiere escoger el paisaje . En la ventana de iniciación oprima el botón "Inicio" (Figura 5).

! No se requiere escoger el paisaje debido a que el árbol de decisión utiliza la información del levantamiento de suelos realizada a la escala 1:100.000 siendo la unidad de suelo la unidad de decisión. Así, intrínsecamente va discriminando entre los diferentes paisajes. Las características de la tierra están descritas en rangos amplios permitiendo solo hacer una aproximación al % de aplicabilidad de una alternativa de uso de la tierra en las unidades de suelo, a nivel municipal. En este sentido, las decisiones que se van tomando en el árbol de decisión están acordes con estos rangos

En consecuencia , esta herramienta tiene una aplicación más general en el ámbito de la planificación regional, mientras que Arboles 1:1 tiene una aplicación en la toma de decisiones del productor.



Figura 5. Ventana de Iniciación "Arboles 1:100".

La siguiente ventana que aparecerá en la pantalla de su computador le permitirá hacer la consulta sobre las alternativas de uso de la tierra más

apropiadas dentro del marco de mejoramiento gradual del suelo, teniendo en cuenta las tres características del suelo ya mencionadas (textura, pendiente y profundidad efectiva).

Para “Arboles 1:1” el usuario deberá escoger estas características a partir de un menú de opciones para el caso de la textura y la profundidad efectiva. Para la pendiente simplemente tendrá que digitar el valor correspondiente al porcentaje de inclinación (Figura 6).

! Estas características corresponden al terreno donde el usuario pretende implementar los sistemas de producción.

Una vez esta información ya haya sido seleccionada, se oprime el botón “**Consultar**” e inmediatamente en “**Uso Potencial**” aparecerá el código de las alternativas de Uso de la Tierra que se proponen bajo tales condiciones del suelo y de la topografía.



Figura 6. Ventana de Consulta de Usos Potenciales por Características de la Tierra. “Arboles 1:1”.


Para “Arboles 1:100” el usuario deberá seleccionar el símbolo de la unidad de suelo de interés e inmediatamente aparecerá la información correspondiente a las características del suelo, su pendiente y uso potencial (Figura 7). Para seleccionar la unidad de suelo de interés usted podrá consultar el mapa de suelos oprimiendo el botón “**Mapas**” (ver Capítulo 6).

!La aplicación “Arboles 1:100” es también útil cuando no es posible levantar la información correspondiente a tales características en campo. En este caso será necesario consultar la cartografía de suelos disponible la cual se podrá acceder desde la aplicación en el SIG MapMaker Popular “Arboles: Alternativas de Uso de la Tierra para los Llanos Orientales”. (Capítulo 6). Desde esta aplicación el usuario podrá ubicar geográficamente su área de interés y conocer el símbolo correspondiente a la(s) unidad(es) de suelo.

!Debido a que la descripción de una Unidad de Suelo está basada en el número de perfiles que se encuentren en esta, los usos potenciales arrojados corresponden a cada perfil.



Figura 7. Ventana de Consulta de Usos Potenciales por Características de la Tierra. “Arboles 1:100”.

Dentro de esta misma ventana (en “Arboles 1:100”) usted encontrará dos botones “Anterior Perfil” y “Siguiete Perfil”  para ir hacia atrás y hacia adelante, y poder consultar los diferentes perfiles que se puedan encontrar dentro de la Unidad de Suelo seleccionada.

!Cada vez que consulta un perfil la interpretación de usos potenciales puede variar debido a que en cada uno de estos puede presentar textura, profundidad efectiva y % pendiente diferentes.

Para obtener una interpretación para toda la unidad de suelo oprima el botón "**Interpretación Unidad de Suelo**" y se desplegará una ventana donde se listan los usos potenciales y su porcentaje de aplicación en tal unidad (Figura 8).

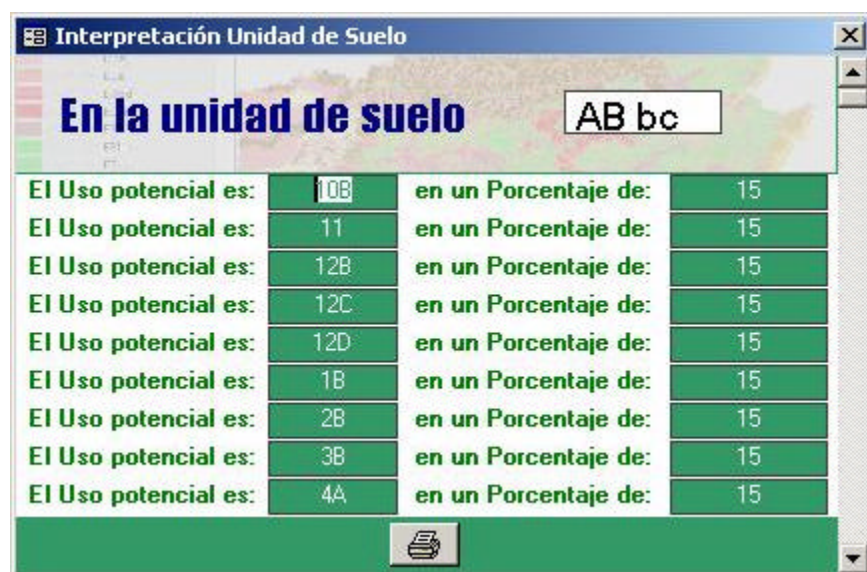


Figura 8. Ventana Interpretación por Unidad de Suelo de los Usos Potenciales "Arboles 1:100".

! El porcentaje de aplicación de un uso potencial se calcula en base al porcentaje que ocupa cada perfil dentro de la unidad de suelo.

También encontrará el botón "**Reporte**" el cual al oprimir le desplegará la tabla en base a la cual se hace la interpretación por unidad de suelo (Figura 9).

Sistema de Producción : Crosstab Query					
	Simbolo	Uso	Total Porcenta	32	33
▶	AG dc2	10A	90	50	40
	AG dc2	1B	40		40
	AG dc2	1C	50	50	
	AG dc2	2B	40		40
	AG dc2	2C	50	50	
	AG dc2	4A	40		40
	AG dc2	4B	40		40
	AG dc2	9	40		40

Figura 9. Ventana de Reporte: Detalle de Interpretación de Usos Potenciales por perfiles en cada Unidad de Suelo.

! En la tabla “Reporte”, se encuentra la información correspondiente (columnas) a la Unidad de Suelo seleccionada: **Simbolo** (símbolo de la unidad de suelo), **Uso** (código del uso potencial), **Porcentaje Total** (porcentaje de aplicación del uso en la unidad), y al número identificador (ID) del perfil (porcentaje de representatividad de cada perfil dentro de la Unidad de Suelo). Observe que para cada **Uso** (filas) solo encontrará el porcentaje de representatividad de cada perfil donde este es viable y la suma de estos porcentajes corresponde al Porcentaje Total.

! Es posible que para algunos perfiles el Uso potencial sea *Indefinido*. Esto se debe a que la información de ese perfil del suelo no se ajusta a ninguna de las reglas lógicas establecidas. En este caso es necesario focalizar las nuevas investigaciones de suelos de sabana bajo tales circunstancias para realizar recomendaciones sobre el Uso de la Tierra.

En el caso que el Uso Potencial sea “*No Uso*” se refiere a que las características de la Tierra no son aptas para ningún sistema productivo desde el punto de vista de mejoramiento gradual de los suelos y sostenibilidad a largo plazo de esos sistemas y/o por conservación de los recursos naturales (bosques de galería, recurso hídrico, etc).

Para “**Arboles 1:1**” y “**Arboles 1:100**”, una vez se conocen los códigos de los Usos Potenciales, oprima el botón “**Ver Información**” para observar la descripción de estas alternativas.

Inmediatamente usted visualizará en su pantalla la ventana “**Sistemas de Producción**” (Figura 10).

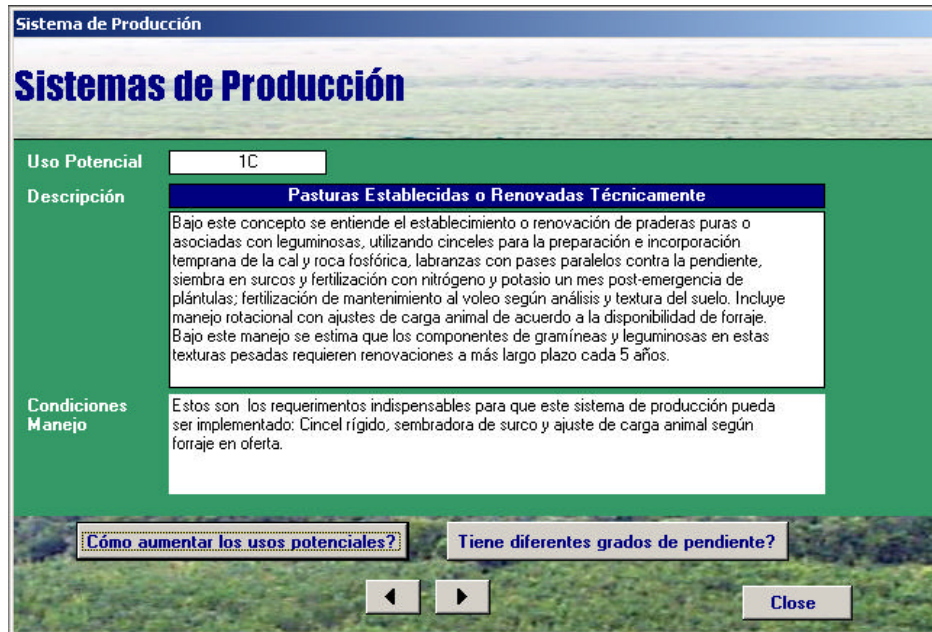





Figura 10. Ventana de Descripción de Sistemas de Producción.

En esta ventana usted encontrará una descripción de cada uno de los **sistemas de producción** potenciales que la herramienta propone bajo las características de textura, profundidad efectiva y pendiente que tiene su punto (escala 1:1) o unidad de suelo (escala 1:100.000). Con los botones   usted podrá ir hacia adelante o hacia atrás para conocer cada uno de estas alternativas.

En esta misma ventana, visualizará en la parte inferior dos botones adicionales correspondientes a dos preguntas: “**Cómo aumentar los usos potenciales?**” y “**Tiene diferentes grados de pendiente?**”. Al oprimir cada uno de estos botones se desplegarán unas ventanas que sugerirán condiciones de manejo que responden a estas preguntas.

! La posibilidad de aumentar los usos potenciales solamente aparecerá en los casos que el punto o perfil tiene un número reducido de usos potenciales. Considerando que hay suelos con texturas y pendientes apropiadas para el establecimiento de sistemas de producción pero con profundidad efectiva reducida, es posible que mejorando el suelo mediante la formación de una **capa arable** sea viable aumentar los usos potenciales en estos lugares. Solo para estos casos este botón aparecerá.

Después de consultar los sistemas de producción sugeridos, usted podrá devolverse a la **ventana de consulta** con el botón 

En esta ventana (Figura 7) usted encontrará un botón en la parte inferior llamado “**Mapas**” que le permitirá visualizar en el SIG MapMaker Popular la espacialización de cada uno de los usos descritos, en el municipio de Puerto López, Meta. (Capítulo 4)

Usted tiene la opción de imprimir las características de la unidad de suelo seleccionada y visualizadas en la ventana de consulta (figura 7), la interpretación de los usos potenciales para la misma unidad (figura 8) y la descripción de los sistemas de producción (figura 10), oprimiendo el botón



en cada una de estas ventanas.

5. INFORMACIÓN REQUERIDA

Para utilizar la herramienta "**Arboles 1:1**", es necesario conocer la textura, profundidad efectiva y pendiente del lugar donde se pretende implementar algún sistema de producción. A continuación, se encuentra una breve descripción del significado de cada una de estas características del suelo y se sugiere como determinarlas en campo de una manera sencilla.

5.1. TEXTURA

La textura del suelo se refiere a la distribución de las partículas minerales de arena, limo y arcilla en el suelo. La textura es uno de los atributos más estables del suelo pudiendo solo ser modificada ligeramente por cultivación y otras prácticas que causan la mezcla de las diferentes capas del suelo (USDA 1999).

La facilidad de un suelo para cultivar y manejar esta dada por la *textura*. En este árbol de decisión cada clase textural (arcillosa, limosa, franca, etc) esta relacionada con el hecho de que esta sea *liviana, media o pesada*.

Los suelos con bastantes partículas gruesas son más fáciles de labrar y se relacionan como suelos *livianos*. Estos suelos usualmente drenan bien y no se adhieren. Por el contrario, los suelos arcillosos, no drenan bien, se adhieren y son plásticos en húmedo y al secarse se endurecen mucho. Estos suelos se conocen como *pesados* (WILD 1992).

Debido a que la textura es prácticamente un atributo inmodificable, el árbol de decisión para determinar alternativas de uso de la tierra en los llanos orientales de Colombia, dentro del marco de mejoramiento gradual del suelo, comienza con la determinación de la textura y según esta se determinan los posibles usos teniendo en cuenta la pendiente (que determina practicas de manejo y arreglos productivos) y la profundidad del horizonte superficial (se puede modificar con manejo formando capa arable).

La textura es una característica importante porque influencia la fertilidad y ayuda a determinar la velocidad de consumo de agua, el almacenaje de agua en el suelo, la laboralidad y la amplitud de aireación. Por ejemplo suelos arcillosos retienen más agua y nutrientes que suelos arenosos (USDA 1999).

5.1.1. Cómo determinar la textura?

Para determinar la textura del horizonte superficial o "capa de enraizamiento del suelo" de una manera rápida puede utilizar el procedimiento textural por tacto (figura 11). Con este procedimiento usted podrá determinar la clase

textural con la cuál la herramienta "Árboles" le indicará si es *liviana, media o pesada* .

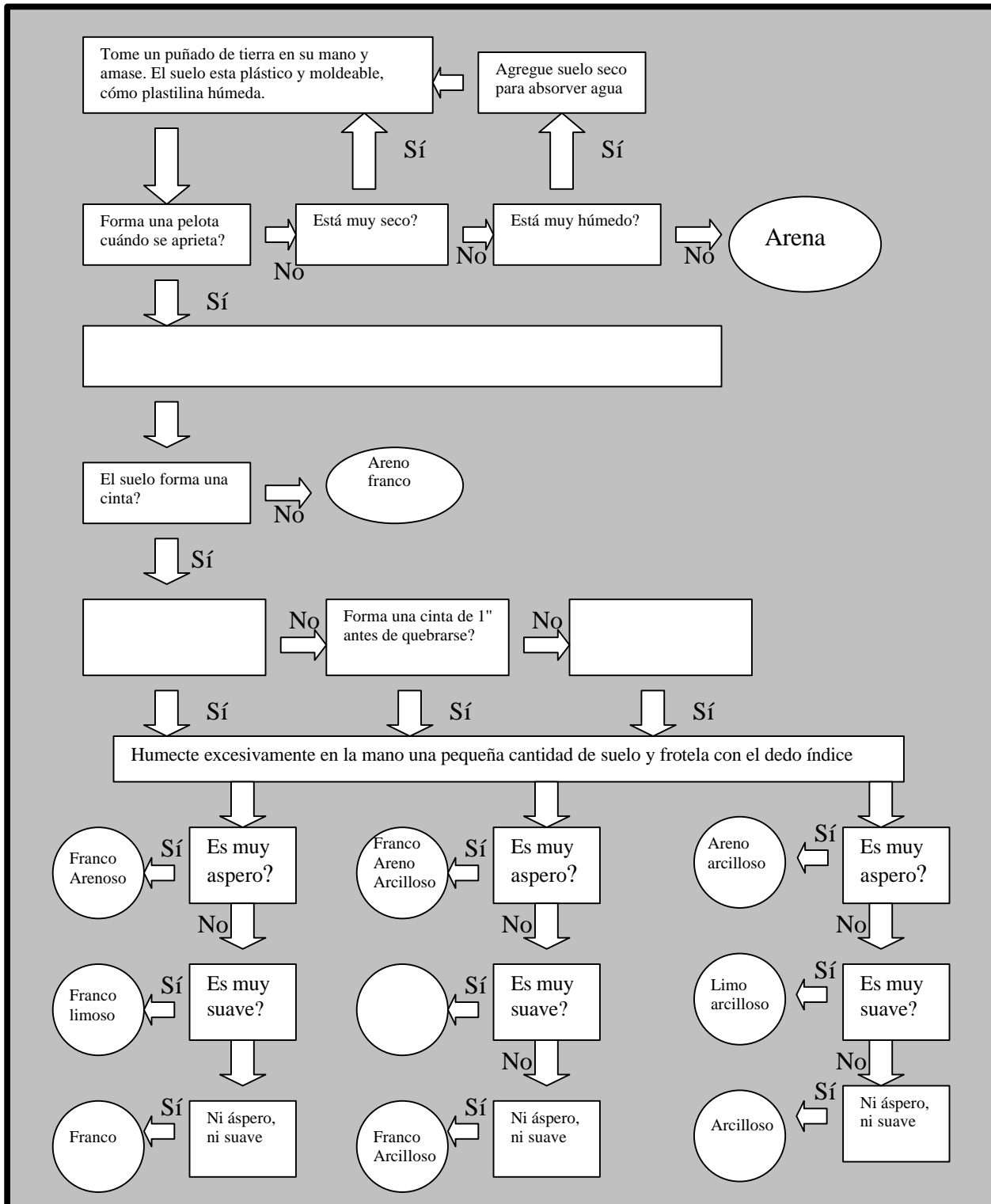


Figura 11. Determinación de textura al tacto.

5.2. PENDIENTE DEL TERRENO

La pendiente en un terreno indica su ángulo en relación con la horizontalidad. Su medición se hace con facilidad utilizando un clinómetro y se expresa habitualmente en porcentaje (%), o sea la relación de la distancia vertical por cada 100 metros de distancia horizontal.

Es un parámetro clave en la determinación del uso potencial debido a su impacto directo sobre la tasa de erosión por escurrimiento de agua y los riesgos de deslizamientos. Así, con el aumento de la pendiente, se incrementa la necesidad de plantar árboles. De esta manera se puede proteger con eficacia los terrenos y asegurar un ingreso constante y permanente, al contrario de los cultivos limpios que aprovechan durante un corto tiempo el suelo para dejarlo inutilizable o ausente.

5.3. PROFUNDIDAD DEL HORIZONTE SUPERFICIAL/PROFUNDIDAD EFECTIVA

Se refiere a la profundidad que pueden alcanzar las raíces sin encontrar impedimentos físicos o químicos. Indica el potencial del suelo para la producción de cultivos, es decir, es un parámetro clave para determinar el tipo de uso potencial del suelo.

La profundidad del horizonte superior es importante para el almacenamiento del agua y la provisión de nutrientes para el crecimiento de las plantas. Generalmente, la remoción del horizonte superficial determina pérdida de fertilidad, la capacidad de retención de agua, de contenido de carbono orgánico y de productividad. Mediciones de la profundidad del horizonte superficial a lo largo del tiempo brindan una buena estimación de la pérdida de suelo (erosión) (USDA 1999).

5.3.1. Cómo medirla?

Para determinar la profundidad directamente en campo, se recomienda abrir una cajuela de 40 x 40 x 40 cm y mida la profundidad del horizonte superficial. El horizonte superficial se distingue usualmente por un color más oscuro que el material ubicado en las capas más profundas (USDA 1999).

Interpretar las formas del relieve también pueden ayudar a determinar este parámetro, como por ejemplo la identificación de presencia de roca visible.

5.3.2. Cómo aumentar la profundidad del horizonte superficial del suelo?

La **capa arable** es aquella capa superficial de suelo planificada y obtenida por el hombre con el fin de obtener un suelo que no presente limitantes físicas, químicas ni biológicas para el desarrollo normal de las raíces de los cultivos y que sea estable a través del tiempo.

La profundidad de ésta puede variar entre 0-15 cm para pastos, 0-25 cm para cereales y leguminosas y 0-40 cm para cultivos permanentes. Si en el Llano no se maneja el concepto de desarrollo de una capa arable los suelos se seguirán degradando y se harán cada vez más improductivos.

Mediante la combinación de una labranza que tienda a corregir los limitantes físicos del suelo, de un buen uso y manejo de enmiendas y de fertilizantes que corrijan la condición química hasta la profundidad deseada y del uso de prácticas de manejo de abonos orgánicos, abonos verdes y residuos vegetales que propicien la formación de bioestructura es posible formar una capa arable y sobre ella una agricultura sostenible.



Figura 12. Construcción de Capa Arable.

6. APLICACION SIG: ALTERNATIVAS DE USO DE LA TIERRA PARA LOS LLANOS ORIENTALES DE COLOMBIA.

6.1. ACCESO A LA HERRAMIENTA:

Una vez usted oprime el botón “**Mapas**” en la ventana de Consulta (Figura 7, Sección 4.6), se ejecutará en su pantalla la aplicación (Figura 13).



Figura 13. Pantalla de iniciación aplicación en MapMaker Popular.

6.2. FUNCIONAMIENTO DE LA APLICACION

En la ventana inicial de presentación (Figura 13) usted encontrará en la parte inferior algunas opciones propias del SIG MapMaker Popular (Figura 14). Estas opciones le permitirán mover los mapas que despliegue hacia la derecha, izquierda, arriba y abajo; acercar y alejar; desplazarlo manualmente sobre la pantalla y hacer un *zoom* sobre un punto específico.

En la parte inferior izquierda usted encontrará información sobre la escala a la que usted esta visualizando el mapa y sobre las coordenadas planas reales de cualquier punto.

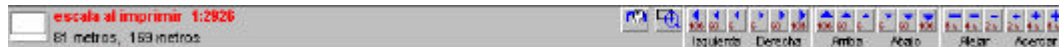


Figura 14. Algunas Opciones del SIG MapMaker utilizables en esta aplicación.

En la parte superior de la misma ventana usted encontrará un menú de opciones (Figura 15). En la opción “**Archivo**” usted tendrá la opción de **Salir** de la aplicación. En la opción “**Alternativas de uso**” usted podrá seleccionar el uso de la tierra que desee consultar (Figura 15). Cada uno de estos usos tiene asignado el mismo nombre y código con el que se encuentran en la herramienta de *Microsoft Acces*.

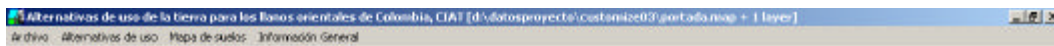


Figura 15. Barra de menú inicial de la aplicación en SIG.

Una vez usted selecciona un uso, se desplegará sobre su pantalla el mapa de % de aplicación del sistema para el municipio de Puerto López, Meta. (Figura 16).

? En el mapa se visualizan los diferentes porcentajes de aplicación que están dados según el porcentaje que ocupa cada perfil en una unidad de suelo. Recuerde que la interpretación realizada en la herramienta en *Microsoft Acces* se hace inicialmente para cada perfil y luego para toda la unidad de suelo según estos porcentajes.



Figura 16. Opción de consulta de las diferentes alternativas de uso de la tierra.

En la opción “**Mapa de suelos**” usted podrá visualizar el mapa de suelos de la zona (Puerto López, Meta) con el fin de identificar que unidad de suelo es de su interés para poder realizar la consulta en la versión de *Microsoft Access* “Arboles 1:100” (sección 4.6).

En la opción “**Información General**” usted encontrará un mapa de drenajes y de centros poblados del Municipio de Puerto López (Meta).

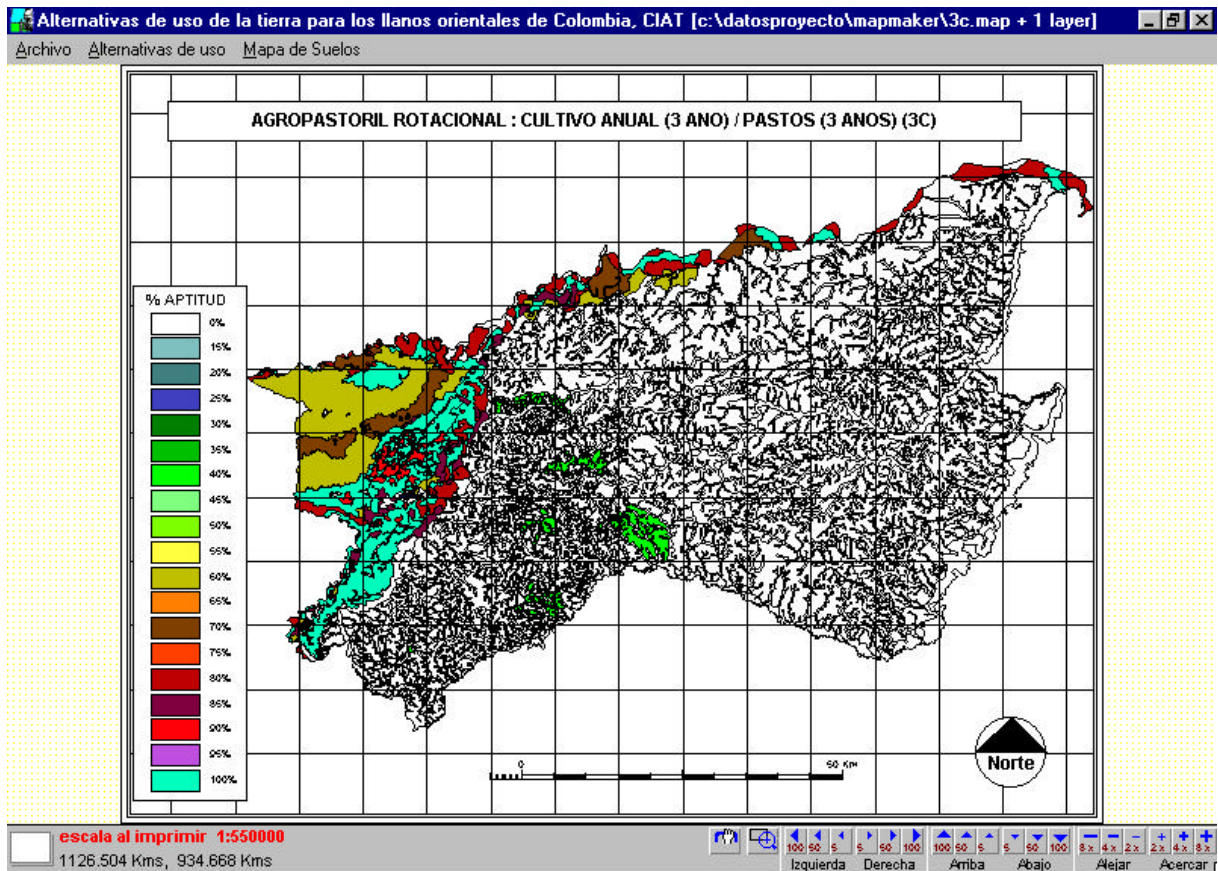


Figura 15. Espacialización de una alternativa de uso de la tierra según su porcentaje de aplicación en cada unidad de suelo.

6.2. CONSULTA DE DATOS

Cuando usted visualice cualquiera de estos mapas, tendrá la opción de consultar la base de datos correspondiente. Para esto usted deberá hacer “**click**” con el *mouse*, sobre la unidad de suelo de interés.

? Esta opción es útil para consultar el símbolo de la unidad de suelo, el cual usted requerirá para utilizar la herramienta “**Árboles 1:100**” en *Microsoft Acces*, en caso que no sea claro con los colores utilizados en la leyenda del mapa.

!Para realizar esta consulta, usted debe asegurarse que el apuntador del *mouse* en la pantalla sea visualizado en forma de mano y acompañado de la palabra “datos”, lo que significa que la opción de “consultar datos” esta activa. En caso de que no sea visible, oprima el comando “**Ctrl. Q**”.

Inmediatamente usted hace "clic" sobre la unidad de suelo que quiere consultar, se desplegará una ventana en la pantalla llamada "**Objeto seleccionado**" que contiene toda la información con respecto a este polígono (figura 17).

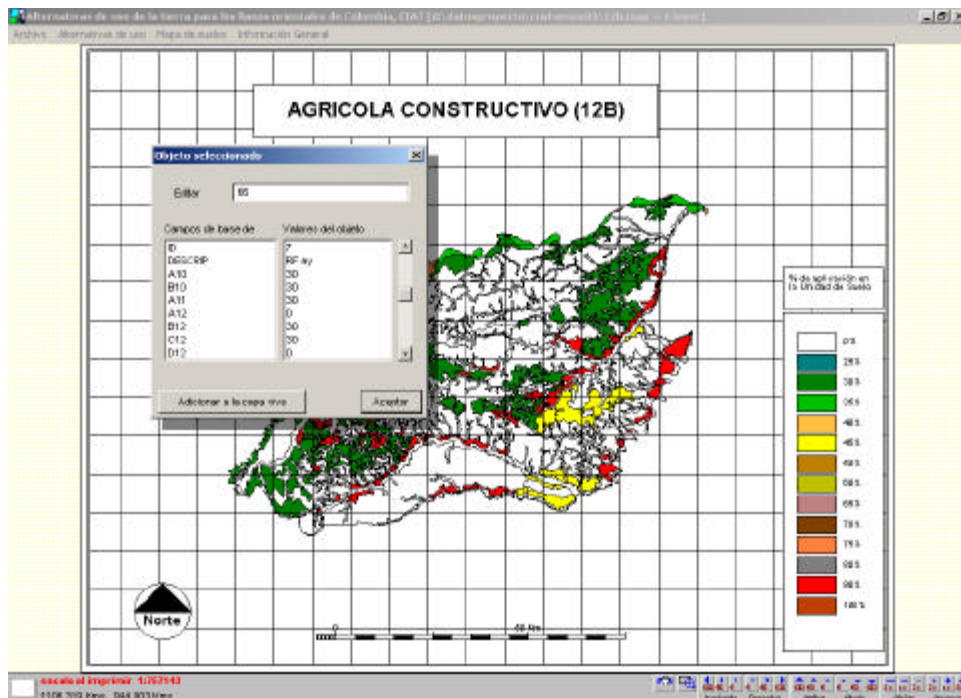


Figura 17. Ventana de consulta de datos para una unidad de suelo o polígono.

En esta ventana usted visualizará el símbolo, y también, los porcentajes de aplicación de todos los sistemas de producción en esa unidad de suelo (figura 18).

Cada sistema de producción esta identificado con el mismo código empleado en la herramienta "Árboles 1:1" y "Árboles 1:100".

! Ejemplo: El uso "Forestal para Conservación" corresponde al código 10A, en la ventana "objeto seleccionado" (figura 18) corresponde a A10.

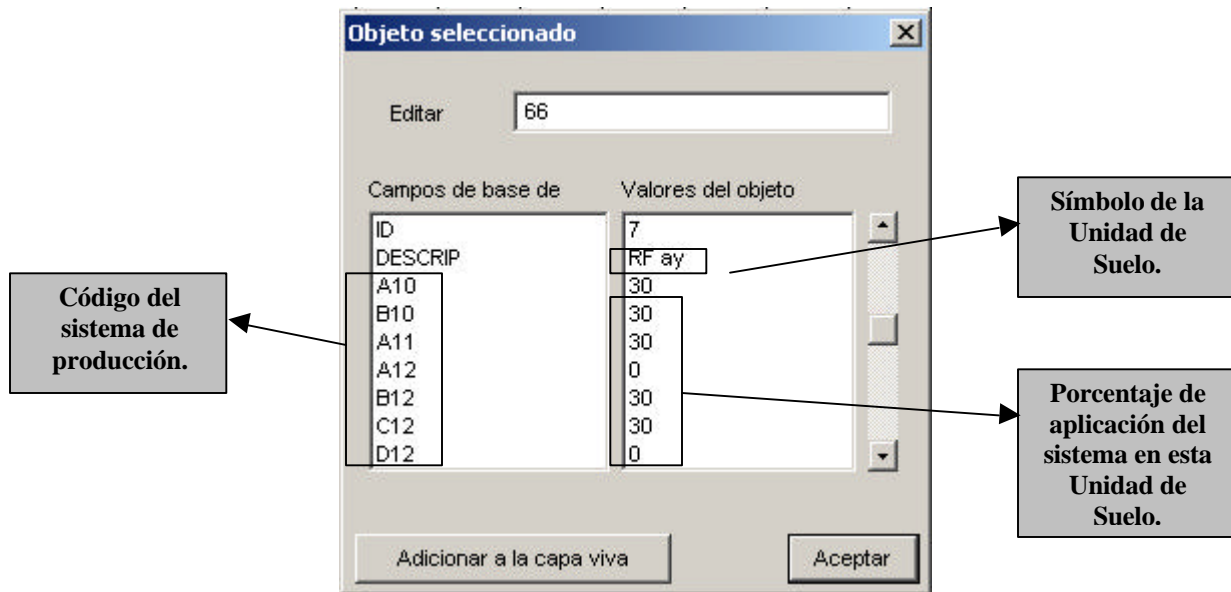


Figura 18. Ventana de consulta de datos para una unidad de suelo.

BIBLIOGRAFÍA

Amézquita, E., 1998a. Hacia la sostenibilidad de los suelos en los Llanos Orientales. IX Congreso Colombiano de la Ciencia del Suelo, Paipa-Boyacá, Octubre 21-24 de 1998. MEMORIAS IX Congreso Colombiano de la Ciencia del Suelo. pp.106-120

Amézquita, E., 1998b. Propiedades Físicas de los suelos de los Llanos Orientales y sus requerimientos de labranza. Taller sobre "Encuentro Nacional de Labranza de conservación". Villavicencio 28-30 de Abril de 1998[publicado en: Memorias "Encuentro Nacional de Labranza de Conservación", Gabriel Romero C., Diego Aristizábal Q. y César A. Jaramillo S. (editores), Villavicencio, Julio de 1998. pp.145-174].

Crossland, M.D., Wynne, B.E. & Perkins, W.C. 1995. Spatial decision support systems: An overview of technology and a test of efficacy. *Decision Support Systems*. 14 : 219-235.

FAO. 1985. Evaluación de tierras con fines forestales. Estudio FAO Montes 48. Roma.

Lal, R., and B.A. Stewart. 1990. Soil degradation. *Adv. in Soil Sci.* vol II. Springer - Verlag, New York INC. USA.

Rossiter, D. 1994. Basic Concepts and Procedures on Land Evaluation. Cornell University course Soil, Crop & Atmospheric Sciences. 'Special Topics in Soil, Crop & Atmospheric Sciences: Land evaluation, with emphasis on computer applications', Spring Semester 1994.