

# La producción maderera en Bolivia

## Función de producción, de costos y de beneficio de una explotación forestal

### *1. Introducción*

La zona del Oriente boliviano ha sido por más de 50 años la proveedora de madera para el mercado nacional, como para el mercado internacional a través de la exportación.

En principio, las empresas explotadoras de madera establecieron caminos o sendas en el bosque oriental para buscar madera. Se trabajaba bajo el modelo de la explotación de bosques vírgenes como eran los de la zona de Guarayos, en el norte del departamento de Santa Cruz. Se dice que las empresas contrataban grupos de personas que se internaban en el bosque en busca de verdaderas manchas de árboles cuya madera fuera apreciada para poder ubicar posibles zonas de explotación.

En aquellos tiempos, se llegaban a ubicar manchas de gran extensión de maderas apreciadas, sobre todo la más buscada era la mara, donde luego de organizar una caravana de camiones, grúas y sobre todo trabajadores con toda la maquinaria necesaria, seguían el camino hacia el monte. Se llegaban a instalar campamentos de hasta seis meses en algunos lugares, cabalmente los meses de la época seca, en los que se aserraba y se sacaba madera en troncos todos los días.

Según relatos de lugareños de estas regiones, muchas de estas manchas tardaron hasta de dos años en terminar de ser aserradas, lo que demuestra la gran riqueza maderera con la que contaban estas regiones.

Las principales zonas de extracción de madera fueron el norte del departamento de Santa Cruz y así también la zona este.

Durante esta primera etapa, la extracción de madera no estuvo regida bajo ninguna ley específica al sector. Esta carencia provocó que tampoco exista un plan de manejo de los bosques naturales con los que contaba la región y que obviamente acompañado del abuso de las empresas madereras que vieron un gran negocio en el sector. Las deficiencias permitieron que las empresas se establezcan y ejerzan un gran poder sobre las zonas donde se concentraba su explotación. Se puede decir que existen algunos legados de estos campamentos, como ser pequeños pueblos que se fueron estableciendo en los mismos y algunos de los cuales se mantienen hasta hoy, a pesar de que la época dorada en la que contaban con corriente eléctrica y hasta un pequeño aeropuerto en algunos haya desaparecido.

Algunas de estas poblaciones subsisten hasta hoy, pero todo lo que fue el esplendor ya desapareció. Este tipo de pueblos son la mayoría de los que se encuentran al borde de la carretera Guarayos – Trinidad o en camino secundarios como ser Guarayos – Yaguarú o Guarayos – Urubichá.

La segunda etapa de la industria maderera ha estado marcado como la época de las concesiones otorgadas por el Gobierno. Una concesión consiste en un permiso que el Gobierno boliviano otorgaba a una empresa o una persona sobre una superficie bastante vasta que se puede medir en los cientos de miles de hectáreas de terreno. Bajo esta permiso, que no otorgaba la posesión del terreno, pero sí un permiso legítimo de realizar la explotación de madera en toda la concesión. Así pues si una empresa maderera consideraba que existía madera dentro de una hacienda o propiedad privada tenía el derecho de entrar en dicha propiedad y realizar el corte de los árboles que bien le convengan sin tener que pagar ningún tributo a los propietarios de dicha hacienda. Era algo equivalente a un permiso todo poderoso que permitía hacer cuanto bien te parezca en una zona dada bajo el pretexto de realizar una explotación.

Si bien es cierto que la primera época fue la de oro para la explotación de madera, esta segunda etapa de las explotaciones forestales en Bolivia, no dejó de ser fructífera para los empresarios.

Las concesiones en un primer momento fueron creadas para intentar diversificar el monopolio de la producción maderera, su implementación no fue la adecuada, ya que debido a que la modalidad era una demanda hacia el Gobierno por las tierras, solo las empresas ya establecidas en el sector y con una fuerte inversión previa fueron capaces de realizar efectivamente una producción. Así pues, muchas concesiones quedaron sin explotar, por falta de inversión adecuada de parte de los adjudicatarios de la concesión. También se dio el caso en el que las empresas se adjudicaron concesiones con afán acaparador para impedir que otras empresas puedan entrar en el mercado.

A mediados del año 1996, el entonces presidente de la República Gonzalo Sánchez de Lozada promulga una nueva Ley Forestal (no. 1700) que junto con otros decretos forma parte de una reforma que tiene como objetivo la conservación y la explotación sostenible de nuestros bosques naturales. Esta nueva ley establece la creación de la Superintendencia Forestal y otros órganos como parte del Sistema de Regulación de los Recursos Naturales Renovables (SIRENARE). La Superintendencia es autónoma en su funcionamiento y tiene en su poder el control de toda la producción de madera del país que se efectúe bajo las concesiones así como el control de toda actividad tercera que pueda poner en riesgo los bosques como ser los chaqueos y los desmontes.

En los siguientes puntos realizaremos una descripción más detallada de la situación actual por lo que por el momento nos limitamos a esta pequeña descripción.

## ***2. Régimen Forestal actual***

Toda actividad forestal en bosques naturales que se realiza en Bolivia se encuentra bajo el régimen de la Ley 1700 del 12 de julio de 1996 y el Decreto Supremo 24453 del 21 de diciembre de 1996 que establece los Reglamentos y Normas de las diferentes instituciones creadas por la Ley.

La Ley Forestal establece la creación de la Superintendencia Forestal como ente regulador, el Fondo Nacional de Desarrollo Forestal como ente financiero y el Ministerio de Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente como ente rector del Régimen Forestal de la Nación.

Las atribuciones del Ministerio son la formulación de estrategias, políticas y normas a nivel nacional. Realiza también la clasificación de tierras y pasa un informe a la Superintendencia para que ésta proceda a la concesión de las mismas o a su protección.

Establece listas de precios de los productos madereros que sirven como base para el cálculo de cobros y patentes que la Superintendencia realiza a los productores.

Así mismo, el Ministerio será quien canaliza todos los recursos externos que vengan a fomentar la investigación, desarrollo y educación en el sector forestal, supervisando al mismo tiempo el manejo y la rehabilitación de cuencas.

El Ministerio tiene entre sus funciones la representatividad del sector ante los diferentes foros que así lo requieren, sea los organizaciones internacionales o los acuerdos acerca de la conservación de la naturaleza como los diferentes órganos de la Nación como ser ministerios con los cuales puede establecer planes de mejoramiento y fomento de la inversión en el sector forestal.

Se da paso también a la creación del Sistema de Regulación de Recursos Naturales Renovables (SIRENARE), que esta regido bajo la Superintendencia General y que agrupa a las Superintendencias Sectoriales. Su objetivo es de regular, supervisar y controlar la utilización sostenible de los recursos de la Nación.

Esto implica la creación inmediata de la Superintendencia Forestal la misma que se concentra en el sector forestal como su nombre lo indica y que tiene como fin la extensión de las resoluciones del SIRENARE a su campo de trabajo.

La Superintendencia Forestal tiene como obligación hacer cumplir la Ley en el territorio nacional y para ello, goza de la atribución de disponer de medidas, correctivos y sanciones según su reglamento.

Supervisa el cumplimiento de las disposiciones legales, reglamentarias y contractuales, aplica y efectiviza todas las sanciones que establezca además de ser la encargada de otorgar directamente o a través de licitación de concesiones, permisos y autorizaciones. Toda prorrogação o renovación de los mismos queda bajo su tutoría luego de una evaluación del cumplimiento de normas efectuada por la misma Superintendencia.

Se lleva un registro público de todas las concesiones y permisos. Está encargada de realizar los cobros correspondientes a patentes y permisos y de la distribución de los mismos a los diferentes órganos establecidos por la Ley. Es su función de control, posee la capacidad de realizar incautaciones, decomisos o secuestros de productos y de efectuar investigaciones o auditorias en todo ámbito del sector forestal.

El Superintendente Forestal esta obligado por Ley a presentar un informe semestral de la situación y la actividad de su repartición a la Contraloría General que avalará su correcto funcionamiento o señalará sus errores en su defecto.

La Ley crea también un órgano independiente que es el Fondo Nacional de Desarrollo Forestal (FONABOSQUE) que es el encargado de promover el financiamiento para utilización y conservación sostenible de los bosques.

Esta repartición recibe un porcentaje de los cobros efectuados por la Superintendencia Forestal y puede gozar de financiamiento externo como ser créditos o subvenciones internacionales o fondos que el mismo Gobierno decida atribuirle.

Como parte de la Ley de Participación Popular, la Ley Forestal implica la participación de los municipios y prefecturas en las políticas del Gobierno, bajo una función primaria de información o bajo otras funciones que las reparticiones decidan transferirles.

### ***3. Clasificación de Tierras***

La clasificación que realiza el Ministerio comprende:

#### *a) Tierras de protección*

Son las tierras que por la importancia que tienen en el funcionamiento de una cuenca o su función social, no son susceptibles de ser aprovechadas ni por el sector agropecuario ni el sector maderero. Son de patrimonio del Estado y tan sólo pueden ser llevadas a cabo actividades con fines investigativos o recreativos o aquella actividad que no degrade su estado actual.

Se establecen una serie de normas y multas para evitar la destrucción de estas áreas, la desobediencia de estas normas puede llevar a la reversión de las tierras así declaradas a favor del Estado boliviano.

#### *b) Tierras de producción forestal permanente*

Son aquellas que poseen dicha capacidad actual o futura, sean privadas o fiscales.

#### *c) Tierra con cobertura boscosa aptas para usos diversos*

Son aquellas que por su composición son aptas a ser transformadas en tierras de otro tipo de uso, como ser la ganadería, la agricultura u otros. El plan de manejo debe velar por una buena conservación del potencial de estas tierras, y si el mismo así lo estipula estas pueden ser destinadas a la producción forestal.

Así mismo, la conversión de dichas tierras debe cumplir con las normas sobre aprovechamiento de la materia forestal eliminada y el cumplimiento de requisitos como ser el establecimiento de rompevientos y franjas ribereñas.

#### *d) Tierras de rehabilitación*

Son aquellas que han sido dañadas por las campañas de deforestación, y son declaradas de prioridad nacional. En ellas, tan sólo se puede realizar trabajos de rehabilitación del potencial original bajo un plan de manejo.

El abandono de tierras degradadas privadas implica la reversión de las mismas al Estado. Toda persona que realice la rehabilitación de tierras puede estar exento del pago de patente, lograr su adjudicación siempre y cuando estas tierras sean fiscales, asistencia técnica y de insumos, además de descuentos por los montos invertidos en la rehabilitación a través de los impuestos de Ley.

#### *e) Tierras de inmovilización*

Son tierras cuya evaluación se encuentra aún en curso y que por lo tanto no se encuentran clasificadas aún. Las únicas actividades permitidas en estos predios son las de protección y las de producción forestal iniciadas previa a su declaratoria de inmovilización.

### ***4. Otorgamiento y control de derechos forestales***

Estos derechos son entregados por el Estado Boliviano y son mantenidos siempre y cuando se cumpla con las condiciones establecidas por Ley.

Un Plan de Manejo es obligatorio para el ejercicio de todo derecho forestal y en él se delimitan las áreas de protección y otros usos. El mismo es redactado por especialistas del ramo que se responsabilizan civil y penalmente por toda omisión o datos falsos que puedan encontrarse en el mismo.

Así mismo los centros de procesamiento primario de materias deberán presentar certificados de sus fuentes y las cantidades de materias para certificar que el material procesado proviene de una explotación respetuosa de las normas vigentes en el país.

Las clases de derecho forestal con la concesión forestal en tierras fiscales, la autorización de aprovechamiento de tierras de propiedad privada y los permisos de desmonte.

#### *Concesión forestal*

La concesión forestal es el acto de otorgar a personas el derecho exclusivo de aprovechamiento de recursos forestales de tierras fiscales. La concesión es constituida por cuadrículas de 100 metros por lado. Es otorgada por un plazo de cuarenta años y puede ser prorrogada si se evidencia el cumplimiento de las normas.

Pueda ser transferida a terceros con autorización de la Superintendencia previa realización de una auditoría y esta sujeta al pago en efectivo de una patente forestal anual, salvo las zonas de protección delimitadas en el Plan de Manejo.

Así mismo, la renuncia a la concesión puede ejecutarse en cualquier momento, previo auditoría.

Se las otorga bajo licitación pública sobre la base mínima de patente forestal anual y la lista de precios referenciales del Ministerio.

El titular tiene además la obligación de informar hasta marzo de la ejecución del Plan de Manejo.

Las áreas de recursos son concedidas de preferencia a los usuarios tradicionales, comunidades campesinas y agrupaciones sociales del lugar. En estos casos, la Superintendencia puede otorgar las concesiones sin proceso de licitación previo por el monto mínimo de la patente.

#### *Autorización de aprovechamiento en tierras de propiedad privada y en tierras comunitarias de origen*

Sólo puede ser solicitada por el propietario y esta sujeta a las mismas condiciones que la concesión salvo aquello que no le sea aplicable, como ser la revocatoria. En cuanto, los pueblos indígenas tienen garantizada la exclusividad en sus tierras comunitarias.

El uso tradicional, doméstico y de subsistencia de los pobladores rurales no requiere autorización. Gozan del mismo derecho los propietarios para fines no comerciales.

Todos estos derechos están sujetos a inspección o auditoria forestal de parte de la Superintendencia.

### Permisos de desmonte

Se otorgan a fin de desmontes de tierras aptas para usos diversos o construcción de fajas cortafuegos, vías de transporte o cualquier obra pública.

## **5. Patentes e ingresos**

Las patentes se calculan en base a la superficie aprovechable establecida en el Plan de Manejo. El monto corresponde a un dólar americano por hectárea al año. Para ciertos productos como ser la castaña y el palmito, la patente corresponde a 30% de este valor.

La patente para los permisos de desmonte corresponde a 15 veces este precio y se paga 15% del valor de la madera aprovechada que provenga del desmonte.

Las Universidades y centros de estudio no están sujetos al pago de la patente.

Las patentes se distribuyen según el siguiente cuadro:

	Prefectura	Municipio	FONABOSQUE	Superintendencia Forestal
Patente de aprovechamiento forestal	35 %	25 %	10 %	30 %
Patente de desmonte	25 %	25 %	50 %	-

Todo excedente dentro de la Superintendencia Forestal es transferido a FONABOSQUE.

## **6. Punto de vista acerca del Régimen actual**

### *Lo bueno*

Podemos decir que actualmente Bolivia, cuenta con un régimen forestal bastante moderno y esto a futuro puede permitir un uso sostenible de los bosques bolivianos. La labor que lleva a cabo la Superintendencia es de gran importancia y ha permitido una estandarización en la producción nacional, además del control anexo que está impidiendo una deforestación mayor. Esta situación fomenta el sustento de los bosques tropicales.

*Lo malo*

Pero lo cierto es que en Bolivia, la acción de FONABOSQUE ha sido mínimo y no se puede obtener información acerca de sus actividades. Además que no está emplazado sobre la zona de influencia como lo hace la Superintendencia Forestal que se ha dotado de oficinas regionales y goza de una presencia a todo nivel.

Actualmente en Bolivia no existen plantaciones forestales propiamente dichas. Existen plantaciones que se realizan bajo el régimen actual pero son sólo de reemplazo.

Fue esta inquietud la que me llevó a intentar estimar costos de una producción forestal y su factibilidad en el tiempo. Que si bien es cierto que nuestros bosques están cambiando y se esta tratando de sustentar el consumo futuro, creo firmemente que el consumo de madera está en constante aumento y esto se ha podido comprobar al paso de los años por lo que sería ideal que el país fomente la plantación y la investigación en especies para poder tener en un futuro cercano reservas lo suficientemente adaptadas para la demanda.

En cuanto a las especies existentes en nuestros bosques, podemos que decir que Bolivia cuenta con una riqueza inmensa en cuanto a número de especies. Además que esto nos permitiría la reducción de nuestros bosques naturales que actualmente son la fuente de toda nuestra producción, encima del beneficio en cuanto a rendimiento de cada hectárea.

## ***7. Modelo de una explotación forestal***

Una explotación en régimen estacionario o estático. Cada año se tala una cantidad  $N$  de árboles y se vuelve a plantar en la misma superficie árboles pequeños para lograr luego de los años de maduración una tala final de  $N$  árboles.

Es lógico establecer una relación directa entre la edad de un árbol y la cantidad de madera que puede ser aprovechable en él. Además que tenemos que tener en cuenta que por mas que una madera sea preciosa, necesita de un cierto tiempo de maduración a partir del cual podemos realizar la tala cuando mejor nos parezca, pero no antes porque podemos aportar debilidades a nuestro producto.

La producción de nuestra explotación corresponde a una cantidad  $Q$  que podemos expresar bajo la formulación siguiente:

$$Q = N \times q(t)$$

donde  $q(t)$  es una función que indica la cantidad de madera explotable de un árbol de edad  $t$ , esta relación es una relación técnica que puede ser establecida a través de trabajos en el ámbito forestal.

Los factores de producción de nuestro modelo son:

- $N$ : la cantidad de árboles talados cada año
- $S$ : la superficie total de la explotación, equivalente de la noción de capital para los economistas.

$$S = s \times N$$

$\sigma$  corresponde a la superficie unitario fija de un árbol de madurez  $t$

- $K_i$ : equipos de trabajo necesario para la tala y el mantenimiento de los árboles

$$K_i = k_i \times N \quad i = 1, \dots, m$$

- $R_i$ : materiales de consumo corriente

$$R_i = r_i \times N \quad i = 1, \dots, n$$

- $L_i$ : mano de trabajo necesaria para los diferentes trabajos del proyecto

$$L_i = l_i \times N \quad i = 1, \dots, p$$

Definiremos también el beneficio económico ( $\Pi$ ) como la diferencia entre la ganancia y los costos.

$$\Pi = P \times Q - C \quad \text{ó} \quad \Pi = (P - c) \times Q$$

$P$  es el precio unitario de nuestro producto,  $C$  los costos totales de la producción o en su defecto  $c$  el costo unitario de nuestro producto.

Es fácil darse cuenta que el beneficio esta determinado por la condición  $P > c$ .

A esta pequeña representación añadiremos la diferencia entre el valor actual y el valor futuro de la producción. Todos somos conscientes que el tiempo exige una remuneración lo que generalmente conocemos como la tasa de interés. Así pues todos sabemos que si colocamos un monto de dinero  $x$  en un banco local recibiremos una remuneración  $r$  tal que el banco al saldo de una gestión nos devolverá  $(1 + r) \times x$ ,  $r$  es por lo general un número bastante pequeño.

Así pues, como podemos ver el monto total que obtenemos por la venta a los  $t$  años no es tal al momento de la siembra de los árboles!!!

El valor actual de nuestra venta ( $VA_{P \times Q}$ ) será entonces:

$$VA_{P \times Q} = \frac{P \times Q}{(1 + r)^t}$$

Como podemos darnos cuenta, esta operación debemos realizarla para los costos que puedan generar el proyecto para lo cual procederemos a una serie de hipótesis.

Comenzaremos por la mano de obra necesaria para realizar el plantado de los árboles. Según datos recabados, la plantación de un plantín tiene un costo aproximado de 20 centavos de



dólar. A este valor debemos aumentar el costo de un plantín entregado en el lugar. Este es un costo que sólo se factura al momento de la plantación ( $Plan\_Uni$ ).

Se estima como buen número de árboles en una plantación madura cuando esta cuenta con unos 200 árboles para la tal final. Obviamente este número de plantas no coincide con el número de plantines que se colocan en el terreno, ya que por motivos de raleo, de mejoramiento del espacio y sobre todo para evitar un desgaste en el suelo se procede a una serie de raleos sistemáticos a lo largo de los años. De paso, en este punto vamos a tomar en cuenta el hecho de que exista la posibilidad de mortandad durante el período de traslado de la planta por lo que tomaremos un coeficiente que abarque los efectos. Llegamos a la conclusión que para un árbol en edad madura se necesita un mínimo de 6 a 6.5 plantines. Lo que nos permite a establecer el costo de la plantación de una hectárea:

$$Plant = 6 \times N \times Plan\_Uni$$

Existen además los costos de mano de obra de mantenimiento que corresponde a la limpieza de las zonas ya plantadas para impedir el ingreso de maleza y de otras plantas que pueden debilitar el rendimiento de nuestra plantación. Ahora bien estamos de acuerdo que debemos establecer un rendimiento del trabajo de un trabajador en hectáreas diarias. Con un terreno relativamente limpio podemos establecer el rendimiento diario en 0.4 hectárea trabajada por día. El costo de un trabajador es de 100 dólares mensuales y se establecen 20 días de trabajo al mes, por lo tanto podemos establecer el costo de mantenimiento de una hectárea ( $Mant$ ):

$$Mant = \frac{100}{20 \times 0.4} = 12.5$$

Entonces queda una precisión a mencionar que es el hecho que la plantación exige mucho más mantenimiento durante los primeros años hasta que las plantas alcancen una cierta altura y cobertura de la superficie. Este mantenimiento que es intensivo durante los primeros meses, pudiendo ser de más de una limpieza mensual por hectárea plantada contrasta con el mantenimiento exigido en edades medianas y superiores de las plantas, donde este es casi ya inexistente. Por lo tanto tomamos una hipótesis y establecemos un promedio de mantenimiento de las plantas de tres meses. Tampoco vamos a tomar en cuenta los efectos intra anuales de la tasa de interés, por lo que el mantenimiento anual corresponde a una suma de los mantenimientos trimestrales de cada hectárea.

$$Mant_{anual} = Mant \times (12/3) = 12.5 \times 4 = 50$$

Este es un costo anual por hectárea del mantenimiento de la plantación y corresponde a una serie geométrica de la forma:

$$VA_{Mant\_total} = \left[ Mant_{anual}/(1+r) + Mant_{anual}/(1+r)^2 + Mant_{anual}/(1+r)^3 + \dots + Mant_{anual}/(1+r)^t \right] \times S$$

Lo que se puede escribir de forma más concisa:

$$VA_{Mant\_total} = Mant_{anual} \times \left( \frac{1 - (1+r)^{-t}}{r} \right) \times S$$

En cuanto al capital de trabajo se refiere, todo lo que corresponde al material necesario para efectuar el mantenimiento de la plantación como ser motosierras y demás útiles, nos basaremos en un rendimiento lineal y una estimación acerca de estos costos. Estableceremos un equipo de mantenimiento mínimo y necesario que debe estar valuado en 2,500 dólares. De paso, realizamos la suposición que el desgaste por el uso es mínimo y permite que mantengamos el material en uso hasta el fin de la explotación. Al final de la explotación consideramos el precio de este equipo en cero. Aparte de estas consideraciones, limitaremos el trabajo de un equipo de mantenimiento a un nombre limitado de hectáreas. La situaremos en el mismo nivel que el trabajo de un hombre por lo que un equipo tiene un uso limitado a 8 hectáreas ( $H_e$ ).

$$Equi = \frac{P_{Equipo}}{H_e} \times S$$

En cuanto a los materiales de consumo corriente, es un tema delicado ya que se deben incluir muchos ajustes y suposiciones. En un primer lugar, estimamos que todos los equipos tienen un consumo mínimo necesario como ser el diesel o el aceite en una motosierra. Lamentablemente, nuestro primer contratiempo es la inestabilidad de precios de los productos. De paso, consideramos que existe una serie de revisiones y hasta reemplazo de piezas que se deben hacer en los equipos, más conocidas como amortizaciones.

Con los material de consumo corriente chocamos con el mismo problema que con la mano de obra de mantenimiento, que limitamos a un costo constante a lo largo de los años. Por lo que recaemos en la misma formulación:

$$VA_{Co\_Corr\_total} = Co\_Corr_{anual} \times \left( \frac{1 - (1 + r)^{-t}}{r} \right) \times S$$

Aquí  $Co\_Corr_{anual}$  corresponde a los costos corrientes anualizados por hectárea y el resto de los parámetros ya fueron enunciados.

Es cierto que en un primer momento estimamos que  $s$  era un parámetro a estimar, podemos decir que la literatura en general estima que 200 es un buen número de árboles a concentrar en una hectárea plantada en casi todas las especies forestales, por lo que  $s$  no nos es desconocida.

Como último paso, tenemos que tomar en cuenta el costo de la tierra. Sabemos que la superficie corresponde a  $S = s \times N$  y podemos estimar el precio de una hectárea de tierra, y dejaremos de lado los costos anexos al mantenimiento de la tierra como ser los impuestos y gravámenes de la misma. Aquí añadimos también los costos de la preparación de la tierra.

$$Co\_Tierra = a \times S$$

Donde  $a$  corresponde al precio unitario en dólares de una hectárea de tierra apta para la forestación, bajo la modalidad de compra y adaptación posterior.

Como vemos, en resumen nuestros costos están resumidos de la manera siguiente:

$$Co\_Total = Co\_Tierra + Plant + VA_{Mant\_total} + Equi + VA_{Co\_Corr\_total}$$

En cuanto a la función  $q(t)$  es una función definida bajo las siguientes condiciones:

$$\frac{\partial q(t)}{\partial t} > 0 ; \frac{\partial^2 q(t)}{\partial t^2} < 0 \text{ y } q(t > 0) > 0$$

Donde se ve que la producción aumenta cuando los años pasan pero que estos aumentos de materia forestal no son continuos.

Así pues nuestra función de beneficio queda definida, teniendo como variables exógenas el salario mensual, el precio de la madera, la edad de maduración y precio de los diferentes plantines. Quedando el número de árboles a cortar como la única variable a establecer bajo la resolución del modelo y con una variable libre que es la tasa de interés que permite observar la factibilidad que una inversión puede tener para cierto nivel de rentabilidad exigido previamente.

Acerca del modelo, su gran defecto es que nos hemos limitado a un modelo lineal tanto para la función de costos, lo que implica la linealidad de la función de beneficio en relación a la variable N. No defendemos en ningún momento la validez de dichas funciones pero estimamos que pueden llevar a ciertas conclusiones acerca de los rendimientos de plantaciones forestales.

Estimamos que los costos son iguales para cualquier número de árboles, y claramente nos podemos dar cuenta que estos no son así ya que el tamaño tendrá una influencia en el costo de manejo de una plantación para sólo citar un ejemplo. Un número mayor de empleados implica una administración más pesada y compleja que agranda los costos, hecho que no se cumple con las funciones antes formuladas.

Esto no solo se refleja en los costos administrativos, sino también en aquello de mantenimiento como ser el hecho del traslado de los materiales dentro de la plantación cuando esta es ya bastante extensa, lo que implica un esfuerzo de mano de obra suplementaria que no tomas tampoco en cuenta.

Aun así, creamos que sirve de aporte para futuros modelos o guías de estimación de modelos de mayor complejidad y por ende, de mayor precisión.

## **8. Bibliografía**

*Ley Forestal no. 1700* del 12 de julio de 1996

*Reglamento general de la Ley Forestal*, Decreto Supremo 24453 del 21 de diciembre de 1996

*Introducción a la Microeconomía*, H. Varian, segunda edición francesa

*Matemáticas para Economistas*, Simon

*Plantaciones forestales en Santa Cruz*, CIAT, R. Aguirre, 2002

Trabajo realizado por: **Cristian Ugarte**

Fecha del Trabajo: **16 octubre 2003**