

PROCYP Programa de Investigación de Celulosa y Papel

Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales.
Universidad Nacional de Misiones. República Argentina

<http://www.unam.edu.ar/procyp/index.html>

<http://www.fceqyn.unam.edu.ar> www.unam.edu.ar



Texto libre para usos sin fines de lucro, si se cita de la siguiente manera: 'por Carlos Eduardo Núñez – PROCYP – Universidad Nacional de Misiones – Argentina -2005'.

Por favor comuníqueme errores, sugerencias etc. a:

c_e_nunez@fceqyn.unam.edu.ar

1 - INTRODUCCIÓN A LA INDUSTRIA DE LA PULPA Y EL PAPEL

Versión 1997 - 2004

En revisión.

Válida para el dictado de Pulpa y Papel I del segundo cuatrimestre de 2005)

La industria de la pulpa y el papel, de la cual nos vamos a referir a continuación, es por su nivel de inversiones, una de las diez primeras en el mundo. En sentido estricto abarca solamente la elaboración de la "pulpa" que es un material consistente en células vegetales sueltas, en las que predominan las de carácter fibroso, y todos los productos laminados formados por ellas en forma de entramado fibroso, que constituyen los diversos tipos de papeles, cartulinas y cartones.

Sin embargo, por sus cercanías tecnológicas y la forma en que suelen funcionar las empresas del área, se extiende habitualmente desde la forestación y manejo de productos fibrosos naturales por un lado, hasta la conversión del papel en envases, y la impresión por el otro.

Los temas que vamos a abordar en la orientación son en general los siguientes, siendo los tres primeros los específicos de esta asignatura:

Forestación, especies utilizadas, manejos culturales, mercado de maderas.
Anatomía, física y química de las materias primas fibrosas,
Preparación de la madera para pulpa de papel.
Preparación de recursos fibrosos no madereros como el bagazo de la caña de azúcar.
Procesos de pulpa.
Procesos de depuración, blanqueo y secado de la pulpa
Fabricación del papel.
Propiedades, características y tipos de papeles. Impresión.
Reciclado de papeles.
Servicios industriales: agua y energía.

1-1 DESCRIPCIÓN DE LA INDUSTRIA Y DE SUS ÁMBITOS COMPLEMENTARIOS

En la figura N° 1 se describen las etapas de la industria de la pulpa y el papel,

desde la plantación de árboles hasta la elaboración de los productos finales, in-

cluyendo las principales actividades conexas y los subproductos más relevantes.

Se puede observar la magnitud y complejidad de las partes involucradas, como así también las profesiones y tecnologías necesarias para su desarrollo.

Es por ello que son pocas las regiones del mundo en el que se realizan conjuntamente todas estas tareas, es decir desde el vivero hasta la edición de publica-

ciones, fabricación de envases y de otros productos secundarios como los tableros de fibras o la elaboración de fibras sintéticas.

Estas regiones son básicamente la que abarca el sur de Suecia y Finlandia y el norte de Alemania, y en nuestro continente la cuenca del Río San Lorenzo, es decir el nordeste de Estados Unidos y el sudeste de Canadá.

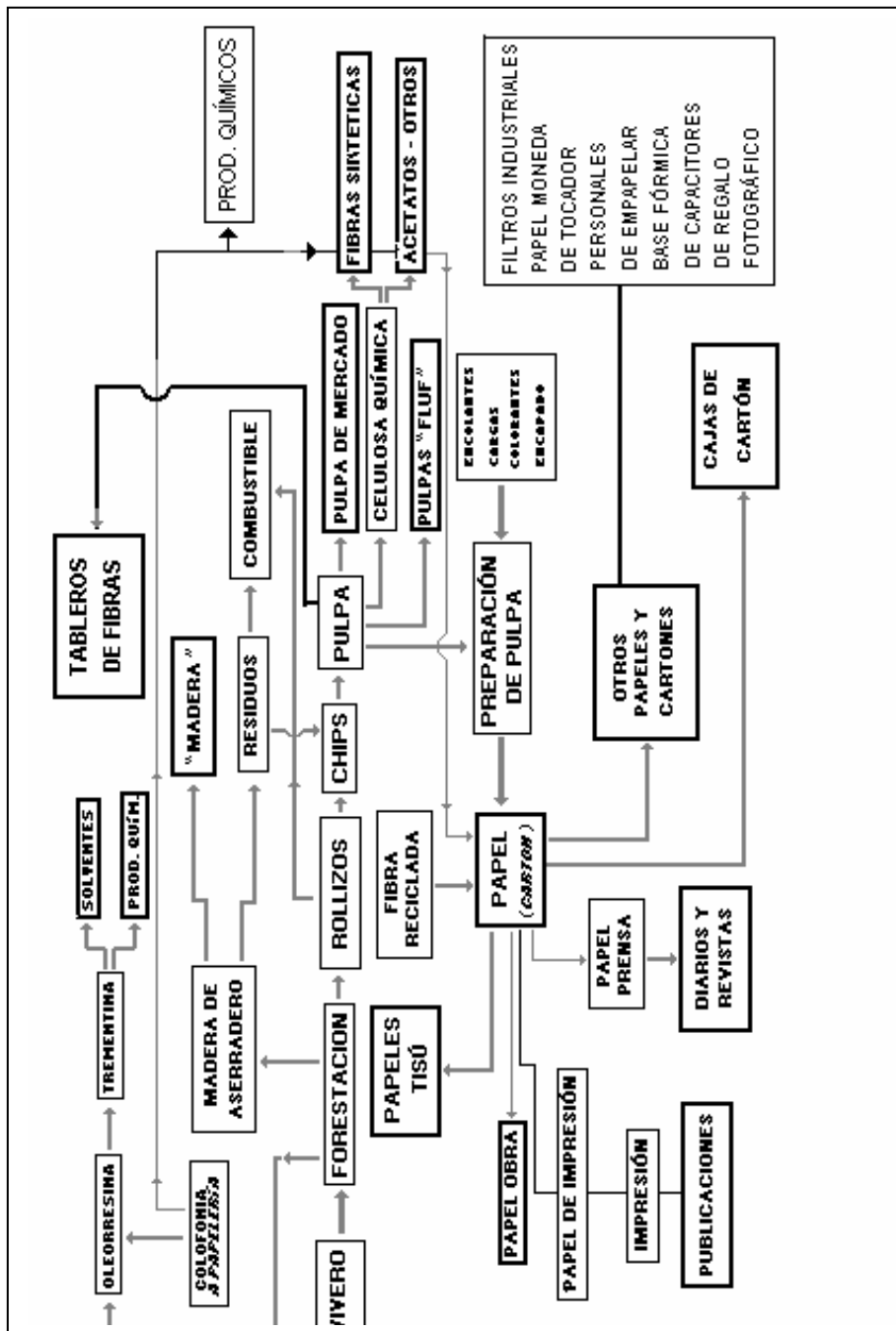


Figura N° 1: Etapas y productos de la industria de la pulpa y el papel

Aunque hay muchas otras zonas de importancia papeleras en el mundo, estas dos citadas son las que manejan el grueso de las producciones, y los desarrollos científicos tecnológicos de vanguardia.

Para ello tienen que darse algunas condiciones especiales que son: amplias zonas aptas para la forestación con especies de rápido crecimiento, condiciones adecuadas para la actividad industrial, grandes cursos de agua y un mercado cercano de consumidores.

Es mucho más frecuente hallar regiones productoras de materiales fibrosos pero lejos de los centros de consumo, como es el caso de la nuestra del norte de la Mesopotamia, o por el contrario con muchas fábricas papeleras cerca de los centros de consumo, pero alejadas de los núcleos de producción de materias primas, que es lo que sucede en el conurbano bonaerense.

Esta separación entre la zona donde existen los recursos y las que están más habitadas se da frecuentemente entre otros motivos porque el hábitat humano no se adecua a las zonas boscosas.

Este es el caso típico de Europa que desde el comienzo de la expansión agrícola y urbana comenzada hacia el año 1000, ha ido desplazando los bosques hacia zonas periféricas o marginales, transformándose en una fuerte importadora de materias primas o productos semielaborados

NOTA: Creemos interesante decir unas palabras acerca del carácter boscoso de toda la cultura europea hasta la Edad Moderna, para ejemplarizar la transformación ecológica realizada en los últimos siglos: Efectivamente, este continente era prácticamente una región de selvas y bosques desde el mar Báltico hasta Barcelona y desde la costa francesa del Atlántico hasta Hungría y Bielorrusia. Ello se patentiza en el folklore de la época como los cuentos populares que nos han llegado, Blanca Nieves, Caperucita Roja, Hansel y Grätel, en los que el bosque no solo es un personaje central sino que participa permanentemente de todos los actos cotidianos. En esa época se podía ir por sendas boscosas desde el centro de Francia hasta Bélgica sin adentrarse en ninguna pradera. Valga este hecho como recordatorio de los que puede llegar a pasar en

nuestra zona en no demasiado tiempo si seguimos desforestando al ritmo actual.

Una tendencia que se ha iniciado en la segunda parte del siglo XX, ha sido la de ir llevando las fábricas de pulpa primero y las de papel después hacia las zonas productoras de materia prima.

En nuestra región un ejemplo típico ha sido el de la empresa Celulosa Argentina que comenzó comprando grandes extensiones en la provincia de Misiones para forestar y continuó instando la fábrica de pulpa de Puerto Piray, que enviaba los fardos del producto terminado por el río hasta Rosario. Posteriormente levantó la fábrica de Alto Paraná y estuvo a punto de terminar la nueva de Puerto Piray, que actualmente se está convirtiendo en un complejo de productos forestales.

Lo mismo sucedió en el noreste argentino con las instalaciones de dos grandes fábricas de pulpa y papel a partir de bagazo de la caña de azúcar, en Jujuy y Tucumán. De esta manera la producción de pulpa en las provincias que hacia los años 40 era de sólo el 20%, pasó hacia fines de siglo a ser del 70%.

Con respecto a la inclusión del área forestal, de envases y de impresión al estudio de la pulpa y el papel, diremos que ello se debe, no sólo a su cercanía como línea industrial y comercial, solamente, sino al hecho de que en la realidad las empresas tienden a integrarse hacia ambos lados, a diferencia de lo que sucede en otros rubros.

Por ejemplo; un panadero tiene contacto con el molino harinero de una manera limitada, solamente en cuanto a su calidad de proveedor de la materia prima del pan.

De la misma manera, el molino la tiene con el panadero y con los productores de trigo que le proveen el grano.

Sin embargo en este caso, los rubros son distintos, y cada uno se dedica tecnológica, comercial y financieramente a lo suyo. Ningún panadero tiene molinos, ni ningún molinero pertenece a Federación de Productores de Granos.

En nuestra industria no pasa lo mismo. Con frecuencia una empresa papelera se va integrando hacia la elaboración de pulpas y luego al área forestal, como fue el caso de Celulosa Argentina, o una empresa forestal adquiere fábricas de pulpas y fabrica tableros de fibras y luego papeles y cartones, y posee acciones en diarios y revistas, como es el caso de Arauco de Chile, que opera actualmente en Misiones

En estos casos la línea de producción industrial se ve como un todo, y se tiende a que cada sector de la misma esté conectado al resto y conozca la problemática general.

Por otro lado, en el caso misionero, es necesaria la formación del papelerero en la elaboración de pulpa y en la cuestión forestal, puesto que aquí se produce el 40% de la pulpa del país, y es la principal provincia forestal.

1-2 NOMENCLATURA

A fin de comenzar a introducir al lector en el conocimiento del tema, es necesario primeramente explicar y definir algunos conceptos básicos. Para ello se colocará a continuación un vocabulario de términos, que servirá no solamente para los ítems siguientes, sino para todo el desarrollo de la orientación en general.

Por ello se recomienda conservarlo, para usarlo posteriormente al dictado de esta asignatura cuando sea necesario. Para que el alumno se vaya interiorizando en el inglés de la asignatura, se escriben, a continuación de cada nombre, el término utilizado en esa lengua.

Papel: (Paper) Lámina formada por células vegetales principalmente fibras, y otros productos como encolantes, cargas minerales, colorantes etc., que le confieren propiedades deseadas para su uso respectivo. Las fibras forman un entramado que tiende a darle a la hoja propiedades isotrópicas. Están unidas entre sí por fuerzas físicas y físico químicas debidas a los puentes hidrógenos entre las moléculas de celulosa.

como el "tetrapack" o el "tetrabrik". Se suele utilizar además de papel, materiales plásticos y metales.

Papel obra: El que se utiliza para escribir o imprimir sobre él.

Papel liner: El papel que conforma las caras externas del cartón corrugado de las cajas de embalaje:

Papel tisú: (Tissue paper) Papel absorbente. Los más comunes son los de servilletas, de cocina y de tocador femenino.

Papel onda (o corrugado medio): (Corrugated medium) El cartón o cartulina ondulado que forma la parte interna del cartón de las cajas de embalaje.

Papel prensa: (News paper) Papel de diarios o de revistas.

Papel reciclado: (Recycled paper) El papel realizado totalmente con materiales fibrosos reutilizados.

Papel compuesto: El que está formado por varias capas de productos diferentes

Gramaje: (Basic weight) El número que expresa los gramos que pesa un metro cuadrado de papel, cartulina o cartón. Se llama **papel** propiamente dicho las hojas con un gramaje de hasta 120, **cartulina** entre 120 y 250 y **cartón** más de 250. Estas divisiones son aproximadas y un tipo

puede irse de estos rangos por otras propiedades como rigidez o calidad.

Encapado (Arg.) o Estucado (Esp.): (Coating) Proceso de colocar una capa de material liso y brillante no fibroso sobre la superficie de la hoja. Se utiliza en productos de calidad como el papel ilustración y la cartulina de los envases de productos caros o de lujo. El encapado se realiza conjuntamente con la hoja en la máquina de papel.

Cartón corrugado: El cartón de las cajas de embalaje formado por tres capas, dos externas de liner y una interna ondulada de papel onda.

Pulpa: (Pulp) Es el producto resultante de la separación de los elementos constitutivos de los tejidos vegetales que poseen gran proporción de fibras, sin el agregado de ningún otro componente. La separación, que se llama **desfibrado**, puede realizarse por medios químicos, mecánicos o por una mezcla de ambos. En el primer caso se denominan **pulpas químicas**, en el segundo **pulpas mecánicas** y en el tercero si la energía química es la principal **semiquímicas** y si lo es la mecánica **quimimecánicas**. En todos hay también energía térmica en juego.

NOTA: En los países de tradición latina, que no tuvieron originariamente producción de pulpa, se suele confundir el concepto de pulpa con el de "pasta" que es la pulpa con el agregado de todos los otros productos antes de ingresar en la máquina de papel. Se recomienda no utilizar este último término para los productos formados solamente por fibras vegetales

Pulpa de mercado: (Market pulp) Se denomina así a la pulpa que no continúa el proceso en la misma fábrica, sino que se seca, embala y vende como producto final.

Pulpa marrón: (Brown stock) Pulpa kraft sin blanquear, que posee este color.

Pulpa para disolución o (Alfa celulosa) (High pulp) Pulpa química muy purificada

y modificada que se utiliza para producir productos sintéticos como el rayón y el acetato de celulosa para films.

Celulosa: Principal componente químico de la los productos fibrosos naturales. Se encuentra entre el 40 y 50% en la madera.

NOTA: El término "celulosa" se ha utilizado históricamente como sinónimo de pulpa. Ello podría aceptarse cuando las únicas pulpas elaboradas eran químicas blanqueadas que poseen alta cantidad de esta sustancia. Sin embargo todas las otras clases producidas en la actualidad, como las semiquímicas o de alto rendimiento, no poseen esta característica, e inclusive en algunas la celulosa no es mayoritaria. Por ello no es correcto utilizar este término con dicho sentido.

Por otro lado el carácter celulósico del material es de importancia secundaria, puesto que no se lo utiliza por las propiedades químicas de esta sustancia, sino por su esencia fibroso.

Pulpa EFC: (Elemental chlorine free) Pulpa blanqueada sin utilizar cloro gaseoso que es el principal generador de las toxinas no degradables denominadas AOX.

Pulpa TFC: (Total chlorine free) Pulpa que fue blanqueada sin utilizar reactivos clorados como el cloro gaseoso y el dióxido de cloro.

Pulpado: (Pulping) Proceso de elaboración de la pulpa a partir de materiales fibrosos naturales. Se utiliza para su clasificación la misma que para los tipos de pulpas.

Deslignificación: (Delignification) Eliminación selectiva de la lignina de un material leñoso. Si la deslignificación es considerable como el los pulpados químicos se consigue la separación de las fibras. Si la deslignificación es de grado medio como en los pulpados semiquímicos, se necesita energía mecánica para conseguir la separación de las fibras. En los pulpados mecánicos prácticamente no hay deslignificación.

Pulpado al bisulfito: (Bisulfite pulping) Proceso de pulpado químico de carácter

ácido, que utiliza bisulfito y ácido sulfuroso para la deslignificación.

Pulpado kraft: (Kraft pulping) Proceso de pulpado químico de carácter alcalino, que utiliza hidróxido de sodio y sulfuro de sodio para la deslignificación. El pulpado kraft produce un 80% de las pulpas que se producen en el mundo.

Pulpado NSSC: (Neutral Sulfite Semicemical) Pulpado semiquímico que utiliza sulfito de sodio y carbonato o hidróxido de sodio. Es el único proceso semiquímico importante.

Pulpado de alto rendimiento: (High yield pulp) Nombre genérico de todos los procesos de pulpado que utilizan total o casi totalmente energía mecánica, sin producir disolución significativa del material.

Existe una amplia gama de variantes conocidos por sus siglas en inglés. Los más comunes son SGW (Mecánico a la piedra), RMP (Mecánico de Refinador), TMP (Termomecánico) y QTMP (Químico-mecánico)

Pasta o empaste: Mezcla de pulpa y cargas, encolantes, colorantes, etc., lista para entrar en la máquina de papel.

Material fibroso: (Fiber material) Todo material que contenga alta proporción de fibras útiles para elaborar papel.

Madera: (Wood) Es el material del tronco de los árboles exceptuando la corteza. Químicamente consiste de polisacáridos; **celulosa** y **hemicelulosa**, y una sustancia de carácter aromático la **lignina**, que es el que le da su típica rigidez. Todas las maderas contienen gran proporción de **fibras** formadas por células alargadas.

Fibra: (Fiber) Elemento celular extendido en longitud. La relación largo / ancho es de 10 o más. Como todas las células vegetales son huecas, y poseen los extremos cerrados y con frecuencia aguzados.

Fibra corta: Se denomina así a la fibra natural de las maderas de las especies de árboles del grupo de las latifoliadas, (Eucalyptus, Sauces, Álamos, etc.). Tiene entre 0,7 y 1,8 mm de longitud.

Fibra larga: Es el elemento celular correspondiente a las fibras en las maderas de coníferas, (Pinos, Araucarias, Abetos, etc.). Tiene entre 1,5 y varios mm de longitud.

Latifoliadas: (Hardwoods) Grupo de especies de árboles incluidas en las *angiospermas*, que se caracterizan por tener fibras cortas, hojas anchas, caducas o perennes, y formar casi totalmente las selvas lluviosas de bajas latitudes. Son especies típicas los Eucalyptus, sauces y álamos.

Coníferas: (Softwoods) Grupo de especies de árboles incluidos en las *gimnospermas*, caracterizados por tener fibras largas, hojas finas y perennes, y habitar principalmente los bosques templados y fríos del Hemisferio Norte. Muchas de ellas contienen considerable cantidad de resina. Ejemplos de coníferas son los pinos, las araucarias y los abetos.

Recursos fibrosos no leñosos: (Non wood resources) Materiales fibrosos naturales que poseen poca lignina en su composición. Son generalmente **recursos anuales** derivados de las cosechas como las pajas de cereales y el bagazo de la caña de azúcar. Salvo este último, el resto tiene solamente importancia regional.

Bagazo de la caña de azúcar: (Sugar cane bagasse) Resto de la caña de azúcar que queda luego del corte y trapichado para extraer el jugo azucarado. Es una importante materia prima papelera en países de clima tropical o subtropical como China, la India y Argentina, en el que produce un 30% del total de pulpas.

2 - GEOGRAFÍA DE LOS RECURSOS FORESTALES

Definiciones

Se deben distinguir tres conceptos diferentes en cuanto a los materiales posibles de utilizar: **reservas**, **recursos**, y **materias primas**. Se consideran reservas aquellos materiales de cuya existencia se tienen datos suficientes para poder cuantificarlos, pero que actualmente no están disponibles de forma directa. Por el contrario recursos son los que, por medio de trabajos o en forma natural están disponibles de manera inmediata, aunque de estado bruto, es decir aún no apta para su transformación. Por el contrario, se llama materia prima a los recursos listos para su elaboración industrial.

Por ejemplo las reservas de madera de la provincia de Misiones comprendería la madera de todos los árboles existentes, ya sea cuales fueran, y en los sitios y condiciones que tuvieran.

Los recursos de madera son todas las plantaciones y los árboles que ya están marcados para su extracción, y la materia prima serían los rollizos, seleccionados, cortados, descortezados y ubicados en las playas de madera de las fábricas y aserraderos.

Bosques y selvas

La superficie de la tierra está poblada de muy diversos tipos de vegetación. Si dejamos de lado la alta montaña, los desiertos, las praderas y las estepas, quedan las zonas pobladas con árboles que se pueden dividir en dos grupos: los **bosques** (Figuras 2 y 3), y las **selvas** (Figuras 4 y 5).

Los bosques son ecosistemas que se caracterizan por poseer una o unas pocas especies de árboles. Tienen un sotobosque limitado, la luz llega en proporciones considerables al suelo, y por ello son lo suficientemente abiertos para que se puede transitar y trabajar en ellos con cierta facilidad.

Las selvas, por el contrario, están formadas por gran cantidad de especies (en la selva misionera hay más de cuatrocientas especies de árboles), el sotobosque es

muy tupido y tiene varios niveles; altas copas, copas inferiores, enredaderas, arbustos y plantas arbustivas y plantas del suelo. Esta estructura conforma una biota sumamente cerrada, de difícil acceso. Las especies arbóreas son de muy diversa calidad. Las hay muy duras, intermedias, hasta otras muy blandas y poco resistente, existen troncos finos y otros muy gruesos, troncos podridos y muchos renovales, es decir plantines, de pequeño tamaño.

Para abrirse paso hacia el sol, además, los árboles suelen formar troncos tortuosos, que generan gran cantidad de desperdicio en el aprovechamiento.

Por lo tanto, los bosques son mucho más convenientes como recurso fibroso-maderero y obviamente al implantar recursos nuevos no se los organiza como selvas.

Un bosque ideal para la producción de madera sería aquel de una sola especie, con troncos todos iguales de la mejor edad, con espacio para el laboreo, sin sotobosque que moleste, y en suelo llano.

Hay que aclarar que en nuestra zona se dan de manera natural solamente las selvas. Ello se debe a la diversidad biológica dada por las condiciones de humedad y temperatura, que hacen que muchas especies compitan por el lugar y la energía, no habiendo ninguna ganadora que ocupe por sí sola grandes extensiones. Todos los bosques que hay son implantados.

En la selva misionera, la especie más abundante es el Laurel Negro, que es sólo el 12-15% del volumen total, seguida por el Rabo Itá con el 10%, siguiendo en abundancia muchas especies que solamente cuentan con unos pocos puntos porcentuales y a continuación el resto con menos de 1%.

La Selva Misionera, es una pequeña parte de la llamada Selva Paranaense, que ocupaba originariamente toda la zona occidental de los estados brasileños de Santa Catarina y Paraná, parte del de Sao Paulo, el este paraguayo y nuestra provincia desde la frontera norte hasta la

zona de campos que comienza en una línea imaginaria que une aproximadamente las localidades de San Javier y San Ignacio.

A pesar de la creencia popular en el sur de la provincia no hubo selva, a ex-

Figura N° 2



Bosque Natural: Obsérvese los diferentes diámetros de troncos. Existe cierto sotobosque, aunque muy acotado

Bosques de coníferas

Aunque hay bosques en todo el mundo, las grandes extensiones boscosas están en la parte boreal del hemisferio norte, es decir en el norte de Estados Unidos y todo el Canadá, Escandinavia y el sur de la zona boreal euroasiática.

Éstos bosques se caracterizan por ser prácticamente en su mayoría de coníferas (las especies arbóreas de la gymnospermas), entre las que destacan los pinos y los abetos.

Tienen alto valor económico, puesto que poseen maderas excelente tanto para aserradero como para papel. Cuentan además, mientras estén en sitios medianamente accesibles, con la ventaja de tener costos bajos de explotación, dado que entrando en ellos en poco tiempo se pueden elegir grandes troncos, de forma recta y de una misma especie.

Esta ventaja comparativa los ha hecho ser los más explotados desde hace mucho tiempo, puesto que están situados en las zonas dónde más pronto en la historia aparecieron las comunidades en desarrollo, con una gran presión demográfica sobre el medio ambiente y altos niveles de consumo, como el norte de Europa y la

cepción de las llamadas Selvas en Galería de las márgenes de los grandes ríos, parte de la cual aún subsiste el barrio El Laurel de Posadas, y se la puede ver desde la ruta 12 cuando se viaja hacia el norte.

Figura N° 3



Bosque implantado: A diferencia del bosque natural, los troncos son de diámetro semejantes por su misma edad. Obsérvese que el sotobosque es mantenido bajo, para que no compita con los árboles.

zona de los Grandes Lagos de América del Norte.

Estas características foresto - económicas han hecho, por otro lado, que en muchos países de esas regiones, la cultura forestal esté absolutamente arraigada, tanto por la economía maderera desarrollada, como por las costumbres y el folklore. Por ejemplo, y para citar solamente un caso muy evidente, el árbol de navidad, es un abeto, propio de esos lugares.

Algunas de las sociedades más desarrolladas del mundo se han conformado a la sombra de los bosques de coníferas, como es el caso de Suecia y Noruega, que poseen los más altos índices de evolución socio-económica del mundo.

Suecia en particular sigue estando a la cabeza en cuanto a desarrollo, tecnología y producción per cápita en cuanto a la industria de la pulpa y el papel, por encima de países como Estados Unidos.

Los bosques de coníferas poseen crecimientos sumamente lentos, no porque sea ésta una características propias de las mismas, sino por el sitio geográfico en el que se encuentran, es decir altas latitudes. Estas regiones se caracterizan por

tener baja insolación y bajas temperaturas, de tal manera que el crecimiento del tronco de un árbol en sentido radial es de unos pocos milímetros por año. Ello equivale a unos 4 a 6 m³/ha.año, que es la forma que utiliza la industria para consignar los crecimientos forestales.

Como comparación los crecimientos de las coníferas de climas subtropicales plantadas en Misiones, como por ejemplo el *Pinus elliottii*, dan rendimientos de 20-30 m³/ha.año

Figura N° 4



Figura N° 5



Formación selvática: Dos imágenes de la selva misionera; una típica formación de selva de bajas latitudes. Se puede observar un tupido sotobosque. Las plantas se amontonan en lugares, dejando claros en otros. Se puede ver en la imagen de la izquierda la existencia de grandes troncos, finos tallos de plantas jóvenes y renovales.

Selvas De Bajas Latitudes.

No todas las selvas son ecuatoriales, por ejemplo la famosa Selva Negra del sur de Alemania está en una zona templada, aunque si es cierto que lo que requieren es de un nivel pluviométrico alto y constante. En este caso nos referiremos a las selvas ecuatoriales porque abarcan una gran extensión y, por otro lado son el pulmón del planeta.

Existen en todas las zonas lluviosas sin estación seca cercanas al Ecuador. Las principales son la Amazónica, la Centroafricana y las del Sudeste de Asia, Borneo, Indonesia, Indochina, etc.

Se caracterizan por tener una extensísima variedad de especies, tanto de plantas como de animales. Los árboles, como ya se dijo anteriormente son de muchísimas especies y de una gran variedad de calidades de madera. Estas selvas son utilizadas esporádicamente como materia prima celulósica, cuando en algún sitio existen grandes emprendimientos de eliminación de la floresta natural para dedicarla a la reforestación.

Hacia la década de los 50 y 60 algunos países, principalmente Francia estudiaron de manera exhaustiva las posibilidades de las selvas ecuatoriales de sus colonias y ex colonias, como Gabón, Costa de Marfil, Tailandia y la Guayana en Sudamérica. Los resultados fueron regulares y se concluyó que el valor papelerero de una selva de este tipo en su conjunto era demasiado bajo para ser atrayente. La alternativa propuesta fue de efectuar selección de un 40 a 60% de las especies, hecho que no se considera redituable.

En nuestra provincia cuya parte central y norteña forma parte del límite sur de la Selva Paraense, se han efectuado estudios de utilización del monte natural por medio de la empresa Celulosa Argentina y del PROCYP. para confeccionar varios tipos de papeles.

Los resultados obtenidos son semejantes: si bien algunas especies son particularmente aptas para pulpas y papeles, como por ejemplo el Laurel Amarillo, el Guayca, y el Guatambú, la selva en conjunto posee muy baja aptitud papelerera.

no solo porque sus fibras son muy rígidas, y posee muy alta variabilidad de lugar en lugar, sino por los problemas técnicos que generan los troncos tortuosos, de corta longitud y de cortezas sumamente difíciles de extraer.

Los años transcurridos desde estas experiencias eliminaron la necesidad de más estudios, pues la selva remanente en la actualidad está en pequeños manchones o pertenece a parques y reservas.

Otras Formaciones Arbóreas.

Existen otros tipos de formaciones arbóreas que por su poca extensión territorial en el mundo no merecen tratarse en general. Sin embargo, una de ellas, por su magnitud en el territorio argentino debe ser tenida en cuenta. Ella es el denominado "Monte Chaqueño", que se extiende por el noroeste de Santiago del Estero, el norte de Santa Fe, el este de Salta, y casi la totalidad de las provincias de Chaco y Formosa.

El mismo consiste en árboles y arbustos de pocas especies, menos de 10, dentro de las cuales los quebrachos y el algarrobo son las más importantes. Como casi todas las especies de climas xerófilos, son de madera dura, de poca altura, y abundantes en taninos, todas circunstancias negativas para su utilización como recurso fibroso papelerero. En éste caso, además una eventual explotación del monte significa inexorablemente su eliminación para siempre, dado la lentitud del crecimiento de éstas especies forestales.

Los bosques son propios de zonas de climas templado - fríos. En el país hay algunos ejemplos como "El caldenal" de la zona central del país formado por una sola especie el Caldén, un árbol de madera dura propio de climas de lluvias estacionales, y los bosques de alerces de poca extensión y de *Nothofagus*, Lengua, Cohigue y Ñire, de la cordillera patagónica.

Ubicación de las Selvas y los Bosques

En la Figura N° 6 se muestra el mapa satelital de la FAO (Food and Agricultural Organization de las Naciones Unidas) de 1999, en el que se observan las zonas cubiertas de florestas en todo el mundo. Se puede reconocer lo siguiente:

1) Existen dos franjas en donde se concentran casi la totalidad de las áreas forestales, una en la zona fría del Hemisferio Norte, que se extiende hasta la tundra helada, y otra en las zonas comprendidas por las regiones tropicales.

2) La franja del norte corresponde a los bosques de coníferas, entre las que destacan los abetos y los pinos.

3) La franja tropical está formada por las selvas húmedas, que son las principales responsables de la renovación del oxígeno en la atmósfera.

4) En el hemisferio sur no hay franja de bosques de coníferas, debido a que no hay tierras para soportarlas.

5) Una conclusión geográfico cultural es que las maderas de fibras largas (coníferas), están asociadas a los países desarrollados del hemisferio norte, mientras que las de fibras cortas (latifoliadas) a los países tropicales en vías de desarrollo.

Ubicación de las florestas en nuestra región

Se muestra en el mapa de la Figura N° 7, las zonas con cubierta forestal. El mismo es un detalle del mapa mundial de la figura anterior.

Según lo aclara la FAO, están las florestas que la institución entiende como tales. Es por eso posiblemente, que no aparezcan las zonas relativamente pequeñas forestadas, como las de la Provincia de Entre Ríos.

Figura N° 6
Cubierta forestal del mundo. FAO 1999.



Figura N° 7



En proporción hay una zona que comprende alrededor del 80% de la superficie, que es la Selva Amazónica. Se observa de manera muy conspicua su gran tamaño y la densidad de masa arbórea que

la forma. La Selva Amazónica es el sector con cubierta forestal más grande del mundo, aunque también el lugar que pierde más hectáreas por año cedidas a la agricultura y ganadería.

Ocupa todo el norte y noroeste brasileño, el sur de la región de las Guayanas y Venezuela, el sudeste y oriente colombiano, el este de Ecuador y Perú, y el noroeste de Bolivia; parte del territorio de nueve países.

La segunda zona forestal el extensión, es la que abarca el sur del Mato Grosso, y el Chaco, con sus tres subzonas, Chaco Boreal del norte paraguayo, el Chaco Central entre Paraguay y Argentina y el Chaco Austral en las provincias de Formosa, Santiago del Estero y Santa Fe, y homónima de la Argentina.

A esta formación que no tiene carácter ni de selva húmeda ni de bosque, se le da el nombre genérico de "monte", y a veces de "parque". Está compuesto por árboles generalmente de tamaño mediano a chico, de madera dura y lento crecimiento, distribuidos de forma un tanto espaciada, ya sea individualmente o formando manchones de vegetación rodeadas de pastos.

Se puede observar en nuestra zona, la provincia de Misiones casi completamente

cubierta de foresta, a excepción de la franja de campos del sur.

Originariamente la selva que ahora pareciera que contiene a la provincia, abarcaba un arco que se distingue parcialmente todavía, desde el este paraguayo hasta el estado de Espírito Santos al norte de Río de Janeiro.

La misma ha sido expoliada en grandes áreas particularmente al norte de Misiones y en los estados de Paraná y Santa Catalina en los que no queda prácticamente nada de la misma, reemplazándola con plantaciones de granos como soja y maíz.

Merecen citarse también la selva de las Guayanas y del sur venezolano, de carácter similar a la Amazónica, y hacia el sur del continente la estrecha franja de la selva valdiviana del centro sur de Chile, y los bosques de latifoliadas y coníferas, que se extienden de manera muy limitada a la parte oriental de la cordillera.

De esta manera los países fuertemente forestales de nuestra región son Brasil y Paraguay, los medianamente forestales Chile, Argentina y Bolivia, siendo Uruguay un país sin forestas naturales importantes.

Geografía argentina de florestas y núcleos forestales

La República Argentina tiene 2 millones 700 mil kilómetros cuadrados, lo que la ubica en el octavo lugar del mundo en extensión, es decir es un país grande.

La población de ese territorio la forman 35 millones de personas, lo que representa una densidad media de 13 habitantes por Km², valor no demasiado elevado, es decir que en comparación el país es poco poblado. El concepto de baja población se puede acentuar, si se eliminan los 12 millones de habitantes de Buenos Aires que ocupan solamente unos 5000 Km², quedando reducida la densidad entonces a solamente 8,5 en el resto del país. Brasil y Estados Unidos, países con amplias zonas despobladas poseen densidades de 20 y 25 habitantes por Km².

Una característica significativa del país, es que se halla ubicado en sentido longitudinal de norte a sur a lo largo de casi 5000 Km, lo que, unido a la existencia en el oeste de la región andina, lo hace po-

En contraste grandes regiones de la mitad húmeda poseen las condiciones necesarias para poseer una cubierta vegetal tupida y de altas producciones anuales.

En el mapa de la figura N° 8 se pueden apreciar las regiones de forestas naturales, los núcleos forestales más importantes y la distribución poblacional del país.

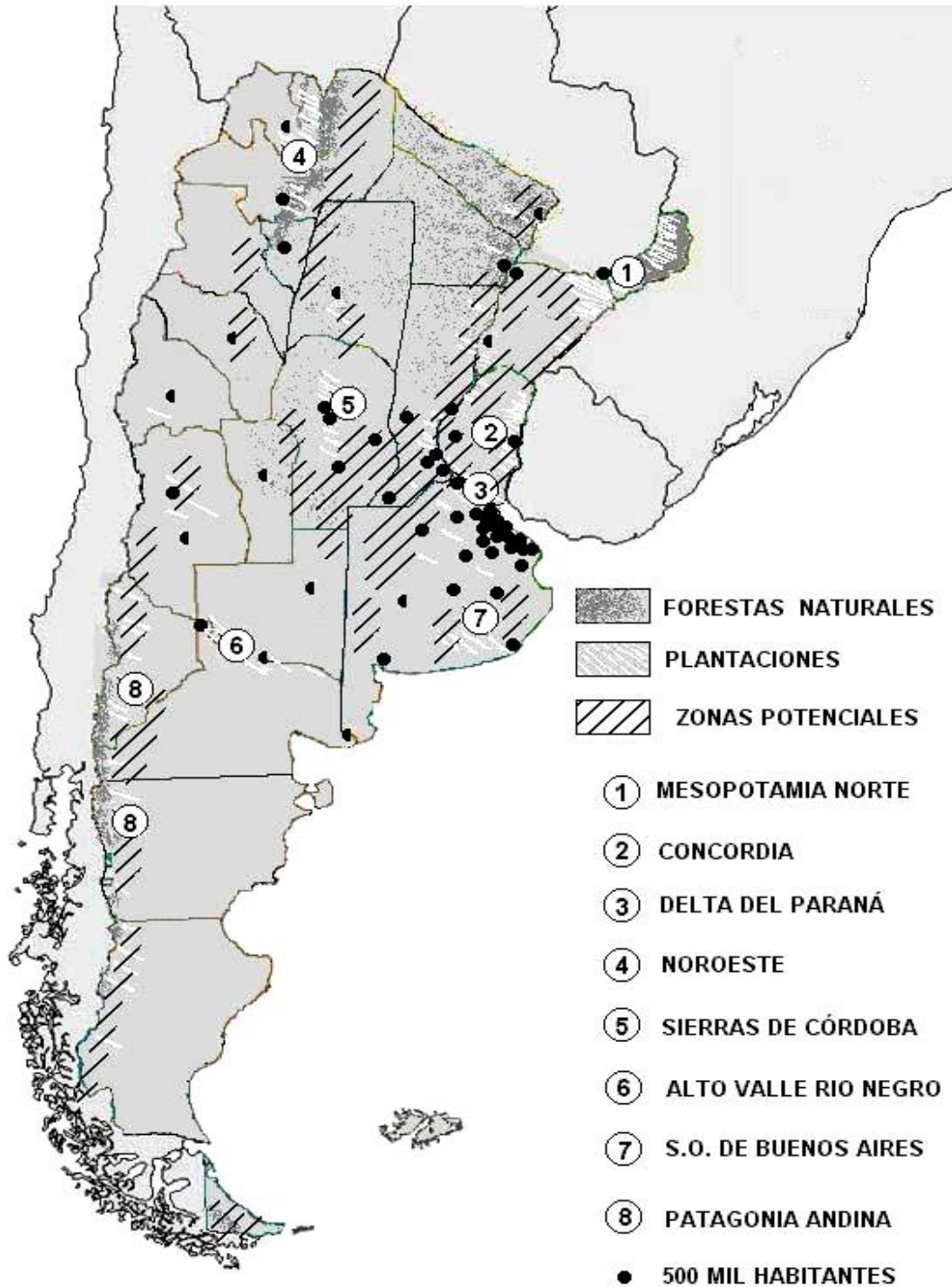
ser prácticamente todos los climas y formaciones fitogeográficas posibles.

La Argentina tiene las selvas lluviosas de las Yungas del noroeste, la selva subtropical misionera, la sabana del Parque Chaqueño, el monte xerófilo del Chaco Occidental, el desierto de arena del este de San Juan, la Puna de Salta, Jujuy y Catamarca, los desiertos de piedra de la precordillera, la gran llanura pastosa de la Pampa, la estepa fría de la Patagonia, los bosques húmedos de la Cordillera Sur, y la tundra helada de los glaciares y canales de Santa Cruz y Tierra del Fuego, además de un sinfín de microsistemas ecológicos de pequeño tamaño.

Sin embargo, a pesar de lo que se suele pensar en nuestra región mesopotámica de grandes ríos y lluvias todo el año, Argentina en promedio es un país seco, puesto que prácticamente la mitad del mismo está en zonas áridas y semiáridas de menos de 500 mm de lluvias anuales.

Uno de los hechos que llama rápidamente la atención es que, con una excepción, las zonas forestales están lejos de las zonas con alta densidad poblacional. Si a la Argentina se la llama el granero del mundo es porque posee una amplia región exenta de árboles, la Pampa Húmeda de unos 600 mil Km², en donde se asienta el 85% de la población del país.

FIGURA n° 8
Zonas de forestas, núcleos forestales y distribución de la población
en la República Argentina



Esta riquísima región agroganadera es la que le ha dado gran parte de su perfil histórico-cultural a la Argentina, y de la que proviene el 90% de la riqueza nacional.

Es obvio que con estas características a lo argentino se lo identifique con lo campero, con el gaucho y el chacarero, y no con la cultura del monte, la minería o la explotación de la riqueza del mar.

En contrapartida hay países que se han formado y crecido a la sombra de una cultura forestal como es el caso de Suecia y Noruega, que por otro lado poseen los más altos índices de evolución socio-económica del mundo.

Suecia en particular sigue estando a la cabeza en cuanto a desarrollo, tecnología y producción per cápita en la industria de madera, pulpa y el papel, por encima de países como Estados Unidos y Canadá.

Describiremos a continuación los principales núcleos forestales del país, comenzando con el del norte de la Mesopotamia que es el más importante, n° ① de la figura n° 8.

Núcleo Mesopotamia Norte

Su desarrollo comenzó en el siglo XIX, a partir de la explotación forestal de las especies valiosas de la selva misionera. A diferencia de las regiones lindantes de Brasil y Paraguay que fueron desmontadas casi por completo para la agricultura, la selva misionera ha quedado en pie, si bien expoliada de todos los árboles grandes de las especies de ley como cedros, lapachos, peteribíes y otros, y recortada por los desmontes realizados para implantar bosques de coníferas locales y autóctonas.

Las primeras plantaciones fueron realizadas por colonos alemanes en la zona de Eldorado, en los años 40 del siglo XX. Estos pioneros iniciaron la explotación del Pino Paraná cuyo nombre sistemático es *Araucaria angustifolia*, aprovechando la semilla de los rodales naturales de esta conífera, que se da en el noroeste misionero y la parte occidental de los estados brasileños de Santa Catarina y Paraná.

Hacia la misma época la carencia de pulpa de coníferas, imprescindible para la elaboración de muchos papeles, debida a

la Segunda Guerra Mundial, hizo que la empresa Celulosa Argentina "descubriera" la Araucaria, e iniciara su plantación industrial, conjuntamente con la instalación de la primera fábrica de pulpa y papel en la localidad de Puerto Piray, que comenzó a producir en 1953.

En la década siguiente esta y otras empresas comenzaron a ensayar coníferas exóticas como los *Pinos elliotii*, *taeda* y *caribaea*, de más rápido crecimiento y menores limitaciones de suelos que la araucaria.

A partir de los años setenta Misiones se transforma en la provincia con mayor extensión de forestaciones del país, que se concentraban en toda la zona norte de la provincia.

Hacia esa época se comienzan a plantar coníferas y *Eucalyptus* en el sur de la provincia y en mayor proporción en el norte de la provincia de Corrientes, que si bien posee suelos y climas algo menos favorables, tiene como contrapartida gastos considerablemente menores de plantación y cultivo, dado lo llano de su relieve.

En el presente, favorecido por la ley de promoción forestal votada en los 90, las exenciones impositivas que dan muchos países para plantar árboles en cualquier lugar del mundo, el Mercosur y un aumento del precio de la madera, han hecho que este núcleo del norte de la Mesopotamia, esté en franca expansión, no sólo en cuanto a las hectáreas plantadas, sino también a la instalación de establecimientos de transformación de la madera.

El núcleo Mesopotamia Norte abarca toda la provincia de Misiones y la parte norte y noreste de la de Corrientes. La especie principal implantada es el *Pinus taeda*, siguiéndole el *Pinus elliotii*, ambas en todo el sector. Posee además plantaciones de *Eucalyptus grandis* que se ubican en la zona sur del mismo y en menor proporción en el Alto Paraná.

Existen también plantaciones menores de *Araucaria angustifolia*, *Pinus caribaea*, *Melia azaderach* (Paraíso) y *Eucalyptus dunni* entre otras.

Núcleo Concordia

El núcleo Concordia que lleva en n° ② en el mapa de la figura n° 8, es el segundo en importancia del país, y es de reciente formación. Está dedicado principalmente a la plantación de *Eucalyptus grandis*, poseyendo también pinos *elliottii* y *taeda*. Aunque de crecimientos menores al de la Mesopotamia Norte, tiene la ventaja de estar mucho más cerca de los centros de consumo, lo que implica menores costos en fletes, rubro destacado en los costos de madera puesta en su lugar de elaboración.

El sector transformador está formado por aserraderos, debobinadoras y fábricas de terciados y cajones. Una parte de la producción de *Eucalyptus* va a elaboración de pulpa a fábricas de Santa Fe y Buenos Aires.

Núcleo Delta ③

El tercer núcleo en importancia forestal es el que se encuentra en el delta del río Paraná. El mismo es la excepción citada con respecto a la lejanía a los mercados consumidores, puesto que se halla a unos 150 Km de la Capital Federal y a 200 de Rosario.

Se ha formado aprovechando las características especiales que tiene el delta del río Paraná, que forma un triángulo con vértices en Diamante, Entre Ríos, El Tigre en Buenos Aires y Paranacito también en aquella provincia, que está compuesto de largas islas fluviales rodeadas de brazos del río.

Las islas suelen estar formadas por un albardón o terraplén en su periferia y una laguna en su interior. El hecho de formar parte del lecho del río le da una ventaja excepcional en cuanto a que están irrigadas todo el año y exentas de heladas, y una desventaja periódica que son las inundaciones.

Para evitar esto último toda la parte sur del Delta, que es la más desarrollada, tiene trabajos de levantamiento de los albardones, caminos y puentes para las tareas forestales.

En el Delta se plantan salicáceas, es decir la familia botánica de los saucos y los álamos, que se dan bien en zonas higrófilas. Es la plantación más grande de salicáceas del mundo.

Estos árboles poseen algunas ventajas relativas que los hacen muy útiles como materia prima papelera: Son de rápido crecimiento en suelos poco aptos para muchas otras plantas; crecen de estacas y gajos, por lo que su mejoramiento es sencillo, y poseen una madera blanda y esencialmente clara que permite elaborar pulpas de blancos aceptables sin blanqueo, o en una sola etapa. Como contrapartida son fácilmente atacados por hongos.

El núcleo del Delta fue muy castigado en las inundaciones del Río Paraná de la década del 60, y desde entonces ha ido resurgiendo lentamente, siguiendo los vaivenes de la economía regional.

Núcleo del Noroeste ④

El núcleo del Noroeste es el cuarto en importancia, pero ella está muy por debajo de los otros tres, que son el fundamento de la industria forestal del país.

Consiste principalmente de plantaciones de coníferas como el *Pinus elliottii* y *P. Taeda*. La conífera autóctona el Pino del Cerro, *Podocarpus parlatorei*, ha sido muy explotada y actualmente queda en sectores altos o de difícil acceso.

Las plantaciones de coníferas se superponen bastante con la zona de cultivo de la caña de azúcar y por consiguiente del radio de acción de los ingenios. A partir de la década de los 70 del siglo pasado, parte del bagazo de la caña, que es el residuo fibroso de la extracción del jugo azucarado, se comenzó a utilizar en la elaboración de pulpa para papeles, en dos fábricas: Papel del Tucumán y Ledesma en Jujuy. Todo el papel de esta marca que se utiliza para escritura y fotocopiado, está hecho con un 80% de esta fibra. El resto es de fibra larga de coníferas, para lo que se utilizan las plantaciones antedichas.

Núcleo de Córdoba ⑤

Este sector comprende una franja considerable de la falda este de las sierras de esta provincia. Es de reciente formación, y se planta principalmente *Pinus elliottii* t *P. Taeda*. Puesto que no existen fábricas de pulpa en las cercanías, su utilización es como madera. Estas plantaciones,

de la mano de la ley de promoción forestal, han ido evolucionando de forma sostenida, y se prevé que continuarán expandiéndose en el futuro.

Núcleo del Alto Valle del Río Negro ⑥

El Alto Valle del Río Negro, es la zona densamente poblada más al sur de la Argentina. En ella se encuentran las ciudades de Neuquén, Cipolletti, Allen y General Roca. El Alto Valle del Río Negro en una franja de unos trescientos kilómetros de longitud en la que se han realizado grandes obras de irrigación, que permiten, en una zona inhóspita, la producción de muchos cultivos de zonas frías como la manzana, duraznos, peras y ciruelas entre otras, para el consumo interno y la exportación. Una de las principales ventajas que posee es la sanidad de los cultivos, debido al clima seco y frío.

Desde el comienzo de las explotaciones a comienzo del siglo XX, se comenzaron a plantar álamos con el fin principal de cortinas paravientos, algo necesario en la Patagonia. Posteriormente estas plantaciones también comenzaron a utilizarse para la confección de los cajones de envase de la fruta.

En las últimas décadas, el Valle comenzó a plantar más madera de la necesaria, y ello sirvió para la instalación de dos plantas medianas de pulpa quimimécanica, que produce parte de los papeles y cartones necesarios para el envase fino de la fruta que se produce.

La tendencia de éste núcleo es expandirse hacia el este, aprovechando la existencia de agua todo el año, por el aprovechamiento de las presas del Chocón y el embalse de Cerros Colorados sitios aguas arriba de la confluencia de los ríos Limay y Neuquén.

Esta tendencia está fuertemente condicionada por el precio internacional de los productos que cultiva, como por la situación general de la economía del país.

Núcleo del Sudeste de la Provincia de Buenos Aires ⑦

Abarca la región de las sierras de Balcarce y Tandil, con la zona comprendida entre ellas y el mar.

Como en todo el centro y sur del país, en esta zona existieron plantaciones en cortinas paravientos desde fines del siglo XIX, conformadas por especies de Eucalyptus, principalmente camaldulensis, tereticornis y globulus.

Debido a los altos costos de la madera en el hemisferio norte, y a la presión ambientalista para no cortar más los bosques naturales, algunos países con alta producción papelera y defecto de madera, salieron a conseguir materia prima a países con costos accesibles y calidad aceptable.

En el caso de Argentina desde la década del 80 se está exportando madera en rollizos desde Corrientes y Entre Ríos, aprovechando los puertos del río Paraná y Uruguay, y desde los puertos marítimos de la Provincia de Buenos Aires.

Hasta ahora se han ido cortando los árboles de Eucalyptus globulus, plantados como cortinas paravientos, que son rentables solamente por la coyuntura de precios favorables.

Sin embargo se han comenzado a plantar considerables extensiones de esta especie, con mejoramientos genéticos adecuados a la fabricación de papel, que ya han comenzado a exportarse.

De continuar las condiciones actuales, y posiblemente favorecido por la baja generalizada del precio de la carne y las enfermedades surgidas en los bovinos, este polo forestal seguirá desarrollándose considerablemente.

Núcleo de la Patagonia Andina ⑧

Éste núcleo es en realidad una serie de sectores que se ubican a mayor o menor distancia de la cordillera, en las provincias de Neuquén, Río Negro y Chubut. Se hallan en sitios en los que las precipitaciones pluviales son aceptables para un crecimiento rentable de los árboles, es decir con más de 600 mm/año.

Las plantaciones principales son de Pinus insignis, cultivado también profusamente en Chile, algunas otras coníferas de esos climas, y en menor proporción latifoliadas autóctonas como la lenga.

Si bien los crecimientos son lentos, la forestación, favorecida por la ley de promoción, contribuye a equilibrar la eco-

nomía de los grandes establecimientos laneros, tan castigados en estos tiempos.

Puesto que la razón de crecimiento-rentabilidad está condicionada fuertemente por el precio de la madera y los costos internos, en la medida que estos mejoren el crecimiento mínimo se reduce y se puede plantar en zonas menos húmedas, las grandes empresas han comenzado a ensayar la plantación en la estepa árida, que no posee ningún otro tipo de utilidad.

Este polo forestal está en crecimiento, debido a que grandes empresas internacionales se han comenzado a interesar en la Patagonia.

Otras Plantaciones

Además de estos núcleos descriptos, es necesario decir que en los últimos años prácticamente en todas las provincias se han comenzado a desarrollar planes, en lo que se podría llamar un atisbo de la cultura forestal de la que anteriormente se hablaba como carente en el país.

Cada año se abren nuevas plantaciones, tendientes a extender la zona forestada hacia las áreas indicadas en el mapa como potenciales, puesto que en el contexto internacional nuestro país posee en la actualidad condiciones excelentes para plantar, aún en zonas no tan favorecidas como las tradicionales.

Versión 1997 - 2004

En revisión.

Válida para el dictado de Pulpa y Papel I del segundo cuatrimestre de 2005)