

J.-F. TOURRAND, M.-G. PIKETTY,  
J. R. D. OLIVEIRA, M. C. THALES,  
A. M. ALVES, J. B. VEIGA,  
R. POCCARD-CHAPUIS

## RÉSUMÉ

### ÉLEVAGE BOVIN, DÉFORESTATION ET DÉVELOPPEMENT RÉGIONAL : LE CAS DU SUD DU PARÁ, AMAZONIE BRÉSILIENNE

Plus grand massif forestier tropical, l'Amazonie constitue une réserve d'espace et de ressources au centre d'une Amérique latine peuplée et preneuse de ces richesses pour appuyer son développement économique. Les processus de colonisation se sont intensifiés depuis quelques décennies, en particulier au Brésil, pour répondre à différents objectifs politiques, économiques et sociaux. Quarante ans après, le bilan décrit cumule de nombreux mauvais points. Le scénario classique souvent considéré comme typique de toutes les régions colonisées se caractérise par les étapes suivantes : construction d'une route, arrivée des migrants, déforestation, implantation de pâturages pour l'élevage bovin, dégradation des sols, concentration foncière, conflits fonciers, abandon des terres et migration vers de nouvelles régions forestières. Cependant, les travaux analysant la situation à l'échelle locale montrent que ce scénario varie considérablement d'une région à l'autre, et selon les époques. Cet article se propose d'analyser finement la trajectoire du front pionnier du Sud de l'État du Pará et de revoir, à la lumière de ce cas, la pertinence d'un certain nombre de relations de cause à effet entre la déforestation, l'élevage bovin et les dynamiques de développement régional en Amazonie. La conclusion sera centrée sur quelques grandes questions qui se posent encore aujourd'hui et qui sous-tendent les différents projets de notre réseau de recherche.

**Mots-clés :** déforestation, développement régional, élevage bovin, Brésil, Amazonie.

## ABSTRACT

### CATTLE FARMING, DEFORESTATION AND REGIONAL DEVELOPMENT: A CASE STUDY IN SOUTHERN PARÁ, BRAZILIAN AMAZON

With the world's largest area of tropical forest, the Amazon is a reserve of land and resources within a densely-populated Latin America, relying heavily on its natural resources to fuel its development. Settlement has intensified in recent decades, especially in Brazil, in response to different political, economic and social objectives. Forty years on, the many adverse consequences of the settler influx have frequently been described. The classic scenario, which is generally considered to be typical of all settlement regions, proceeds as follows: construction of a road, arrival of migrants, deforestation, establishment of grazing land for cattle, soil degradation, land tenure concentration, conflicts over land tenure, land abandon and migration to other forest areas. However, analyses of the situation at local scale show that the scenario actually varies considerably from one region to another as well as over time. This article makes a detailed analysis of the progress of the pioneer front in the southern Pará State, in order to review the relevance of various links between deforestation, cattle farming and the dynamics of regional development in the Amazon. Our conclusions bring out a number of fundamental questions that are still being raised today, underlying the various projects undertaken by our research network.

**Keywords:** Brazil, Amazon, deforestation, regional development, cattle farming.

## RESUMEN

### GANADERÍA BOVINA, DEFORESTACIÓN Y DESARROLLO REGIONAL: EL CASO DEL SUR DE PARÁ, AMAZONIA BRASILEÑA

La Amazonia, el mayor bosque tropical, constituye una reserva de espacio y de recursos en el corazón de un subcontinente densamente poblado que quiere emplear dichas riquezas para sostener su desarrollo económico. Los procesos de colonización se han intensificado desde hace algunas décadas, en particular en Brasil, para responder a distintos objetivos políticos, económicos y sociales. Cuarenta años después, el balance contiene muchos puntos negros. El escenario que se suele considerar típico de todas las regiones colonizadas se caracteriza por las siguientes etapas: construcción de una carretera, llegada de los emigrantes, deforestación, creaciones de pastos para el ganado vacuno, degradación de los suelos, concentración de la tierra, conflictos por la propiedad de la tierra, abandono de las tierras y migraciones hacia nuevas regiones forestales. Sin embargo, los trabajos que analizan la situación a escala local muestran que dicho escenario varía considerablemente según las regiones y épocas. Este artículo se propone analizar en detalle la evolución del frente pionero del sur del Estado de Pará y revisar, a través de este caso, la pertinencia de una serie de relaciones de causa y efecto entre la deforestación, la ganadería bovina y las dinámicas de desarrollo regional en la Amazonia. La conclusión se centrará en algunas cuestiones importantes que aún se siguen planteando y en las que se basan los distintos proyectos de nuestra red de investigación.

**Palabras clave:** deforestación, desarrollo regional, ganadería bovina, Brasil, Amazonia.

## RÉSUMÉ

DIVERSITÉ D'UTILISATION  
ET DE MISE EN VALEUR DES TERRES  
EN AMAZONIE BRÉSILIENNE

La forêt amazonienne, plus grand massif forestier tropical sur terre, subit un déboisement rapide depuis quatre décennies. En Amazonie brésilienne, les fronts pionniers se concentrent dans l'Arc de déforestation. Dans cette vaste zone, des processus de changements variés interagissent au travers de plusieurs modes d'utilisation et de mise en valeur des terres. À partir de deux études de cas dans l'État du Pará (Brésil), cet article analyse les dynamiques du paysage dans ces fronts pionniers très contrastés et examine l'influence de facteurs tels que le développement des infrastructures, les conditions écologiques, les régimes fonciers, les politiques fiscales ainsi que l'organisation et l'évolution des filières bovines. Les principaux objectifs sont d'illustrer, d'une part, la variabilité spatiale et temporelle des opportunités ou contraintes à la conversion des forêts à des fins agricoles et, d'autre part, comment des conditions biophysiques et socio-économiques contrastées affectent les dynamiques actuelles et futures de l'utilisation du sol et du développement régional. L'approche repose sur la collecte et l'intégration de variables-clés économiques et biophysiques dans une base de données géoréférencées. Les outils d'analyse de paysage et la construction de modèles économétriques conduisent à l'analyse statistique conjointe des processus de changements d'utilisation du sol et des facteurs observables qui les influencent.

**Mots-clés :** front pionnier, colonisation, élevage, route, déforestation, Amazonie, Brésil.

## ABSTRACT

CONTRASTED LAND USE  
AND DEVELOPMENT TRAJECTORIES  
IN THE BRAZILIAN AMAZON

The Amazon is the largest tropical forest area on Earth, and is undergoing rapid deforestation since the last four decades. These conversions are mostly located in frontier areas distributed along the so-called "arc of deforestation". Within this large zone, various land use change processes are interacting through several modes of land valorization and organization. From two case studies in the state of Pará (Brazil), the current paper aims at analyzing how these landscape dynamics in contrasted frontier areas are related to infrastructure development, ecological conditions, land tenure and fiscal policies, and to the evolution and the organization of the production, consumption and marketing chains of livestock products. The main objectives are to illustrate the spatial and temporal variability regarding incentives and disincentives to convert tropical forests for other agricultural uses and how do contrasted biophysical and socio-economic conditions (such as accessibility or land tenure) affect current and future land use and development trajectories, with a particular emphasis on the role of roads infrastructure. This study draws on complementary datasets, socio-economic census, key-informants interviews and satellite remote sensing imagery, linked with geo-referenced information on human and biophysical conditions. These data were integrated in a GIS, and the analyses were supported quantitatively by using spatial econometric modelling approaches and landscape ecology tools.

**Keywords:** Amazon, Brazil, frontier, colonization, livestock, road, deforestation.

## RESUMEN

DIVERSIDAD DE USOS  
Y APROVECHAMIENTO DE TIERRAS  
EN LA AMAZONIA BRASILEÑA

La selva amazónica, el mayor bosque tropical del planeta, sufre una rápida deforestación desde hace cuatro décadas. En la Amazonia brasileña, los frentes pioneros se concentran en el Arco de deforestación. En esta extensa zona, existen diferentes procesos de cambios interactuando mediante distintos métodos de utilización y aprovechamiento de las tierras. A partir de dos estudios de casos en el Estado de Pará (Brasil), este artículo analiza las dinámicas del paisaje en estos frentes pioneros, muy diferentes entre sí, y examina la influencia de factores como el desarrollo de las infraestructuras, las condiciones ecológicas, los sistemas de tenencia de tierras, las políticas fiscales y la organización y evolución del sector bovino. Los principales objetivos consisten en ilustrar, por una parte, la variabilidad espaciotemporal de las oportunidades o limitaciones para la transformación de los bosques en tierras agrícolas y, por otra parte, el cómo las diferentes condiciones biofísicas y socioeconómicas afectan las dinámicas actuales y futuras de la utilización del suelo y del desarrollo regional. El planteamiento se basa en la recogida e integración de variables clave económicas y biofísicas dentro de una base de datos georreferenciada. Las herramientas de análisis del paisaje y la construcción de modelos econométricos conducen al análisis estadístico conjunto de los procesos de cambios de utilización del suelo y de los factores observables que los influyen.

**Palabras clave:** frente pionero, colonización, ganadería, carretera, deforestación, Amazonia, Brasil.

## RÉSUMÉ

CHANGEMENTS DE L'UTILISATION  
DES TERRES ET DÉVELOPPEMENT  
DE L'AGRICULTURE À SANTA CRUZ,  
BOLIVIE

Le département de Santa Cruz, en Bolivie, appartient au bassin amazonien. Il contient une grande partie des forêts boliviennes de basse altitude et est principalement couvert de forêts semi-décidues. Le développement agricole et la déforestation n'y suivent pas une trajectoire similaire à celle des autres pays tropicaux de la région. Il se caractérise par une activité agricole productive, rentable et de haute valeur. Toutefois, le développement des fronts pionniers agricoles, qui implique des petits, moyens et grands producteurs, a conduit, depuis les deux dernières décennies, à une croissance exponentielle de la déforestation. La conversion des forêts dans cette région en fait un des « points chauds » de la déforestation à l'échelle mondiale. Cet article analyse les dynamiques d'expansion de la frontière agricole à Santa Cruz, en distinguant des zones écologiquement, socialement et économiquement très variées. L'objectif est triple : illustrer l'intensité et la localisation de la déforestation sur trois périodes de temps ; décrire les dynamiques différenciées du développement des frontières agricoles attachées aux types de producteurs et conditions géographiques ; déterminer les facteurs qui influencent l'expansion agricole dans cette région. Cette étude repose sur des données collectées sur le terrain, interviews, informations socio-économiques, et les images de télédétection satellitaire intégrées dans un Sig, afin de faciliter l'analyse des changements d'utilisation du sol.

**Mots-clés :** déforestation, frontière, développement de l'agriculture, colonisation, Amazone, Bolivie.

## ABSTRACT

LAND USE CHANGE  
AND AGRICULTURE DEVELOPMENT  
IN SANTA CRUZ, BOLIVIA

The department of Santa Cruz in Bolivia makes part of the Amazon basin, and it embraces a large portion of the Bolivian lowland forest, with most of its area covered by semi-deciduous forest. The agricultural development, and hence deforestation in Santa Cruz, does not follow any similar path of other tropical countries of the region, and it is characterized by a productive, high value and profitable agricultural land use. Yet, the agricultural frontier development involving both small and medium and large-scale producers has, since the two last decades, led to an exponential process of deforestation. Forest clearing is currently localized in an area known as being one of the region's major "hot spots" of deforestation. This paper aims at analysing the dynamics of agricultural frontier expansion in Santa Cruz distinguishing different zones with varied ecological, social and economic characteristics. The three main objectives are to illustrate the magnitude and localization of deforestation in Santa Cruz in a three-fold period, to describe the differentiated dynamics of agriculture frontier development linked to diverse actors and geographical settings within the department of Santa Cruz; and to determine the factors that influence on agricultural expansion at the frontier. This study is based on informant interviews, secondary socio-economic information, and satellite remote sensing imagery integrated in a GIS to facilitate land-use change analysis.

**Keywords:** Amazon, Bolivia, deforestation, frontier, agriculture development, colonization.

## RESUMEN

CAMBIOS EN LA UTILIZACIÓN  
DE LAS TIERRAS Y DESARROLLO DE  
LA AGRICULTURA EN SANTA CRUZ,  
BOLIVIA

El departamento de Santa Cruz, en Bolivia, pertenece a la cuenca amazónica. Contiene una gran parte de los bosques bolivianos de baja altitud y, principalmente, está cubierto con bosques semicaducifolios. El desarrollo agrícola y la deforestación no siguen una trayectoria similar a la de los otros países tropicales de la región. Se caracterizan por una actividad agrícola productiva, rentable y de alto valor. No obstante, el desarrollo de los frentes pioneros agrícolas, que implica a pequeños, medianos y grandes productores, ha conducido, en los últimos veinte años, a un incremento exponencial de la deforestación. La transformación de los bosques en esta región la convierte en uno de los "puntos calientes" de la deforestación a escala mundial. Este artículo analiza las dinámicas de expansión de la frontera agrícola en Santa Cruz, diferenciando zonas ecológica, social y económicamente muy variadas. El objetivo es triple: mostrar la intensidad y la localización de la deforestación en tres períodos de tiempo; describir las dinámicas diferenciadas del desarrollo de las fronteras agrícolas relacionadas con los tipos de productores y las condiciones geográficas y determinar los factores que influyen en la expansión agrícola en esta región. Este estudio se basa en datos tomados sobre el terreno, entrevistas, información socioeconómica, y las imágenes de teledetección por satélite integradas en un SIG, para facilitar el análisis de los cambios de utilización del suelo.

**Palabras clave:** deforestación, frontera, desarrollo de la agricultura, colonización, Amazonas, Bolivia.

Sylvie GOURLET-FLEURY,  
Guillaume CORNU, Hélène DESSARD,  
Nicolas PICARD, Plinio SIST

## RÉSUMÉ

### MODÈLES DE DYNAMIQUE FORESTIÈRE : DES OUTILS D'AIDE À LA GESTION ?

Pour garantir la durabilité de la ressource exploitable, en Guyane française comme ailleurs, les gestionnaires forestiers doivent raisonner le délai entre deux coupes. Pour les y aider, le département Forêts du Cirad a développé plusieurs modèles de dynamique forestière et les a calibrés avec des données sur la croissance, la mortalité et le recrutement, collectées depuis 1984, sur le dispositif sylvicole expérimental de Paracou. Les modèles élaborés — modèle matriciel dépendant de la densité, modèle hybride matriciel-arbre indépendant des distances et modèle arbre dépendant des distances — sont flexibles mais lourdement paramétrés. Pour estimer correctement leurs paramètres, il faut disposer d'importants jeux de données. Par ailleurs, de nombreuses espèces sont peu fréquentes dans les peuplements et elles doivent faire l'objet de regroupements pour pouvoir être correctement décrites dans ces modèles. C'est un inconvénient pour les gestionnaires dont l'intérêt se porte, en général, sur des espèces bien particulières et peu abondantes. Des modèles matriciels simples, indépendants de la densité mais qui prennent en compte l'incertitude existant sur les paramètres d'entrée, sont de bons outils de substitution et apportent des réponses rapides aux questions sur l'avenir des espèces exploitées. Cet article rend compte d'un travail effectué à l'aide de ces modèles sur les trois espèces les plus prélevées en Guyane française. Nous discutons la méthode utilisée et illustrons l'intérêt d'examiner le devenir des espèces prises séparément plutôt qu'en groupe.

**Mots-clés :** modèle d'arbre, modèle matriciel, gestion de forêt, forêt tropicale, Guyane française.

## ABSTRACT

### MODELLING FOREST DYNAMICS FOR PRACTICAL MANAGEMENT PURPOSES

A major challenge for forest managers is to define the optimal rotation period to ensure that resources are sustained on a long-term basis. For this purpose, CIRAD Forestry Department has developed several models of forest dynamics, calibrating them with data recorded since 1984 on growth, mortality and recruitment in the large experimental plots of the Paracou site in French Guiana. The models — a density-dependent matrix model, a hybrid model (matrix/single-tree distance-independent) and a single-tree distance-dependent model — are flexible but heavily parameterised. Large data sets are required to estimate the parameters correctly. As most individual tree species are infrequent in the stands, they cannot be described as such in the models and have to be clustered into species groups. This can be a serious drawback for forest managers, who are generally interested in the future of particular valuable species. Simple matrix models, which are independent of density but take into account the uncertainty of input parameters, are preferable if managers are to be supplied with quick answers. This paper describes how such models are calibrated for the three main harvested species in French Guiana. We discuss the method used and show the relevance of examining the fate of particular species separately rather than in species groups.

**Keywords:** tree model, matrix model, forest management, tropical forest, French Guiana.

## RESUMEN

### MODELOS DE DINÁMICA FORESTAL: ¿HERRAMIENTAS DE AYUDA A LA GESTIÓN?

Para garantizar la sostenibilidad de los recursos explotables, tanto en la Guayana francesa como en otras partes, los gestores forestales deben evaluar razonadamente el plazo entre dos cortas. Para ayudarlos, el departamento Forêts del CIRAD ha desarrollado varios modelos de dinámica forestal y los ha calibrado con datos de crecimiento, mortalidad y reclutamiento obtenidos desde 1984, en el diseño silvícola experimental de Paracou. Los modelos elaborados — modelo matricial dependiente de la densidad, modelo matricial mixto: árbol independiente de las distancias y árbol dependiente de las distancias — son flexibles pero hay que fijar numerosos parámetros. Para evaluar correctamente sus parámetros, es necesario disponer de un importante conjunto de datos. Por otra parte, numerosas especies son poco frecuentes en los rodales y deben agruparse para que se encuentren adecuadamente descritas en estos modelos. Es un inconveniente para los gestores que, en general, suelen interesarse por especies concretas y poco abundantes. Los modelos matriciales simples, independientes de la densidad pero que tienen en cuenta la incertidumbre existente en los parámetros iniciales, son buenas herramientas de sustitución y proporcionan respuestas rápidas a las cuestiones sobre el futuro de las especies explotadas. Este artículo informa sobre el trabajo efectuado con ayuda de estos modelos en las tres especies más explotadas en la Guayana francesa. Se analiza el método utilizado y se explica porqué es más interesante examinar la evolución de las especies de forma separada que en grupo.

**Palabras clave:** modelo de árbol, modelo matricial, gestión del bosque, bosque tropical, Guayana francesa.

## RÉSUMÉ

### AGRICULTURE FAMILIALE SUR LES FRONTS PIONNIERS AMAZONIENS

Dans une Amazonie brésilienne en profonde mutation, l'exploitation forestière et l'élevage bovin extensif constituent les deux principales activités et les moteurs de la déforestation. Les fronts pionniers présentent une diversité de situations car, outre les grandes exploitations, l'agriculture repose sur une paysannerie mise en place dans les années 1970 par les programmes de colonisation agricole. Cette diversité prend toute sa mesure dans la disparité des trajectoires de vie des colons : multiples origines géographiques, conditions socio-économiques très variables à l'installation, différences de motivations migratoires, expériences antérieures, projets familiaux et professionnels, etc. Cette diversité apparaît également dans les systèmes de production qui combinent cultures annuelles et pérennes, élevage bovin et bois. Face à cette situation, les organismes d'appui et de recherche, les représentants des collectivités et des organisations sont quelque peu démunis pour aborder les systèmes de production et accompagner leurs évolutions. Cet article présente des types de connaissances nécessaires et des formes d'accompagnement des dynamiques des exploitations familiales. Dans ce contexte, l'accompagnement ne renvoie pas seulement à des connaissances scientifiques permettant de maîtriser des processus biotechniques. Il est nécessaire de prendre en compte des connaissances spécifiques au contexte local. Nous proposons des formes d'appui basées sur les savoirs existants et la circulation de l'information entre les paysans, pouvant ainsi pallier la quasi-absence de vulgarisation agricole dans la région.

**Mots-clés :** agriculture familiale, élevage, front pionnier, Amazonie, Brésil.

## ABSTRACT

### FAMILY FARMS ON THE AMAZONIAN PIONEER FRONTS

In Brazil's radically changing Amazon forest, logging and extensive cattle farming, the two main economic activities, are also the two principal factors fuelling deforestation. The situation is highly variable along the different pioneer fronts, since agriculture is based at once on large ranches and on peasant farms established in the 1970s under agricultural settlement programmes. The disparities are especially evident in the settlers' highly contrasted lives: hailing from many different geographic areas and equally diverse socio-economic backgrounds, they have different reasons for emigrating to the Amazon region and as many different hopes for their families and livelihoods. Diversity is also apparent in production systems, which involve varying combinations of annual and perennial crops, cattle rearing and timber. Given this situation, aid and research organisations and community or organisational representatives lack appropriate tools to address these production systems and support their development. This article describes which types of knowledge are required and how they can support the dynamics of family farming. In this context, support does not refer only to the scientific knowledge required to master biotechnical processes. There is also a need to take knowledge that is specific to the local context into account. The types of support we are proposing are based on existing knowledge and how it circulates among peasant farmers, and are thus intended to remedy the virtual non-existence of agricultural extension programmes in the region.

**Keywords:** family farming, livestock farming, pioneer front, Amazon, Brazil.

## RESUMEN

### AGRICULTURA FAMILIAR EN LOS FRENTEROS PIONEROS AMAZÓNICOS

Dentro de una Amazonia brasileña en profundo cambio, la explotación forestal y la ganadería bovina extensiva constituyen las dos principales actividades y los motores de la deforestación. Los frentes pioneros presentan situaciones diversas ya que, además de las grandes explotaciones, la agricultura se basa en un campesinado asentado en los años setenta mediante los programas de colonización agrícola. Esta diversidad refleja toda su dimensión en la disparidad de las trayectorias vitales de los colonos: variados orígenes geográficos, condiciones socioeconómicas muy diferentes durante el asentamiento, diferencias en las motivaciones migratorias, experiencias previas, proyectos familiares y profesionales, etc. Esta diversidad se observa también en los sistemas de producción que combinan cultivos anuales y perennes, ganadería bovina y madera. Ante esta situación, los organismos de apoyo e investigación y los representantes las colectividades y organizaciones están un tanto desamparados para abordar los sistemas de producción y acompañar su evolución. Este artículo presenta tipos de conocimientos necesarios y formas de acompañamiento de las dinámicas de las explotaciones familiares. En este contexto, el acompañamiento no significa únicamente los conocimientos científicos que permiten controlar los procesos biotécnicos. También es necesario contar con los conocimientos específicos del ámbito local. Proponemos formas de apoyo basadas en los conocimientos existentes y la circulación de la información entre los campesinos para, de este modo, paliar la escasa divulgación agrícola de la región.

**Palabras clave:** agricultura familiar, ganadería, frente pionero, Amazonia, Brasil.



## RÉSUMÉ

### L'ENCLAVEMENT EST-IL UNE FATALITÉ POUR LES INDUSTRIES DU BOIS ? ÉLÉMENTS DE RÉPONSE À PARTIR DU CAS DE L'ACRE (BRÉSIL)

L'État de l'Acre jouxte les frontières de la Bolivie et du Pérou. Une seule route le traverse et le connecte au sud-est du pays. La distance routière jusqu'aux principaux centres urbains du sud du Brésil (4 000 km de São Paulo) en fait l'un des États les plus reculés du Brésil. Les marchés domestiques représentent le débouché essentiel de la production brésilienne de bois tropicaux. Ils sont principalement constitués par les États du sud-est du Brésil. Pour les approvisionner, l'Acre est en compétition avec le Rondônia et le Mato Grosso. Mais l'enclavement bride sérieusement la capacité des usines de l'Acre à accroître leurs débouchés. Les produits de l'Acre sont aujourd'hui condamnés à se substituer exceptionnellement à ceux des autres États, lors de pénuries occasionnelles. Cependant, quelques entreprises de l'Acre ont investi le domaine des produits de qualité secondaire et des essences secondaires, avec des prix plus faibles. Ce domaine offre une moindre marge bénéficiaire mais, justement pour cette raison, il est peu exploité par les entreprises du Rondônia et du Mato Grosso, et la compétition est donc évitée. Pour une même ressource relativement homogène et organisée en massif, la rationalisation et l'optimisation économique tendent à orienter les industries situées dans la zone centrale du massif vers des stratégies et niches de marché particulières, différentes de celles ciblées par les entreprises situées en zone périphérique. L'enclavement, tout en restant un facteur limitant majeur, n'empêche pas certaines spécialisations industrielles liées à la localisation des entreprises et à la nature des différents marchés.

**Mots-clés :** industrie du bois, enclavement, Acre, Brésil.

## ABSTRACT

### ARE TIMBER INDUSTRIES INEVITABLY CONSTRAINED BY THEIR REMOTE LOCATION? A CASE STUDY IN THE STATE OF ACRE (BRAZIL)

The State of Acre is adjacent to Brazil's borders with Bolivia and Peru. It is crossed by a single road connecting it to the south-west of the country. The sheer distance by road from southern Brazil's main urban centres (4 000 km to São Paulo) makes Acre one of the most remote regions in Brazil. Domestic markets, mainly in the south-eastern states, provide the majority of outlets for Brazil's tropical timber. To supply these markets, Acre has to compete with Rondônia and the Mato Grosso, but the region's remoteness is a severe hindrance to attempts by Acre's timber plants to expand their market outlets. At present, timber products from Acre can only be sold as occasional substitutes for those of other states in times of scarcity. Nevertheless, some timber companies in Acre have begun to penetrate the market for lower-priced secondary-grade timber and secondary timber species. Profit margins are smaller, but this is precisely the reason why there has been little interest in this market area from companies in Rondônia and the Mato Grosso, so that there is no real competition. Because the resource is structured as a relatively uniform forest massif, economic rationalisation and optimisation is tending to direct industries in the central zone towards niche market strategies that differ from those targeted by companies in the peripheral zones. Although remote locations remain a major constraint, they do not prevent industries from developing certain forms of specialisation that are linked to such locations and to the nature of different market outlets.

**Keywords:** timber industry, remoteness, Acre, Brazil.

## RESUMEN

### ¿EL ENCLAVE ES UNA FATALIDAD PARA LAS INDUSTRIAS DE LA MADERA? ELEMENTOS DE RESPUESTA A PARTIR DEL CASO DE ACRE (BRASIL)

El Estado de Acre linda con las fronteras de Bolivia y Perú. Lo atraviesa una única carretera que lo conecta con el sudeste del país. La distancia por carretera hasta los principales centros urbanos del sur de Brasil (a 4 000 km de São Paulo) lo convierten en uno de los Estados más aislados de Brasil. Los mercados domésticos representan la salida principal para la producción brasileña de maderas tropicales. Dichos mercados son, fundamentalmente, los estados del sudeste de Brasil. Para abastecerlos, Acre compite con Rondônia y Mato Grosso. Pero su situación enclavada limita seriamente la capacidad de las fábricas de Acre para tener más salidas. Los productos de Acre están hoy condenados a reemplazar ocasionalmente, en períodos de escasez, a los de los otros estados. Sin embargo, algunas empresas de Acre han invertido en el segmento de productos y especies de segunda calidad, con precios más bajos. Este segmento proporciona menores beneficios pero, precisamente por esta razón, las empresas de Rondônia y Mato Grosso lo explotan poco y se evita así la competencia. Para un mismo recurso relativamente homogéneo y organizado en rodal, la racionalización y optimización económica tienden a orientar las industrias situadas en la zona central de la masa forestal hacia estrategias y nichos de mercados particulares, diferentes de los que persiguen las empresas situadas en zonas periféricas. El enclave, aunque siga siendo un importante factor limitante, no impide algunas especializaciones industriales vinculadas a la localización de las empresas, y derivadas de la naturaleza de los distintos mercados.

**Palabras clave:** industria maderera, enclave, Acre, Brasil.

## RÉSUMÉ

### VULNÉRABILITÉ DES ESPÈCES DE MAÇARANDUBA FACE À L'EXPLOITATION EN AMAZONIE BRÉSILIENNE : NOUVELLES NORMES D'EXPLOITATION À DÉFINIR

L'impact de l'exploitation sur les populations de trois espèces majeures de bois d'œuvre d'Amazonie (*Manilkara huberi*, *M. bidentata*, *M. paraensis*, regroupées sous l'appellation commerciale de *maçaranduba*) a été analysé dans une propriété forestière (État du Pará). Un modèle dynamique a permis de simuler les différents taux de reconstitution de ces espèces en fonction des paramètres essentiels : structure diamétrique, croissance et mortalité. Dans la zone d'étude, *maçaranduba* est l'essence la plus abondante et la plus exploitée. Des trois espèces, seule *M. huberi* atteint fréquemment 80 cm de diamètre ; cette espèce est, donc, la plus récoltée. Cependant, pour cette zone et dans le cadre d'un cycle de 30 ans, *M. huberi* a des taux de reconstitution nettement plus faibles que ceux de *M. paraensis* et de *M. bidentata*. Une exploitation sélective, fondée sur un diamètre minimal d'exploitation (Dme) de 55 cm et une durée de cycle de 30 ans, ne permet pas de maintenir durablement certaines populations à des densités économiquement intéressantes. En forêt amazonienne, où les nombreuses espèces commerciales présentent diverses capacités de régénération, une exploitation sélective, fondée sur un Dme et une durée de rotation adaptée à différents groupes d'espèces, pourrait mieux répondre aux critères de gestion durable. Ces groupes seraient définis par les facteurs tels que la structure diamétrique, la croissance et la mortalité. Étant donné la multiplicité des combinaisons structure-croissance-mortalité, une étude spécifique sur l'élaboration d'une telle typologie et son utilisation mérite d'être entreprise.

**Mots-clés :** *maçaranduba*, *maparajuba*, *Manilkara*, structure diamétrique, modélisation, exploitation à faible impact, Brésil, Amazonie.

## ABSTRACT

### VULNERABILITY OF MAÇARANDUBA SPECIES TO LOGGING IN THE BRAZILIAN AMAZON: THE NEED FOR NEW LOGGING STANDARDS

The impact of logging on the populations of the main Amazonian timber tree species (*Manilkara huberi*, *M. bidentata*, *M. paraensis*, all marketed under the collective name of *maçaranduba*) was assessed in a property in the State of Pará. A dynamic model was used to estimate the different recovery rates of these species on the basis of three essential parameters: diametric structure, growth and mortality. In the study area, the *maçaranduba* group of species is the most abundant and the most heavily logged. Within the group, only *M. huberi* reach frequently a diameter over 80 cm, and are therefore the most frequently harvested. However, in this zone and over a 30-year rotation, regeneration rates for *M. huberi* are significantly lower than for *M. paraensis* and *M. bidentata*. Selective logging, based on a minimum diameter cutting (MDE) of 55 cm and a 30-year rotation, is not enough to keep certain tree populations at economically viable densities. In the Amazon forest, where regeneration capacities of commercial species are highly variable, selective logging based on a specific MDE and rotation length determined for different species groups would help to meet sustainable management criteria. These groups would be defined according to their diametric structure, growth and mortality. Given the many different possible combinations between these three criteria, a specific study is needed on the development and use of an appropriate typology.

**Keywords:** *maçaranduba*, *maparajuba*, *Manilkara*, diametric structure, modelling, low-impact logging, Brazil, Amazon.

## RESUMEN

### VULNERABILIDAD DE LAS ESPECIES DE MAÇARANDUBA FRENTE A LA EXPLOTACIÓN DE LA AMAZONIA BRASILEÑA: BÚSQUEDA DE NUEVAS FORMAS DE EXPLOTACIÓN

Se analizó en una propiedad forestal, en el Estado de Pará, el impacto de la explotación en las poblaciones de especies mayores de madera de construcción amazónicas (*Manilkara huberi*, *M. bidentata*, *M. paraensis*, agrupadas bajo la denominación comercial de *maçaranduba*). Mediante un modelo dinámico se pudieron simular las diferentes tasas de regeneración de estas especies en función de los parámetros esenciales: estructura diamétrica, crecimiento y mortalidad. En la zona de estudio, la *maçaranduba* es la especie más abundante y explotada. Entre las especies, sólo *M. huberi* alcanza frecuentemente 80 cm de diámetro; por eso esta especie es la que más se explota. Sin embargo, para esta zona y en el marco de un ciclo de 30 años, *M. huberi* presenta tasas de regeneración mucho más bajas que las de *M. Paraensis* y *M. Bidentata*. Una explotación selectiva, basada en un diámetro mínimo de explotación (DME) de 55 cm y una duración de ciclo de 30 años, no permite el mantenimiento sostenible de poblaciones con densidades económicamente viables. En la selva amazónica, donde las numerosas especies comerciales presentan distintas capacidades de reconstitución, una explotación selectiva, basada en el DME y en una duración de rotación adaptada a los distintos grupos de especies, podría responder mejor a los criterios de manejo sostenible. Dichos grupos serían definidos por los factores de estructura diamétrica, crecimiento y mortalidad. Dada la multiplicidad de combinaciones estructura-crecimiento-mortalidad, sería interesante realizar un estudio específico sobre la elaboración de esta tipología y su utilización.

**Palabras clave:** *maçaranduba*, *maparajuba*, *Manilkara*, estructura diamétrica, modelización, explotación de impacto reducido, Brasil, Amazonia.

Thavarith CHUNHIENG, Thierry GOLI,  
Georges PIOMBO, Daniel PIOCH,  
José BROCHIER, Didier MONTET

## RÉSUMÉ

### ANALYSES RÉCENTES DE LA COMPOSITION DE LA NOIX DU BRÉSIL *BERTHOLLETIA EXCELSA*

La noix du Brésil, *Bertholletia excelsa*, a une teneur importante en biomolécules que nous avons dosées finement. Son huile, ses protéines et ses minéraux ont été analysés en détail. La composition en acides gras, stérols, tocophérols, phospholipides de l'huile est précisée. Le tourteau résultant de l'extraction de l'huile est particulièrement riche en sélénium (126 ppm) qui est connu pour ses capacités anti-oxydantes et anti-radicalaires. Le facteur de conversion azote/protéine a été recalculé à 6,97, en tenant compte de la composition en acides aminés des protéines. La teneur élevée en sélénium de la noix du Brésil et de ses dérivés fait de ces produits une base pour la création d'aliments à propriétés anti-radicalaires.

**Mots-clés :** noix du Brésil, huile, protéine, acide gras essentiel, stérol, sélénium.

## ABSTRACT

### RECENT ANALYSIS OF THE COMPOSITION OF BRAZIL NUT *BERTHOLLETIA EXCELSA*

Brazil nut *Bertholletia excelsa* contains many biomolecules, which we analyzed in detail, especially the oil, protein and mineral contents. The fatty acid, sterol, tocopherol and phospholipid composition of the oil was determined. The cake resulting from oil extraction is particularly rich in selenium (126 ppm), which is famous for its anti-oxidative and anti-radicalizing capacities. The nitrogen/protein conversion factor was recomputed at 6.97 according to the protein amino-acid composition. The high selenium contents of Brazil nut and derivative products could be utilized as a basis for novel anti-radicalizing healthy foods.

**Keywords:** Brazil nut, oil, protein, fatty acid, sterol, selenium.

## RESUMEN

### ANÁLISIS RECIENTES DE LA COMPOSICIÓN DE LA NUEZ DE BRASIL *BERTHOLLETIA EXCELSA*

La nuez de Brasil, *Bertholletia excelsa*, tiene un contenido importante de biomoléculas que dosificamos finamente. Se analizó detalladamente su aceite, proteínas y minerales. Se proporciona la composición de ácidos grasos, esteroides, tocoferoles, y fosfolípidos del aceite. La torta que se obtiene tras extracción de aceite es especialmente rica en selenio (126 ppm), conocido por sus capacidades antioxidantes y antirradicalarias. El factor de conversión nitrógeno/proteína se recalculó en 6,97, teniendo en cuenta la composición de aminoácidos de las proteínas. El alto contenido de selenio de la nuez de Brasil y sus derivados hace de estos productos una base para la creación de alimentos con propiedades antirradicalarias.

**Palabras clave:** nuez de Brasil, aceite, proteína, ácido graso, esteroles, selenio.



Whole Brazil nut *Bertholletia excelsa*.



Brazil nut producing tree.