

RED DE INVESTIGACION AGROECOLOGICA
PARA LA AMAZONIA
(REDINAA)

PROYECTO DE INVESTIGACION EN
PASTURAS Y GANADERIA



EMBRAPA : Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuaria, (Brasil).
FONAIAP : Fondo Nacional de Investigación Agropecuaria, (Venezuela).
IBTA : Instituto Boliviano de Tecnología Agropecuaria, (Bolivia).
ICA : Instituto Colombiano Agropecuario, (Colombia).
INIAP : Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria, (Ecuador).
INIPA : Instituto Nacional de Investigación y Promoción Agropecuaria, (Perú).

Febrero, 1984

**RED DE INVESTIGACION AGROECOLOGICA PARA LA AMAZONIA
(REDINA)**

PROYECTO DE INVESTIGACION EN PASTURAS Y GANADERIA

Dr. José M. Toledo
Dr. Adilson Serrao

INDICE

1.	INTRODUCCION	1
1.1.	Hipótesis	1
2.	DIAGNOSTICO	2
2.1.	Características de la región	2
2.1.1.	Ecosistemas de Pasturas existentes	3
2.1.2.	Reciclaje de Nutrientes	9
2.1.3.	La inestabilidad de la productividad de pasturas tradicionales.	14
2.2.	Inventario de Recursos de Investigación	19
3.	MARCO GENERAL DE LA RED	32
3.1.	Configuración de la Red de Investigación en Pasturas y Ganadería	32
3.2.	Clases de Investigación en la Red en Pasturas y Ganadería	38
1.	Investigaciones Básicas	38
2.	Investigación Aplicada.	39
3.	Validación Tecnológica	39
4.	Transferencia Tecnológica.	39
3.3.	Líneas de Investigación en Pasturas y Ganadería.	39
3.3.1.	Investigaciones Básicas	39
3.3.2.	Investigación Aplicada.	41
3.3.3.	Validación Tecnológica	42
3.3.4.	Transferencia Tecnológica.	42
4.	MODULOS PROPUESTOS	42
4.1.	Módulo 1: Adaptación de Germoplasma.	43
4.2.	Módulo 2: Evaluación Agronómicas de Pasturas.	44
4.3.	Módulo 3: Investigación en Renovación de la Productividad de Pasturas ..	44
4.4.	Módulo 4: Evaluaciones de Persistencia de Pasturas y Reciclaje de Nutrien- tes	45
4.5.	Módulo 5: Manejo y Productividad de Pasturas	45
4.6.	Módulo 6: Sanidad Animal.	46
4.7.	Módulo 7: Proyectos Especiales	47
4.8.	Módulo 8: Capacitación	47
5.	IMPLEMENTACION DEL PROYECTO A NIVEL DE LA REDINAA	49
1.	Líder del Programa REDINAA de Pastos y Ganadería	49
2.	Agrónomo de Pasturas Cultivadas en Areas de Bosque	49
3.	Ecólogo de Pasturas y Especialista en Relaciones Suelo-Planta	50
4.	Especialista en Productividad y Manejo de Pasturas.	50
5.	Especialista en Manejo Animal y Sistema de Producción.	51

6.	Médico Veterinario	51
7.	Economista	51
8.	Especialista en Sistemas de Producción Silvopastoriles	52
9.	Agrónomo-Entomólogo	52
10.	Agrónomo de Pasturas en Areas Aluviales	52
6.	PRESUPUESTO	53
6.1.	Costos Asumidos:	53
1.	Científicos	53
2.	Soporte a la investigación	53
3.	Actividades en la Red	53
4.	Capacitación Científica	54
5.	“Over head”	54
6.2.	Costo del Proyecto	55
7.	LITERATURA CONSULTADA	56
8.	ANEXOS	60
Anexo 1.	Ejemplo: Experimento para evaluar compatibilidad potencial entre especies a nivel agronómico	60
Anexo 2.	Ejemplo: Experimento para ajustar el nivel de fertilización de una mezcla con potencial de compatibilidad	62
Anexo 3.	Ejemplo: Experimento para evaluar persistencia y comportamiento bajo pastoreo de asociaciones compatibles potencialmente	63
Anexo 4.	Ejemplo: Pastura degradada tempranamente por mal manejo y falta de adaptación del germoplasma utilizado	65
Anexo 5.	Ejemplo: Proyecto de Pasturas para, conjuntamente con el proyecto de manejo de suelos, ser conducido dentro del llamado “Módulo 1”	68

LISTA DE CUADROS

CUADRO 1.	Proteína bruta, calcio y P de gramíneas nativas y cultivadas de diferentes ecosistemas de pasturas	7
CUADRO 2.	Primeras evaluaciones de daños producidos por "cigarrinha", mión o salivazo en la Amazonía. Especie del agente de daño por localidades y especies de gramíneas.	18
CUADRO 3.	Inventario de investigadores activos en las áreas de pasturas y ganadería, por institución y por país	20-21 22-23
CUADRO 4.	Grado de experiencia de investigadores, requerimientos de capacitación y estado general de equipo e infraestructura	24-25 26
CUADRO 5.	Información de ecosistema, clima y suelo de las diferentes localidades donde se realiza investigación en pasturas y ganadería.	28-29 30-31
CUADRO 6.	Clases de investigación compatibles con los diferentes niveles de agregación de la Red de Investigación en Pasturas y Ganadería	38
CUADRO 7.	Cronograma de Actividades de la Red en cuanto a capacitación científica, reuniones, cursos, talleres, etc.	56
CUADRO 8.	Presupuesto propuesto	55

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1.	Distribución de los ecosistemas de pasturas de la Amazonía	5
FIGURA 2.	El ciclo de nutrimentos en el ecosistema de bosque tropical	10
FIGURA 3.	Pérdidas de suelo bajo diferentes coberturas y pendientes.	12
FIGURA 4.	El ciclo de nutrimentos en una pradera de gramínea-leguminosa.	13
FIGURA 5.	Esquematización de los cambios de productividad que hasta hoy ocurren en pasturas tradicionales establecidas después de la derriba y quema del bosque	15
FIGURA 6.	Cambios en los contenidos de Ca + Mg, K y P en suelos bajo bosque y pasturas de <i>Panicum maximum</i> de diferentes edades	17
FIGURA 7.	Sub-redes nacionales de investigación en pastos y ganadería	34
FIGURA 8.	Sub-red de investigación en pasturas en áreas de bosque	35
FIGURA 9.	Sub-redes de investigación en pasturas nativas en terrenos aluviales y en sábanas bien y mal drenadas	36
FIGURA 10.	Conexiones directas dentro de la Red de Pasturas y Gandería a nivel nacional y amazónico dentro de REDINAA	37

FE DE ERRATAS

Pág. No.	Línea No.	Dice	Debe decir
6	36	Inseptisoles	Inceptisoles
43	9	Boz Vista	Boa Vista
66	17	deseparación	desaparición

1. INTRODUCCION

Durante la reunión del 16 al 19 de Abril de 1980, en Cali, organizada con la finalidad de visar el conocimiento técnico de diferentes ramas de la producción agropecuaria en la Amazonía, revisando al mismo tiempo enfoques e intenciones de las instituciones nacionales responsables de la investigación, quedó evidenciada la existencia de grandes extensiones en pasturas establecidas en reemplazo del bosque, alta proporción de ellas en proceso de degradación o ya degradadas. Se estima que más de 5 millones de hectáreas de bosque han sido reemplazadas en la Amazonía por pasturas de las cuales un 50% está en proceso de degradación o ya en avanzado estado de degradación.

La ganadería, históricamente reconocida como una empresa rural pionera en la ocupación de áreas de fronteras, en los últimos años se ha venido incrementando activamente en la región amazónica reemplazando áreas de bosque como consecuencia de la invasión humana a estas regiones, principalmente motivadas por presiones socioeconómicas o geopolíticas dentro de los diferentes países de la región. Junto con pastos y ganadería, otras explotaciones agrícolas vienen reemplazando el bosque en forma permanente o temporal. Estas, son cultivos anuales que llegan a degradar muy rápidamente al suelo obligando al colono a abandonar los terrenos improductivos los que normalmente vuelven al bosque creándose el sistema de "agricultura migratoria", de conocida ineficiencia en el uso de la tierra, permitiendo solamente cultivos de subsistencia. Por otro lado, esfuerzos privados y oficiales vienen tratando también de reemplazar el bosque por otras explotaciones agrícolas similares como plantaciones, teniendo éxito en obtener productividad sostenida solamente en situaciones donde la fertilidad del suelo es alta y naturalmente estable. Sin embargo, en condiciones de suelos frágiles, inclusive estas plantaciones resultan en fracasos.

El establecimiento de pastos y ganadería en reemplazo del bosque nativo viene siendo una de las principales alternativas para estabilizar al colono. Sin embargo, debido a las razones porque esto ocurre, la explotación de pastos y ganadería con la tecnología en uso actual es justificadamente considerada como de alto riesgo ecológico. Generalmente colonos sin contar con especies de gramíneas y leguminosas adaptadas y sin una tecnología de manejo de suelo que permita una productividad estable, reemplazan el bosque con pasturas que inicialmente producen bien pero que rápidamente pierden su productividad. Esto obliga a los colonos a ampliar su área de pastoreo derribando más bosque a fin de compensar el crecimiento natural de los hatos y la degradación de las pasturas más antiguas.

Sin embargo, en la reunión de Cali se vió que existen evidencias, que es posible la recuperación y racionalización de pasturas degradadas mediante la utilización de especies de gramíneas y leguminosas adaptadas y el desarrollo de técnicas de manejo que permitan mantener la deseada productividad estable.

- 1.1. HIPOTESIS. Las hipótesis básicas planteadas para la formulación del presente proyecto de investigación son:

(a) Las explotaciones en pasturas y ganadería constituyen, por su naturaleza pionera, una de las actividades agropecuarias naturales en la expansión de la frontera agrícola. Sin embargo, en la Amazonía con la tecnología actual constituyen uno de los peligros ecológicos mayores.

(b) El problema base de la producción ganadera de la Amazonía radica en una inestable productividad primaria de las pasturas, como consecuencia de la alta fragilidad de la fertilidad de los suelos.

(c) No se cuenta con tecnología (germoplasma, manejo, utilización) de otras regiones que pueda transferirse directamente a la región para solucionar el problema de degradación de pasturas.

(d) El estudio y conocimiento de los factores que contribuyen al equilibrio de los ecosistemas de pasturas en la amazonía, junto con el desarrollo de prácticas de manejo animal compatibles con los sistemas de producción y la ecología de la región son necesarios así como urgentes acciones in situ de investigación científica ante una realidad de activa colonización en la región amazónica.

Los autores con una larga experiencia en pastos y ganadería en la región amazónica, enumeran a continuación los viajes más recientes realizados que han servido como base para la actualización de la información obtenida en muchos viajes anteriores realizados en la región.

Noviembre de 1981: viaje realizado por Adilson Serrao y José Toledo a la región amazónica brasileña (Belem, Manaus, Boa Vista, Rio Branco y Porto Velho).

Enero de 1982: Adilson Serrao en compañía de un grupo de miembros de REDINAA visitó zonas complementarias de la región de bosque húmedo de Brasil (Bahía).

Marzo de 1982: ambos autores visitaron la región amazónica peruana (Pucallpa, Yurimaguas, Iquitos, Tarapoto).

Mayo - Junio 1982: José Toledo visitó Bahía y Belem.

Las regiones amazónicas de Colombia, Ecuador y Bolivia que no han sido visitadas recientemente por los autores, fueron visitadas en años anteriores en ocasión de sus responsabilidades en sus trabajos respectivos y la información ha sido actualizada mediante los viajes de miembros del Programa de Pastos Tropicales de CIAT, quienes colaboran directamente en la preparación de este proyecto.

2. DIAGNOSTICO

2.1. Características de la región

De acuerdo con el potencial de utilización de los suelos de la región amazónica, las explotaciones de pastos y ganadería, en áreas con vocación, están llamadas a cumplir un rol

muy importante en el desarrollo y utilización agropecuaria de la región con miras a satisfacer las necesidades de demandas crecientes por proteína de origen animal (carne y leche principalmente) de los países incluidos en la Amazonía.

El potencial de producción animal es grande en virtud de los recursos naturales disponibles de tierra, agua, radiación solar y campos naturales que podrían permitir, con una tecnología apropiada, alcanzar índices satisfactorios de producción y productividad.

No existen cifras actualizadas sobre la población bovina en la Amazonía, pero se estima que existen cerca de 7 millones de bovinos y cerca de 500.000 bubalinos. Estas poblaciones se encuentran, en lo que respecta a bovinos, en un 60% aproximadamente en Brasil, alrededor de un 20% en Colombia, un 5% en Ecuador, un 5% en Bolivia y alrededor de un 10% en Perú. En lo que respecta a bubalinos, prácticamente la totalidad se encuentra en la Amazonía Brasileña.

Con relación a la producción de carne bovina, a pesar de existir en la región razas cebuinas muy bien adaptadas y con alto potencial de producción, los niveles de producción son todavía muy bajos: tasas de parición de 40 - 60%, edad de sacrificio 40-50 meses, peso al sacrificio de 350 - 400 kilos, edad de la primera cría 40 - 50 meses, carcasas con 45 - 50% de beneficio, mortalidades hasta los 48 meses de 15 - 18% y ganancias de peso diarias de 100 gramos por días, Serrao, (1981).

En relación a la producción de leche, la mayoría de ésta en la Amazonía del Brasil proviene del ordeño de animales de carne, principalmente, y en el caso de los países andinos, la producción de leche proviene en muchos casos de animales provenientes de las regiones de los andes con alto nivel de sangre europea con deficiente adaptabilidad al medio. En ambos casos la producción de leche está lejos de satisfacer la demanda y tiene grandes problemas para considerarse una explotación biológica y económicamente aceptable.

Si bien en el caso de la producción de carne, como se mencionó prácticamente no habrían problemas mayores desde el punto de vista del animal, en el caso de producción de leche el problema de adaptación de los animales es de extrema importancia. En ambos casos el factor limitante más importante para una producción que utilice al máximo los recursos genéticos de los animales es la deficiente nutrición de éstos como consecuencia de una productividad primaria deficiente, es decir, pasturas de bajo rendimiento en producción y baja calidad. Cualquier esfuerzo hacia la solución de los problemas de producción de pasturas en la región facilitará sin duda alguna el trabajo de mejoramiento genético de los animales, tanto para la producción de carne como de leche.

2.1.1 Ecosistemas de Pasturas Existentes

Los principales ecosistemas de pasturas en la región amazónica son cuatro:

- a. Pasturas nativas en sabanas bien drenadas (sabanas, cerrados y similares).
- b. Pasturas en áreas de sabanas pobremente drenadas
- c. Pasturas nativas en áreas de suelos aluviales mal drenados ("várzeas" o similares).
- d. Pasturas cultivadas en áreas originalmente de bosque.

La Figura 1 muestra una aproximación de la distribución de estas pasturas en la región.

a. **Pasturas nativas en sabanas bien drenadas.**— En la Figura 1 se aprecia que la proporción de área en pasturas nativas en la cuenca amazónica es de aproximadamente 6.00% del área total de la región. Está principalmente ubicada en las regiones al Norte de Brasil en Roraima, al Sur de Guyana y Surinam y al Norte de la desembocadura del río Amazonas en Amapá. Además en algunas regiones menores donde el bosque es interrumpido.

Las pasturas nativas en esta categoría están representadas principalmente por vegetación de sabana tipo “cerrado” o “llano”, caracterizada por una cobertura conspicua conteniendo gramíneas principalmente, y leguminosas y plantas leñosas en densidades variables.

Las principales gramíneas encontradas en las sabanas de la región son de los géneros de *Andropogon*, *Arístida*, *Axonopus*, *Eragrostis*, *Panicum*, *Paspalum* y *Trachypogon* (Eden, 1964). La mayoría de estas especies de gramíneas son perennes, de hábito de crecimiento erecto, las que interrumpen su crecimiento durante la época seca rebrotando activamente durante la época de lluvia. La mayoría son gramíneas de baja calidad y baja palatabilidad.

Entre las principales limitaciones de estas pasturas nativas en sabanas tropicales, podemos mencionar su baja productividad, baja calidad y bajo consumo por los animales. Estas limitaciones son debidas principalmente a su intrínseco valor genético de bajo potencial forrajero en compensación a la adaptación y supervivencia a condiciones de muy baja fertilidad de suelos y largos periodos de sequía y al manejo bajo quema. Se estima que la capacidad de carga de estas pasturas nativas en sabanas, tiene una medida de 6 hectáreas por unidad animal.

A pesar de las limitaciones básicas de estas pasturas nativas, aún hay campo para optimizar su utilización con animales. Los sistemas de producción predominantes son muy extensivos lo que resulta en muchos casos en subutilización de la cantidad de forraje como consecuencia de un bajo consumo voluntario y una baja calidad de las pasturas disponibles. En este sentido son factores críticos para el aumento de la productividad de estas pasturas, las deficiencias de minerales y proteínas que impiden mayores tasas de crecimiento y la mejor utilización de este forraje grosero.

Con la finalidad de tener temporalmente forraje de mejor calidad y consumo voluntario, los sistemas de producción incluyen el uso frecuente de quemados para destruir el forraje acumulado y aumentar la disponibilidad de forraje de mayor calidad. De esta manera el fuego podría ser un factor importante y esencial en el manejo y utilización de este recurso nativo. Sin embargo, el uso de fuego en combinación con otros factores, como el uso estratégico de pasturas mejoradas, inclusión de leguminosas, etc. pueden ser importantes pero deberían ser eventualmente eliminados.

Otra de las limitaciones mayores de estos ecosistemas de sabana tropical bien drenada, es la estacionalidad de la producción con periodos de sequía entre cuatro y seis meses que sin lugar a dudas interrumpen y afectan la producción animal.

b. **Pasturas nativas en sabanas pobremente drenadas.**— Otro tipo de ecosistema de pasturas nativas es el que ocurre en áreas inundables sobre suelos también de baja fertilidad, ácidos

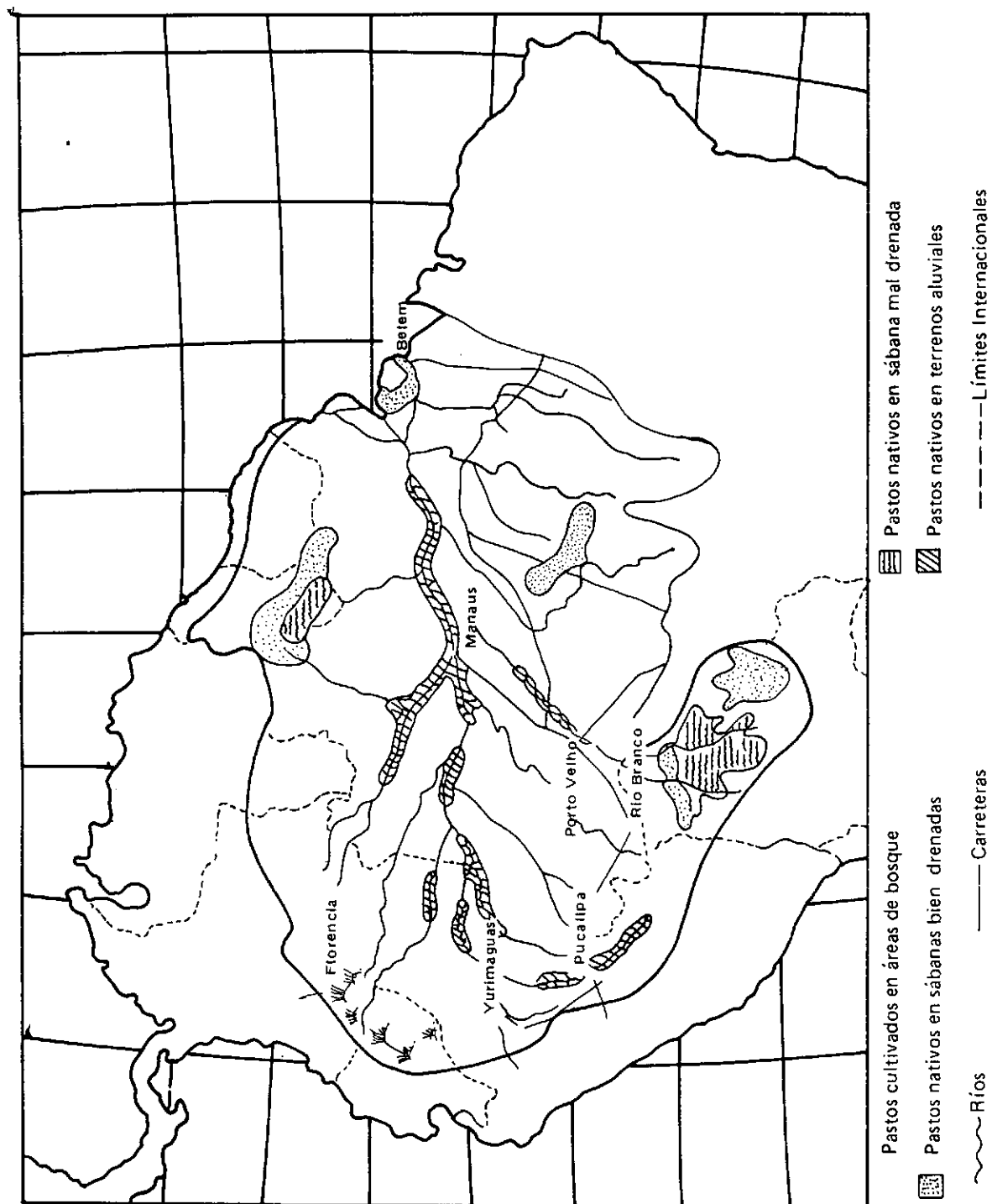


Figura 1 -- Distribución de los ecosistemas de pasturas de la Amazonía. (De E.A. Seirao, 1981, y T.T. Cochrane, 1982).

e infértiles, que están sujetos a inundaciones periódicas como consecuencia de lentitud en el drenaje tanto superficial como subterráneo. Este tipo de ecosistema ocurre en áreas localizadas en la isla de Marajó, la costa de Amapá, el noroeste de Guyana francesa, Boa Vista en Roraima, la región de Beni Trinidad en Bolivia y la Do Bananal en el norte de Goiás. Constituye aproximadamente el 30/o del área total de la Amazonía.

Las especies que predominan en este tipo de sabanas, son *Axonopus afinis*, *Axonopus furcatus*, *Axonopus purpusii*, *Axonopus compressus*, *Panicum aquaticum*, *Panicum laxum*, *Paspalum conjugatum*, *Paspalum densum*, *Paspalum plicatulum*, *Setaria geniculata* y otras especies de menor importancia que predominan en las zonas más altas sujetas a periodos de saturación de agua más que de inundación. En estas regiones también existen Ciperacias.

En las regiones más bajas, sujetas a inundaciones, existen algunas gramíneas anfibias de mayor calidad como son *Himenachne amplexicaulis*, *Lesia hexandra* y *Luziola espruceana* que contribuyen fuertemente a la productividad animal en épocas de vaciantes. Estas gramíneas de mayor calidad tienen sin embargo problemas de productividad debido a los limitados recursos de fertilidad del suelo y limitado periodo de crecimiento de estos materiales al salir de las aguas y entrar a periodo seco. Estas regiones de sabana mal drenada poseen los llamados "bancos" que son áreas no inundables donde predomina una vegetación similar a la vegetación de sabana bien drenada descrita anteriormente.

Además de las limitaciones grandes en cuanto a fertilidad del suelo y excesos de agua, este ecosistema de pasturas presenta una situación inversa en relación al tipo de sabanas bien drenadas en cuanto a producción animal. Aquí los periodos críticos ocurren en los momentos de máxima precipitación cuando las áreas de pastoreo son reducidas a los bancos no inundables y a las zonas de empantanamiento, saturación de aguas, donde los animales pastorean temporalmente ejerciendo altas presiones sobre reducidas áreas donde la disponibilidad de forraje total insuficiente afecta las tasas de desarrollo de los animales. Sin embargo durante la época de sequía en cuanto a precipitación, con el inicio del drenaje de las zonas inundadas nuevas áreas de pasturas van quedando expuestas al pastoreo, las que (además del incremento en área) debido a su buena calidad, favorecen el desarrollo de los animales.

Aquí los esfuerzos de investigación para aumentar la productividad y calidad de forraje de los "bancos" deberán tener un impacto importante sobre la productividad animal de estas áreas.

c. **Pasturas nativas en áreas inundables de suelos aluviales.**— ("varzeas" o "playas y restingas").— Estas pasturas que ocurren en los suelos de relativa alta fertilidad, principalmente Entisoles o Inseptisoles sometidos a inundaciones periódicas por los ríos de agua barrosa de origen andino, ocurren en extensiones mayores a lo largo del río Amazonas y los principales tributarios como los ríos Maraón, Ucayali, Putumayo y el Madeira. Este tipo de ecosistema de pastura representa aproximadamente entre 1 - 1.50/o del total de área de la Amazonía. Sin embargo, debido a su potencial de productividad y su acceso fácil por medio de los ríos, este ecosistema está llamado a jugar un papel importante en el desarrollo inmediato de la Amazonía.

Entre las gramíneas predominantes en este tipo de ecosistema figuran *Echinochloa polystachlia*, *Eriochloa punctata*, *Hymenachne amplexicaulis*, y *conacifolia*, *Leersia hexandra*, *Luziola esprusiana*, *Oriza alta*, *grandiglumis* y *perennis*, *Panicum elephantipes* y *sizanoides*, *Paspalum fasciculatum* y *repens* (Black, 1950). Estas gramíneas son en modo general perennes, poseen un alto potencial de producción y calidad, requieren de suelos hidromórficos de buena fertilidad, ricos en minerales y materia orgánica. Las pasturas que crecen en estos suelos aluviales son en general de mejor calidad que las que crecen en suelos pobres, principalmente en cuanto a su contenido de minerales. Tal como lo muestra el Cuadro 1 comparándolas con algunas pasturas mejoradas.

CUADRO 1. PROTEÍNA BRUTA, CALCIO Y P DE GRAMINEAS NATIVAS Y CULTIVADAS DE DIFERENTES ECOSISTEMAS DE PASTURAS

Gramíneas	Estado de Madurez	Proteína bruta Ca P		
		————— o/o de MS —————		
De pasturas nativas en áreas de "Varzeas"*	Inicio de floración	8,64	0,23	0,18
De pasturas nativas en sabana bien drenada *	Inicio de floración	6,80	0,13	0,06
En áreas de bosque: **				
<i>Panicum maximum</i>	Inicio de floración	8,80	0,26	0,12
<i>Hyparrhenia rufa</i>	Inicio de floración	7,14	0,28	0,16
<i>Brachiaria humidicola</i>	Inicio de floración	7,71	0,23	0,12
<i>Brachiaria decumbes</i>	Inicio de floración	7,97	0,28	0,13

* Promedio de 15 análisis

** Promedio de 14 análisis

Fuente: Simao Neto et al., 1973. y Serrao y Simao 1975.

Durante la estación seca anual estas pasturas de "várzeas" exhiben un crecimiento exuberante y cubren muchos kilómetros de extensión a lo largo de los ríos y pueden ser utilizadas por bovinos en épocas restringidas, correspondientes al periodo seco, cuando ocurren las vaciantes de los ríos, donde en algunos sistemas de producción se engorda ganado. Durante las épocas de creciente de los ríos, solamente los bubalinos pueden hacer uso del forraje flotante que ocurre en estas pasturas de "várzeas", en virtud de su hábito acuático. Sin embargo, durante esta época de lluvia existen problemas de escasez de forraje, inclusive para los búfalos. Esto se soluciona en algunos casos con la utilización y transporte a islas flotantes con asociaciones de gramíneas.

Las limitaciones más importantes en la utilización de este tipo de pasturas son, en primer lugar, la dificultad en el manejo de pasturas bajo inundación y, en segundo lugar, la escasez de forrajes durante las épocas de creciente de los ríos. Será difícil hacer rápidamente impacto con investigación, en el mejoramiento y utilización de pastos en las áreas de "várzeas" con mayor inundación; sin embargo, debiera hacerse esfuerzo en la investigación y selección de materiales para las zonas aledañas no inundables, en donde los animales en épocas de crecientes pudieran, en áreas restringidas, utilizar forrajes de alta productividad y calidad, lo que no es difícil pues esta época coincide con la época lluviosa de alta capacidad de crecimiento de gramíneas y leguminosas sobre un sustrato variable que podrían ser Inceptisoles, inundables por corto tiempo solamente en crecientes muy altas que ocurren una vez cada 5 ó 6 años o en Oxisoles y Ultisoles no inundables.

d. **Pasturas cultivadas en áreas de bosque.**— Si bien los tres ecosistemas de pasturas descritos anteriormente son importantes por ser los recursos con que cuenta la Amazonía para su desarrollo localizado en áreas donde existan, su potencial es restringido por factores ecológicos y principalmente localización geográfica. Si estamos hablando de un desarrollo integral de la Amazonía en términos de uso racional de los recursos en sistemas de producción agropecuaria que incluye diferentes tipos de explotación como forestal, plantaciones, cultivos y pastos y ganadería, necesariamente tendremos que hablar de pasturas en tierra firme, es decir, en suelos no inundables típicamente ácidos e infértiles como Oxisoles y Ultisoles. De hecho, es lo que naturalmente está ocurriendo en la región. Grandes extensiones de pasturas como se mencionó antes, están siendo establecidas en áreas de tierra firme sin una tecnología apta para tener una productividad ecológica y económicamente justificable.

La tala de bosques y reemplazo por pasturas ocurre principalmente a lo largo de carreteras y caminos de acceso abiertos en la región con la finalidad de integrar, en términos económicos y sociales, la región amazónica en los países respectivos. Igualmente ocurre a lo largo de ríos con reducidas "várzeas". Estimamos que 100% de la Amazonía ha sido talada; de ésta, aproximadamente una quinta parte actualmente son pasturas.

La siembra de pasturas, incluye la derriba del bosque (manual o mecanizada) seguida de quema de la biomasa vegetal y del plantío de gramíneas forrajeras tradicionales, en algunos casos después de un cultivo de arroz o maíz. Las especies de gramíneas más utilizadas en la región son *Panicum maximum* (coloniao, castilla, guinea o indio) la forrajera más difundida en Brasil; *Hyparrhenia rufa* (yaragua o puntero), *Brachiaria decumbens*, *Axonopus scoparius* y *Axonopus micai*, utilizadas más en Colombia, Ecuador y Perú. Recientemente el *Brachiaria humidicola* viene siendo difundido fuertemente en la Amazonía brasileña e inicialmente en menor escala en los otros países como una gramínea mejor adaptada y con tolerancia al problema de "cigarrinha", "mión" o "salivazo" que afecta fuertemente al *Brachiaria decumbens*. La única leguminosa usada como pastura en la región es "Kudzu", *Pueraria phaseoloides*. En cualquier forma las alternativas con que cuentan los colonos de la Amazonía para el establecimiento de pasturas son reducidas y en la mayoría de los casos éstas no han sido seleccionadas para solucionar un problema de estabilidad de pasturas en la región sobre suelos difíciles ácidos e infértiles con los problemas fitosanitarios peculiares de la región.

Estas pasturas son utilizadas dentro de sistemas de producción variables dependiendo de las regiones de la Amazonía. En el caso del Brasil, principalmente, los sistemas son de producción de carne en forma extensiva. Contrastando con esto, en la región de influencia de los Andes en Ecuador, Colombia, Perú y Bolivia, los sistemas de producción son variables desde sistemas extensivos de carne hasta sistemas más intensivos de doble propósito, siendo estos últimos predominantes. En todos los casos la producción primaria de pasturas es la limitante mayor debida a la degradación que normalmente ocurre en la productividad de los pastos como consecuencia del mal manejo y de la pérdida de fertilidad de los suelos. Sabemos, sin embargo, que biológicamente es viable la productividad, sustentada con pasturas en áreas originalmente de bosques amazónicos, siempre y cuando se cuente con las especies adaptadas y el manejo adecuado.

2.1.2 Reciclaje de Nutrientes

Basicamente el éxito de los sistemas de producción que reemplacen al bosque depende de la eficiencia con que sean capaces de reciclar nutrimentos tanto en la relación suelo-planta, en el caso de cultivos o plantaciones, como en la relación suelo-planta-animal en el uso de pastura y ganadería. Si no, veamos:

a. **Lo que ocurre bajo el bosque.**— En el ecosistema de bosque (Figura 2) existen tres depósitos de nutrimentos: el suelo con baja proporción del contenido de nutrientes totales presentes en el ecosistema, la biomasa y el detritus (litter) con un contenido mayor de nutrientes. La lluvia al caer sobre la vegetación arrastra polvo y nitrógeno atmosférico, lo que contribuye a enriquecer el ecosistema, además al lavar las hojas y tallos transporta nutrientes hasta el suelo. Parte de esos nutrientes y los presentes en el suelo son perdidos por el drenaje superficial y lixiviación, dependiendo de las condiciones físicas del suelo.

Simultáneamente las hojas y, en general, el detritus cae y se acumula sobre el suelo. Este material sufre un proceso de mineralización es decir, degradación de la materia orgánica a compuestos más simples asimilables por las plantas, contribuyendo para aumentar la fertilidad en la capa superficial del suelo. Las plantas del bosque que en general tienen un sistema radicular superficial, utilizan estos nutrientes para su crecimiento, cerrando el ciclo. Paralelamente ocurre el proceso de fijación simbiótica de nitrógeno por acción del *Rhizobium* en simbiosis con raíces de leguminosas integrantes del bosque. Parte de este nitrógeno puede ser perdido por desnitrificación.

b. **Lo que generalmente ocurre después de la derriba y quema del bosque seguido de la siembra de cultivos anuales** (shifting cultivation", agricultura itinerante o migratoria). Cuando el sistema de reciclaje es interrumpido por la derriba y quema de la biomasa de la floresta, gran parte de los elementos no volátiles del ecosistema son colocados de una vez sobre la superficie del suelo, lo que afecta fuertemente las condiciones químicas de la capa superficial del suelo, produciendo una disminución del porcentaje de saturación del aluminio, un aumento del pH, un aumento de las bases cambiables (calcio, magnesio y potasio, principalmente) y de fósforo.

Esta fertilidad inicial aumentada con la quema puede decrecer rápidamente por erosión laminar y lixiviación de nutrientes al quedar el suelo descubierto. Además al plantarse cultivos altamente extractivos con poca cobertura, la pérdida de nutrientes es mucho mayor.

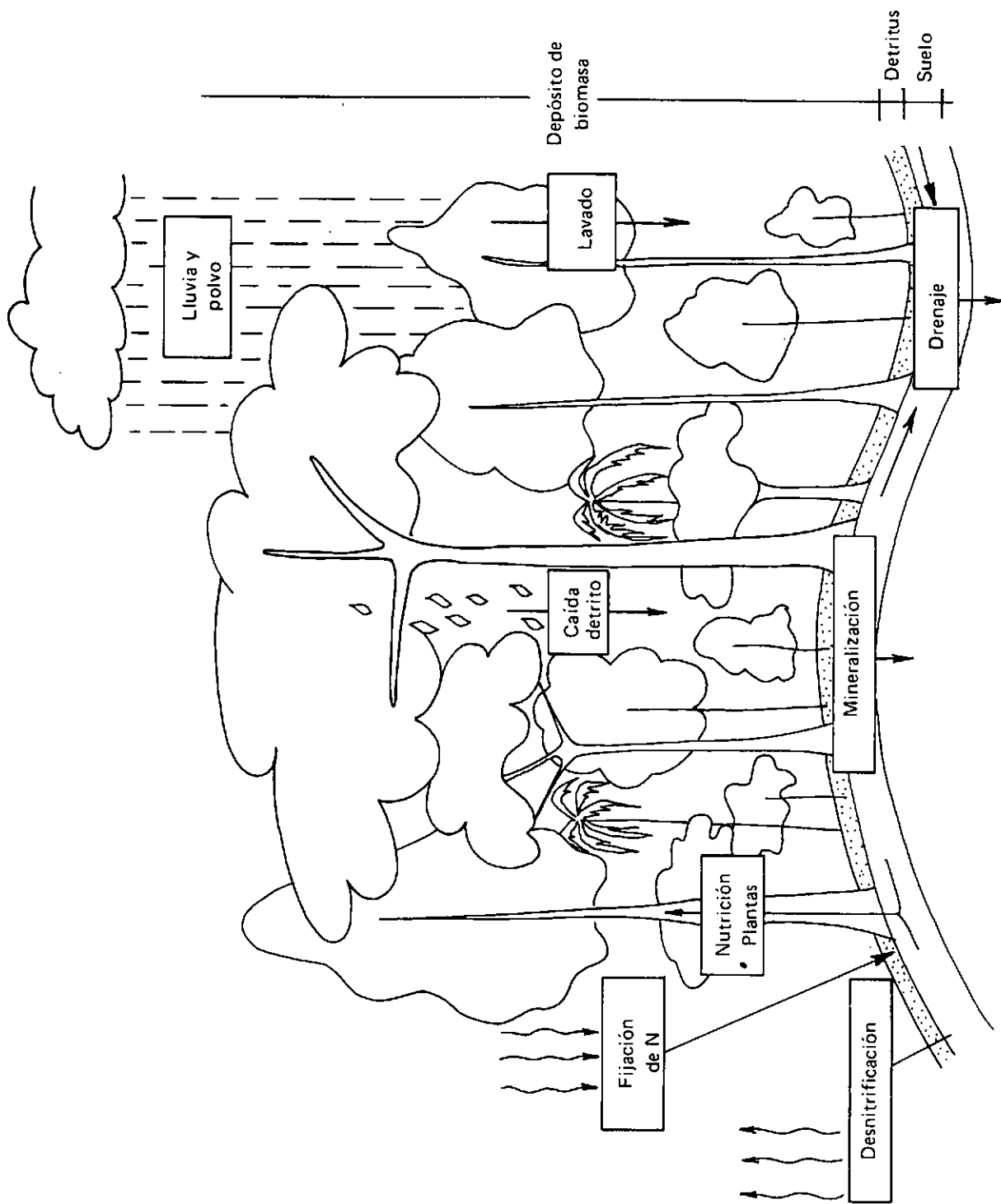


FIGURA 2 – El ciclo de nutrientes en el ecosistema de bosque tropical.

Fuente: Toledo y Serrao 1982.

1982.

Contrariamente, si la sustitución del bosque se hace con sistemas de producción con menores niveles de extracción de nutrientes y con una mayor y más eficiente cobertura que garantice un mejor reciclaje, la fertilidad del suelo se podrá mantener a un nivel aceptable obteniéndose aún buenas producciones de alimentos y materiales industriales para beneficio del hombre.

La Figura 3 muestra las pérdidas totales de suelo (erosión) durante 32 meses bajo diferentes coberturas después de la apertura del bosque en un suelo de la Amazonía colombiana (Navas, 1982). Nótese las menores pérdidas de suelo con "Kudzu", "Brachiaria" y "Micay" comparables con las que ocurren bajo cobertura de bosque.

c. Lo que ocurre cuando se reemplaza bosque por pasturas bien manejadas. Podemos decir que los cultivos tipo plantaciones o pasturas (cuando son implementadas y manejadas) son alternativas que pueden permitir una protección suficiente del suelo contra la erosión y un reciclaje eficiente de nutrientes debido a sus bajos niveles de extracción fuera del sistema. En una plantación, sale del sistema, una pequeña parte de la biomasa que pueden ser frutos, o partes de la biomasa total. En una pastura, lo que sale del sistema es carne o leche; son productos constituidos principalmente por elementos provenientes del aire (carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno) con una muy pequeña cantidad de nutrientes minerales que provienen del suelo. Spain (1982) estima que con una ganancia de peso de 300 kg/ha/año, las extracciones del potrero serían de 2.2 kg. de P, 0.6 kg. de K, 4.0 kg. de Ca y 0.1 kg. de Mg.

En una pastura bien establecida y manejada, al igual que en el bosque, existen depósitos de nutrientes (Figura 4); éstos son la biomasa (de las plantas forrajeras y animales), el detritus (residuos de la pastura y animales) y el suelo. La lluvia arrastra el polvo y el nitrógeno atmosférico cayendo y lavando animales y plantas, lo que concurre a incorporar nutrientes en el suelo, parte de los cuales son perdidos por drenaje. Simultáneamente las plantas (forrajeras y otras) toman nutrientes del detritus y del suelo, los que son transferidos a los animales a través del pastoreo. Parte de estos nutrientes van a parar en manos del hombre en forma de carne o leche y el resto vuelve al suelo a través de las heces y orina distribuidas desuniformemente en el mismo suelo. El animal al pisotear y utilizar la pastura produce la ruptura de partes aéreas de las forrajeras, ocasionando la muerte de raíces las mismas que al descomponerse incorporan materia orgánica al suelo. Estas, junto con el detritus son mineralizados contribuyendo así a incrementar el contenido de nutrientes disponibles para las plantas en el suelo.

En las pasturas con leguminosas también ocurre fijación de nitrógeno atmosférico y al igual que en el sistema de bosque la desnitrificación ocurre paralelamente.

Igualmente, los procesos de pérdidas de nutrientes en el suelo ocurren tanto por fijación química de nutrientes como por lixiviación o escorrentía, que en el caso de pasturas bien manejadas son pequeñas según se muestra en la Figura 4.

En una pastura racionalmente manejada, además de este reciclaje de nutrientes, el hombre deberá devolver al sistema los elementos de alto valor que retiró aplicando directamente al suelo y al animal productos de menor valor que restituyan los extraídos del sistema. Además el hombre deberá ejecutar las prácticas de manejo que garanticen el eficiente reciclaje para permitir la estabilidad de la productividad del sistema.

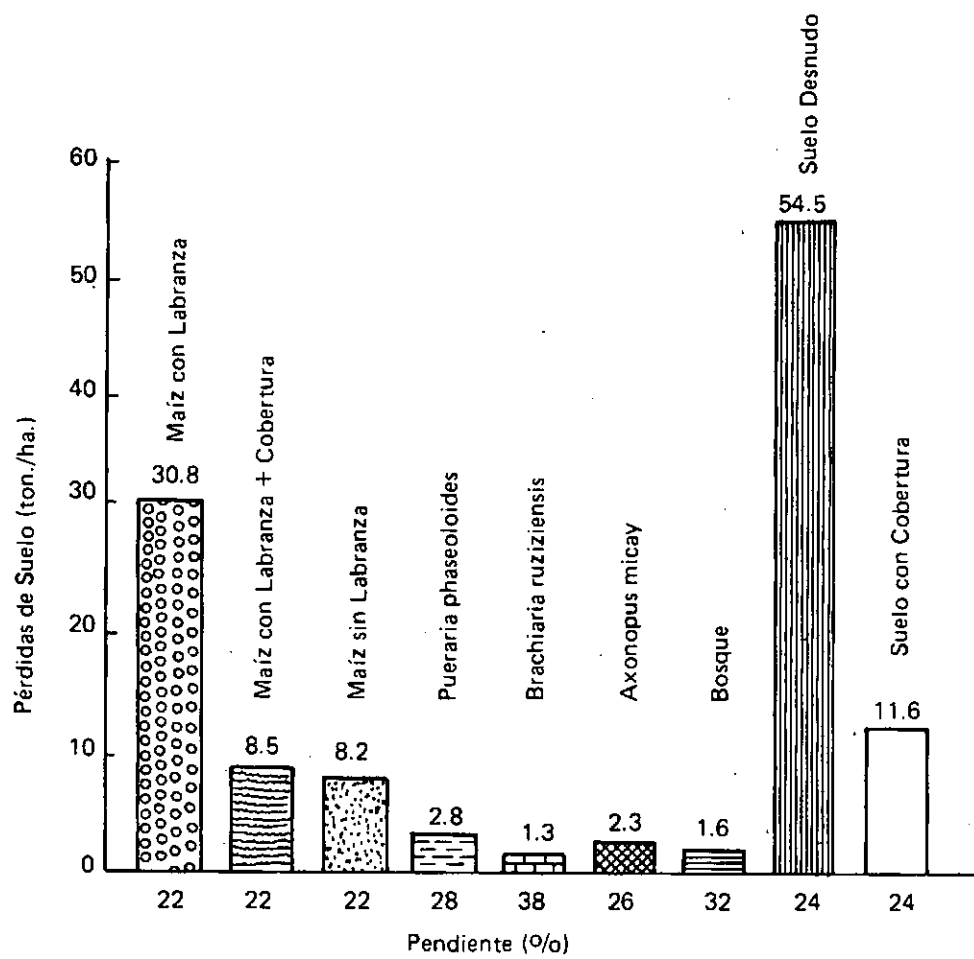


FIGURA 3 — Pérdidas de suelo bajo diferentes coberturas y pendientes en un inceptisol en Macagual, Colombia (Navas, 1982).

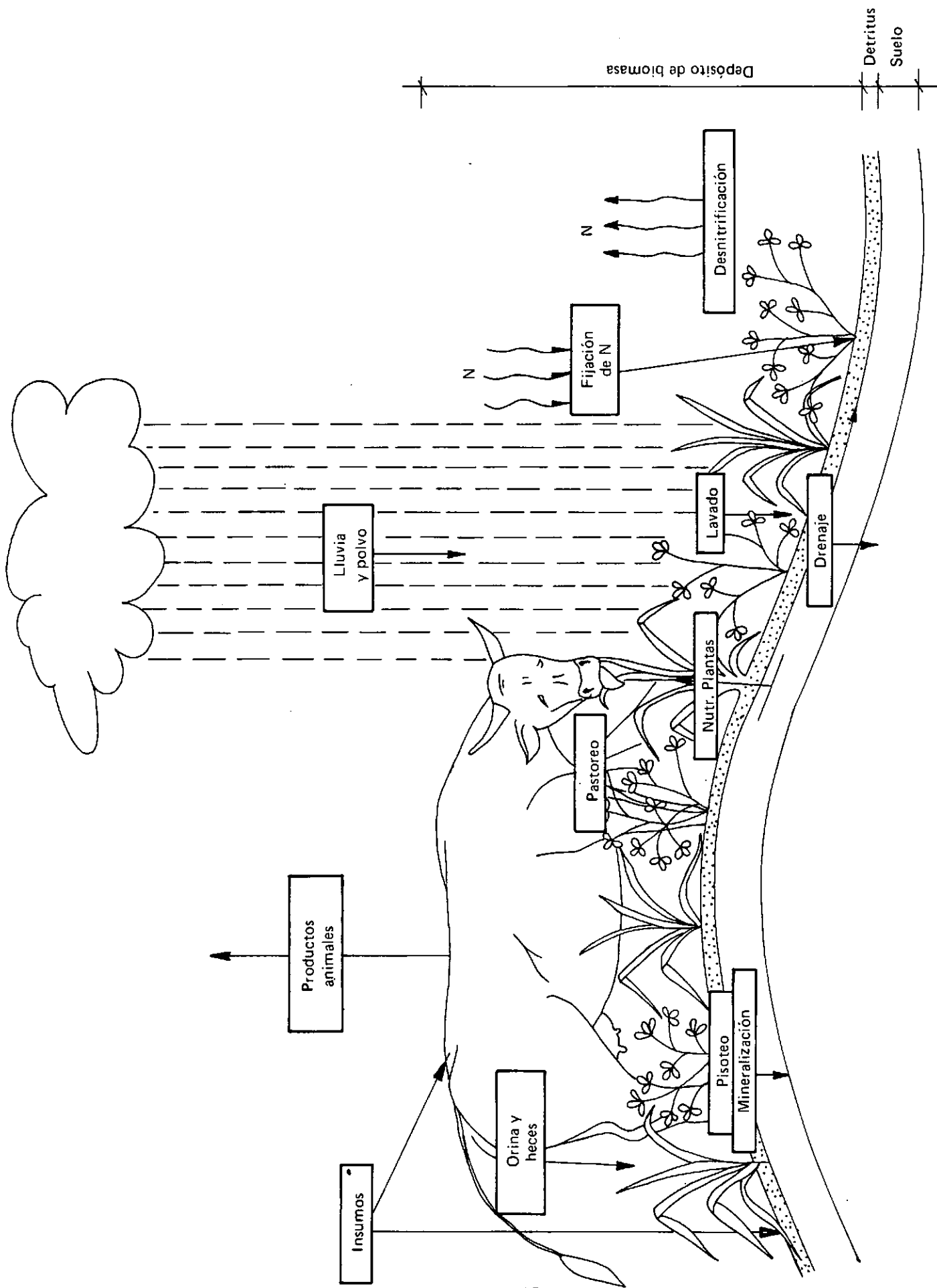


FIGURA 4 - El ciclo de nutrimentos en una pradera de gramínea-leguminosa. (Toledo y Serrao, 1982).

2.1.3. La inestabilidad de la productividad de pasturas tradicionales.

a. Lo que hasta la fecha viene ocurriendo en la Amazonía. Después de derribar el bosque seguida de la quema de la biomasa, la implantación de pasturas y el establecimiento de gramíneas forrajeras tradicionales en la región (*Panicum maximum*, *Hyparrhenia rufa*, *Axonopus scoparius*, *Axonopus scoparius*, *Axonopus micai*) se conduce a la formación de pasturas de excelente productividad de fertilidad, producen bien los primeros años después de la siembra, (Figura 5), pero con el correr de los años se observa un decrecer gradual de su productividad e incremento gradual de la invasión de malezas (plantas mejor adaptadas) como consecuencia de la incapacidad del germoplasma de tales plantas para sostener una productividad con niveles de baja fertilidad. Estos niveles son los que constituyen el equilibrio natural de estos suelos sin enmiendas. Este proceso de pérdida de productividad de las pasturas es fuertemente afectado por plagas, enfermedades y mal manejo, pudiéndose llegar rápidamente a condiciones de degradación irreversible. En los casos de degradación, solamente para el mantenimiento del sistema pecuario productivo, la principal alternativa ha sido abandonar el área y derribar nuevas áreas de bosques adyacentes, lo que desde el punto de vista ecológico es sin lugar a dudas una práctica indeseable.

Con la finalidad de detener el proceso de la degradación de pasturas, los colonos anualmente han atacado el problema mediante el control de malezas por medios químicos y físicos (manuales y mecánicos) con costos muchas veces antieconómicos sin llegar a remediar el problema. En muchos casos, el descanso de pasturas seguidas de control de malezas han sido considerados como una solución los que mayormente tampoco han dado resultados satisfactorios, pues las pasturas degradadas tienen problemas de recuperar el vigor que tuvieron en el momento inicial, inmediatamente después de la quema y siembra. Finalmente, la presión de malezas es tal, por su mayor grado de adaptación a las condiciones de suelos cambiantes y su poca aceptación por los animales, que éstas tienden a dominar el área. La Figura 5 muestra cómo las pasturas sembradas después de la tumba y quema del bosque pierden su productividad cayendo en diferentes fases. En la primera fase, las pasturas tienen generalmente alta productividad, reducida cantidad de malezas y capacidades de carga altas entre 1.5 y 2.0 animales por hectárea. En la segunda fase las pasturas presentan una productividad aceptable con una proporción de 10 a 20% de malezas, un vigor de la pasturas menor y una capacidad de soporte de 1.0 a 1.5 animal por hectárea. En una tercera fase que podríamos llamar de baja productividad, las pasturas presentan un vigor aún más bajo y están invadidas entre 30 y 50% del área por malezas y su productividad solamente puede soportar entre 0.5 y 1.0 animal por hectárea y, finalmente, la fase de degradación avanza donde predominan las malezas (70%) y la capacidad de soporte disminuye a niveles menores de 0.5 animal/ha,

Bajo las condiciones de hoy con pasturas y manejo "tradicionales", estimamos en general que en la Amazonía la tasa de pérdida de productividad entre fases marcadas en la Figura 5, sería:

15% anualmente, llegan al nivel crítico de productividad ecológica (punto A). Esto ocurre con pasturas entre 3 y 5 años después del establecimiento.

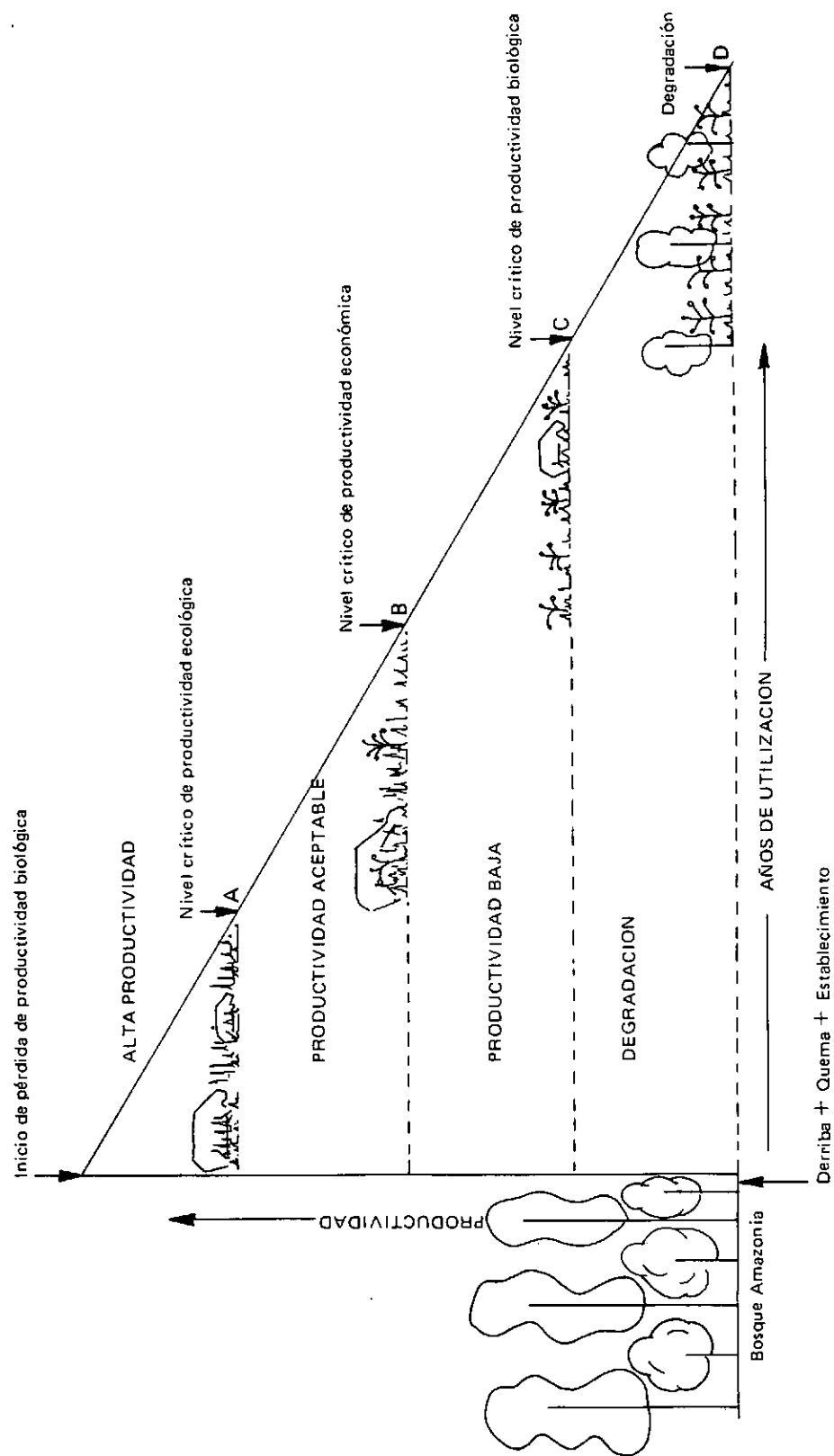


FIGURA 5 – Esquemización de los cambios de productividad que hasta hoy ocurren en pasturas tradicionales establecidas después de la derriba y quema del bosque. (Adaptado de Dias Filho y Serrao, 1982).

100/o anualmente, llegan al nivel crítico de productividad económica (punto B). Esto ocurre con pasturas de 5 — 7 años después del establecimiento.

80/o anualmente, llegan al nivel crítico de productividad biológica (punto C), entre 7 y 9 años después de la apertura y establecimiento de la pastura.

60/o anualmente, llegan al punto extremo de degradación (punto D) en que la productividad es casi nula. Esto ocurre entre 7 y 15 años después del establecimiento.

La velocidad con que ocurre este fenómeno de degradación, depende de la fertilidad natural del suelo, la presencia de plagas y enfermedades y las medidas y oportunidad del manejo.

Actualmente se estima que de los 5.5 millones de hectáreas de pasturas cultivadas existentes en la región, 4.0 millones son de *Panicum maximum* (Coloniao). De éstas, cerca de 0.5 millón pueden ser consideradas como todavía con alta productividad, 1 millón con productividad aceptable, 1 millón con baja productividad y 1.5. millones en avanzada degradación.

b. **Causas de la degradación de pasturas.** Existen varios factores que afectan negativamente la productividad de las pasturas. Estos factores limitantes son la acidez y la baja fertilidad del suelo las plagas y las enfermedades. El factor que más frecuentemente afecta la tasa de degradación de las pasturas, es el grado de adaptación de éstas a condiciones de acidez y baja fertilidad de los suelos. Dicho de otro modo, pasturas con altos requerimientos de nutrientes se degradarán más rápidamente que pasturas con menores requerimientos de nutrientes. Al respecto, el elemento más importante es el fósforo, como se muestra en la Fig. 7, en donde el fósforo declina indefectiblemente en el suelo debajo de los niveles críticos para la producción de pasturas, mientras que el potasio, el calcio y el magnesio mantienen niveles aceptables para la producción de pasturas a través del tiempo después de la quema. La Fig. 6 muestra esta dinámica para tres diferentes suelos en tres diferentes sitios.

Otro de los problemas más importantes en cuanto a *Brachiaria* spp., es la cigarrinha, mión o salivazo de las pasturas. Durante la última década la "cigarrinha", "salivazo" o "mión" viene causando muy serios problemas sobre la especie *Brachiaria decumbens* en la región amazónica, principalmente en las áreas más húmedas, donde la gramínea está más difundida. *Deois* spp., *Aenolamia* spp. y *Zulia* spp., (cuadro 2), son las especies de homópteros responsables de este daño. Durante los últimos 5 años este problema se está atacando especialmente en Brasil en donde el *Brachiaria decumbens* está sustituyendo al *Panicum maximum* como pastura nueva en áreas de bosque. Igualmente *Brachiaria humidicola* es considerada una especie gramínea promisoría para condiciones de sabanas tropicales y su siembra viene siendo difundida en regiones como Roraima y Amapá. Sin embargo, durante 1980 y 1981 en diversas regiones de la Amazonía brasileña la *Brachiaria humidicola* ha sido objeto de ataque masivos por la cigarrinha que en algunos casos ha causado pérdidas suficientemente grandes como para considerarse alarmantes. Además, este homóptero ataca cultivos como arroz y en menor escala maíz, lo que incrementa aún más su importancia como plaga.

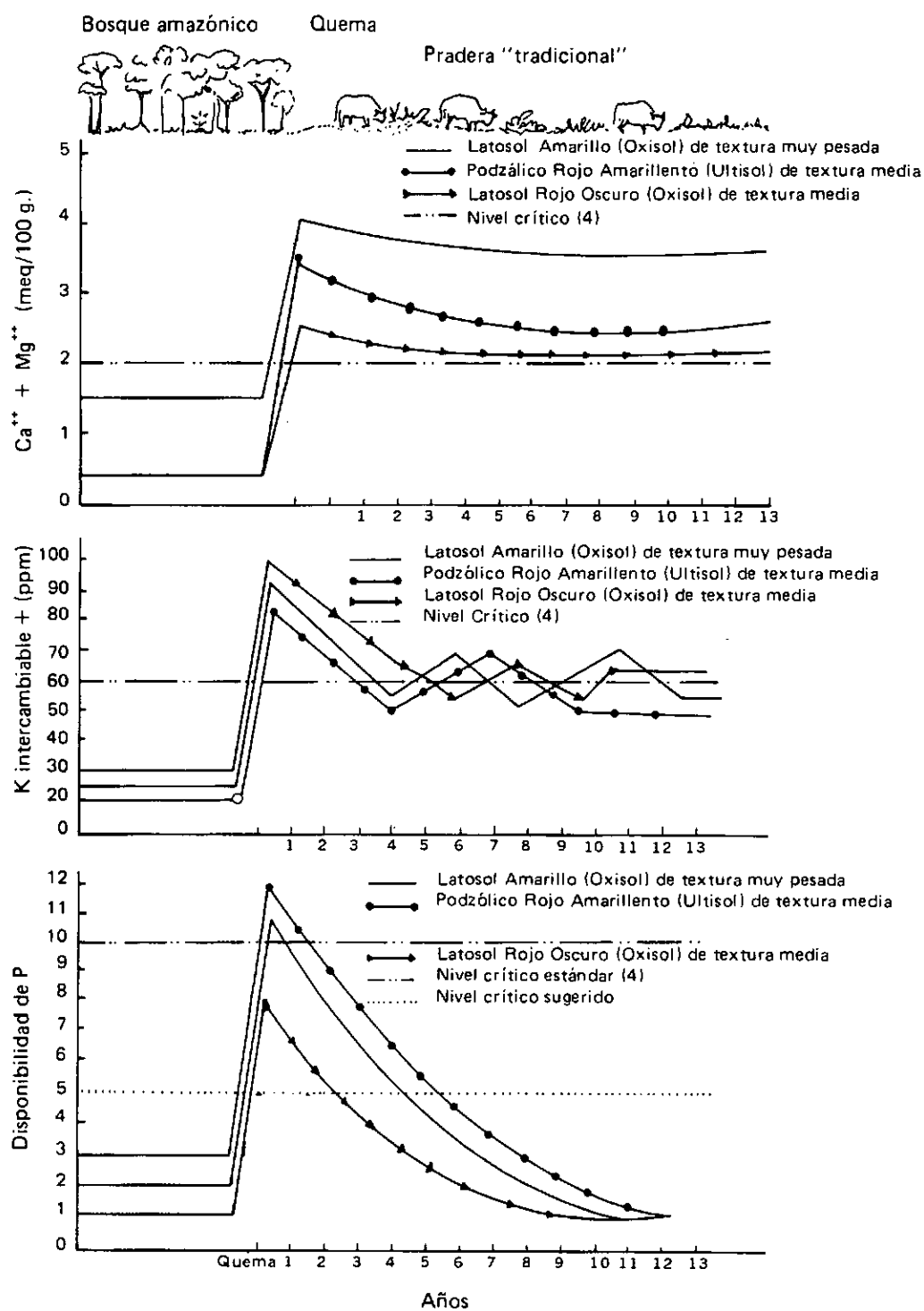


FIGURA 6 — Cambios en los contenidos de Ca + Mg, K y P en suelos bajo bosque y pasturas de *Panicum maximum* de diferentes edades.
 Fuente: Serrao et al. 1979.

CUADRO 2. PRIMERAS EVALUACIONES DE DAÑOS PRODUCIDOS POR "CIGARRINHA", "MION" O SALIVAZO
EN LA AMAZONIA.
ESPECIE DE AGENTE DE DAÑO POR LOCALIDADES Y ESPECIES DE GRAMINEAS. (M. Calderón, 1982)

LOCALIDAD	ESPECIES (Insecto)	GRADO DE DAÑO	HOSPEDANTE
Nordeste do Estado do Para -- Brasil	Deois incompleta	Severo-Drástico ¹	B. decumbens, B. humidicola
Leticia -- Colombia	Zulia pubescens	Severo	Pasto Imperial, Axonopus scoparious, Axonopus micai
Pucallpa -- Perú	Zulia pubescens	Moderado	B. decumbens
Yurimaguas-- Perú	Zulia pubescens	Severo	B. decumbens, D. ovalifolium
Florencia -- Colombia	Zulia pubescens	Severo	B. decumbens

1 Principalmente en B. decumbens.

Además de estos factores bióticos y ambientales, la falta de un conocimiento adecuado de tecnologías altas para el manejo de estas pasturas ha contribuido sobremanera a acelerar el proceso de degradación de éstas. Entre estos problemas podemos mencionar la inadecuada implantación de las pasturas (derriba y quema del bosque, una sucesiva mala siembra), que impide o hace muy difícil su conservación y hace que éstas sean más susceptibles a una degradación rápida.

Por otro lado, los métodos de manejo utilizados en las pasturas cultivadas en el área de bosque han sido con pocas excepciones incompatibles con un equilibrio satisfactorio del complejo clima-suelo-planta-animal. En consecuencia, ocurre un deterioro más acelerado de la productividad debido a la erosión, compactación de los suelos (principalmente en los suelos más arcillosos) dando lugar a invasión de malezas y reducción del vigor del pasto más temprano. En condiciones de manejo satisfactorios, aún con especies poco adaptadas, el proceso de degradación ocurre más lentamente.

Ante este proceso natural de degradación de las pasturas, los finqueros o colonos vienen a formar nuevas pasturas abriendo nuevas áreas de bosque para mantener el proceso productivo del sistema. Considerando un período conservador de utilización de las pasturas de 15 años (entre el establecimiento y la degradación avanzada), en las condiciones tradicionales de manejo es de esperarse que para cada año sea necesario realizar nuevas siembras de 5 a 70/o del área total de pasturas hoy existentes con la finalidad de cubrir la disminución de la capacidad de soporte de estas. Esto implicaría para toda la región la derriba de bosques y establecimiento anual de 250 a 350 mil hectáreas. Esto, desde el punto de vista ecológico, es desastroso.

2.2. Inventario de Recursos de Investigación

Como base para la formación de la Red Amazónica de Investigación en Pasturas y Ganadería, consideramos que un inventario de recursos tanto en cuanto a investigadores activos hoy existentes como un reconocimiento del énfasis que cada institución pone en diferentes aspectos de la investigación de pasturas y ganadería, y la recopilación de la información de ecosistema, clima y suelo que caracterice cada localidad, es el punto de partida para la constitución y configuración de la Red en mención.

El cuadro 3 presenta un inventario de investigadores activos en las áreas de pasturas y ganadería por instituciones y países, incluyéndose el grado académico de cada investigador y su especialidad. Es importante aquí notar que existen dos centros en la rama de pasturas y ganadería con equipos suficientemente grandes como para considerarlos integrales, estos son, CPATU-EMBRAPA, en Belém, e IVITA, Pucallpa, en Perú, en donde podemos observar que hay profesionales dedicados a la investigación formando equipos multidisciplinarios. Además de estos dos centros que podríamos decir mayores, encontramos en diferentes puntos de la Amazonía un número variable de investigadores muchas veces dedicados en forma aislada al trabajo de investigación en pastos y ganadería.

**CUADRO 3. INVENTARIO DE INVESTIGADORES ACTIVOS EN LAS AREAS DE
PASTURAS Y GANADERIA, POR INSTITUCION Y POR PAIS**

País	Institución/y Localidad	Investigador	Grado Académico	Especialización
Bolivia	IBTA-Trinidad	Daniel Claire	M.S.	Suelos-Pasturas
	IBTA-Chipiriri	Félix Saavedra	Ing. Agr.	Agronomía Forrajes
	Univ. San Simón Proyecto Sacta	José Espinoza	Ing. Agr.	Agronomía Forrajes
		René Caballero Daniel Blanc	M.S. Ph. D.	Semillas de Pastos COTESU
Brasil	EMBRAPA/CPATU Belém/Pará	M.B. Dias Filho	B.S.	Producción de Pasturas
		J.F. Teixeira Neto	M.S.	Producción de Pasturas
		M.P.H. dos Neves	B.S.	Producción de Pasturas
	EMBRAPA/CPATU	S. Dutra ¹	M.S.	Producción de Pasturas
		E.A.S. Serrao	Ph. D.	Producción de Pasturas
		A.P. Camarao	M.S.	Nutrición Animal
		H.A. M. Batista	M.S.	Nutrición Animal
		J.B. Lourenco Jr ¹	M.S.	Producción Animal
		C.N.B. Nascimento	M.S.	Producción Animal
		J.R.F. Marques	B.S.	Producción Animal
		L.O.D. Moura		
		Carvalho	B.S.	Producción Animal
		J. Adérito		
		Rodríguez	B.S.	Producción Animal
		N.A. da Costa	B.S.	Sanidad Animal

¹ Actualmente dedicando menos del 50%o del tiempo.

Continuación del Cuadro 3

País	Institución y Localidad	Investigador	Grado Académico	Especialización
Brasil	EMBRAPA/UEPAE Manaus, Amazonas	E.C. Italiano	M.S.	Producción de Pasturas
		L.B. Texeira ¹	M.S.	Producción de Pasturas
	EMBRAPA/UEPAE Porto Velho, Rondonia	C.A. Goncalves	M.S.	Producción de Pasturas
		J.R.R. Oliveira	B.S.	Producción de Pasturas
		J.R.C. Brito	B.S.	Producción Animal
		F. Boulart	B.S.	Sanidad Animal
	EMBRAPA/UEPAE	J.F. Valentim	B.S.	Producción de Pasturas
		A.H. Costa	M.S.	Sanidad Animal
	EMBRAPA/UEPAT Boa Vista, Roraima	V. Gianluppi	B.S.	Producción de Pasturas
		E. Moraes ¹	M.S.	Producción Animal
		Dilton	B.S.	Sanidad Animal
	EMBRAPA/UEPAT Macapá, Amapá	A.P. Souza Filho	B.S.	Producción de Pasturas
	EMBRAPA/UEPAE Altamira, Pará	G.P.C. Azevedo	B.S.	Producción de Pasturas
	CEPLAC, Itabuna, Bahía	J. Márquez Pereira	M.S.	Producción de Pasturas
		M. Moreno	M.S.	Agronomía de Pasturas
		I. Llamosas	M.S.	Agronomía de Pasturas
		R.B. Cantarutti	B.S.	Suelos y Fertilidad
		Erci Moraes	B.S.	Establecim. de Pastura

¹ Actualmente dedicando menos del 50%o del tiempo

Continuación del Cuadro 3

País	Institución y Localidad	Investigador	Grado Académico	Especialización
Perú	IVITA Pucallpa/Ucayali (cont.)	Hugo Ordóñez	Ing. Agr.	Agronomía de Pastura
		Jorge Rodríguez	M. Vet. *	Manejo y Produc. Pasturas
		Mariano Echevarría	M.S.	Nutrición Animal
		Héctor Huamán	M. Vet.	Nutrición Animal
		Mario García	M.S.	Reproducción y Manejo Animal
		Manuel de la Torre	M. Vet. *	Lech. y Manejo Animal
		Silos Gonzáles	M.S.	Microbiología/Salud Animal
		Antonio Trigueros	M. Vet.	Parasitólogo
		Amanda García	M. Vet.	Parasitólogo
		Alfredo Riesco	M.S.	Zootecnista/Economista Rur.
	INIPA/NCSU Yurimaguas/Loreto	Miguel Ara	M.S. **	Suelos y Pasturas
		Rodolfo Schaus	Ing. Agr.	Agronomía de Pasturas
	INIPA Tarapoto y Moyobamba	Washington López	Ing. Agr.	Pasturas y Prod. Animal
		Kenet Reátegui	M.S. *	Pasturas y Nutric. Animal
		Edwin Palacios	M. Vet.	Nutrición Animal
		Elina Veramendi	Ing. Agr.	Lab. Nutric. Animal
		Carlos Yaringaño	Ing. Agr.	Agrónomo de Pasturas
		Germán Silva	Ing. Agr.	Agrónomo de Pasturas
		Miguel Ramírez	M. Vet.	Reprod. Animal
	UNAP/Iquitos	Salvador Flores	M.S.	Suelos y Pasturas

* Actualmente en estudios M.S.

** Actualmente en estudio Ph.D.

Continuación del Cuadro 3

País	Institución y Localidad	Investigador	Grado Académico	Especialización
Ecuador	INIAP/Napo	Klever Muñoz	V. Vet.	Pasturas y Manejo Animal
	INIAP/Limoncocha	John Bishop	Ph.D.	Sistemas de Producción
	ESPOCH/Pastaza	Manuel Freire	Ing. Agr.	Pasturas y Manejo Animal
Colombia	ICA/Macagual	Pablo Cuesta	M.S.	Agronomía de Pasturas
		Alfonso Acosta	M.S. *	Agrónomo/Entomólogo
	Fondo Ganad. Putumayo Puerto Asís	Diego Orozco	M. V.	Producción Animal
Guyana	Ministerio de Agricultura			
Surinam	Ministerio de Agricultura			
Perú	IVITA			
	Pucallpa/Ucayali	Luis Pinedo César Reyes	Ing. Agr. * Ing. Agr.	Suelos y Pasturas Pasturas y Prod. Semillas

* Actualmente en estudios M.S.

El Cuadro 4 resume el nivel de experiencia de los investigadores por institución y localidad. Además establece lo que a criterio nuestro serían las necesidades de entrenamiento a niveles de MS y Ph.D. para este personal. En este cuadro se da también una calificación general del estado de equipamiento e infraestructura con que cuentan las diferentes estaciones experimentales de la región para un adecuado trabajo en investigación de pasturas y ganadería.

CUADRO 4. GRADO DE EXPERIENCIA DE INVESTIGADORES, REQUERIMIENTOS DE CAPACITACION Y ESTADO GENERAL DE EQUIPO E INFRAESTRUCTURA

País	Institución/ Localidad	No. Investigadores en pasturas		Req. de Entrenamiento		Equipo e Infra- estructura
		Nuevos	Experimen- tados	Ms	Ph.D	Estado*
Bolivia	IBTA-Cobija					
	IBTA-Guayaramerin					
	IBTA-Riberalta					
	IBTA-San Joaquín					
	IBTA-Trinidad Un. Ballivian		1	1	1	I
	IBTA-Chipiriri	3	1	1		I
	IBTA-Sacta	1	1	1		I
Brasil	EMBRAPA/CPATU Belém	5	8	5	3	I/S
	EMBRAPA/UEPAE Manaus	1	2	1	1	I
	EMBRAPA/UEPAE Porto Velho	2	2	1	—	I

* N = nada; I = Insuficiente; S = Suficiente; B = Bueno; E = Excelente.

Continuación del Cuadro 4

País	Institución/ Localidad	No. Investigadores en pasturas		Req. de Entrenamiento		Equipo e Infra- estructura Estado*
		Nuevos	Experimen- tados	Ms	Ph.D.	
Brasil	EMBRAPA/UEPAE Rio Branco	2	—	1	—	I
	EMBRAPA/UEPAT Boa Vista	2	1	1	—	I
	EMBRAPA/UEPAT Macapá	1	—	1	—	I
	EMBRAPA/UEPAE Altamira	1	—	1	—	N
	CEPLAC Itabuna, Bahia	3	3	3	1	S
Colombia	ICA/Macagual	—	2	—	1	I
	Fondo Ganad. Putumayo Pto. Asís	—	1	1	—	I
	ICA/Leticia	—	—	1	—	N
Ecuador	INIAP/Napo	—	1	1	—	I
	INIAP/Limoncocha	—	1	—	—	I
	ESPOCH/Pastaza	—	1	1	—	I

Guyana

Surinam

* N = nada; I = Insuficiente; S = Suficiente; B = Bueno; E = Excelente

Continuación del Cuadro 4

País	Institución/ Localidad	No. Investigadores en pasturas		Req. de Entrenamiento		Equipo e Infra- estructura	
		Nuevos	Experimen- tados	Ms.	Ph.D.	Estado	
Perú	IVITA/Pucallpa	2	10	5	3	I	
	INIPA/NCSU/ Yurimaguas	1	1	1		I	
	INIPA Tarapoto, Moyobamba	5	2	2		I	
	INIPA/UNAS Tingo María	2	2	1	1	I	
	INIPA Palcazu Pichis	—	—	2	1	N	
	INIPA Iberia	1	—	2		N	
	UNAP Iquitos	2	1	1		I	
		32	38	32	11		

* N = Nada; I = Insuficiente; S = Suficiente; B = Bueno; E = Excelente.

En el número de investigadores, los expertos constituyen aproximadamente el 50% del total de investigadores trabajando en la región, lo que consideramos constituye una importante base de conocimiento de la región que servirá para construir sobre ella lo que debe ser el nivel de trabajo de la Red. Sin embargo, será esencial promover estos investigadores expertos y nuevos a niveles de entrenamiento mayor, con la finalidad de elevar su capacidad global de enfoque y sus niveles de conocimiento de las técnicas de investigación más eficientes en pasturas y ganadería. Sobre el particular consideramos que el proyecto deberá tener capacidad económica para financiar un mínimo de 50 becas de MS y 20 becas para Ph.D. en la región .

Debe notarse que hemos calificado en forma general el estado de equipamiento e infraestructura para la investigación en pastos y ganadería, como insuficiente o nula en todos los lugares. Esto a primera vista parecería irreal, conociendo la infraestructura de edificios de algunos de los centros de la región. Sin embargo su equipamiento e infraestructura directas para la ejecución de investigación en pastos y ganadería es deficiente. Por otro lado no consideramos que este proyecto debe financiar la reconstrucción o reestructuración de infraestructuras y equipo para hacerlas operables en un programa del nivel que se espera de investigación en pasturas y ganadería. Creemos enfáticamente que el equipamiento e infraestructuras deben ser uno y tal vez el principal aporte de los gobiernos de los países de la Amazonía, dedicando suficiente recursos como para estructurar la capacidad de operación de sus diferentes puntos de investigación en la Amazonía. Sin embargo, el proyecto propuesto deberá contemplar una pequeña suma que permita discriminatoriamente dedicar recursos de apoyo a las instituciones nacionales en cuanto a capital y dinero para operaciones específicas.

En relación al énfasis que cada institución nacional y en cada localidad pone en diferentes áreas de la problemática de la investigación en pasturas y ganadería, un buen número de centros de investigación enfatiza la investigación aplicada en pasturas, un número menor dedica esfuerzos medios o mayores a la investigación aplicada con bovinos y en CPATU, en Belém, se realiza investigación aplicada y básica de suficiente nivel en cuanto a bubalinos. Es claro y lógico que las instituciones que trabajan actualmente en la región no estén poniendo el mayor énfasis en su trabajo. en investigación básica sino más bien en investigación aplicada. Consideramos sin embargo que en todo el esfuerzo puesto a la fecha de investigación en pasturas y ganadería en la Amazonía, hay mucha información ya generada que sin lugar a dudas constituirá una excelente base para los trabajos que coordine la Red que proponemos.

El Cuadro 5 presenta información de ecosistema, clima y suelo de diferentes localidades en donde hoy las instituciones nacionales vienen ejecutando investigación en pasturas y ganadería. Es interesante notar aquí la amplitud de condiciones de ecosistemas y suelos que cada uno de estos puntos representa, igualmente la gama de condiciones, de clima en cuanto a precipitación y número de meses secos. Estas variaciones muestran la variabilidad de las condiciones en la Amazonía y representan, sin lugar a dudas, ecosistemas muy importantes que deben ser tomados en cuenta para el diseño de los trabajos de la Red.

CUADRO 5. INFORMACION DE ECOSISTEMA, CLIMA Y SUELO DE LAS DIFERENTES LOCALIDADES DONDE SE REALIZA INVESTIGACION EN PASTURAS Y GANADERIA

País	Institución/ Localidad	Elevación	Ecosistema	Clima				
				Tipo	Precip. (mm)	Meses* secos (n)	Temp.°C medio	Suelos Predomi- nantes
Bolivia	IBTA/Cobija	280	Bosque Tropical húmedo	Húmedo	1728	2	24.7	Oxisole
	IBTA/Guayaramerin	172	Bosques Estacional Semisiempreverde	Estacio- nal	1450	4	26.6	Oxisole
	IBTA/Riberalta	172	Bosque Tropical Húmedo	Húmedo	1649	3	26.9	Oxisole
	IBTA/San Joaquín	202	Sabanas Hipertér- micas mal drenada	Hiper- térmica	1487	4	26.3	Oxisole Ultisol
	IBTA/Trinidad Univ.Ballivian	236	Sabanas Hipertér- micas mal drenadas	Hiper- térmica	1803	2	26.5	Ultisol
Brasil	IBTA/Chipiriri,Chapare	250	Bosque Tropical húmedo	Húmedo	4600	0	23.7	Incepti- les deja fertilidad
	UMSS/Sacta, Chapare	200	Bosque Estacional Semisiempreverde	Estacio- nal	1880	2	26.0	Ultisole
	EMBRAPA/CPATU Belém		BTL		2761	2	26°	Oxisole
	Paragominas	18	BTSSVE		1944	6	26°	Latosol amarillo arcillosos

* Meses con índice de Humedad disponible (MAI) < 0.33

Continuación del Cuadro 5

País	Institución/ Localidad	Elevación	Ecosistema	Tipo	Clima			Suelos Pre- dominante
					Precip. (mm)	Meses* secos (n)	Temp. °C medio	
Brasil	Marabá	90	BTSSVE		1426	6	26°	Concrecio- nario-lateri- tico
	S.J. do Araguaia		BTSSVE		1653	5		
	Ponta de Pedras (Marajó)	10	BTL		2264	5	27°	Laterita Hidromór- fica
	Salvaterra (Marajó)							
	Tracuatena Maicuru		BTSSVE		2629	4	25°	Oxisoles
	EMBRAPA/UEPAE/ Manaus Km 30 Itacoatiara	50	BTI		2166	5	27°	Latosol amarillo-ar- cilloso
	EMBRAPA/UEPAE/Porto Velho							
	Porto Velho Ji-Paraná	96	BTL		2527	3-4	26°	Oxisoles
	EMBRAPA/UEPAE/Rio Branco							
	Rio Branco	136	BTL		1915	5	24°	Oxisoles
	EMBRAPA/UEPAT/ Boa Vista							Oxisoles

Continuación del Cuadro 5

País	Institución/ Localidad	Elevación	Ecosistema	Tipo	Clima			Suelo Predo- minante
					Precip. (mm)	Meses* secos (n)	Temp. °C medio	
Perú	INIPA/Palcazú Pichis	350	Bosque Tropical Estacional		2600	2.5	24	Alfis les y Ultis- les
	INIPA/Iberia	280	Bosque Tropical Estacional		1800	3.0	25.8	Alfis les y Ultis- les
	UNAP/Iquitos	130	Bosque Tropical Lluvioso		2600	1	26.6	Ultis- les

* Meses con índice de humedad disponible (MAI) < 0.33

Continuación del Cuadro 5

País	Institución Localidad	Elevación	Ecosistema	Tipo	Clima			Suelos Predomi- nantes
					Precip. (mm)	Meses* secos (n)	Temp. °C medio	
Brasil	EMBRAPA/UEPAT/ MACAPA Km. 43							
	EMBRAPA/UEPAE/ ALTAMIRA Km							
Perú	IVITA/Pucallpa	250	Bosque Tropical Estacional		1800	3	26	Utisole bien y po- bremente drenados
	INIPA+NCSU/ Yurimaguas	184	Bosque Tropical Lluvioso		2150	1.5	26	Utisole bien drena- dos
	INIPA/Tarapoto	330	Bosque Tropical Estacional		1650	4.0	26	Inceptiso- les, Ver so- les y Ulti- sole
	INIPA/Moyobamba	900	Bosque Tropical Estacional		1500	3.0	24	Inseptis- les y Ulti- soles
	INIPA+UNAS/ Tingo María	800	Bosque Tropical Lluvioso		3200	1	24	Entisole Inseptis- les y Ulti- soles

* Meses con índice de humedad disponible (MAI) < 0.33

Resumen del Inventario

Resumiendo la información contenida en los Cuadros 2, 3 y 4, podemos aseverar en primer lugar que las instituciones nacionales en los diferentes países cuentan ya, aunque con deficiente equipamiento e infraestructura, con los puntos suficientes como ensamblar una Red de Investigación en Pasturas y Ganadería. La necesidad de ensamblar nuevos puntos consideramos deberá ser contemplada una vez la Red esté formada y se reconozca y justifique adecuadamente.

Llama la atención, tal como se mencionó anteriormente, los dos equipos multidisciplinarios existentes en la región, CPATU en Belém, Brasil, e IVITA en Pucallpa, Perú y llama aún más la atención las áreas y condiciones que ellos representan dentro de la Amazonía, mientras que CPATU en Belém representa predominantemente Oxisoles y sistemas de explotación en extensiones mayores con una economía parcialmente subsidiada en respuesta a la necesidad brasileña de integración de la Amazonía. Pucallpa representa predominantemente Ultisoles con sistemas de producción en áreas medianas o pequeñas en sistemas de producción de doble propósito predominantes y un sistema de colonización casi espontáneo como consecuencia de las presiones socioeconómicas en la región andina.

Otro punto muy importante que debe destacarse es el reconocimiento de que con algunas excepciones el nivel académico de preparación de los investigadores en la región no permitiría contar con los investigadores con la suficiente autoridad como para integrar y conformar el trabajo inicial de la Red que se plantea. En tal sentido será necesario por un periodo inicial contar con investigadores foráneos a esta región, con las suficientes calificaciones como para ensamblar y poner en marcha la Red.

Simultáneamente tal como se propone anteriormente se deberá contar con la capacidad dentro de la Red de financiar 50 becas para MS y 20 becas para Ph.D. a fin de poder elevar el nivel y capacidad de investigación de los miembros hoy existentes y los nuevos se incorporen a los programas nacionales de investigación en la Amazonía para dentro de los próximos 5 ó 6 años contar con los investigadores que puedan hacerse cargo de la Red.

3. MARCO GENERAL DE LA RED:

3.1. Configuración de la Red de Investigación en Pasturas y Ganadería.

Para la constitución de una Red de este tipo debemos, en primera instancia, reconocer y definir los diferentes niveles y ámbitos de acción en cada localidad.

El primer nivel de actividad, sea de investigación o transferencia es el que ocurre en cada localidad, en el que se ejecutan experimentos a niveles de investigaciones básicas y aplicadas desconectados de los intereses globales, ya sea de las sub-redes o de la red global amazónica. Esta experimentación está dirigida a solucionar problemas técnicos específicos de cada localidad en lo que se refiere a efectos de condiciones ambientales, sobre tecnología a aplicarse para solucionar problemas específicos de los sistemas de producción utilizados en el área de inmediata influencia de la localidad.

El **segundo nivel** considerado es el de **sub-red** que puede ser muy variable dependiendo del factor común. En este proyecto consideramos sub-redes básicamente por ecosistemas de pasturas, pero de hecho existirán sub-redes por países, y podrían establecer sub-redes por sistemas de producción, por tipos de suelos, etc. A este nivel de sub-redes se pretende aprovechar la ventaja que ofrecen varios puntos para realizar investigación que permita dar respuesta y solución a problemas comunes dentro de un ámbito. A este nivel consideramos que hay campo amplio para investigación tanto básica como aplicada. Además, es el medio lógico de validación y transferencia.

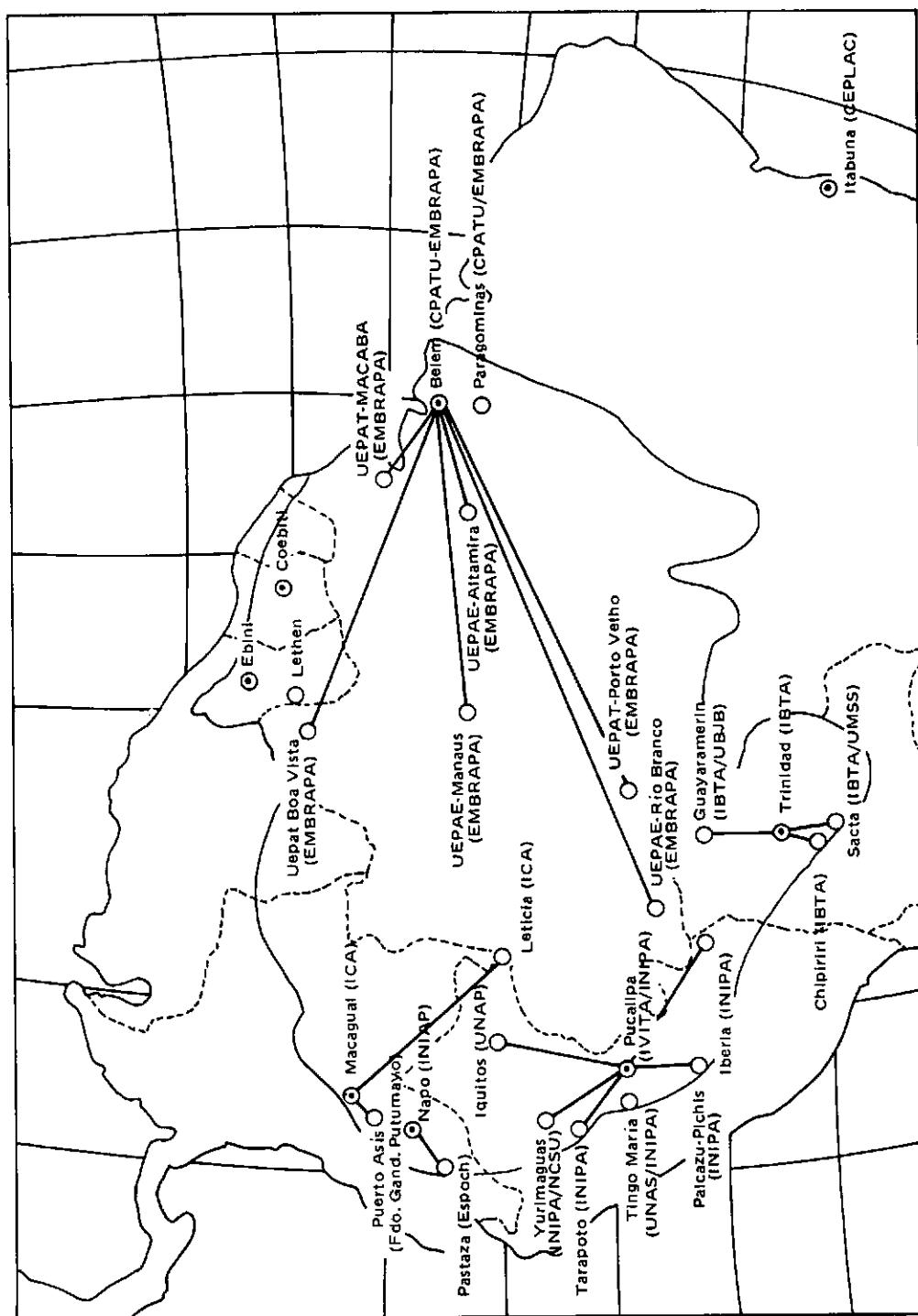
El **tercer nivel** de actividades es el nivel de **Red Amazónica**, en la que se pretende enfocar la problemática global común a toda la región y después de hechos los análisis visualizamos que en este nivel caerán principalmente las acciones de coordinación, integración de información de transferencia, la educación y entrenamiento.

Consecuentes con lo arriba expuesto, debemos llamar la atención sobre la necesidad de fortalecer y poner énfasis en respaldar las actividades de las sub-redes que se formen dentro de la Amazonía, pues estas serán las que podrán determinar, reconocer y actuar mediante investigación sobre problemáticas comunes. El nivel de Red total amazónico es importante, pero no será efectiva si no se mantienen activas y productivas las sub-redes.

Sub-redes: Reconocemos que las sub-redes dentro de la Red de Pasturas y Ganadería sean ensambladas teniendo como base, en primera instancia, las propias redes nacionales (Figura 7) y en segunda instancia, por ecosistemas de pasturas (Figuras 8 y 9).

Red Amazónica: Las sub-redes mencionadas deberán estar coordinadas con REDINAA a través de las instituciones líderes de investigación nacional de pasturas y ganadería (Figura 10). De esta forma se coloca a nivel nacional centralizado la definición de énfasis de la investigación dentro de cada país. Sin embargo, el apoyo a las diferentes acciones de investigación por ecosistemas de pasturas que pueda dar REDINAA recomendamos sea a nivel amazónico como sigue:

	Enfasis
Prioridad 1 : Pasturas cultivas en áreas de bosque	600/o
Prioridad 2 : Pasturas en suelos aluviales	180/o
Prioridad 3 : Pasturas en sábanas pobremente drenadas	120/o
Prioridad 4 : Pasturas nativas en sábanas bien drenadas	100/o



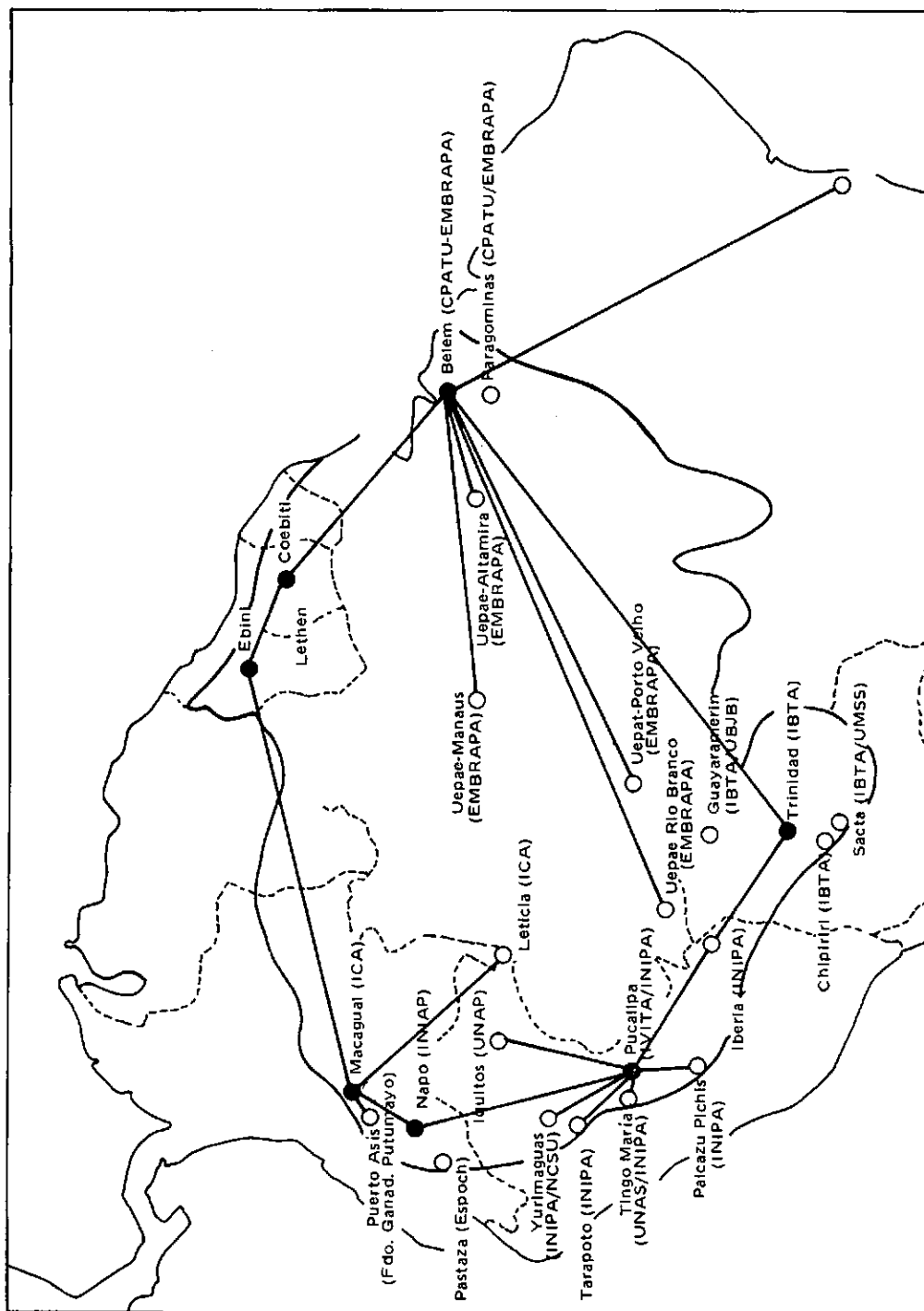


FIGURA 8 — Sub-red de Investigación en pasturas en áreas de bosque. (●) = localidades nacionales líderes; (○) = otras localidades

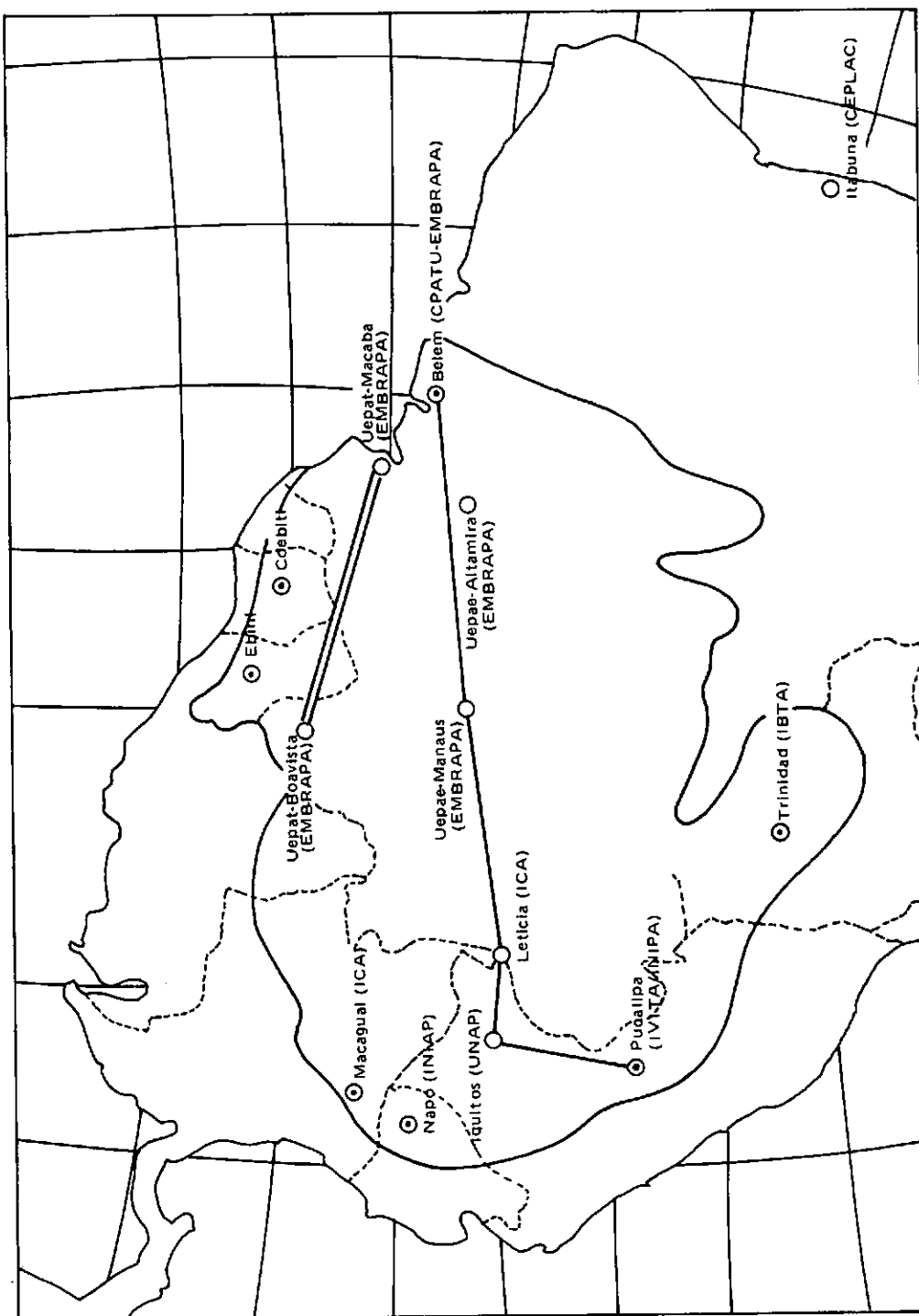


FIGURA 9 — Sub redes de investigación en pasturas nativas en terrenos aluviales = — y en sábanas bien y mal drenadas = - - -

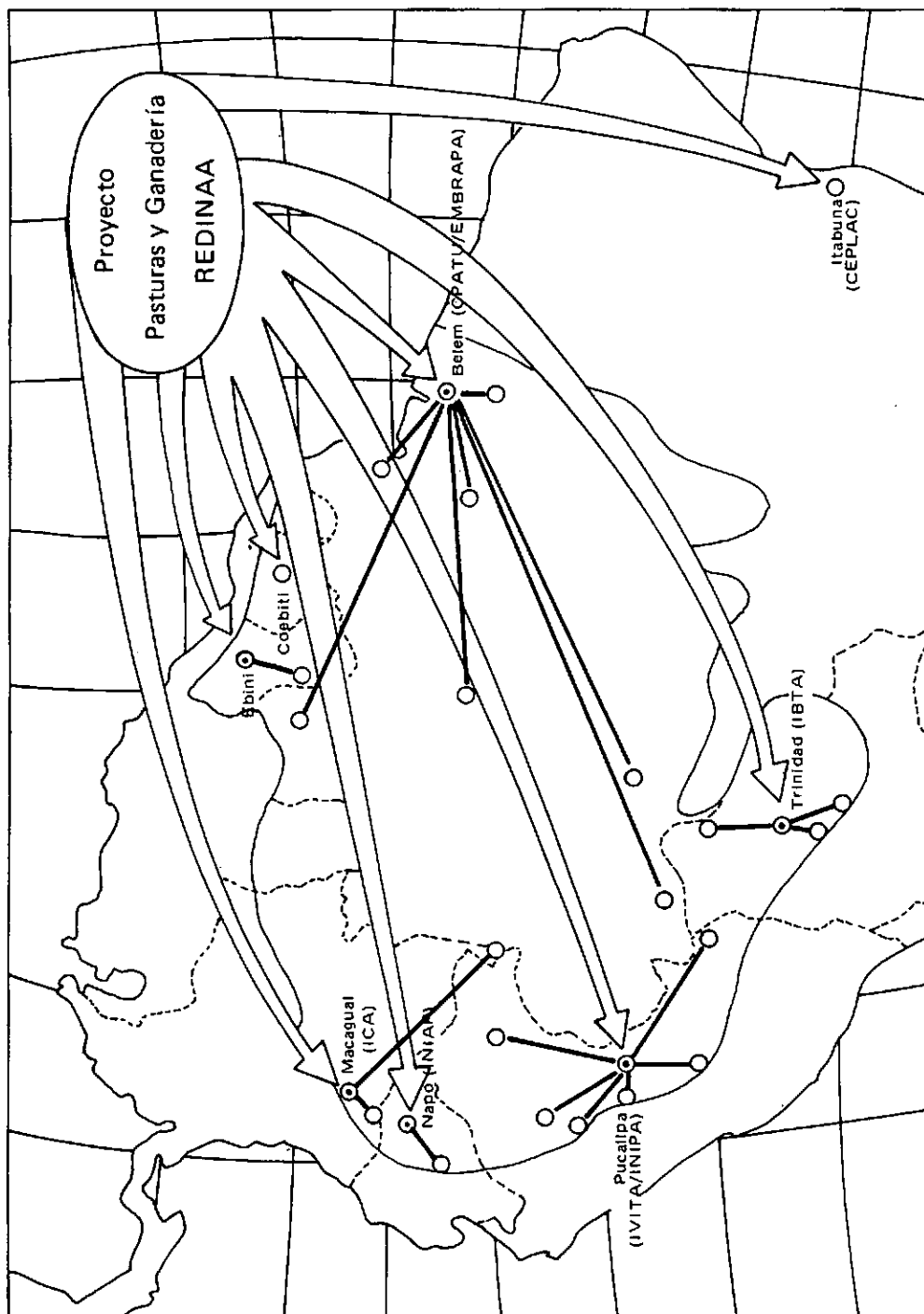


FIGURA 10 -- Conexiones directas dentro de la Red de Pasturas y Ganadería a nivel nacional y amazónica dentro de REDINAA.
 (●) = localidades nacionales líderes; ○ = otras localidades).

3.2 Clases de Investigación en la Red en Pasturas y Ganadería

En el análisis de las clases de investigación básica, aplicada, de validación y de transferencia, debemos considerar por un lado tal como se muestra en el cuadro 6, que éstas pueden ser compatibles a nivel de red, a nivel de sub-red y a nivel local. Esto significa que debemos considerar los diferentes cuatro ecosistemas de pasturas descritos anteriormente como problemáticas diferentes que deben ser tratadas por separado. En tal sentido hablamos de cada clase de investigación en pasturas mejoradas en bosque tropical, pasturas nativas en sabanas mal drenadas y pasturas nativas en suelos aluviales.

CUADRO 6. CLASES DE INVESTIGACION COMPATIBLES CON LOS DIFERENTES NIVELES DE AGREGACION DE LA RED DE INVESTIGACION DE PASTURAS Y GANADERIA

Nivel de Agregación	Clases de Investigación en Pastos y Ganadería			
	Básica	Aplicada	Validación	Transferencia
Red	—	—	—	X*
Sub-red	X	X	X	X
Localidad	X	X	—	—

X = Compatible

— = No Compatible

Con la finalidad de tener una idea común sobre lo que estamos llamando investigación de diferente clase, a continuación definimos tipos de investigación que podrían considerarse dentro de cada clase.

1. Investigación Básica

En esta clase consideramos investigaciones realizadas sobre caracterización de los recursos naturales y estudios específicos que sean necesarios de acuerdo con la problemática de los diferentes ecosistemas sobre aspectos fisiológicos y biológicos. Es así que podemos considerar :

- Caracterización de los recursos naturales (clima, suelo, vegetación).
- Estudios fisiológicos (tolerancia a fuego, sombreo, sequía, inundaciones,).
- Estudios biológicos en el suelo, en la planta y en los animales.
- Ecología de pasturas, interacción germoplasma/ecosistema/manejo.

2. Investigación Aplicada

En esta clase consideramos toda la investigación dirigida a ensamblar el potencial de recursos naturales con los elementos de producción (germoplasma, pasturas, animales), optimizando la eficiencia biológica y económica. Así podemos considerar:

- a. Adaptación de germoplasma.
- b. Agronomía de pasturas.
- c. Establecimiento y renovación de pasturas.
- d. Manejo y productividad de pasturas.
- e. Manejo de plagas y enfermedades (en plantas y animales).
- f. Mejoramiento y manejo animal.
- g. Integración de paquetes tecnológicos.

3. Validación

Incluimos aquí el tipo de actividad de investigación que se realice para comprobar la eficacia biológica, ecológica y económica de las nuevas tecnologías generadas por investigación puestas a nivel de productores. Es así que consideramos:

- a. Caracterización de los sistemas de producción prevalentes (pastos y animales).
- b. Validación de nueva tecnología a nivel de productores.
- c. Retroalimentación a la investigación.

4. Transferencia Tecnológica

Los productos de investigación y validación deben ser puestos a disposición de los productores individuales y asociados al mismo tiempo, dándose las pautas de conservación y manejo de recursos en relación a las pasturas y ganaderías a nivel del poblador amazónico, de ser posible. Es así que aquí consideramos:

- a. Transferencia y educación.
- b. Evaluación de la adopción.
- c. Retroalimentación a la investigación.

3.3 Líneas de investigación en pasturas y ganadería

3.3.1 Investigaciones Básicas

1. Caracterización de los componentes del recurso* (a nivel de sub-redes):
 - Clima
 - Suelo
 - Vegetación
- a. Ecosistemas contemplados: Pasturas en áreas de bosque tropical.
 - Pasturas nativas

- Sábanas mal drenadas
- Sábanas bien drenadas
- “Várzeas”

b. Parámetros:

- (i) Suelos: Tipo, propiedades físicas y químicas.
- (ii) Vegetación: Composición florística, productiva primaria (con fluctuación anual) y calidad (con fluctuación anual). Malezas.
- (iii) Clima: Recursos de radiación y precipitación y su dinámica.

* Consideramos que este nivel de investigación debe ser acción integral de REDINAA y no específica de este Proyecto.

2. Estudios de efectos fisiológicos: (a nivel de localidades líderes)

- fuego
- sombreamiento
- sequía
- inundación
- Otros

a. Ecosistemas contemplados:

- (i) Efecto del fuego en la planta y en el suelo:
 - Pasturas nativas
 - Sábanas bien drenadas
 - Pasturas cultivadas en áreas de bosque
- (ii) Efecto de sombreamiento (sombreado parcial):
 - Pasturas cultivadas en áreas de bosque
- (iii) Efecto de la sequía:
 - Todos los ecosistemas
- (iv) Inundación:
 - Pasturas cultivadas en áreas de floresta
 - Pasturas nativas en “várzeas”
 - Pasturas nativas en sábanas mal drenadas

3. Estudios biológicos (a nivel de sub-red y de localidad)

a. En el suelo:

- En todos los ecosistemas
- Microbiología:
 - Rhizobium
 - Micorrhizae
 - Spirillum
 - Otros

b. En la planta: (a nivel de sub-redes)

- Monitoreo de prevalencia de plagas y enfermedades.

- Colección, clasificación y descripción inicial de germoplasma forrajero (gramíneas + leguminosas)
- c. En los animales: (a nivel de sub-red y localidad)
 - Monitoreo de prevalencia de plagas y enfermedades
 - Introducción de nuevo germoplasma:
 - Bubalinos
 - Bovinos
 - Ovinos

3.3.2 Investigación Aplicada

1. Selección de germoplasma de pasturas por su adaptación a los diferentes ecosistemas (a nivel de sub-red).
2. Agronomía de pasturas (a nivel de sub-redes):
 - Productividad estacional de materia seca
 - Potencial de producción de semilla.
 - Compatibilidad de mezclas.
3. Cambios de las relaciones suelo/planta/animal (a nivel de localidad)
 - Requerimientos mínimos de nutrientes.
 - Interacciones de plantas con la microbiología del suelo.
 - Composición química de plantas.
 - Digestibilidad.
 - Preferencia relativa.
 - Tolerancia al pastoreo.
4. Establecimiento y renovación de pasturas (a nivel local y sub-red):
 - a. Bosque:
 - Establecimiento después de quema.
 - Requerimientos de fertilización.
 - Control de malezas.
 - Renovación de pasturas.
 - Métodos de renovación.
 - Requerimientos de fertilización.
 - Evaluación del reciclaje de nutrientes en pasturas.
 - b. Sábanas:
 - Establecimiento.
 - Métodos de establecimiento y de renovación.
 - Requerimientos de fertilización.
 - Evaluación de reciclaje de nutrientes en pasturas.
5. Manejo y productividad de pasturas (a nivel de localidad):
 - Requerimientos de fertilización de mantenimiento.
 - Sistemas de pastoreo.

- Potencial de productividad de pasturas.
- Persistencias de pasturas.

6. Manejo de plagas y enfermedades (a nivel de sub-Redes):

a. Pasturas:

- “Cigarrinha”, Mión, Salivazo (importante)
- Evaluación del daño efectivo (económico) de otras enfermedades y plagas.

b. Animales:

- Determinación de control sanitario rutinario preventivo.
- Seguimiento de ocurrencia de plagas y enfermedades en la región

7. Mejoramiento y manejo animal (a nivel de localidad):

- Mejoramiento genético animal con miras a doble propósito en bovinos y bubalinos.
- Manejo de ganado en sistemas de producción de intensidad media a alta.

8. Ensamblaje de componentes de producción en paquetes tecnológicos integrados (a niveles de localidad y sub-redes):

- Simulación de sistemas biológicos y económicos de producción.
- Evaluación del ensamblaje parcial de componentes de producción.
(uso estratégico de pasturas con animales, etc).
- Evaluación de sistemas físicos integrados.

3.3.3. Validación Tecnológica (V)

1. Diagnóstico de sistemas de producción prevalentes (a nivel de sub-redes).
2. Validación de paquetes tecnológicos mejorados en fincas, haciendas y chacras con los productores (a nivel de sub-redes y localidades).

3.3.4. Transferencia Tecnológica (T)

1. Información a políticos y funcionarios oficiales de alto nivel quienes toman la decisión. (a niveles nacionales y de la Red).
2. Adiestramiento a técnicos de planificación, fomento y extensión (a niveles de Red y nacionales).
3. Intercambio de información técnica horizontal en la Red (a niveles de Red).
4. Reuniones (Simposio) de investigadores de la región (a nivel de Red).

4. MODULOS PROPUESTOS

En el capítulo anterior se presenta, en forma general, lo que la Red debiera hacer cuando llegue a un estado de total establecimiento y madurez. Sin embargo, la Red deberá ser iniciada sobre la base de algunas líneas prioritarias de investigación sobre el tema de pasturas y producción animal. Por razones que no hace falta en toda su extensión justificar, el punto de partida de la Red deberá ser experimentos dentro de lo que estamos llamando investigación aplicada.

4.1. Modulo 1

Adaptación de Germoplasma

La red deberá priorizar en respuesta a la necesidad de alternativas de germoplasma adaptado a la condición de baja fertilidad y acidez normales prevalentes en los diferentes ecosistemas de pasturas ya mencionados. Esto implica una evaluación en red de un elevado número de entradas de germoplasma en algunas localidades claves representativas de los diferentes tipos de ecosistemas de pasturas. Sobre el particular ya existen primeros esfuerzos realizados dentro de la red internacional de evaluación de pasturas (un programa cooperativo entre instituciones nacionales de América tropical y CIAT). Dentro de esta Red Internacional se viene evaluando germoplasma de gramíneas y leguminosas por supervivencia en puntos como Paragominas con CPATU, Boz Vista con UEP, Boa Vista y Tabuleiro con CEPLAC en Brasil, Leticia con ICA/CIAT en Colombia, Macagual con ICA en Colombia y Pucallpa con IVITA en Perú. Estas evaluaciones hasta el momento se vienen haciendo en lugares representativos de sólo dos ecosistemas de pasturas de los cuatro existentes en la región. Estos son pastos cultivados en áreas de bosque y pastos nativos en sabana bien drenada. Sin embargo no se ejecutan ensayos de supervivencia en áreas representativas ni de pastos nativos en sabana mal drenada ni tampoco en áreas de pastos nativos en terrenos aluviales.

Dentro de la Agronomía de Pasturas también deberá enfatizarse una actividad a nivel de sub-redes para evaluar ya no supervivencia como en el caso anterior, sino adaptabilidad para producción mediante una serie de experimentos agronómicos ejecutados en forma paralela en diferentes condiciones de subecosistemas dentro de un ecosistema principal de pasturas. Dentro de este nivel de experimentación a nivel de sub-redes, estamos considerando evaluaciones de un número medio de crecimiento estacional como la medida base para la interpretación de adaptación. Los materiales resultantes promisorios tanto por su mayor productividad como su tolerancia a factores de suelo, clima, plagas y enfermedades prevalentes, deberán ser sometidos a experimentación que permitan evaluar su compatibilidad con diferentes asociantes, hacer los ajustes de fertilización para una eficiente productividad, lo mismo que obtener información sobre el potencial de producción de semilla.

Sobre el particular existe también ya base de ensayos realizados con la finalidad de evaluar productividad estacional de materia seca y tolerancia a plagas y enfermedades dentro de la Red Internacional de Evaluación de Pasturas Tropicales mencionada en el acápite anterior. Esta red, cuenta en el momento con aproximadamente 15 puntos en la Amazonía donde se ejecuta este tipo de ensayos. Tanto para el tipo de evaluación de supervivencia mencionado antes como para este tipo de evaluación de adaptabilidad en base a tasas de crecimiento estacional, se cuenta con metodologías uniformes utilizadas por todos estos puntos que figuran en el "Manual para la Evaluación Agronómica, Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales" (CIAT, 1982).

Estos ensayos con aproximadamente 15 puntos representativos del ecosistema de pastos cultivados en áreas de bosque, no incluyen los otros tres ecosistemas de pasturas existentes en la Amazonía. En tal sentido recomendamos que una vez determinados los materia-

les promisorios en los ensayos de supervivencia que se establezcan en los otros ecosistemas, se expanda a la red de ensayos a fin de evaluar materiales que se adapten a condiciones de pasturas como las de sábanas bien drenadas, sábanas mal drenadas y pasturás en áreas de "várzea".

Nuestra recomendación global es utilizar como base del ensamblaje de la Red Amazónica de Pasturas y Ganadería, esta ya existente red que deberá ser expandida, como se menciona más arriba, a los diferentes ecosistemas de pastura en la región e incrementada no solamente en más puntos sino deberá proveerse a las instituciones líderes nacionales en investigación sobre pastos y ganadería en la Amazonía, de los recursos y facilidades para que la Red sea efectiva y cuente con la suficiente supervisión, apoyo y respaldo técnico y económico.

4.2 MODULO 2

Evaluaciones Agronómicas de Pasturas

Las instituciones centrales de investigación en pastos y ganadería de la Amazonía, deberán además de las evaluaciones que realizan a nivel de sub-redes en los diferentes puntos de las redes nacionales, obtener información adicional agronómica de apoyo como estudios de compatibilidad en mezclas, evaluaciones de requerimientos mínimos de nutrientes de la pastura ensamblada, lo mismo que estudios de las relaciones suelo-planta-animal (requerimientos mínimos de nutrientes, microbiología de suelos, calidad de pasturas, tolerancia al pisoteo, etc.). Ver ejemplos de proyectos en los Anexos 1, 2 y 3.

4.3 MODULO 3

Investigación en Renovación de la Productividad de Pasturas

Otro de los puntos base y razón para el establecimiento y fortalecimiento de una Red de Investigación en Pasturas y Ganadería en la Amazonía, lo constituye la necesidad (URGENTE) de iniciar trabajos en serio sobre técnicas de renovación de la productividad en pasturas, para corregir el problema de pasturas degradadas, principalmente por problemas de manejo y falta de adaptación de las especies, como se ha mencionado en los primeros acápites. Sobre el particular las instituciones líderes nacionales a nivel amazónico, deberán tomar la iniciativa en el ensamblaje de técnicas de renovación de pasturas, las que posteriormente deberán ser validadas en los diferentes puntos de la Red. Esta experimentación deberá incluir nuevo germoplasma, control de malezas, mecanización, técnicas de renovación y requerimientos de fertilización para el establecimiento. En este último punto de requerimiento de fertilización para el establecimiento, deberán participar puntos seleccionados de las redes nacionales a fin de contar dentro de la información con datos obtenidos en localidades representativas de diferentes condiciones de suelo.

Las técnicas de experimentación y diseño para este tipo de investigación son bastante conocidas y consideramos que no es menester indicar las técnicas específicas a utilizar, pues consideramos que el proyecto deberá contar en primera instancia y preparar al mismo

tiempo experimentadores de suficiente nivel como para abordar esta problemática. A manera de ejemplo el Anexo 4 muestra un proyecto de experimento para una condición específica.

4.4 MODULO 4

Evaluaciones de Persistencia de Pasturas y Reciclaje de Nutrientes

Otro tema clave que deberá ser base para la integración de esta Red, es el problema de falta de persistencia de las pasturas, ya sean pasturas después de la apertura y quema del bosque, como pasturas después de la renovación. Determinados los materiales adaptados a condiciones de la fertilidad menor que ocurre años después de la apertura del bosque y encontradas las técnicas que permitan un restablecimiento o renovación adecuados, la persistencia resulta ser el factor crítico para garantizar pasturas ecológica y económicamente aceptables.

Entendiéndose que estamos reemplazando un sistema muy activo de reciclaje ocurrente en el bosque, por otro sistema de reciclaje idealmente estable como el de las pasturas, somos claros en expresar que la estabilidad y persistencia de las pasturas depende en gran medida del nivel de actividad de reciclaje que se permita una vez aplicado un manejo específico sobre el sistema de pasturas y ganadería. Por lo menos los centros líderes nacionales de la Red y algunos otros puntos claves de ésta, deberán abordar la experimentación en evaluación de reciclaje en nutrientes en pasturas bajo diferentes tratamientos de manejo tanto en cuanto a los componentes de la pastura, utilización por los animales y niveles de insumos. En estos experimentos deberán considerarse tratamientos de pastura (mezclas), manejo (cargas, sistema de pastoreo) y fertilización de mantenimiento. Pero más importante que los tratamientos serán las técnicas de evaluación, muestreo y seguimiento en el suelo, en la biomasa y el detritus y en la capacidad productiva de las pasturas (nutrientes en el rebrote y acumulados en los animales). En el Anexo 5 se presenta una propuesta para ensamblar las actividades de esta red de pasturas con la de suelos.

4.5 MODULO 5

Manejo y Productividad de Pasturas

Este es otro tema esencial de vinculación y nexo entre los diferentes puntos de la Red. A este nivel de evaluación más cercano a la utilización de las pasturas por animales y al ensamblaje efectivo de ambos componentes en sistemas de producción, esperamos que tanto el germoplasma como el manejo (intensidad de pastoreo, sistema de pastoreo, tipo de animales, nivel de insumos, etc.) sea particular para cada localidad en respuesta a las condiciones locales. En consecuencia, los experimentos deberán ser montados en forma independiente en cada localidad sin el uso de una metodología única ni tampoco el uso del mismo germoplasma a través de todos los puntos.

Sin embargo, estas evaluaciones del manejo y potencial de productividad de las pasturas

seleccionadas deberá ser actividad importante de las sub-redes respectivas. La conexión más importante entre los participantes de esta Red de Pruebas de Pastoreo deberá ser en primer lugar el uso de técnicas de medición de preferencia comunes y confiables que permitan si no una comparación de resultados dadas las peculiaridades de los diseños en cada localidad, sí la garantía de confiabilidad en los resultados de cada experimento. Además será también un punto base de conexión entre los miembros de la Red el uso de diseños experimentales si bien no comunes, pero sí dentro de una gama de alternativas suficientemente estudiadas y adecuadamente implementadas para encajar dentro de los recursos de las diferentes estaciones experimentales y las necesidades de los sistemas de producción que se pretenden impactar con pasturas mejoradas. Será pues necesario dentro de la Red contar con la suficiente capacidad de comunicación entre los experimentadores de este nivel de evaluación, a fin de que mediante reuniones y "workshops" se puedan concretar alternativas viables para esta región. Consecuentes, recomendamos que si bien cada experimento debe responder a una realidad local, deberá mantenerse una muy activa red de intercambio de información y experiencia sin excluir la posibilidad de que en algunas localidades se puedan conducir ensayos metodológicos que ajusten las técnicas y diseños desarrollados para condiciones como las de Australia, donde el limitante mayor es un período muy largo seco no existente en la Amazonía como en otras regiones templadas con pasturas de reconocida diferencia en cuanto a potencial de productividad y calidad.

4.6 MODULO 6

Sanidad Animal

Se puede considerar que la Amazonía, en términos globales, con excepción del aspecto de parásitos externos e internos, resulta ser un medio hasta hoy bastante benigno para la cría de animales. Sin embargo, con la finalidad de dar solución en cuanto a medidas preventivas al problema de parásitos y al monitoreo permanente de la situación de enfermedades y plagas del ganado, se deberá contar a nivel de red con por lo menos un médico veterinario, formando en cada localidad parte de los equipos de investigación en pasturas y ganadería. Ellos deberán estar coordinados a nivel nacional por veterinarios experimentados equipados también con laboratorios y amplia capacidad de viaje.

Con esto estamos priorizando las líneas de acción que deberá abordar en primera instancia REDINAA en cuanto a su programa de investigación en pasturas y ganadería. Consideramos los aspectos de mejoramiento y manejo animal, lo mismo que los trabajos en ensamble de componentes de producción en paquetes tecnológicos y la investigación de validación de la tecnología y la transferencia de ésta, como acciones que deberán irse montando en fases posteriores. Sin embargo este proyecto deberá considerar seriamente el apoyo de algunos planes de mejoramiento genético de animales tanto en razas puras para la Amazonía como en desarrollo de animales cruzados para esta región, con énfasis en la búsqueda de animales de doble propósito principalmente.

4.7 MODULO 7

Proyectos Especiales

a. *“Cigarrinha”, Mión o Salivazo.*— En respuesta a situaciones específicas, REDINAA deberá estar en condiciones de responder mediante proyectos especiales con objetivos muy definidos que permitan al más corto plazo aportar las soluciones a situaciones críticas dentro del sistema de producción en pasturas y ganado. Es el caso, en estos momentos del problema de “cigarrinha”, mión o salivazo, de las pasturas que ataca principalmente a *Brachiaria decumbens*, gramínea ampliamente difundida en la Amazonía que viene siendo devastada por este insecto tal como se mencionó antes. Consideramos que un proyecto de investigación específico que deberá motivar la acción conjunta de los miembros, instituciones e investigadores de esta Red es justamente el trabajo de selección dentro del género *Brachiaria* de especies y ecotipos que tengan la suficiente adaptabilidad al rango de condiciones de la Amazonía y tenga una mayor tolerancia al problema de este insecto. Para el cumplimiento de este objetivo será necesario el trabajo de entomólogos con experiencia en este insecto y el de agrónomos que permitan a través de la Red la selección de estos materiales mejores.

Otros proyectos específicos podrán presentarse con el tiempo y, como se mencionó arriba, la Red deberá estar en condiciones de afrontarlos y solucionarlos a la brevedad posible.

b. *Sistemas de producción silvopastoril.*— La investigación que se realice sobre este tema deberá diagnosticar la factibilidad y experimentar el ensamblaje de asociaciones árboles/pastura beneficiosos ecológica y económicamente.

c. *Pasturas cultivadas y nativas en áreas de “várzeas” con suelos aluviales.*— Este es un ecosistema de alta importancia para la región amazónica principalmente porque dentro de él encontramos los suelos de mayor fertilidad, con una estabilidad de producción mayor, sin embargo con problemas de drenaje. Si bien estos son suelos de vocación agrícola, consideramos que el búfalo de agua deberá cumplir un rol preponderante en este ecosistema para utilizar las pasturas nativas y como animal de trabajo para estas condiciones en donde otros animales, e inclusive maquinaria, tienen dificultad en trabajar. Será necesario iniciar acción sobre un programa definido de selección de germoplasma de gramíneas y leguminosas capaces de tolerar condiciones de saturación de agua o inundación a fin de permitir una productividad sostenida de este tipo de animales, a través de las diferentes fluctuaciones en cuanto a las áreas disponibles considerando inundaciones y estíos lo mismo que áreas estacionalmente dedicadas al cultivo de cosecha. El conseguir especies de alta productividad y capaces de tolerar altas presiones de pastoreo, sin duda alguna facilitará el manejo de este ecosistema de tan alto potencial de productividad inmediata.

4.8 MODULO 8 - CAPACITACION

La capacitación del personal profesional se considera de suma importancia para llevar a cabo los planes de la Red. Esta capacitación se hace a tres niveles: cursos cortos, para M.S. y para Ph.D. Las actividades del programa de capacitación se presentan en el Cuadro 7.

CUADRO 7. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES DE LA RED EN CUANTO A CAPACITACION CIENTIFICA
REUNIONES, CURSOS, TALLERES, ETC.

INSTITUCIONES	Años	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Capacitación Científica											
Becas para MS	5		20	10	5	2	2	2	2	2	
Becas para PhD	2		6	3	3	2	2	2	1	1	
Actividades de Red											
Conferencias	—		1	—	1	—	1	—	1	—	1
Talleres	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1
Cursos cortos (No. de estudiantes)	15		15	25	25	25	25	25	25	25	25

5. IMPLEMENTACION DEL PROYECTO A NIVEL DE LA REDINAA

La ejecución del trabajo de investigación que se plantea en forma prioritaria deberá, por lo menos durante los próximos cinco años, contar con personal científico de diferentes especialidades que permita el montaje de la Red en su concepción inicial de solución de la productividad primaria de pasturas mediante germoplasma adaptado, renovación de pasturas degradadas y producción animal en base a pasturas mejoradas. Revisando la relación de investigadores con que hoy cuenta la Amazonía para abordar el problema y considerando lo vasto del territorio amazónico y sus amplias variaciones en cuanto a ecosistemas, consideramos que será esencial en una etapa inicial contar con el aporte y localización en la región de científicos experimentados con las calificaciones suficientes como para tener la autoridad científica que permita un sólido inicio de este trabajo conjunto. Esto mientras el programa de capacitación científica logre sus objetivos preparando investigaciones de alto nivel con base en los investigadores que cada país cuenta para esta problemática amazónica.

Tal como hemos definido anteriormente las prioridades en investigación de REDINAA, deben estar puestas en la problemática de pasturas cultivadas en áreas originalmente de bosque; por este motivo, considerando que hay instituciones como CIAT que podrían abordar la problemática de pasturas nativas y pasturas mejoradas en condiciones de sabanas bien drenadas y pobremente drenadas, definimos que los especialistas con que REDINAA debiera contar en una fase inicial organizativa de la Red, deberán ser obviamente con énfasis en pasturas en condiciones de bosque. Los científicos miembros de REDINAA deberán tener las más altas calificaciones en cuanto a currículum, experiencia y con el nivel académico Ph.D. o equivalente. Las posiciones requeridas se enumeran a continuación.

1. Lider del Programa REDINAA de pastos y ganadería

Este científico deberá contar con una amplia experiencia en condiciones de trópico húmedo de preferencia en la Amazonía y deberá tener la habilidad de poder administrativamente y técnicamente liderar no solamente un grupo de científicos líderes en sus respectivas especialidades en la amplia gama de las relaciones suelo-planta-animal, sino también tener una clara concepción de las problemáticas socioeconómicas y políticas ocurrentes en la región.

Su función clave en la etapa inicial deberá ser de planeamiento de las fracciones de la Red, lo mismo que el trabajo de motivación del interés de las instituciones nacionales actualmente trabajando en la Amazonía y la administración global del Proyecto Pastos y Ganadería REDINAA. Su posición deberá ser llenada en primera instancia.

2. Agrónomo de Pasturas Cultivadas en Areas de Bosque

Este investigador principal deberá contar con una amplia experiencia en selección y evaluación agronómica de gramíneas y leguminosas forrajeras para condiciones de trópico húmedo y su función será evaluar germoplasma para las condiciones predominantes de suelos ácidos Oxisoles y Ultisoles bajo niveles de fertilización mínimas, teniendo en cuen-

ta que su objetivo central deberá ser encontrar materiales adaptados a las condiciones de fertilidad de los suelos ocurientes a nivel de equilibrio de la fertilidad después de la apertura del bosque (5-6 años después), es decir, suelos con pH bajo, bajos niveles de fósforo con problemas generales de niveles bajos de cationes cambiables y en muchas veces altos niveles de aluminio.

Esta posición deberá ser llenada también en primera instancia, el primer año de la ejecución de este proyecto y deberá ser localizado en uno de los centros líderes de investigación nacional y deberá tener un mandato a través de toda la Red, permitiendo mediante investigación paralela lo que estamos llamando ensayos de adaptación de germoplasma, obtener la información de supervivencia y adaptación para producción de un diferente rango de materiales que él deberá proveer en base a un programa inicial e intensivo "screening" de germoplasma con números elevados de entradas cada año. Con la finalidad de no duplicar esfuerzos, consideramos que los Bancos de Germoplasma para estas condiciones de suelos ácidos hoy existentes como CENARGEN en Brasil y CIAT en Colombia, deberán proveer el germoplasma base para el trabajo de este agrónomo.

3. Ecólogo de Pasturas y Especialista en Relaciones Suelo-Planta

Este científico tendrá como mandato evaluar la dinámica de la fertilidad de los suelos después de la apertura del bosque, el reciclaje de nutrientes bajo condiciones de pasturas y desarrollar técnicas de renovación de pasturas, que permitan garantizar mediante el uso de germoplasma adaptado a la condición de estabilidad y fertilidad de suelos una productividad más sostenida y estable que la que hasta ahora puede obtenerse con las especies y las técnicas de manejo conocidas. Igualmente este investigador deberá estar localizado en alguno de los centros nacionales líderes de la Red, de preferencia en la misma localidad del agrónomo. Sin embargo deberá estar en condiciones de montar en forma paralela en cooperación con investigadores de los diferentes países e instituciones, ensayos simultáneos.

Técnicamente esta posición podría ser contratada el segundo o tercer año después de que los primeros trabajos del agrónomo den algunos resultados. Sin embargo consideramos que tanto por trabajos actuales realizados por las instituciones nacionales en la región aislados como dentro de la Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales, se cuenta con algún germoplasma que consideramos promisorio que podría servir para que este investigador haga sus evaluaciones sobre dinámica y reciclaje de nutrientes y sobre las técnicas de renovación de pasturas degradadas, permitiendo que su trabajo sea eficiente y de impacto más pronto al contratarse también durante el primero o segundo año.

Estos serían los tres investigadores que debieran contarse en primera instancia. En una segunda fase probablemente dos o tres años posteriores al inicio del proyecto, deberán contratarse otros científicos, a fin de permitir el avance de esta información hacia evaluaciones de nivel más cercano a las de la aplicación en sistemas de producción.

4. Especialista en Productividad y Manejo de Pasturas

Este científico deberá tener suficiente conocimiento de técnicas de evaluación de pasturas

con animales y nutrición como para liderar a nivel de Red la investigación que permita determinar el manejo específico para cada localidad y evaluar la productividad de las pasturas mejoradas. Consideramos que su posición deberá estar localizada en alguno de los centros nacionales líderes de la Red, pero con mandato claro y amplio a través de la Amazonía en cuanto a pasturas mejoradas en áreas originalmente de bosque. Su trabajo deberá incluir la conducción de pruebas de pastoreo directamente, el desarrollo y comparación de técnicas de medición y el asesoramiento a los participantes de la Red en cuanto a diseños y técnicas a emplearse compatibilizando recursos de los diferentes puntos en cuanto a equipo, infraestructura y financiamiento, lo mismo que las necesidades del sistema de producción al que debemos impactar.

5. Especialista en Manejo Animal y Sistema de Producción

Este científico deberá contar con el conocimiento y experiencia para dentro de un nivel medio a alto de intensidad del recurso primario (suelo/pastura), ensamblar sistemas de producción compatibles y justificables ecológica y económicamente. Dentro de su función deberá estar la evaluación inicial de sistemas de producción pecuaria existentes en la región en cuanto a sus índices biológicos de productividad, a fin de obtener la información que permita una vez obtenidos los materiales de germoplasma adaptados, desarrolladas las técnicas de renovación de pasturas, poder eficientemente dirigir los trabajos de evaluación de pasturas con animales y ensamblaje de paquetes tecnológicos dirigidos a solucionar problemas reales en los diferentes sistemas de producción existentes en la Amazonía.

Esta posición deberá ser llenada a partir del tercer año y sus trabajo deberá estar coordinado con las acciones de un médico veterinario y un economista.

6. Médico Veterinario

Este científico deberá ser un epidemiólogo con el objetivo de mantener un continuo monitoreo de la situación de salud animal en la región amazónica y su relación con la salud humana. Su trabajo deberá estar claramente en coordinación con los veterinarios de las instituciones nacionales participantes de esta Red, montando un laboratorio de diagnóstico y centralizando la información a fin de efectivamente contar con información permanente de lo que está sucediendo en la región en cuanto a los problemas de salud animal. Este científico deberá trabajar en estrecha cooperación con el investigador especialista en manejo animal y sistemas de producción a fin de participar en una primera instancia en las evaluaciones de los sistemas de producción como base del conocimiento suficiente para su trabajo posterior de monitoreo.

7. Economista

El proyecto de pasturas y ganadería deberá contar con un economista rural que trabaje junto con el especialista en manejo animal y sistemas de producción, a fin de incluir dentro de la perspectiva del proyecto no solamente los aspectos biológicos sino también los aspectos socioeconómicos que definen diferentes alternativas en sistema de producción. Igualmente dentro de sus funciones estará el mantener la información global de esta-

dísticas de la región en cuanto a inventario, productividad, precios de insumos, niveles nutricionales de la población, presiones de migración de población humana, etc., Toda esta información a nivel macro junto con la que se obtenga a nivel micro de la evaluación de sistemas de producción existentes deberá ser una base sólida como para que el Programa de Pasturas y Ganadería mantenga un claro enfoque hacia la solución de la problemática ecológica y socioeconómica de la región en cuanto a pasturas y ganadería.

8. Especialista en Sistemas de Producción Silvopastoriles

Este científico deberá tener en sus manos la posibilidad de conducir experimentación en alguna de las localidades de la Red tendiente al ensamblaje de pasturas, árboles y ganadería con la finalidad de estudiar el potencial de estas alternativas y finalmente poner a disposición de los colonos técnicas que permitan un uso combinado de la tierra en forma más eficiente y más lógica en términos ecológicos.

Este especialista, como un miembro del Proyecto de Pasturas y Ganadería, deberá ser uno de los investigadores que más interactúa con investigadores de los proyectos en forestales y de plantaciones principalmente.

9. Agrónomo-Entomólogo

Este científico deberá tener experiencia en la problemática del mión, salivazo o "cigarri-nha", problema muy actual que deberá ser solucionado a la brevedad posible mediante el "screening" de un elevado número de accesiones de *Brachiaria* y otras especies de gramíneas.

Este científico deberá estar localizado en alguna de las instituciones líderes nacionales de investigación en pasturas coordinando una red de evaluación de gramíneas por su resistencia al mión.

La posición de este científico deberá ser llenada a nuestro entender a la brevedad posible, ya que este es un problema de urgencia. Creemos que deberá ser inclusive considerado como un proyecto especial que no requiera de la formación de REDINAA para su ejecución, sin embargo lo estamos considerando como una de las acciones para iniciar el proyecto REDINAA.

10. Agrónomo de Pasturas en Areas Aluviales

Este científico debe tener como misión hacer la selección a través de varios puntos representativos de este ecosistema de suelos aluviales de un elevado número de gramíneas y leguminosas de diferente procedencia, a fin de encontrar materias capaces de cumplir el cometido arriba expuesto. Su trabajo deberá ser incluido dentro de los programas nacionales sobre manejo y utilización de búfalos en este ecosistema.

Esta posición por razones de segunda prioridad en relación a la problemática de pasturas degradadas en el bosque, podría llenarse a partir del tercer año de iniciación del proyecto.

6. PRESUPUESTO

6.1 COSTOS ASUMIDOS

1. Científicos

Costos por año de cada científico incluyendo personal de apoyo (secretaria, profesionales asistentes y obreros) y presupuesto de operación (suministros, capital y viajes).

Científicos: US\$ 150.000/año.

2. Soporte a la investigación

REDINAA canalizará proyectos de financiamiento específicos para proveer y renovar equipo de laboratorio y de campo necesarios para respaldar y facilitar los trabajos de la Red de Pasturas y Ganadería.

Se espera que haya a nivel central de REDINAA capacidad económica en cuanto a capital y gastos de operación para apoyar los diferentes programas nacionales en la Amazonía.

En adición a esto, el Proyecto de Pasturas y Ganadería deberá contar con un presupuesto anual para apoyo financiero a la Red complementario al financiamiento que las instituciones nacionales respectivas asignen. Este presupuesto para los próximos 10 años deberá ser de:

Capital.	US\$ 150.000
Renovación de equipo.	US\$ 200.000 (a partir del tercer año)
Gastos de operación.	US\$ 150.000

3. Actividades en la Red

Aquí consideramos el financiamiento de intercambio de información en cuanto a:

	Gastos/año
Intercambio de visitas.	US\$ 40.000
Conferencias (1 cada 2 años).	US\$ 100.000
“Workshops” (1 cada año).	US\$ 60.000
	<u>US\$ 200.000</u>

4. Capacitación Científica

Los costos considerados para cada beca en forma anual son como sigue:

	<u>AÑOS</u>		
	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>
Beca MS (18 meses)	16.000	8.000	—
Beca Ph.D. (36 meses)	16.000	17.920	20.000
Curso de 6 meses	6.000	—	—

5. “Overhead”

Por la administración del Proyecto de Pasturas y Ganadería, se estima que REDINAA cobraría un 20% del costo anual del proyecto.

6.2 COSTO DEL PROYECTO

El Costo total del Proyecto REDINAA en Pastos y Ganadería estimado para los cinco primeros años, se presenta en el Cuadro 8.

CUADRO 8: PRESUPUESTO PROPUESTO

(Ajustado asumiendo 120/o inflación anual)

Gasto	Año	1	2	3	4	5
						Miles US\$
Científicos + Operación		(450)	(588)	(1317)	(1897)	(2006)
Soporte a Instituciones Nacionales:						
Capital		150	168	188	210	236
Renovación equipo		—	—	200	224	251
Gastos de operación		150	168	188	210	236
		(300)	(336)	(576)	(644)	(723)
Actividades de la Red:						
Viajes intercambio		40	45	50	56	63
Reuniones Red		—	112	—	140	—
Talleres		60	67	75	84	94
(“Workshops”)		(100)	(224)	(125)	(280)	(157)
Capacitación Científica:						
Cursos 6 meses	(15)	90	(15) 101	(25) 188	(25) 210	(25) 236
Grado MS	(5)	160	(20) 410	(10) 400	(5) 220	(2) 120
Grado PhD	(2)	36	(6) 144	(3) 220	(3) 264	(2) 200
		(286)	(655)	(808)	(694)	(556)
Sub Total		1136	1803	2826	3515	3442
150/o overhead		171	271	424	527	516
TOTAL/año		1,307	2,074	3,250	4,042	3,958

NOTA: Este presupuesto estima el costo para poner en marcha el Proyecto de Pasturas y Ganadería de REDINAA. Sin embargo, sus costos podrán separarse en 3 por: 1) Financiamiento central; 2) Financiamiento de proyectos (sub-proyectos) especiales y 3) Financiamiento de la contribución de los países participantes.

7. LITERATURA CONSULTADA

- Alvim, P. de T. 1973. Los trópicos bajos de América Latina: recursos y ambiente para el desarrollo agrícola. En: Simposio sobre el Potencial de los trópicos bajos de América Latina, Cali, Colombia, pp. 43-61.
- Alvim, P. de T. 1976. Floresta amazônica: equilibrio entre utilizacao e conservacao. *Ciencia e Cultura* 30(1): 9-16.
- Alvim, P. de T. 1978. A expansao de fronteira agrícola no Brasil. Primer Seminario Nacional de Política Agrícola, Brasília, 32 p.
- Ara, M. Y Toledo, J.M. 1979. Fertilización de pasturas en Pucallpa, Perú, CIAT, Cali, Colombia. Boletín Informativo de Pastos Tropicales No. 1. pp. 6-8.
- Bandy, D.E. Y Benítez, J.R. 1977. Proyecto Internacional de Suelos Tropicales—Yurimaguas, Perú. Ministerio de Alimentación y North Carolina State University. 32 p.
- Buol, S.W., Hole, F.D. y McCracken, R.J. 1973. Soil genesis and classification Iowa State University Press, Ames. 360 p.
- Bradley, R.S.; Oliveira, L.A.; Podestá Filho, J.A.; y St. John, T.V. 1978. Fixacao de nitrogenio associada con raizes em solos diferentes na Floresta de Amazonia central. INPA, Manaus, Brazil, 16 p.
- CIAT, 1982. Manual para la evaluación Agronómica, Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales. Editor técnico: José M. Toledo. Cali, Colombia, 170 p.
- Cochrane T.T. y Sánchez P.A. 1982. Land Resources, Soil and their Management in the Amazon Region. A state of knowledge report in Amazonia. Agriculture and Land Use Research Proceedings, Edited by S. Hecht. Cali, Colombia, CIAT. 1982. 428 p.
- Dantas, M. y Rodríguez, I.A. 1980. Plantas invasoras de pastagens cultivadas na Amazonia. Boleim de Pesquisa No. 1, EMBRAPA-CPATU, Belém, Pará, Brasil. 23 p.
- De la Torre, M.; Pezo, D.; y Echevarría, M. 1977. Producción de leche en base a pastoreo en la Amazonía peruana. En: Resúmenes VI Reunión Alpa, La Habana, Cuba. 42 p.
- Dias Filho, M.B. y Serrao, E.S. 1982. Recuperacao, melhoramiento e manejo de pastagen na regio de Paragominas: Resultado e informacoes practicas CPATU. Avulso No. 2 Belem. 20 p.
- Ducke, A. 1949. As leguminosas da Amazonia brasileira. Boletim Técnico do Instituto Agronómico do Norte, 19: 53-94.
- Ducke, A.; Black, G.A. y Fróes, R.L. 1950. Notas sobre a Flora Neotrópica. III: Boletim Técnico do Instituto Agronómico do Norte. No. 19. 97 p.
- Eden, M.J. 1964. The savanna ecosystem in northern Rupunumi, British Guiana. Savanna Research series and University Savanna Research Project. Tech. Report. 1. 216 p.

- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária—Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Umido. 1979. Relatório técnico anual do Centro Nacional de Trópico Umido. 1977. Belém, Pará, Brasil 178 p.
- Falesi, I.C. 1976. Ecosistema de pastagem cultivada na Amazonia brasileira. Boletín Técnico No. 1, EMBRAPA-CPATU, Belém, Pará, Brasil. 193 p.
- Falesi, I.C.; Bastos, T.X. y Noraes, V.H.F. 1972 Zoneamento agrícola da Amazonia (1a. aproximacao). Boletín Técnico de IEPAN No. 54, 153 p.
- Ferreira, R. 1971. Flora invasora de los cultivos de Pucallpa y Tingo María. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú. 265 p.
- Ferreira da Silva, L.F. 1978. Influencia de manejo de un ecosistema nas propriedades edaficas dos Oxisoles de Tabuleiro. CEPLAC-SUDENE, Brasil, 25 p.
- Gibbs, R.J. 1967. The geochemistry of the Amazon River System. Geological Society of America Bulletin 78 pp. 1203-1232.
- Golley, F.B.; McGinnis, J.T.; Clements, R.G.; Child, G.I.; y Denver, M.J. 1976. Mineral cycling in a humid tropical forest ecosystem. T.I.E. Athens, Georgia, U.S.A.
- Goncalves, C.A.; Madeiros, J.C.; Curi, W.J. y Jorge, M.J. 1979. Producao de gramíneas e leguminosas forrageiras no territorio federal de Rondonia.
- Herra, R.; Jordán, C.F.; Klinge, H. y Medina, E. 1978. Amazon ecosystems. Interscience 3(4): 223-232
- Lee, D.H.K. 1968. El clima y el desarrollo económico en los trópicos. Manual Utelia No. 363, México, 246 p.
- Lourenco Jr., J.B. 1979. Relatório anual do projeto sistema de producao animal. EMBRAPA-CPAT, Belém, Brasil. 76 p.
- Meggers, B. 1976. Amazonía un paraíso ilusorio. Siglo veintiuno, México, 248 p.
- Morales, A. y Santhirasegaram, K., 1977. Producción animal en base a pasturas en el trópico de Pucallpa, Perú. En: Resúmenes de la VI Reunión ALPA, La Habana, Cuba.
- Nascimento, C.N. 1979. Water buffalo production and research in Brazil. EMBRAPA-CPATU, Belém, Pará, Brazil. 11 p.
- Nascimento, C.N. y N.S. Guimares, J.M. 1970. Factores afetando o peso ao nacer de bufalos pretos. Boletín IPEAN Belém, Brasil (2); 1-57.
- Nascimento, C.N. y Moura Carvalho, L.O. 1973. Estudo comparativo de producao leiteira de bufalas Mediterraneas em uma e duas ordenhas diarias.
- Nascimento, C.N.; Guimaraes, J.M.; y Goudin, A.G. 1970. Fatores de produtividade leiteira en bufalas pretas. Boletím IPEAN (Belém, Brasil) 1(1) 1-36

- Nascimento, C.N. y Moeria, E.D. 1974. Estudo comparativo sobre hábitos de movilhas bubalinas e zebuinas em pastagem. Boletín Técnico do IPEAN PP43-53
- Nascimento, C.N. y Moura Carvalho, L.O. 1978. Características reproductivas de bufalas leiteiras da raza Mediterráneo. EMBRAPA, Comunicado Técnico No. 8.
- Nascimento, C.N.; Moura Carvalho, L.O y Lourenco, J.B. 1979. Importancia do bufalo para a pecuaria brasileira. EMBRAPA-CPATU. Belém, Pará, Brasil 31 p.
- Navas, J. 1982. Considerations on the Colombian Amazon Region, Proceedings of the International Conference on Amazonia Agricultural and Land Use Research. CIAT 1980. Amazonia: Agricultural and Land Use Research. Edited by S. Hecht, Cali, Colombia, CIAT, 1982. 428 p.
- North Carolina State University. 1974. Agronomic-Economic research on tropical soils. Soils Science Department, Annual Report 1973. Raleigh, North Carolina, U.S.A. 230 p.
- North Carolina State University 1975. Agronomic-Economic research on tropical soils. Soils Science Department. Annual Report 1974. Raleigh, North Carolina, U.S.A. 312 p.
- North Carolina State University 1976. Agronomic-Economic research on tropical soils. Soils Science Department. Annual Report 1975. Raleigh, North Carolina, U.S.A. 267 p.
- North Carolina State University 1978. Agronomic-Economic research on tropical soils. Soils Science Department. Annual Report 1976-77. Raleigh, North Carolina, U.S.A. 267 p.
- Nye, P.H. 1981. Organic and nutrient cycles under a moist tropical forest. Plant and Soil 13: 333-346.
- Odum, H. y Pigeon, R. 1970. A tropical rain forest. AEC., Washington, U.S.A.
- Oliveira, M.A.S. y Curi, W.J. 1979. Dinamica de populacao e controle biológico de cigarrinha em pastagens de *Brachiaria decumbes* em Rondonia. Comunicado Técnico No. 7, EMBRAPA-UEPAE, Porto Velho, Brasil. 13 p.
- Pinedo, L.Y. Santhirasegaram, K. 1973. Respuesta da algunas de especies de pastos tropicales a la aplicación de P y Ca. En: Re
- Pinedo, L.Y. Santhirasegaram, K. 1973. Respuesta da algunas de especies de pastos tropicales a la aplicación de P y Ca. En: Resúmenes de IV Reunión de ALPA, México, 155 p.
- Reyes, C.A. 1974. Estudio preliminar de compatibilidad de tres gramíneas y tres leguminosas en la zona de Pucallpa. Tesis Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, Iquitos, Perú. 60 p.
- Rolim, F.A.; Koster, H.W.; Khan, E.J.A. y Saito, H.M. 1979. Alguns resultados de pesquisas agrostológicas na regiao de Paragominas, Para e Nordeste de Mato Grosso. SUDAM-IRI, Brazil. 56 p.
- Saco Vertiz, C. y Bravo, G. 1967. Operación Tocache. Lima, Perú. 129 p.
- Salinas, J.G. y Sánchez, P.A. 1975. Soil-Plant relationship affecting varietal and species differences in tolerance to low available soil phosphorus. Ciencia e Cultura 28(2): 156-168.

- Sánchez, P.A. 1973. Un resumen de las investigaciones edafológicas en la América Latina tropical. North Carolina State University, Technical Bulletin 219, Raleigh, USA. 216 p.
- Sánchez, P.A. 1976. Properties and management of soils in the tropics. Wiley and Sons, N.Y., U.S.A. 618 p.
- Santhirasegaram, K. 1974. Manejo de Praderas de leguminosas y gramíneas en un ecosistema de selva lluviosa tropical en Perú. En. Manejo de Suelos en la América Tropical, N.C.S.U., U.S.A. pp. 445-566.
- Santhirasegaram, K.; Morales, V.; Pinedo, L. y Díaz, J. 1972. Pasture Development in the Pucallpa Region. Interim Report, IVITA, Perú, 132 p.
- Santhirasegaram K.; Morales, V.; Reyes, C. 1973. Second Interim Report on Pasture Development in the Pucallpa Region. IVITA, Perú, 213 p.
- Serrao, E.A. 1977. Adaptacao de gramíneas forrageiras do genero *Brachiaria* na Amazonia. En: Encontro sobre forrageiras do genero *Brachiaria*. pp. 21-54.
- Serrao, E.A.; Batista, H.A. y Boulhosa, J.A. 1970. *Canarana erecta* lisa *Echinochloa pyramidalis* (Lam.) Hitch, et Chase. Serie Estudios sobre Forrageiras na Amazonia. Boletim IPEAN (Belém, Brasil) 1(1): 1-36.
- Serrao, E.A. y Simao Neto, M. 1971. Informacoes sobre duas especies de gramíneas forrageiras de genero *Brachiaria* na Amazonia: *B. decumbes* y *B. ruziziensis*. Serie: Estudos sobre Forrageiras na Amazonia. Boletim IPEAN (Belém, Brasil) 1(2); 1-31.
- Serrao, E.A.; Cruz, E.S.; Simao Neto, M.; Sousa, G.F.; Bastos, J.B. y Guimaraes M.C.F. 1971. Resposta de tres gramíneas forrageiras (*Brachiaria decumbes*, *Brachiaria ruziziensis* e *Pennisetum purpurem*) a elementos fertilizantes em latosolo amarelo textura media. Serie: Fertilidades de Solo. Boletim IPEAN (Belém, Brasil) 1(2);1-38.
- Serrao, E.A.S. y Simao Neto, M. 1975. The adaptation of tropical forages in the Amazon region. In: Tropical Forages in Livestock Production Systems. ASA-CSSA-SSSA special publication No. 24, pp. 31-52.
- Serrao, E.A. y Falesi, I.C. 1977. Pastagens do Trópico Umido Brasileiro. EMBRAPA-CPATU, Belém, Brasil. 76 p.
- Serrao, E.A. 1981. Pasture research results in the Brazilian Amazon. Paper presented at the XIV International Grassland Congress. Lexington, Kentucky, U.S.A. June 1981.
- Seubert C.E.; Sánchez, P.A. y Valverde, C. 1977. Effect of land clearing methods on soil properties of an Ultisol and crop performance in the Amazon jungle of Perú. Raleigh, North Carolina Agricultural Experiment Station and Min. de Alimentación, Perú, Journal Series Paper No. 500A, pp. 307-321.
- Simao Neto, M.; Serrao, E.A.; Goncalvez, C.A. y Pimentel, D.M. 1973. Comportamiento de gramíneas forrageiras na regio de Belém. Comunciado Técnico IPEAN No. 44. Belém, Pará, Brasil. pp. 1-17.

- Spain, J.M. 1982. Recomendaciones Generales para el Establecimiento y Mantenimiento de Pastos en la Zona de Carimagua, Llanos Orientales de Colombia. CIAT, 15 p.
- Toledo, J.M. y Ara, M. 1977. Manejo de suelos para pasturas en la selva amazónica. Trabajo preparado para la reunión de Taller FAO-SIDA, sobre Ordenación y Conservación de Suelos en América Latina, Lima, Perú. 46 p.
- Toledo, J.M. 1979. Resultados experimentales sobre pasturas en la Amazaoa peruana. Seminario sobre los Recursos Naturales Renovables y el Desarrollo Regional Amazónico. IICA, Bogotá, Colombia, pp. 170-179.
- Toledo, J.M. y Morales, V.A. 1979. Establishment and management of improved pastures in the Peruvian Amazon. In. Sánchez, P.A. and Tergas, L.E. (eds.) Pasture Production in Acid Soils of the Tropics. Proceeding of a seminar held at CIAT, Cali, Colombia, pp. 177-194.
- Valdivieso, A.L. 1973. Análisis del sistema de desmonte la Tourneau en el trópico peruano. Tesis Universidad Nacional Agraria "La Molina", Perú. 82 pp.
- Viera, L.S.; Oliveira, N.V. y Bastos, T.X. 1971. Os solos do Estado de Pará. Cadernos Parenses No. 8, IDESP, Belém, Brasil. 175 p.

8. ANEXOS

Estos Anexos contienen algunos ejemplos de experimentos que podrían montarse dentro de las subredes y dentro de localidades dentro de este proyecto.

Podrían prepararse muchos más entendiéndose que el Desarrollo de Tecnología requiere de una experimentación compleja incluyendo las relaciones suelo, planta, animal, hombre, que variarán de localidad según sea el ecosistema y el sistema de producción al que se quiere mejorar.

Creemos que la definición final y ejecución de los proyectos deberá ser responsabilidad de los investigadores principales, que se hagan cargo de la ejecución de esta red.

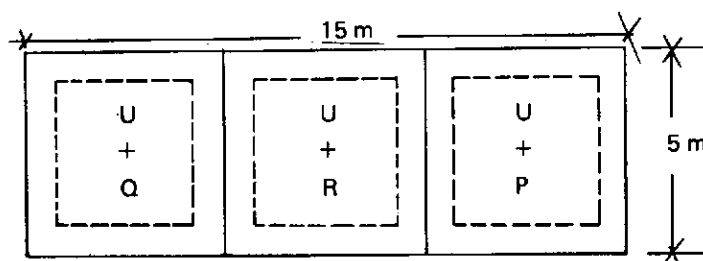
ANEXO 1

Ejemplo: Experimento para evaluar compatibilidad potencial entre especies a nivel agronómico

1. Hipótesis posibles:
 - a) "Asociantes con diferente hábito de crecimiento afectan la productividad de la especie X"
 - b) "Asociantes con diferentes requerimientos de nutrientes afectan en forma diferente la productividad y supervivencia de la especie X"
2. Objetivos: Evaluar la compatibilidad potencial de las especies (leguminosas o gramíneas) X, Y, Z, X, W... con las especies (gramínea o leguminosa) P y Q

Continuación del Anexo 1

3. Tratamientos: Ejemplo: Leguminosas:
U, V, W, X, Y, Z...
Asociante:
P (gramínea erecta)
Q (gramínea postrada)
R (gramínea en monocultivo)
4. Diseño: Parcelas divididas*
Bloques completos al azar
5. Parcela: Leguminosa ($5 \times 15 \text{ m} = 75 \text{ m}^2$)
Subparcela: Leguminosa + gramínea ($5 \times 5 = 25 \text{ m}^2$)
6. Repeticiones: 4
7. Parcela y Subparcela tipo:



8. Fertilización: Uniforme para todos los tratamientos excluyendo N (fraccionándola cada 6 meses)
9. Herbicidas: Cada 6 a 8 semanas
Producción de MS de leguminosa
Producción de MS de gramínea
Análisis de N de los componentes de la mezcla
Cada 6 meses:
Análisis de suelo
Cada año:
Localización de raíces en 30-40 cm superficiales
Todo el tiempo:
Registro de información de clima
10. Duración: 6 meses para establecimiento y
18 meses para evaluación
11. Análisis esperado sobre:
 - a) Disminución de la productividad en MS de la leguminosa como efecto del asociante.
 - b) Aporte de N de la leguminosa al sistema
 - c) Efectos de los asociantes sobre la expansión radicular de la leguminosa.
12. Donde debe conducirse: Entendiéndose que en gran medida la compatibilidad potencial depende de características genéticas intrínsecas de cada componente en una mezcla, recomendamos que ensayos de este tipo sólo se realicen como investigación de apoyo de las subredes, en las localidades líderes nacionales. No necesitándose hacer en todas ellas.
* Area efectiva de muestreo $3 \times 3 = 9 \text{ m}$.

ANEXO 2

Ejemplo: Experimento para ajustar el nivel de fertilización de una mezcla con potencial de compatibilidad

1. Hipótesis posibles:
 - a) El balance de compatibilidad puede ser alterado por la fertilización con el elemento X, Y, Z o X + Y + Z.
 - b) El componente gramínea G de la mezcla G + L suprime por exceso de efecto al nutriente J la supervivencia de la leguminosa L.

2. Objetivo: Determinar el nivel de fertilización para optimizar productividad y balance en la asociación.

3. Tratamientos. Ejemplo:
Asociaciones* G + L
H + M
I + M

Niveles de fertilización (deberán cambiar de acuerdo con el conocimiento de los limitantes del suelo).

Elementos:	A	B	C	D	E
			kg/ha		
	0	0	30	100	20
	0	50	30	100	20
	0	100	30	100	20
	30	0	"	"	"
	30	50	"	"	"
	30	100	"	"	"
	60	0	"	"	"
	60	50	"	"	"
	60	100	"	"	"

4. Diseño: Parcelas divididas
Bloque completo al azar

5. Parcela: Asociación
Subparcela: Nivel de fertilización

6. Repeticiones: 3 ó 4

* Potencialmente compatible

7. Dimensiones de la parcela y subparcela: 4 m x 5 m = 20 m² siendo el área efectiva de muestreo de 2 x 3 m² = 6 m².
8. Fertilización: Aplicados los tratamientos de los elementos en estudio, los otros elementos deberán ser aplicados uniformemente y en cantidades suficientes como para no ser limitantes.
9. Mediciones: Cada 6 u 8 semanas
Producción de MS/corte de gram./trat. fert.
Producción de MS/corte de leg./trat. fert.
2 veces al año
Análisis de tejido y de suelo
Todo el tiempo
Registro de datos meteorológicos
10. Duración del ensayo: 6 meses de establecimiento
18 meses de evaluación
11. Análisis esperado sobre:
 - a) Fertilización para máxima productividad vs. máxima estabilidad de la mezcla.
 - b) Rango de flexibilidad de la asociación en cuanto a estabilidad en la población bajo fertilizaciones diferentes.
 - c) Diferencias entre componentes de la mezcla en cuanto a extracción de nutrientes.
12. Dónde debe conducirse: Una vez determinadas las mejores gramíneas y leguminosas para cada localidad (3 a 6 entradas) y realizados los estudios de compatibilidad potencial (Anexo 1), recomendamos realizar estos experimentos de ajuste de fertilización de mezclas, en la gama más amplia de suelos posible, incluyendo sitios dentro de localidades líderes y otras localidades.

ANEXO 3

Ejemplo: Experimento para evaluar persistencia y comportamiento bajo pastoreo de asociaciones compatibles potencialmente.

1. Hipótesis posibles:
 - a) La presión de pastoreo define la persistencia y estabilidad de una asociación.
 - b) El intervalo entre pastoreos define la presencia y estabilidad de una asociación.
 - c) etc.

Se podrán evaluar experimentos que prueben una o más hipótesis. En este ejemplo escogemos presiones como el más importante.
2. Objetivo: Evaluar el efecto de la presión de pastoreo sobre la productividad, persistencia y estabilidad de 4 asociaciones potencialmente compatibles.
3. Tratamiento:

Ejemplo:

Asociaciones:

B. humidicola + *D. ovalifolium*
A. gayanus + *S. guianensis*
A. gayanus + *C. pubescens*
B. descumbes + *P. phaseoloides*

Presiones de pastoreo

2 kg MS*/100 kg	(presión alta)
4 kg MS*/100 kg	(presión media)
6 kg MS*/100 kg	(presión baja)

* MS = materia seca proveniente de material verde, descartando material muerto.
4. Diseño: Factorial en bloques completos al azar.
5. Parcela: Asociación/presión de pastoreo
(mínimo 30 x 30 = 900 m²) Cercadas individualmente.
6. Repeticiones: 2
7. Area total: 12 trat. x 2 repet. x 900 m² = Ca = 2.2 ha.
8. Manejo de animales: En rotación, cada 6 u 8 semanas según la estación del año. El número de animales se ajustará para cada tratamiento de presión de pastoreo según la disponibilidad de MS fotosintética o verde. Los días de ocupación no deben ser menores de 3 ni mayores de 6 días.
9. Fertilización: Cada mezcla o asociación deberá fertilizarse de acuerdo con sus propios requerimientos para máxima productividad y máxima estabilidad de

los componentes. Según experimentación de ajuste de fertilidad (Anexo 2).

10. Mediciones: Cada vez que los animales vaya a entrar (6 u 8 semanas)
- Disponibilidad total de MS* (para ajustar el número de animales a la presión del tratamiento)
 - Disponibilidad de MS* de gramíneas.
 - Disponibilidad de MS* de leguminosas.
 - De disponerse fistulados del esófago, composición de la lista.
- Todo el tiempo
- Registro meteorológico.
11. Duración: 6 meses de establecimiento mínimo.
24 meses bajo pastoreo según tratamientos.
12. Análisis esperado sobre:
- a) Rango de productividad de las asociaciones.
 - b) Rango de tolerancia a diferentes manejo (presiones de pastoreo) de cada asociación individual.
 - c) Persistencia y dinámica de los componentes en las mezclas.
13. Dónde debe conducirse: Estos ensayos deberán conducirse en lugares representativos de condiciones mayores en cuanto a ecosistema y sistema de producción. Esta será la primera mirada del comportamiento del germoplasma ensamblado en una pastura bajo el efecto del animal. Probablemente no se haga necesario hacerlos en cada localidad de la subred, esperándose poder ensamblarse pruebas mayores de productividad de la pastura en ganancias de peso o producción de leche en varias localidades de la subred saltando de las pruebas agronómicas.

ANEXO 4

Ejemplo de situación :

Pastura degradada tempranamente (3 ó 4 años después de la apertura del bosque) por mal manejo y falta de adaptación del germoplasma utilizado.

Los residuos del bosque ("Troncos" y "Tocones") aun están presentes, haciendo el área no mecanizable. La incidencia de malezas herbáceas y semiarbusivas (altura de aproximadamente 2 m.) es alta.

* MS proveniente de material verde, descartando material muerto.

Se plantea la renovación mediante las acciones siguientes:

- a) Manejo bajo pastoreo
- b) Control de malezas
- c) Introducción de nuevo germoplasma agresivo
- d) Fertilización.

1. Experimentación previa:

Para la definición de un proyecto que permita evaluar interacciones entre a, b, c y d, antes deberá tenerse conocimiento sobre:

- e) Mejores tratamientos para control químico (Producto/dosis/especie de maleza).
- f) Efecto del control manual, control manual + herbicida y control manual + quema sobre las malezas.
- g) Agresividad potencial de gramíneas y leguminosas a incluirse (Anexo 1).
- h) Requerimientos a incluirse (Anexo 2).

2. Hipótesis posibles:

- i) La carga animal afecta la velocidad de invasión de especies deseables y la desaparición de malezas.
- j) El B y el C son elementos claves en la renovación de pasturas mediante la introducción de especies mejoradas.
- k) Las especies *B. humidicola*, *D. ovalifolium* y *P. phaseoloides* pueden establecerse colonizando una pastura degradada.
- l) etc.

3. Objetivo de este ejemplo:

Estudiar el efecto de cargas y fertilización sobre la colonización de especies de pastura mejoradas introducidas en una área de pastura degradada.

4. Tratamientos:

m) Cargas	Estación del año	
	Lluviosa	Seca
	animales/ha	
Alta:	3	2
Media:	2	1
Baja:	1	0.5

n) Especies de pasturas mejoradas

N₁ — B. humidicola solo

N₂ — B. humidicola + D. ovalifolium

N₃ — B. humidicola + P. phaseoloides

N₄ — P. Phaseoloides solo.

Nota: B. humidicola se establecerá por medios vegetativos, las 2 leguminosas por semilla en golpes utilizándose en cada caso las tasas de semilla recomendadas para cada caso.

o) Fertilización

A	B	C	(D+E+F+...)
0	0	0	Constante
100	30	50	"
100	60	100	"
100	90	150	"

5. Diseño: Parcelas sub sub-divididas en franjas al azar.
6. Parcela: Carga animal — el tamaño de la parcela de pastoreo será de 80 m x 120 incluyendo las 4 pasturas introducidas separadas por cercos en franjas, las que serán pastoreadas en rotación.
 Subparcela: Especies* tamaño de la franja de 20 x 120 m = 2400 m². Estas franjas incluyen 4 repeticiones dentro de la franja en cuanto a niveles de fertilización.
 Sub-sub parcela: Fertilización — cada unidad experimental es de 5 x 30 m = 150 m² y está repetida 4 veces dentro de la franja de la especie y 16 veces dentro de el bloque de carga.
7. Repeticiones: parcela = 1 vez
 subparcela = 4 veces dentro de la parcela
 sub-subparcela = 4 veces dentro de la subparcela.
8. Area total: Aproximadamente 3 ha.

* La siembra de las especies a introducir se hará por el mejor método de disminución de malezas, ejemplo: machete más quema.

9. Manejo de animales: Siendo las parcelas de carga de 9600 m² (aprox. 1 ha), se colocará el número de animales en cada bloque de carga, según los tratamientos rotándolos entre las 4 áreas cercadas correspondientes a cada pastura introducida. Intervalos y días de ocupación deberán ser iguales para cada bloque del pastoreo.
10. Mediciones: 2 veces por estación:
 - Disponibilidad de forraje (gramínea, leguminosa, maleza X, maleza Y) . . . antes de la entrada de los animales.
 - Evaluaciones de cobertura por especie.
 - Evaluación del No. de plantas (adultas, jóvenes y plántulas).Permanentemente:
 - Datos climáticos.
11. Duración: 3 ó 4 años.
12. Análisis: Interacciones carga/ecotipo, carga/ecotipo/fertilización, ecotipo/fertilización, etc. sobre la eliminación de malezas y establecimiento de la nueva pastura.
13. Dónde debe conducirse: Estos experimentos de renovación de pasturas deben responder más a problemáticas específicas locales. En tal sentido recomendamos amplia flexibilidad para el diseño de estos ensayos en respuesta a situaciones concretas. Lo que también recomendamos es poner esfuerzo en los centros líderes de las subredes, en la investigación sobre lo que este Anexo llamamos Experimentación previa (numeral 1).

ANEXO 5

Proyecto de Pastura para conjuntamente con el proyecto de manejo de suelos ser conducido dentro del llamado "módulo 1".

1. Hipótesis posibles:
 - a) Pasturas de alta cobertura como *B. humidcola* con *D. ovalifolium* son capaces de reciclar nutrientes con menores pérdidas que pasturas erectas y de menor cobertura.
 - b) La presión de pastoreo es determinante de la capacidad de reciclaje y extracción de nutrientes de una pastura.
 - c) muchos otros posibles.
2. Objetivos: Evaluar la capacidad de reciclaje de 2 tipos de pasturas bajo diferentes presiones de pastoreo.

3. Tratamientos
ejemplo:

Pasturas:

B. humidicola + *D. ovalifolium*

A. gayanus + *C. pubescens*.

Presiones de pastoreo

Baja = 6 kg de MS*/100 kg. de p.v.

Media = 4 kg de MS/100 kg. de p.v.

Alta = 2 kg de MS/100 kg. de p.v.

4. Diseño: Factorial (2 x 3) en bloques completos al azar.
5. Parcela: Area mínima de 1 ha.
- Número de animales: Variable según la disponibilidad estacional de forraje.
6. Repeticiones: 2 ó 3.
7. Area total: Asumiendo 1 ha/parcela:
2 pasturas x 3 presiones de pastoreo = 6 tratamientos.
6 tratamientos x 2 repeticiones = 12 ha.

* MS fotosintética o verde, calculada sobre la MS* verde ofrecida. Debe adicionársele MS del rebrote si el manejo es al pastoreo continuo.

8. Manejo de animales: Se podrían mantener animales al pastoreo continuo ajustándose las presiones según la disponibilidad de forraje ofrecido en MS fotosintética. La otra posibilidad es rotar los animales entre repeticiones lo que permitiría inclusive reducir el tamaño de las parcelas a un mínimo de 0.5 a fin de contar con más repeticiones.

9. Mediciones: Entendiéndose que además de las típicas evaluaciones de una prueba de pastoreo, ganancia de peso de los animales, oferta y calidad estacional del forraje, se harán muchas otras mediciones para evaluar el reciclaje de nutrientes. Dejamos la definición final de qué, cómo y cuándo medir a los especialistas del proyecto de manejo de suelos. Sin embargo ponemos a consideración nuestras inquietudes sobre este particular.

Tenemos 3 "pools" o depósitos de nutrientes claramente identificados: la biomasa, el detritus y el suelo.

Deberíamos "monitorear" lo que va ocurriendo en estos depósitos a través del tiempo. Pero, ¿cuán frecuente en tiempo y espacio? ¿Qué analizaremos y mediremos las muestras? ¿Será suficiente 3 ó 4 veces al año

y en qué momentos? (inicio de lluvia, media estación de lluvia y fin de lluvia o inicio de sequía?

Mediciones en los suelos:

- Lixiviación Móviles (k, Mg, S)
Poco móviles (P)
- erosión hídrica (run-off)
- fertilidad del suelo (monitoreo)
- Tipo de fertilizantes solubles
lenta solubilidad
- Aporte de heces, orina
- Mineralización de nutrientes

Mediciones en las plantas:

Otra pregunta importante es: ¿Serán los análisis químicos lo suficientemente sensible?, máxime si estamos evaluando un sistema muy pobre (Oxisol o Ultisol) con plantas adaptadas a esta condición y capaces de utilizar eficientemente este precario recurso de nutrientes. Creemos que será esencial utilizar las mismas plantas de la pastura como sensoras del estatus de fertilidad (oferta de nutrientes) del sistema. Para hacer esto, deberemos definir cuándo evaluamos: ¿inicio de lluvias? ¿medio de lluvias? ¿al final de las lluvias? ¿con riego controlado al medio de la época de sequía? Todo esto tiene que ver con la situación y dinámica estacional de los procesos de mineralización ocurientes en el sistema.

Seguramente evaluaremos tasas de crecimiento de cada componente de la pastura (gramínea y leguminosa) durante un período fijo que puede ser 4 ó 6 semanas después de un corte de uniformidad. Esto implica número de muestras, distribución de éstas, etc. Además, tendremos que decidir sobre el análisis químico a efectuarse que tendrá que ver con los tratamientos de fertilización previamente definidos. Estas muestras y análisis químicos nos proporcionarán información importante sobre la absorción por las plantas en un momento, como efecto del estado de nutrientes del sistema y el estado de las plantas (desarrollo radicular, área foliar y situación de reservas) para aprovecharlos. Si el manejo implica pastoreo continuo se tendrán que usar jaulas; si es rotacional no serían necesarias.

Además de estas mediciones relacionadas con la absorción y el estado de la fertilidad del suelo, serán necesarias evaluaciones sobre la composición botánica (gramíneas, leguminosas, malezas, calvos, etc.) lo mismo que de disponibilidad de forraje en oferta que deberán ser tomadas en momentos específicos del año: fin época seca, media época de lluvia, inicio de sequía. Estas deberán darnos la información que permita comprobar y explicar lo medido con ayuda de análisis químico tanto en las reservas como en los "rebrotos".

**Mediciones
en los
animales**

Medir en los animales ganancias de peso y la salida del sistema en cuanto a nutrientes (análisis de sangre, hueso, etc.) dependerá del diseño mismo del experimento, pues sería posible que con la finalidad de reducir el tamaño total de un experimento de este tipo se tenga que usar los mismos animales para varios tratamientos de manejo (ejemplo: 3 presiones en rotación). Aunque idealmente deberíamos tener animales separados y confinados dentro de cada tratamiento para eliminar traslado de nutrientes de un tratamiento a otro mediante heces principalmente.

El problema de distribución de heces y orina es otra complicación más; pero creemos que si se conduce el ensayo por más de 4 años y podemos realizar un muestreo adecuado en cuanto a número y distribución, podremos corregir este problema y evaluar el grado de homogeneidad y su efecto en la fertilidad del suelo.

REDINAA
Secretaría Ejecutiva Interina
Avda. Guzmán Blanco 309
Apartado 248
Lima, 100 PERU

Teléfono: 248331
Telex : 25194 PE

[illegible]

Produtividade e Eficiência Relativa de Produção em Sistemas de Produção de Pesquisa Agropecuária

Geraldo da Silva e Souza*

Eliseu Alves

Antonio Flávio Dias Ávila

Elmar Rodrigues da Cruz

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Brasília, DF, 70770-901

Resumo

Apresenta-se um modelo de produção não paramétrico que serve ao propósito de avaliação das relações de produção em instituições de pesquisa agropecuária. A noção básica que permite avaliações comparativas entre unidades produtoras de pesquisa é a de medida radial de eficiência relativa de produção. Esta medida de eficiência, aplicada neste estudo aos centros de pesquisa da EMBRAPA, é geral e pode ser estendida a outros contextos. A abordagem que utilizamos na definição do conceito de eficiência é a do estudo de fronteiras econômicas via envoltória de dados - modelos DEA.

1 Introdução

É de importância para a administração de uma instituição de pesquisa dispor de medidas e procedimentos que permitam avaliar o quantum de sua produtividade e a eficiência de seu processo produtivo. Em tempos de competitividade e de redução orçamentaria uma instituição precisa ter noção de quanto seu produto pode crescer com qualidade sem a absorção adicional de recursos. O acompanhamento quantitativo do processo produtivo permite uma gerência efetiva das aplicações dos recursos disponíveis quanto ao cumprimento de metas de eficiência e a observação de direcionamentos definidos pela política de produção da empresa. Neste contexto desenvolvemos um modelo de produção com base nas observações de insumo-produto das unidades de pesquisa da EMBRAPA que permite avaliações e o acompanhamento dos níveis de produtividade observados na empresa em níveis absolutos e relativos. A base teórica deste modelo é a Análise de Fronteiras de Produção. Faz-se uso intensivo dos modelos DEA ("Data Envelopment Analysis") descritos em Seiford e Thrall (1990), Färe, Grosskopf

*Pesquisa com suporte do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CnPg.

e Lovell (1994), Charnes, Lewin e Seiford (1995), Sengupta (1995) e Alves (1996). Os modelos DEA são modelos de programação linear que essencialmente generalizam a noção de produtividade. A exploração da interpretação econômica do modelo DEA, visto como modelo de produção a partir de seu dual, permite o estudo das escalas relativas de produção bem como o acesso ao efeito congestivo dos insumos no processo de produção. Nossa discussão apresenta em detalhes, na Seção 2, os modelos DEA e seus duais. Enfatizam-se as noções de medida radial de eficiência relativa, fronteira e fronteira eficiente. O Teorema da Folga Complementar (Teorema Dual) estabelecendo as relações entre as soluções ótimas do primal e dual tem papel de importância crítica nesta discussão. Na Seção 3 apresenta-se o sistema EMBRAPA de produção de pesquisa. Este é definido essencialmente pela listagem de seus atributos de insumo e produto. Nesta seção introduz-se também a forma de cálculo dos indicadores de produção e a noção de produtividade em uso na EMBRAPA. Na Seção 4 apresentamos os resultados empíricos observados para a EMBRAPA. A análise é feita separadamente e combinada para os anos de 1992-1995. Finalmente na Seção 5 apresentamos as conclusões da análise e perspectivas para estudos futuros.

2 Modelos de Envoltória de Dados

Considere um sistema de produção composto de n unidades produtoras (ou unidades tomadoras de decisão (UTD) de produção). Cada UTD consome quantidades diversas de m insumos para produzir quantidades variáveis de s produtos. Denote por

$$Y = (y_1, y_2, \dots, y_n)$$

a matriz $s \times n$ de produção das n UTDs. Note que a r -ésima coluna de Y representa o vetor de produção da r -ésima UTD. Denote por

$$X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$$

a matriz $m \times n$ de uso de insumos das n UTDs. A r -ésima coluna de X representa o vetor de uso de insumos da r -ésima UTD. As matrizes $Y=(y_{ij})$ e $X=(x_{ij})$ devem satisfazer as seguintes propriedades: $p_{ij} \geq 0$, $\sum_i p_{ij} > 0$ e $\sum_j p_{ij} > 0$, onde p representa x ou y .

Definição 2.1 A eficiência relativa de produção da UTD $o \in \{1, 2, \dots, n\}$, representada por $E^{RC}(o)$ é a solução do problema de programação (Retornos Constantes -RC)

$$E^{RC}(o) = \max_{u,v} \frac{y'_o u}{x'_o v}$$

sujeito as restrições i) $x'_o v = 1$, ii) $y'_j u - x'_j v \leq 0$, $j = 1, 2, \dots, n$ e iii) $u \geq 0$, $v \geq 0$.

Se interpretarmos os coeficientes u e v como preços de produtos e insumos respectivamente vê-se que a noção de eficiência relativa de produção é bem próxima da de rentabilidade ou produtividade (receita/gastos). Procura-se pelo sistema de preços (u,v) que produza a maior produtividade relativa possível para a UTD o . Uma boa

motivação para a definição de eficiência relativa se obtém considerando o caso $s=m=1$. Nesta instância a condição de normalização do preço do insumo implica em que para a UTD o

$$v = \frac{1}{x_o}$$

Seja agora

$$R = \max_{j=1, \dots, n} \frac{y_j}{x_j}$$

a maior produtividade observada no conjunto das UTDs. O conjunto de restrições (ii) e (iii) implica em

$$0 \leq u \leq \frac{1}{x_o R}$$

Portanto

$$E^{RC}(o) = \frac{y_o}{x_o R}$$

obtida quando

$$u = \frac{1}{x_o R}$$

Vê-se portanto que no caso de um único input e um único output a noção de eficiência relativa de produção é uma regra de três simples. A maior produtividade observada no conjunto das UTDs tem eficiência unitária e as demais tem eficiência relativa calculada de modo proporcional. Note que a quantidade $E^{RC}(o)$ representa também, neste contexto simples, a redução proporcional que devemos aplicar ao nível de insumos x_o para que a UTD o atinja o nível de produtividade máxima R . De forma equivalente o inverso da eficiência relativa define o aumento proporcional de produto que a UTD sob análise deve levar a efeito para que possa atingir a produtividade R . Esta é a essência dos modelos DEA.

O dual do modelo de programação linear da Definição 2.1 tem uma interpretação econômica que é interessante e muito importante explorar. As nuances do caso $s=m=1$ se tornam bem mais evidentes no contexto do problema dual. Antes de levarmos a efeito essa interpretação é conveniente que discutamos alguns aspectos teóricos envolvendo problemas de programação linear.

A Tabela 1 apresenta as formulações clássicas dos problemas primal e dual de interesse em nossa exposição. O teorema seguinte estabelece a relação existente entre as soluções dos problemas primal e dual. Veja Mas-Colell, Whinston e Green (1995) e Gass (1969).

Teorema 2.1 (Teorema Dual) *Existe uma solução ótima para o primal se e somente se existe uma solução ótima para o dual. As soluções ótimas do primal e dual quando existem são coincidentes.*

Uma formulação equivalente do Teorema 2.1, de muita importância para os modelos DEA, vem dada pelo Teorema 2.2. Usualmente este teorema é apresentado na literatura na forma simétrica do par primal-dual. Como nossa formulação dos problemas primal e dual é não simétrica apresentamos a seguir uma demonstração do teorema da folga complementar.

Problema Primal	Restrições (primal)	Problema Dual	Restrições (dual)
$\max_x c'x$	$Ax = b, x \geq 0$	$\min_w b'w$	$A'w \geq c$
$\min_x c'x$	$Ax = b, x \geq 0$	$\max_w b'w$	$A'w \leq c$

Tabela 1: Formas de problemas primal e dual

Teorema 2.2 (*Teorema da Folga Complementar*) Quanto aos valores das variáveis nas soluções ótimas dos problemas primal e dual pode-se dizer o seguinte. Se ocorrer desigualdade estrita na j -ésima restrição de um dos problemas duais o valor da j -ésima variável do primal correspondente será nulo. Se o valor da j -ésima variável na solução ótima de um dos problemas primais for positivo a j -ésima restrição do dual correspondente será uma igualdade.

Demonstração Considere o primeiro par de problemas da Tabela 1. O resultado para o segundo par é análogo. Suponha que a matriz $A=(a_{ij})$ é $m \times n$, c é $n \times 1$, x é $n \times 1$, b é $m \times 1$ e w é $m \times 1$. Represente por $f(x)$ e $g(w)$ as funções objetivo dos problemas primal e dual respectivamente. Sejam w_{m+j} variáveis de folga não negativas tais que

$$a_{1j}w_1 + a_{2j}w_2 + \dots + a_{mj}w_m - w_{m+j} = c_j \quad j = 1, \dots, n.$$

Multiplicando esta equação por x_j , somando em j e subtraindo $g(w)$ do resultado obtém-se

$$\begin{aligned} f(x) - g(w) &= (b_1 - \sum_{j=1}^n a_{1j}x_j)w_1 + \dots + (b_m - \sum_{j=1}^n a_{mj}x_j)w_m + \sum_{j=1}^n x_j w_{m+j} \\ &= \sum_{j=1}^n x_j w_{m+j} \end{aligned}$$

Segue que para as soluções ótimas $\hat{x}$ e $\hat{w}$ do primal e dual tem-se $\sum_{j=1}^n \hat{x}_j \hat{w}_{m+j} = 0$. Como as variáveis x_j e w_{m+j} estão restritas a serem não negativas tem-se $\hat{x}_j \hat{w}_{m+j} = 0$ para todo j . Daí o resultado. □

Em forma matricial podemos escrever o modelo RC da Definição 2.1 como

$$\max_{u,v,\delta} (y'_o, 0, 0) \begin{pmatrix} u \\ v \\ \delta \end{pmatrix}$$

sujeito as restrições

$$\begin{pmatrix} 0 & x'_o & 0 \\ Y' & -X' & I \end{pmatrix} \begin{pmatrix} u \\ v \\ \delta \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \end{pmatrix}.$$

onde δ é um vetor de variáveis de folga e I é a matriz identidade de ordem n .

O problema dual correspondente é $\min_{\theta, \lambda} \theta$ sujeito as restrições

$$\begin{pmatrix} 0 & Y \\ x_o & -X \\ 0 & I \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \theta \\ \lambda \end{pmatrix} \geq \begin{pmatrix} y_o \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$$

ou equivalentemente $\min_{\theta, \lambda} \theta$ sujeito as restrições i) $Y\lambda \geq y_o$, ii) $X\lambda \leq \theta x_o$ e iii) $\lambda \geq 0$ e θ livre.

Os produtos matriciais $Y\lambda$ e $X\lambda$ com $\lambda \geq 0$ representam combinações lineares das colunas de Y e X respectivamente. Obtém-se assim, para cada λ , novas relações de produção (que incluem as relações observadas nas UTDs 1, 2, ..., n). Nestes termos a pergunta que o dual responde é: Que redução proporcional de insumos θx_o é possível levar a efeito para a unidade sob análise o e ainda assim produzir pelo menos o vetor y_o ? A solução $\theta^*(x_o, y_o)$ do dual é o menor θ com esta propriedade. Neste contexto a quantidade $\theta^*(x_o, y_o)$ é conhecida como medida radial de eficiência (num programa de redução de insumos). A medida é radial no sentido de que a redução se aplica uniformemente no vetor de insumos. A analogia com o caso $s=m=1$ é perfeita.

As duas noções relevantes para o estudo não paramétrico da eficiência de produção são os conceitos de envelope ou envoltória e o de dominância entre relações de produção. A idéia de envelope é emprestada das restrições do problema dual. Formalmente, o envelope é definido pelo conjunto

$$E = \{(x, y); \exists \lambda \geq 0, X\lambda \leq x, Y\lambda \geq y\}$$

e define o conjunto de produtores que se permite participar no processo de otimização. A componente x de um ponto (x, y) de E representa insumo e a componente y output. Se (z, w) e (x, y) são pontos distintos do envelope E diz-se que (z, w) domina (x, y) quando e apenas quando $z \leq x$ e $w \geq y$. Em outras palavras, quando se consegue produzir mais gastando menos.

A fronteira econômica (isoquanta) do programa de redução de insumos é definida pelo conjunto

$$F = \{(x_o, y_o); \theta^*(x_o, y_o) = 1\}$$

A fronteira eficiente de produção do programa de redução de insumos é definida pelo conjunto¹

$$FE = \{(x_o, y_o); (x_o, y_o) \text{ não pode ser dominado em } E\}$$

Proposição 2.1 *A fronteira eficiente FE é um subconjunto de F.*

Demonstração Suponha FE não vazio e seja (x_o, y_o) um ponto de FE . Considere o problema (RC) dual. O ótimo $\theta^* = \theta^*(x_o, y_o)$ ocorre quando $\lambda = \lambda^*$. Suponha que $0 < \theta^* < 1$. Neste caso seja $z = X\lambda^*$ e $w = Y\lambda^*$. É claro que $(z, w) \in E$ e (z, w) é distinto

¹O vetor $(0, 0)$ é um ponto do envelope E que não pode ser dominado. Nossa definição de FE , contudo, não inclui o vetor nulo. As definições de F e FE restringem-se aos vetores de produção definidos pelas UTDs em $\{0, \dots, n\}$.

de (x_o, y_o) . Logo (z, w) domina (x_o, y_o) e portanto (x_o, y_o) não pode pertencer a FE, uma contradição.

□

Proposição 2.2 *Considere uma UTD o para a qual $E^{RC}(o) = 1$. A condição necessária e suficiente para que o esteja em FE é que os multiplicadores (preços) ótimos u^* e v^* tenham componentes estritamente positivas.*

Demonstração A condição é suficiente. De fato, suponha a condição satisfeita e que a relação de produção (x_o, y_o) de o não pertença a FE. Então existe (z, w) em E que domina (x_o, y_o) . Segue portanto que existe $\bar{\lambda} \geq 0$ tal que $X\bar{\lambda} \leq x_o$ e $Y\bar{\lambda} \geq y_o$. Logo $(1, \bar{\lambda})$ é viável e portanto ótima para o dual. Como $X\bar{\lambda} \neq x_o$ ou $Y\bar{\lambda} \neq y_o$ tem-se uma contradição pelo Teorema da Folga Complementar. Logo $(x_o, y_o) \in FE$. A condição é também necessária. De fato, suponha que (x_o, y_o) seja um ponto de FE e que alguma componente dos preços ótimos u^* e v^* seja nula. Nestas condições existe um par $(\bar{x}, \bar{y})$ distinto de (x_o, y_o) tal que $\bar{x} \leq x_o$, $\bar{x}'v^* = 1$, $\bar{y} \geq y_o$ e $\bar{y}'u^* = 1$. Considere o problema de programação linear $\max_{u,v} \bar{y}'u$ sujeito as restrições i) $\bar{x}'v = 1$ e ii) $y'_j u - x'_j v \leq 0$ $j = 1, \dots, n$. Este problema atinge o ótimo em $u = u^*$ e $v = v^*$. Pelo Teorema 2.1 o dual deste problema também tem solução ótima. Existe portanto $\lambda^* \geq 0$ tal que $X\lambda^* \leq \bar{x} \leq x_o$ e $Y\lambda^* \geq \bar{y} \geq y_o$. Segue que (x_o, y_o) é dominado no envelope E, uma contradição.

□

A versão dual da Proposição 2.2 exige $Y\lambda^* = y_o$ e $X\lambda^* = x_o$ no ótimo da solução dual.

Podemos tornar uma UTD ineficiente mais eficiente projetando-a na isoquanta. A projeção se obtém através da aplicação $(x_o, y_o) \rightarrow (\theta^* x_o, y_o)$. A projeção resulta num ponto de FE quando $X\lambda^* = \theta^* x_o$ e $Y\lambda^* = y_o$.

Pode-se definir a noção de eficiência relativa de produção num contexto de insumos fixos ao invés de produção fixa, i.e., num programa de aumento de produção. Neste ambiente a eficiência relativa de produção da UTD o, sob retornos constantes, é definida como $\phi^*(x_o, y_o) = \max_{\phi, \lambda} \phi$ sujeito as restrições i) $Y\lambda \geq \phi y_o$, ii) $X\lambda \leq x_o$ e iii) $\lambda \geq 0$, ϕ livre. No programa de aumento de produção o que se pergunta é que aumento proporcional ϕ pode ser uniformemente aplicado ao vetor de produção y_o sem aumentar o nível de insumo x_o . A solução ϕ^* é o maior ϕ com esta propriedade. A projeção na fronteira com insumos fixos se dá através da aplicação $(x_o, y_o) \rightarrow (x_o, \phi^* y_o)$. Tem-se $\phi^* = 1/\theta^*$. Novamente a analogia com o caso $s=m=1$ é perfeita.

Vamos ilustrar agora os conceitos envolvidos em nossa definição de eficiência relativa de produção. Utilizamos um exemplo simples extraído de Seiford e Thrall (1990).

Exemplo 1: Tem-se cinco UTDs com os dados de produção da Tabela 2. A Tabela 2 mostra também produtividades e eficiências relativas de produção. Note-se que unidades produtivas não são necessariamente eficientes. Este é o caso da UTD 3 que tem produtividade unitária e é ineficiente. O gráfico da Figura 1 ilustra as projeções na fronteira da UTD 5 segundo os programas de redução de insumo e aumento de produção respectivamente. A isoquanta é determinada pela UTD de melhor produtividade - a unidade tomadora de decisão 2.

□

UTD	x (insumo)	y (produto)	Produtividade	θ^*	ϕ^*
1	2	1	0,5000	0,3750	2,6667
2	3	4	1,3333	1,0000	1,0000
3	6	6	1,0000	0,7500	1,3333
4	9	7	0,7777	0,5833	1,7144
5	5	3	0,6000	0,4500	2,2222

Tabela 2: Dados de produção e medidas de produtividade e eficiência.

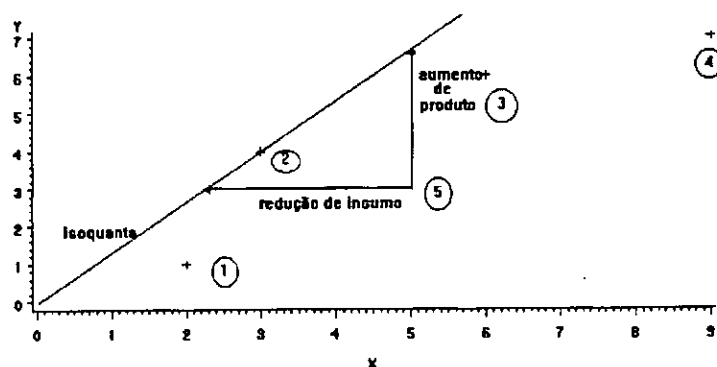


Figura 1: Projeções na fronteira. Rendimentos constantes.

Nosso objetivo agora é o de definir modelos de eficiência que permitam caracterizar uma nova medida de eficiência técnica: a de escala de operação. Esta medida que representaremos por θ_{esc}^* também varia no intervalo $(0,1]$ com valores menores do que um indicando ineficiência. Queremos saber se uma relação de produção (x_o, y_o) é ineficiente no problema RC por que pertence a uma região do conjunto de possibilidades de produção de retornos crescentes ou decrescentes. No primeiro caso y_o é demasiadamente pequeno para que (x_o, y_o) seja eficiente. No segundo caso x_o é demasiadamente grande. Tais informações são de extrema relevância para o estabelecimento de políticas de produção. Ineficiência na região de retornos crescentes exige, possivelmente, projeção na fronteira via o programa de aumento da produção. Na região de retornos decrescentes a projeção pode ser feita via redução de insumos.

A noção de escala de produção se tornará mais clara com o uso dos conjuntos de produção (programa de redução de insumos - output fixo) seguintes e que estão discutidos em detalhes em Färe, Grosskopf e Lovell (1994). Tal como anteriormente seja y_o o vetor de produção da UTD sob análise.

- Conjunto de produção sob retornos constantes:

$$L(y_o, RC, P) = \{x; (x, y_o) \in E\}$$

- Conjunto de produção sob retornos decrescentes:

$$L(y_o, RD, P) = \{x; (x, y_o) \in E_1\}$$

. Conjunto de produção sob retornos variáveis:

$$L(y_o, RV, P) = \{x; (x, y_o) \in E_2\}$$

Os conjuntos E_1 e E_2 são obtidos do envelope E impondo-se as restrições $\sum_i \lambda_i \leq 1$ e $\sum_i \lambda_i = 1$ respectivamente. Pode-se definir também o conjunto de produção com retornos crescentes impondo em E a condição $\sum_i \lambda_i \geq 1$. Não necessitaremos formalmente desta definição. Os três conjuntos de produção possuem disponibilidade plena (P) no sentido de que se $x \in L$ então se $z \geq x$, $z \in L$. Em outras palavras disponibilidade plena ocorre quando com mais insumos se produz pelo menos o mesmo.

O conjunto de produção $L(y_o, RC, P)$ apresenta retornos constantes no sentido de que para todo $\alpha > 0$

$$L(\alpha y_o, RC, P) = \alpha L(y_o, RC, P)$$

Observe-se que

$$\begin{aligned} E^{RC}(o) &= E^{RC,P}(o) \\ &= \theta_{RC,P}^*(x_o, y_o) \\ &= \min_{\theta \in (0,1]} \{\theta; \theta x_o \in L(y_o, RC, P)\} \end{aligned}$$

O conjunto $L(y_o, RD, P)$ tem rendimentos decrescentes no sentido de que

$$L(\alpha y_o, RD, P) \subseteq \alpha L(y_o, RD, P)$$

para todo $\alpha > 0$.

Denote por $\theta_{RD,P}^*(x_o, y_o)$ a solução ótima do problema $\min_{\theta, \lambda} \theta$ sujeito as restrições i) $Y\lambda \geq y_o$, ii) $X\lambda \leq \theta x_o$ e iii) $\sum_i \lambda_i \leq 1$, $\lambda_i \geq 0$, θ livre. Tem-se:

$$\begin{aligned} E^{RD}(o) &= E^{RD,P}(o) \\ &= \theta_{RD,P}^*(x_o, y_o) \\ &= \min_{\theta \in (0,1]} \{\theta; \theta x_o \in L(y_o, RD, P)\} \end{aligned}$$

Observamos que $E^{RD}(o)$ é a eficiência relativa da UTD o sob a hipótese de rendimentos decrescentes.

De modo análogo definimos a eficiência relativa de produção sob a hipótese de rendimentos variáveis:

$$E^{RV,P}(o) = \theta_{RV,P}^*(x_o, y_o) = \min_{\theta \in (0,1]} \{\theta; \theta x_o \in L(y_o, RV, P)\}$$

Vê-se também que $\theta_{RV,P}^*(x_o, y_o)$ é o ótimo do problema $\min_{\theta, \lambda} \theta$ sujeito as restrições i) $Y\lambda \geq y_o$, ii) $X\lambda \leq \theta x_o$ e iii) $\sum_i \lambda_i = 1$, $\lambda_i \geq 0$, θ livre.

Tem-se

$$E^{RC,P}(o) \leq E^{RD,P}(o) \leq E^{RV,P}(o)$$

UTD	x	y	$\theta_{RC,P}^*$	$\theta_{RD,P}^*$	$\theta_{RV,P}^*$	θ_{esc}^*	Retornos
1	2	1	0,3750	0,3750	1,0000	0,3750	crescente
2	3	4	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	eficiente
3	6	6	0,7500	1,0000	1,0000	0,7500	decrecente
4	9	7	0,5833	1,0000	1,0000	0,5833	decrecente
5	5	3	0,4500	0,4500	0,5333	0,8438	crescente

Tabela 3: Eficiência técnica escala de produção.

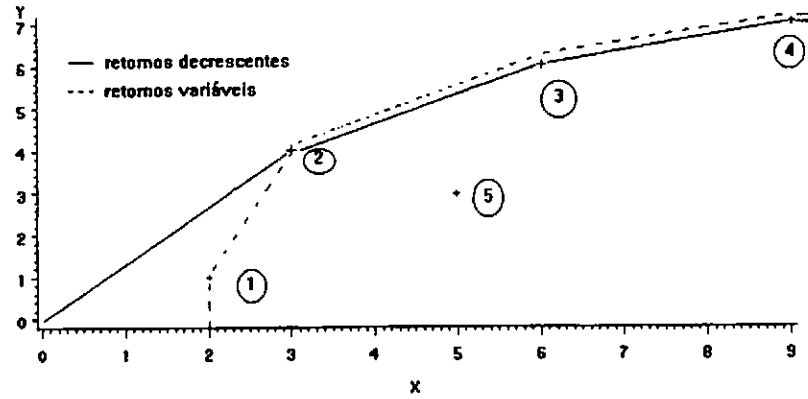


Figura 2: Isoquantas. Rendimentos decrescentes e variáveis.

A medida de eficiência escala é definida pela comparação entre as eficiências técnicas sobre retornos decrescentes e variáveis:

$$\theta_{esc}^*(x_o, y_o) = \frac{\theta_{RC,P}^*(x_o, y_o)}{\theta_{RV,P}^*(x_o, y_o)}$$

Suponha $\theta_{esc}^*(x_o, y_o) < 1$. Se $\theta_{RC,P}^*(x_o, y_o) = \theta_{RD,P}^*(x_o, y_o)$ a UTD opera numa região de retornos crescentes. Se $\theta_{RC,P}^*(x_o, y_o) < \theta_{RD,P}^*(x_o, y_o)$ a UTD opera numa região de retornos decrescentes.

Exemplo 1: (continuação) A Tabela 3 apresenta as soluções dos problemas de programação necessários à avaliação da escala de produção. A Figura 2 ilustra os resultados encontrados. $\square$

Agora vamos definir uma medida que permite determinar se existem componentes do vetor de insumos que sejam congestivas, isto é, componentes de custo cujo aumento na intensidade de uso implique na redução de alguma componente do vetor de produção. A presença de insumos congestivos vai destruir a propriedade de disponibilidade plena. A nova medida de eficiência técnica é denominada eficiência congestiva e representada por θ_{cong}^* . A definição de congestividade envolve a comparação de dois modelos. Um sob disponibilidade plena e outro sob disponibilidade fraca. Ambos sob retornos variáveis. A disponibilidade fraca é caracterizada a partir do seguinte conjunto de produção:

$$L(y_o, RV, F) = \left\{ x; \exists \lambda \geq 0 \text{ e } 0 < \sigma \leq 1 \text{ tq } Y\lambda \geq y_o; X\lambda = \sigma x_o; \sum_i \lambda_i = 1 \right\}$$

A eficiência relativa sob a hipótese de rendimentos variáveis e disponibilidade fraca é dada por

$$E^{RV,F}(o) = \theta_{RV,F}^*(x_o, y_o) = \min_{\theta \in (0,1]} \{ \theta; \theta x_o \in L(y_o, RV, F) \}$$

É claro que

$$E^{RC,P}(o) \leq E^{RD,P}(o) \leq E^{RV,P}(o) \leq E^{RV,F}(o)$$

Equivalentemente $E^{RV,F}(o)$ pode ser determinada como a solução do problema de programação linear $\min_{\theta, \lambda} \theta$ sujeito as restrições i) $Y\lambda \geq y_o$, ii) $X\lambda = \theta x_o$ e iii) $\sum_i \lambda_i = 1$; $\lambda_i \geq 0$; θ livre.

Definimos,

$$\theta_{cong}^*(x_o, y_o) = \frac{\theta_{RV,P}^*(x_o, y_o)}{\theta_{RV,F}^*(x_o, y_o)}$$

Quando $\theta_{cong}^*(x_o, y_o) < 1$ é de interesse determinar que insumos, ou combinação de insumos, são responsáveis pela congestão. Isto é feito com a utilização de medidas parciais de eficiência técnica. Seja B um subconjunto de $\{1, 2, \dots, s\}$ com pelo menos um elemento e B^c seu complemento. Queremos determinar se o conjunto de insumos B^c é congestivo. Decomponha X e x_o de acordo com a partição induzida por B , isto é, escreva

$$X = \begin{pmatrix} X^B \\ X^{B^c} \end{pmatrix} \text{ e } x_o = \begin{pmatrix} x_o^B \\ x_o^{B^c} \end{pmatrix}$$

Determine a solução $\theta_{cong,B}^*(x_o, y_o)$ do problema de programação linear $\min_{\theta, \lambda} \theta$ sujeito a i) $Y\lambda \geq y_o$, ii) $X^B\lambda \leq \theta x_o^B$, iii) $X^{B^c}\lambda = \theta x_o^{B^c}$ e iv) $\sum_i \lambda_i = 1$, $\lambda_i \geq 0$; θ livre. Se $\theta_{cong,B}^*(x_o, y_o) = \theta_{RV,P}^*(x_o, y_o)$ o subvetor de insumos B^c obstrui a produção. Note que não existe unicidade na noção de congestividade. Na presença de congestão a análise deve ser repetida para todos os subconjuntos (plausíveis) de insumos.

Tem-se portanto a decomposição seguinte da eficiência técnica sob retornos constantes:

$$E^{RC,P}(o) = \theta_{esc}^*(x_o, y_o) \theta_{cong}^*(x_o, y_o) E^{RV,F}(o)$$

Segue que uma UTD é ineficiente por problemas de escala, congestão ou por não pertencer a isoquanta do problema de produção com disponibilidade fraca e retornos variáveis.

Exemplo 1: (continuação) A Tabela 4 apresenta os resultados da análise de congestão. A UTD 5 não pertence a fronteira do problema de retornos variáveis e disponibilidade fraca. $\square$

Para finalizar esta seção apresentamos os quatro problemas principais de programação linear utilizados em nossas definições, em forma primal, explorando as relações definidas na Tabela 1. De um modo geral procura-se por

$$\max_{u, v, u^*} y_o' u + u^*$$

sujeito as restrições $x_o' v = 1$ e $Y'u - X'v + u^* 1 \leq 0$. Restrições adicionais sobre as variáveis u , v e u^* geram os diferentes problemas:

UTD	$\theta_{RV,F}^*$	θ_{cong}^*
1	1,0000	1,0000
2	1,0000	1,0000
3	1,0000	1,0000
4	1,0000	1,0000
5	0,5333	1,0000

Tabela 4: Análise da congestão.

1. Retornos Constantes: $u, v \geq 0$ e $u^* = 0$.
2. Retornos Decrescentes: $u, v \geq 0$ e $u^* \leq 0$.
3. Retornos Variáveis: $u, v \geq 0$ e u^* livre.
4. Retornos Variáveis e Disponibilidade Fraca: $u \geq 0$ e u^*, v livres.

3 O Sistema de Produção EMBRAPA

O sistema de produção da EMBRAPA, composto por 37 unidades ou centros de pesquisa, foi definido a partir de um conjunto de indicadores de desempenho que já vem sendo usado pela empresa desde 1991 para o acompanhamento dos centros através dos planos anuais de trabalho. O sistema está detalhado no documento EMBRAPA (1996a). Com a participação da Diretoria Executiva e das unidades de pesquisas que compreendem o universo EMBRAPA de atuação, selecionou-se 28 indicadores de produto e 3 de insumo representativos da produção da empresa. Um passo importante para a avaliação da produção via tais indicadores foi a preparação do glossário EMBRAPA (1996b) onde são conceituados cada um dos itens de produção utilizados no sistema. Começamos nossa discussão do sistema EMBRAPA de produção com o output. Os atributos de produto foram classificados em quatro categorias. Produção técnico-científica, geração de tecnologias e conhecimento, difusão de tecnologia e imagem e desenvolvimento de tecnologias produtos e processos. Por produção técnico-científica entende-se a produção de artigos ou capítulos de livros destinados essencialmente ao meio científico. Exige-se que cada atributo considerado na categoria seja especificado com referência bibliográfica completa. São considerados os artigos no prelo em virtude da grande variação nos prazos de publicação de revistas. Considera-se artigo no prelo aquele em que o autor foi notificado pelo editor da revista que o artigo foi aceito para publicação. Especificamente o grupo de produção técnico-científica inclui os seguintes atributos.

1. Artigo em periódico nacional (com corpo editorial) e capítulo escrito em livro nacional.
2. Artigo em periódico estrangeiro (com corpo editorial) e capítulo escrito em livro estrangeiro.
3. Artigos e resumos publicados em anais de Congresso.

A categoria de geração de tecnologias e conhecimento engloba as publicações geradas por uma unidade de pesquisa que tem impacto direto para o negócio agrícola. Especificamente, nesta categoria consideram-se os seguintes atributos

1. Circular Técnica. Publicação seriada, escrita em linguagem técnica, contendo um conjunto de recomendações e/ou informações baseadas em resultados experimentais ou em observações de interesse local, regional ou nacional.
2. Boletim de Pesquisa. Publicação seriada, escrita em linguagem técnico-científica, contendo relato completo de pesquisa, apresentado segundo a estrutura usual do artigo técnico científico. Objetiva divulgar resultados de trabalhos de pesquisa.
3. Comunicado Técnico. Publicação seriada, escrita em linguagem técnica, contendo recomendações e/ou informações de interesse da economia local, regional ou nacional, de forma sucinta e objetiva, alimentada por trabalho técnico-científico ou observações dos pesquisadores.
4. Periódicos (Série Documentos). Publicação seriada, contendo relato de pesquisa, observações, informações tecnológicas, ou conteúdos que não se enquadram nas demais publicações da EMBRAPA, tais como: lançamentos de cultivares; atas e anais de reuniões e congressos; relatos de expedições científicas; dados concernentes a recursos genéticos e naturais; trabalhos de cunho científico-social e econômico; relatório de reuniões técnicas; programas de pesquisa; palestras técnicas; relatórios de administração e apoio; inventários e diagnósticos; traduções; e trabalhos provenientes de teses, etc.
5. Recomendações/Instruções Técnicas: Publicação de periodicidade irregular, de caráter técnico simplificado, destinada a divulgar sistema de produção a um público técnico-extensionista e agricultores em geral.

A categoria de difusão de tecnologia e imagem compreende ações de produção que tem a ver com o esforço da EMBRAPA em tornar público o seu produto e divulgar sua imagem. Nesta categoria os itens de produto considerados foram os seguintes.

1. Dia de Campo. Evento realizado nas unidades de pesquisa visando a difusão de conhecimentos, tecnologias e inovações. O evento visa principalmente agricultores, técnicos de extensão, cooperativas e estudantes de graduação. O público alvo do Dia de Campo é constituído de pelo menos 40 pessoas. O período da atividade de difusão é de no mínimo quatro horas.
2. Organização de Congressos e Seminários. Eventos promovidos sob a efetiva responsabilidade de uma unidade de pesquisa em sua coordenação e organização. São computados apenas os eventos com período não inferior a três dias de duração.
3. Palestras. Apresentação de um tema técnico ou científico dentro ou fora de uma unidade de pesquisa. São consideradas como palestras apenas as apresentações com duração mínima de uma hora e público mínimo com registro de vinte pessoas.
4. Participação de Exposições e Feiras. Participação de uma unidade de pesquisa em exposições e feiras. A participação nesses eventos só é considerada nos casos seguintes:

- (a) com a montagem de stand próprio da unidade de pesquisa apresentando atividades da unidade por meios audiovisuais e distribuição de publicações unicamente relativas ao tema do evento.
 - (b) co-patrocínio ao evento.
5. Cursos Oferecidos. Curso organizado e oferecido por uma unidade de pesquisa, devidamente registrado internamente contendo a carga horária e conteúdo. É considerado a partir de oito horas de duração, podendo ser ministrado pela unidade em suas instalações ou não. Não são consideradas disciplinas ministradas como parte de cursos de universidades.
 6. Estagiários Treinados. Concessão de estágios a técnicos, estudantes, etc. O estágio é considerado a partir de uma duração mínima de oitenta horas. Não são considerados estágios de estudantes de nível médio.
 7. Bolsistas Orientados. Orientação de bolsistas no âmbito de uma unidade de pesquisa. A orientação só é considerada quando o período da bolsa é igual ou superior a seis meses com carga horária mínima de 240 horas.
 8. Folders Produzidos. Consideram-se somente folders produzidos a partir de resultados técnico científicos. Reedições do mesmo folder não são consideradas. A idéia aqui é considerar na produção de imagem os folders de divulgação de eventos ou novas tecnologias e não os folders institucionais.
 9. Vídeos Produzidos. Os vídeos deste item de produção contem resultados, tecnologias e conhecimentos gerados por uma unidade da EMBRAPA e utilizáveis pelos seus usuários e clientes. São considerados apenas vídeos de produtos, serviços e processos com divulgação institucional limitada ao mínimo para assegurar credibilidade técnica. Os vídeos tem duração mínima de 12 minutos.
 10. Pesquisa em Andamento. Publicação seriada produzida por uma unidade de pesquisa, escrita em linguagem técnico-científica, abordando aspectos de um problema de pesquisa e/ou objetivos e metodologias envolvidos na pesquisa, podendo conter informações e/ou observações de cunho científico, de forma sucinta e objetiva.
 11. Unidades Demonstrativas. Demonstração de resultados de tecnologias geradas por uma unidade de pesquisa na forma de produto acabado, geralmente com a co-participação de um órgão de assistência técnica privado ou oficial .
 12. Unidades de Observação. É a observação (validação) de resultados, em escala comercial, em diferentes ambientes e épocas, antes de estar a tecnologia terminada. As unidades de observação são feitas na área de uma unidade de pesquisa ou fora dela com a colaboração de produtores, cooperativas ou outros órgãos de pesquisa ou instituições privadas.

Finalmente, a categoria de desenvolvimento de tecnologias, produtos e processos é definida por indicadores que estão relacionados com o esforço de desenvolvimento levado a efeito por uma unidade de pesquisa a fim de tornar sua produção disponível à

sociedade na forma de produto acabado. Inclui-se nesta categoria de produção apenas tecnologias, produtos e processos novos, devidamente testados ao nível de clientes e usuários através de testes de ajustes ou protótipos, unidades demonstrativas ou já em processo de registro (marca ou patente). Especificamente,

1. Cultivar. Lançamento de cultivar (variedade, híbrido ou clone).
2. Prática e processo agropecuário. Conjunto de procedimentos utilizados sobre matérias primas da agropecuária, visando sua transformação em produtos agropecuários.
3. Insumo agropecuário. Toda matéria prima utilizável ou transformável para a obtenção de produtos agropecuários, incluindo estirpes.
4. Processo agro-industrial. Operação ou conjunto encadeado de operações utilizadas a nível comercial ou industrial, nas etapas da colheita (extração), pós colheita, transformação e preservação de produtos agrícolas, visando aproveitamento econômico.
5. Máquina (equipamentos). Máquina ou equipamento desenvolvido por uma unidade de pesquisa.
6. Metodologia científica. Metodologia científica desenvolvida por uma unidade como produto de suas pesquisas.
7. Software.
8. Monitoramento, zoneamento e mapeamento. Geração de mapas, zoneamento agroecológico ou socioeconômico.

Os insumos do processo produtivo tem seu quantum de utilização medido através do custeio e da despesa de capital. Especificamente consideramos os componentes de custos seguintes.

1. Despesas com pessoal. Folha de pagamento anual da unidade de pesquisa, incluindo todos os encargos sociais, férias e décimo terceiro salário.
2. Outros custeios. Todas as despesas correntes (material de consumo, diárias, locomoção, serviços de terceiros, etc.) realizadas por uma unidade de pesquisa. Exclui-se do total do custeio as receitas geradas por projetos de produção.
3. Depreciação (custo do capital). Valor da depreciação anual.

3.1 Indicadores de Produção e Insumos

Como indicadores da atividade de produção (insumos e produtos) consideramos um sistema de índices relativos. A idéia, do ponto de vista do output, foi definir um indicador combinado de produção como uma média ponderada desses indicadores. Os índices relativos são calculados para cada atributo e para cada unidade de pesquisa, em cada ano, dividindo-se o quantitativo observado na atividade de produção para a unidade em questão por um mais a média por unidade do atributo. Só entram no cálculo

dos índices relativos e da média as unidades que potencialmente realizam a atividade de produção considerada. Vê-se portanto que um mais a média dentro de anos, por unidade, serve de base no cálculo dos relativos. Medidas representativas e menos influenciáveis à presença de "outliers" podem ser obtidas winsorizando estas médias. Isto equívale a eliminar observações do começo e fim de cada atividade ordenada. O nível de winsorização que estamos usando é de cerca de 8%. A este nível o procedimento elimina 3 observações do começo (três menores) e 3 observações do fim (3 maiores) do arquivo de cada atividade.

Como componente de produção y_i , $i = 1, 2, 3, 4$ de cada categoria de produto toma-se a média ponderada dos índices relativos (parciais) que compõem a categoria. Represente por o a unidade sob análise. Tem-se,

$$y_i^o = \sum_{j=1}^{k_i} a_{ji}^o y_{ji}^o; \quad 0 \leq a_{ji}^o; \quad \sum_{j=1}^{k_i} a_{ji}^o = 1$$

onde a_{ji}^o , $j = 1, \dots, k_i$ é o sistema de pesos para a unidade o na categoria de produção i , k_i é o número de indicadores de produção que compõem i e y_{ji}^o é o índice relativo de produção j .

Para que as produções das unidades de pesquisa possam ser comparadas é necessário um esforço no sentido de definir uma medida que reduza a um denominador comum as diferenças operacionais de cada unidade. A nível dos componentes de produção isto se obtém permitindo que os pesos dos índices relativos variem por unidade. A nível do produto combinado induzimos este efeito com a utilização de coeficientes de especialização. Especificamente, o produto combinado y^o da unidade o é definido pela média ponderada

$$y^o = \text{coef}(1, o)y_1^o + \text{coef}(2, o)y_2^o + \text{coef}(3, o)y_3^o + \text{coef}(4, o)y_4^o$$

onde os pesos são os coeficientes de especialização $\text{coef}(i, o)$. Tomamos como coeficiente de especialização da categoria i o quociente

$$\text{coef}(i, o) = \frac{\bar{y}_i^o}{\bar{y}_1^o + \bar{y}_2^o + \bar{y}_3^o + \bar{y}_4^o}$$

onde $\bar{y}_i^o$ é a média histórica das observações de y_i^o .

Tal como definidos os coeficientes de especialização são favoráveis as unidades no sentido de que ponderam mais fortemente o que cada unidade tem de melhor independentemente do direcionamento de políticas de pesquisa. O sistema contudo, faz-se mister ressaltar, é flexível o suficiente para absorver modificações. Por exemplo, na aplicação que levamos a efeito na Seção 4 exploramos a classificação das unidades de pesquisa da EMBRAPA em tipos e definimos como sistema de pesos para cada categoria de produção a mediana relativa dos coeficientes de especialização por tipo. Deste modo unidades do mesmo tipo tem o mesmo coeficiente de especialização. Esta abordagem além de simplificar os cálculos torna a distribuição dos pesos pelas categorias de produção menos sensível (robusta) a presença de concentrações extremas.

Os indicadores relativos de insumos (despesas) são representados por x_i^o , $i = 1, 2, 3$ e representam pessoal, custeio e capital respectivamente. Como medida combinada de

despesa tomamos o relativo d^o obtido dividindo-se o total de gastos com insumo de cada unidade (pessoal+custeio+capital) por um mais a média winsorizada dos gastos totais da empresa. Em linguagem econômica estamos trabalhando com índices de despesa tendo por base um mais a média winsorizada.

Definimos a produtividade de uma unidade de pesquisa como o quociente

$$\text{Prod} = \frac{y}{d}$$

observado para a unidade. Esta medida pode ser calculada dentro de anos e entre anos considerando-se, por exemplo, a razão de médias (sobre anos)

$$\text{Prod}_c = \frac{\bar{y}}{\bar{d}}$$

As unidades de pesquisa produtivas são aquelas que apresentam produtividade igual ou superior a um.

4 Análise do Sistema de Produção EMBRAPA

O sistema de produção da EMBRAPA é composto de 37 centros de pesquisa nacionais classificados em três tipos de acordo com suas missões e objetivos de pesquisa. Centros ecorregionais (E, total de 13 unidades), de produto (P, total de 15 unidades) e temáticos (T, total de 9 unidades). Em nossa apresentação estes centros de pesquisa aparecem codificados. Como descrito na Seção 3 o sistema de produção envolve 28 atributos de produto e 3 insumos. Os atributos de produto são reduzidos a uma única variável de produção com a utilização de um sistema de pesos variável por unidade (centro) de pesquisa no contexto da Seção 3. A análise de eficiência do sistema foi levada a efeito com o auxílio de duas macros SAS. Uma para o cálculo de eficiências relativas (EFIC) e outra para a análise da congestão (CONGEST)². As duas macros assumem a existência de um conjunto de dados END1³ contendo os valores da variável output (y), dos inputs (x_1 , x_2 e x_3) e a identificação das unidades produtoras (ID). As macros podem ser facilmente generalizadas para um número maior de insumos e produtos.

A Tabela 5 mostra os coeficientes de variação, entre médias históricas de 4 anos, por unidade, calculados para cada um dos 28 atributos de produção avaliados. Estes coeficientes de variação são a base do sistema de pesos descrito na Seção 2. Intuitivamente as variáveis mais difíceis de produzir tem maior variabilidade relativa e em consequência maior CV e mais peso. Este sistema de pesos via CVs é uma alternativa natural a procedimentos multivariados tais como análise fatorial e de componentes principais que podem produzir pesos negativos. Quando uma unidade não produz um determinado atributo o peso deste é nulo, i.e., o sistema de pesos da unidade fica definido somente pelos coeficientes de variação, relativos a soma total destas quantidades, que realmente compõe a carteira de atividades da unidade em questão. Esta

²As macros EFIC e CONGEST, utilizadas na avaliação dos atributos de produção estão disponíveis via ftp anônimo no endereço [ftp.sede.embrapa.br no diretório /pub/dea/](ftp.sede.embrapa.br/pub/dea/).

³Também disponível no diretório [/pub/dea/](ftp.sede.embrapa.br/pub/dea/).

abordagem induz um sistema de pesos diferente para cada unidade de pesquisa. Observamos que, também no cálculo dos coeficientes de variação gerados pelas médias históricas, excluem-se as unidades de pesquisa que não exercem uma dada atividade produtiva. Estas exclusões (exceções de produção) só ocorrem na categoria associada a variável y_4 (desenvolvimento de tecnologias produtos e processos) e são como segue. Para y_{14} (variedade, total de 10) as unidades FH, GI, EI, IK, QR, BD, GL, IL, EF e ZZ. Para y_{24} (prática/processo agropecuário, total de 6) as unidades EI, IK, GL, AC, EF e ZZ. Para y_{34} (Insumo, total de 12) as unidades FH, GI, EI, IK, QR, GL, AD, BC, EG, GK, EF, e ZZ. Para y_{44} (processo agro-industrial, total de 15) as unidades II, EI, AB, EH, IK, GH, QR, DF, GJ, FF, BC, GG, GM, AC e ZZ. Para y_{54} (metodologia científica, total de 7) as unidades AB, FG, AD, FF, BC, GG e GM. Para y_{64} (máquina/equipamento, total de 24) as unidades ZP, FH, EI, AB, EH, IK, EE, QR, GL, FG, FJ, LL, ZQ, AD, FF, BC, GG, BB, IL, GM, EG, AC, GK e ZZ. Para y_{75} (software, total de 18) as unidades II, IJ, EH, IM, EE, DF, FG, FJ, LL, ZQ, AD, FF, BC, BB, GM, DE, GK e EF. Finalmente para y_{84} (monitoramento, total de 8) as unidades FH, AB, IM, BD, FJ, FF, BC e EF.

A Tabela 6 mostra os coeficientes de especialização para as unidades da EMBRAPA e as medianas por tipo de centro. A distribuição dos coeficientes de especialização não é uniforme dentro dos tipos por categoria de produção. Existem concentrações extremas para todos os tipos de unidade, notadamente nas categorias de difusão de tecnologia e imagem e desenvolvimento de tecnologias produtos e processos. Os centros temáticos diferem substancialmente dos centros de produto e ecorregionais que mostram uma distribuição semelhante de especializações. Os centros temáticos apresentam concentração de atividades ligeiramente superior na categoria de produção técnico-científica, bem superior superior no desenvolvimento de tecnologias, produtos e processos e são dominados na geração de tecnologias e conhecimento e difusão de tecnologias e imagem.

A Tabela 7 mostra a evolução da produtividade na EMBRAPA. Os tipos temáticos e de produto tem produtividade bem mais elevada que os ecorregionais. A evolução das medianas para a EMBRAPA indica uma tendência decrescente no período 92-94 com uma significativa recuperação em 1995, quando a empresa se torna produtiva. Os centros temáticos e ecorregionais tem papel significativo na recuperação do sistema produtivo. Estes centros, na mediana, aumentaram suas produtividades em 23,5% e 28% respectivamente no período 94-95.

A Tabela 8 mostra a evolução da eficiência relativa sob a hipótese de retorno constante. A impressão geral é a mesma do quadro de produtividades. Os centros temáticos e de produto dominam. De um modo geral, contudo, as eficiências relativas medianas são baixas. Parece haver espaço para crescimento substancial da eficiência técnica em muitas unidades. Tal como no caso da produtividade, a eficiência relativa mostra uma recuperação significativa da empresa como um todo no período 94-95 (aumento de 27% na mediana). Na média as unidades LL, II, EE e ZZ estão na fronteira. Somente ZZ está na fronteira eficiente. Em 1992 estão na fronteira II, EE, LL e ZZ. Somente ZZ está na fronteira eficiente. Em 1993 são eficientes FG, EE e GK. Somente EE está na fronteira eficiente. Em 1994 são eficientes EE, FG e ZZ. Nenhuma está na fronteira

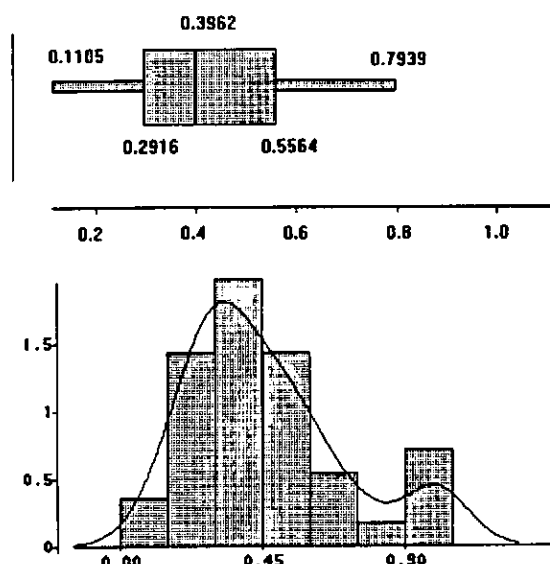


Figura 3: Diagrama de caixa, histograma e densidade de E95.

eficiente. Neste ano parece haver problemas na utilização do recurso de pessoal pois este coeficiente (preço) é nulo para todas as unidades eficientes. Em 1995 são eficientes II, GH, LL e ZZ e a única na fronteira eficiente é GH. Segue portanto que as unidades aparentemente mais eficientes são EE e ZZ com quatro aparições com eficiência unitária no período analisado seguidas de II e LL com três, FG com duas e GK e GH com uma cada.

De particular interesse para a instituição é o ano de 1995 por ser o mais recente e o ano em que as unidades realmente se conscientizaram do processo de avaliação. Para este ano levamos a efeito também a análise de congestão e escala. A Figura 3 mostra os aspectos distribucionais da eficiência relativa retornos constantes. É clara a presença de duas modas na distribuição. Os valores dos quartis e da mediana no diagrama de caixa são modestos.

As medidas de eficiência escala e congestão aparecem na Tabela 9. A coluna de retornos (RET) indica as direções a serem seguidas no processo de tornar as unidades mais eficientes. Para a região de retornos crescentes, possivelmente, aumento de produção com despesa constante. Para a região de retornos decrescentes, possivelmente, redução de custos com produção constante. Os casos sérios de congestão para 1995, CONG inferior a 0,5, estão listados na Tabela 10 onde reporta-se também o valor da eficiência técnica sob a hipótese de retornos variáveis e disponibilidade plena. Vê-se portanto que IM tem o custeio congestivo, EG tem o capital, o custeio e o par pessoal-custeio congestivos e BD tem o custeio congestivo.

5 Conclusão e Perspectivas Futuras

Apresentamos a análise de eficiência do sistema de produção de pesquisa agropecuária do país sob a responsabilidade da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. A

Unidade	Capital	Custeio	Pessoal	Cus-Cap	Pess-Cap	Pess-Cus	RV
IM	1,00000	0,36926	0,37178	0,37178	1,00000	1,00000	0,36926
EG	0,29323	0,29323	1,00000	1,00000	1,00000	0,29323	0,29323
BD	1,00000	0,39051	0,39217	0,39217	1,00000	1,00000	0,39051

Tabela 10: Eficiências relativas para análise da congestão de insumos para o ano de 1995.

evolução das medidas de eficiência técnica e produtividade mostram um “trend” negativo no período 92-94 com uma significativa recuperação em 1995. São modestos os valores representativos da eficiência técnica para vários centros de pesquisa indicando que há espaço para melhorias substanciais. De um modo geral os centros temáticos e de produto são dominantes embora os ecorregionais venham mostrando melhoras. Há alguns problemas de eficiência congestiva. O padrão não é típico e varia por unidade. A presença de concentrações extremas nos coeficientes de especialização, principalmente nas categorias de difusão de tecnologias e imagem e desenvolvimento de tecnologias produtos e processos pode ser indicativo de erros potenciais de informação. Neste contexto o sistema de avaliação tende a um ajuste gradual no longo prazo com a implementação de mecanismos de controle de qualidade da informação mais sofisticados e à medida que as unidades vão se tornando mais familiarizadas com o processo de avaliação levado a efeito pela direção da EMBRAPA.

Direções para estudos futuros envolvem a abordagem de custos descrita em Färe, Grosskopf e Lovell (1995) e a abordagem estocástica (paramétrica). No primeiro caso podemos utilizar como sistema de preços os coeficientes do problema primal descrito na Seção 3. Da análise de custos resulta uma medida adicional de eficiência técnica - a eficiência custo. Esta medida DEA acrescentará nuances de interesse à nossa análise da Seção 3 e novas decomposições da eficiência técnica. Finalmente, de interesse, não somente aplicado como também teórico, é a avaliação dos resultados obtidos com os modelos DEA à luz da abordagem paramétrica. Esta caracteriza as ineficiências técnicas através da especificação de um modelo econométrico. O modelo econométrico postula uma função de custo paramétrica e um comportamento estocástico para o sistema de produção. As ineficiências entram no processo como componentes de erro. Veja Bauer (1990). Dois problemas surgem no contexto da aplicação deste approach na EMBRAPA. Primeiramente tem-se o problema da comparação de soluções de problemas em princípio distintos. O outro tem a ver com a definição de um sistema de preços que suporte a utilização de uma forma flexível, como a do Translog, por exemplo. A presença de preços nulos na solução do primal cria dificuldades neste contexto.

6 Referências

Alves, E. R. A (1996), Medidas de eficiência, métodos não paramétricos. Submetido para publicação na revista da SOBER. Presidência, EMBRAPA sede. Brasília.

- Bauer, P. W. (1990), Recent developments in the econometric estimation of frontiers, *Journal of Enometrics* 46, 39-56.
- Charnes, A., Lewin A. L. e Seiford L. M. (1995), *Data Envelopment Analysis: Theory, Methodology and Applications*. Kluwer, Holland.
- EMBRAPA (1996a), Sistema de informação gerencial dos planos anuais de trabalho - SISPAT: manual do usuário. Secretaria de Administração Estratégica. Presidência, EMBRAPA sede, Brasília.
- EMBRAPA (1996b), Sistema de avaliação de unidades: glossário de termos técnicos e indicadores de desempenho utilizados no modelo de análise de produtividade e eficiência relativa das unidades descentralizadas da EMBRAPA. Secretaria de Administração Estratégica. Presidência, EMBRAPA sede, Brasília.
- Färe, R., Grosskopf, S. e Lovel C. A. K. (1994), *Production Frontiers*. Cambridge, New York.
- Gass, S. I. (1969), *Linear Programming*. McGraw-Hill, New York.
- Mas-Colell, Whinston D. M. e Green, J. G. (1995), *Microeconomic Theory*. Oxford, New York.
- Seiford, L. M. e Thrall R. M. (1990), Recent developments in DEA , the mathematical programming approach to frontier analysis, *Journal of Econometrics* 46, 7-38
- Sengupta J. K. (1995), *Dynamics of Data Envelopment Analysis, Theory of Systems Efficiency*. Kluwer, Holland.

Produção Técnico Científica	Variável (y_1)	CV
Artigo Nacional + Cap. Nacional	y_{11}	62,04
Artigo Estrangeiro+Cap. Estrangeiro	y_{21}	76,19
Resumo+Art. Congresso	y_{31}	52,28
Geração de Tecnologias e Conhecimentos	Variável (y_2)	CV
Circular Técnica	y_{12}	106,40
Boletim Técnico	y_{22}	104,3
Comunicado Técnico	y_{32}	59,40
Periódico	y_{42}	86,43
Recomendações/Instruções Técnicas	y_{52}	120,22
Difusão de Tecnologia e Imagem	Variável(y_3)	CV
Dias de Campo	y_{13}	94,28
Organização de Congressos	y_{23}	85,42
Palestras	y_{33}	78,20
Feiras e Exposições	y_{43}	48,19
Cursos Oferecidos	y_{53}	53,83
Estagiários Treinados	y_{63}	81,89
Bolsistas Orientados	y_{73}	80,39
Folders Produzidos	y_{83}	53,01
Vídeos Produzidos	y_{93}	108,78
Pesquisa em Andamento	$y_{10\ 3}$	85,93
Unidades Demonstrativas	$y_{11\ 3}$	142,81
Unidades de Observação	$y_{12\ 3}$	107,43
Desenv. Tecnologia/Produtos e Processos	Variável (y_4)	CV
Variedade	y_{14}	80,80
Prática/Processo Agropecuário	y_{24}	118,12
Insumo(+Estirpe)	y_{34}	199,03
Processo Agro-industrial	y_{44}	270,69
Metodologia Científica	y_{54}	112,47
Máquina/Equipamento	y_{64}	104,15
Software	y_{74}	129,71
Monitoramento	y_{84}	119,02

Tabela 5: Coeficientes de variação das médias históricas, winsorizadas, do período 1992-95.

Unidade	Tipo	PTC(y_1)	PGTC (y_2)	PDTI (y_3)	PDTPP (y_4)
FJ	E	0,3609	0,1456	0,2319	0,2615
GJ	E	0,4330	0,2045	0,2927	0,0698
LL	E	0,1455	0,1908	0,5964	0,0673
ZQ	E	0,1942	0,4017	0,4040	0,0000
AD	E	0,0929	0,2945	0,4678	0,1448
FF	E	0,2799	0,1883	0,4701	0,0617
BC	E	0,0260	0,7008	0,1645	0,1086
GG	E	0,1767	0,1912	0,5362	0,0959
BB	E	0,3184	0,2445	0,1698	0,2674
IL	E	0,4473	0,1430	0,3098	0,0999
GM	E	0,2714	0,3476	0,3571	0,0239
DE	E	0,2501	0,4936	0,2138	0,0425
EG	E	0,2179	0,3167	0,3445	0,1209
Mediana	E	0,2501	0,2445	0,3445	0,0959
AA	P	0,3485	0,2899	0,3039	0,0577
II	P	0,2563	0,0941	0,5748	0,0748
FH	P	0,2161	0,2806	0,4792	0,0240
EI	P	0,2009	0,3232	0,3594	0,1165
AB	P	0,4477	0,2367	0,2788	0,0368
EH	P	0,2146	0,3588	0,4115	0,0152
IM	P	0,6211	0,0770	0,1356	0,1663
EE	P	0,2968	0,4750	0,1691	0,0591
GH	P	0,1676	0,1083	0,6718	0,0523
BD	P	0,2226	0,3332	0,2073	0,2370
DD	P	0,2672	0,2134	0,4259	0,0935
DF	P	0,3363	0,1479	0,3723	0,1436
FG	P	0,1698	0,1919	0,5068	0,1314
AC	P	0,3426	0,1889	0,3092	0,1592
GK	P	0,3128	0,2679	0,3450	0,0742
Mediana	P	0,2672	0,2367	0,35941	0,0748
ZP	T	0,5862	0,1601	0,2129	0,0408
FI	T	0,4172	0,1470	0,1667	0,2690
IJ	T	0,0991	0,2878	0,5547	0,0583
GI	T	0,7954	0,0000	0,1714	0,0332
IK	T	0,4493	0,0257	0,3430	0,1819
QR	T	0,1862	0,1370	0,0919	0,5849
GL	T	0,1810	0,2557	0,3691	0,1942
EF	T	0,1019	0,2105	0,0826	0,6050
ZZ	T	0,2869	0,0297	0,0814	0,6020
Mediana	T	0,2869	0,1470	0,1714	0,1942

Tabela 6: Coeficientes de especialização por unidade de pesquisa e medianas por tipo.

Unidade	Tipo	P92	P93	P94	P95	PCO
FJ	E	0,2851	0,2165	0,2113	0,3023	0,2515
GJ	E	0,7642	0,5386	0,7633	1,1382	0,7913
LL	E	2,1219	1,6863	2,8148	2,1825	2,2562
ZQ	E	1,7288	0,6616	0,7726	0,8503	0,9985
AD	E	0,9572	0,4047	0,2041	0,8955	0,5968
FF	E	2,0512	0,8907	0,6433	0,8237	1,1049
BC	E	0,6878	1,5692	1,9498	1,9976	1,5466
GG	E	0,8695	0,2672	0,3969	0,7194	0,5536
BB	E	1,0307	1,1417	0,6935	0,9517	0,9511
IL	E	0,3298	0,5001	0,5315	0,7652	0,5299
GM	E	0,4806	0,2532	0,5917	0,2886	0,4008
DE	E	0,6247	0,8068	1,0215	0,7754	0,7802
EG	E	0,7532	0,6737	0,3072	0,5046	0,5610
Mediana	E	0,7642	0,6616	0,6433	0,8237	0,7802
AA	P	0,7137	0,5279	0,7419	0,9186	0,7220
II	P	1,6815	1,7251	1,2312	1,9793	1,6494
FH	P	1,0760	0,3189	0,6185	1,0326	0,7451
EI	P	1,0970	1,5285	2,0351	0,6322	1,3008
AB	P	0,7454	0,8084	0,8149	0,6204	0,7458
EH	P	1,4999	0,9262	1,3056	1,1539	1,2256
IM	P	0,7353	1,2256	1,4218	0,6383	0,9972
EE	P	1,5120	3,0589	2,1491	1,6687	2,1012
GH	P	2,0347	2,4427	2,2434	2,4043	2,2806
BD	P	0,9665	1,6254	0,8836	1,0839	1,1246
DD	P	0,8278	2,5818	1,2205	1,7518	1,5855
DF	P	0,7676	1,2018	1,3666	1,2358	1,1380
FG	P	1,3546	1,9404	1,4517	1,1878	1,4797
AC	P	1,3466	0,9596	0,9451	1,1770	1,1148
GK	P	1,7528	1,4357	1,9067	1,0038	1,5430
Mediana	P	1,0970	1,4357	1,3056	1,1539	1,2256
ZP	T	0,9899	1,3788	1,8252	0,8912	1,2714
FI	T	2,0203	1,7277	1,7703	1,6006	1,7806
IJ	T	0,4418	0,9238	0,9243	1,0117	0,8551
GI	T	1,6105	1,2187	1,1947	1,8969	1,4912
IK	T	0,9160	0,9474	0,8525	0,6462	0,8279
QR	T	0,6633	0,6384	0,8130	1,4707	0,8503
GL	T	0,7899	0,7479	0,5819	1,0672	0,8107
EF	T	1,8352	2,5138	1,3399	2,5036	2,0672
ZZ	T	4,9655	2,6027	4,9709	3,7720	4,1002
Mediana	T	0,9899	1,2187	1,1947	1,4707	1,2714
Mediana	Empresa	0,9665	0,9596	0,9451	1,0326	1,1049

Tabela 7: Produtividades anuais (P92-95) e combinada (PCO) para o período 1992-95.

Unidade	Tipo	E92	E93	E94	E95	ECO
AD	E	0,30338	0,13428	0,06189	0,27743	0,19404
BB	E	0,32429	0,39467	0,19744	0,34798	0,34359
BC	E	0,25020	0,52017	0,64354	0,62636	0,54011
DE	E	0,27280	0,31325	0,23786	0,32591	0,22664
EG	E	0,52312	0,33185	0,18522	0,29156	0,37087
FF	E	0,83918	0,29792	0,17995	0,28145	0,38808
FJ	E	0,15523	0,08122	0,07723	0,13152	0,11855
GG	E	0,35012	0,08823	0,15233	0,30081	0,22574
GJ	E	0,42659	0,22023	0,32132	0,52228	0,45241
GM	E	0,18999	0,09744	0,21645	0,11053	0,17112
IL	E	0,16784	0,18508	0,14755	0,21565	0,19954
LL	E	1,00000	0,56143	0,84048	1,00000	1,00000
ZQ	E	0,77653	0,27903	0,31421	0,30119	0,46870
Mediana	E	0,32429	0,27903	0,19744	0,30081	0,34359
AA	P	0,36222	0,18548	0,30739	0,37244	0,32345
AB	P	0,29700	0,30095	0,24923	0,25120	0,30491
AC	P	0,47999	0,31566	0,24264	0,42203	0,40777
BD	P	0,20159	0,54810	0,18910	0,36821	0,29418
DD	P	0,35473	0,95222	0,39308	0,59855	0,65987
DF	P	0,39098	0,42782	0,47508	0,55642	0,49785
EE	P	1,00000	1,00000	1,00000	0,79386	1,00000
EH	P	0,52881	0,35882	0,55521	0,52047	0,56396
EI	P	0,46670	0,52000	0,44578	0,20498	0,46136
FG	P	0,38166	1,00000	1,00000	0,45367	0,70453
FH	P	0,37690	0,10447	0,22264	0,36698	0,28207
GH	P	0,63378	0,83269	0,95224	1,00000	0,92216
GK	P	0,63780	1,00000	0,92599	0,69108	0,93920
II	P	1,00000	0,76841	0,54258	1,00000	1,00000
Mediana	P	0,39098	0,52000	0,44578	0,45367	0,49785
IM	P	0,33591	0,42144	0,38383	0,25668	0,42349
EF	T	0,67782	0,86644	0,27535	0,70586	0,60963
FI	T	0,84246	0,60579	0,36357	0,53424	0,63932
GI	T	0,67757	0,41977	0,24120	0,53657	0,44495
GL	T	0,28401	0,26636	0,20823	0,39620	0,30348
IJ	T	0,15953	0,30615	0,41519	0,43055	0,37187
IK	T	0,27638	0,32617	0,18140	0,19606	0,22579
QR	T	0,37583	0,25551	0,31201	0,49767	0,37834
ZP	T	0,44258	0,45168	0,56293	0,31934	0,48830
ZZ	T	1,00000	0,88291	1,00000	1,00000	1,00000
Mediana	T	0,44258	0,41977	0,31201	0,49767	0,44495
Mediana	Empresa	0,38166	0,35882	0,31201	0,3962	0,42349

Tabela 8: Eficiências relativas anuais (E92-95) e combinada (ECO) para o período 1992-95.

Unidade	RC	RD	RV	RG	ESC	RET	CONG
GM	0,11053	0,11053	0,31747	0,31779	0,34817	c	0,99900
FJ	0,13152	0,13152	0,27015	0,32588	0,48685	c	0,82897
IK	0,19606	0,19606	0,27713	0,37568	0,70746	c	0,73767
EI	0,20498	0,20498	0,27748	0,29623	0,73872	c	0,93669
IL	0,21565	0,21565	0,28760	0,29008	0,74983	c	0,99145
AB	0,25120	0,25120	0,28779	0,30074	0,87285	c	0,95696
IM	0,25668	0,25668	0,36926	1,00000	0,69513	c	0,36926
AD	0,27743	0,27743	0,66209	0,67490	0,41902	c	0,98103
FF	0,28145	0,28145	0,38222	0,41722	0,73636	c	0,91610
EG	0,29156	0,29156	0,29323	1,00000	0,99431	c	0,29323
GG	0,30081	0,30081	0,42684	0,54479	0,70473	c	0,78350
ZQ	0,30119	0,30119	0,48680	0,54040	0,61872	c	0,90082
ZP	0,31934	0,33538	0,33538	0,33538	0,95215	d	1,00000
DE	0,32591	0,32591	0,32689	0,33594	0,99700	c	0,97306
BB	0,34798	0,34798	0,63734	0,82374	0,54599	c	0,77372
FH	0,36698	0,36698	0,42546	0,43929	0,86255	c	0,96853
BD	0,36821	0,36821	0,39051	1,00000	0,94290	c	0,39051
AA	0,37244	0,37244	0,43400	0,46330	0,85816	c	0,93675
GL	0,39620	0,39620	0,86767	1,00000	0,45662	c	0,86767
AC	0,42203	0,42203	0,51054	0,62815	0,82663	c	0,81277
IJ	0,43055	0,43055	0,63157	1,00000	0,68172	c	0,63157
FG	0,45367	0,45367	0,58236	1,00000	0,77902	c	0,58236
QR	0,49767	0,50393	0,50393	0,50393	0,98759	d	1,00000
EH	0,52047	0,52047	0,52216	0,52849	0,99676	c	0,98802
GJ	0,52228	0,52228	0,55120	0,59796	0,94752	c	0,92181
FI	0,53424	0,53507	0,53507	0,61972	0,99844	d	0,86341
GI	0,53657	0,53657	0,68166	0,72145	0,78715	c	0,94485
DF	0,55642	0,55642	0,55822	0,57521	0,99678	c	0,97046
DD	0,59855	0,73464	0,73464	0,75638	0,81476	d	0,97125
BC	0,62636	0,62636	0,69384	0,72433	0,90274	c	0,95791
GK	0,69108	0,69108	1,00000	1,00000	0,69108	c	1,00000
EF	0,70586	1,00000	1,00000	1,00000	0,70586	d	1,00000
EE	0,79386	0,79386	0,83577	1,00000	0,94985	c	0,83577
II	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	ok	1,00000
GH	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	ok	1,00000
LL	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	ok	1,00000
ZZ	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	ok	1,00000

Tabela 9: Eficiências relativas retorno constante (RC), decrescente (RD), variável (RV) e Variável disponibilidade fraca (RG) para o ano de 1995. ESC é a eficiência escala e CONG é a eficiência congestiva. Denota-se por c retornos (RET) crescentes e por d retornos decrescentes.